

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Марус О.А., Голуб Г.А.

**ВИРОБНИЦТВО ТРИХОГРАМИ.
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ**

МОНОГРАФІЯ

Київ – 2015

УДК 631.147:632.937.3
ББК 40.726:44.158
М 25

*Рекомендовано до друку Вченою радою Національного університету
біоресурсів і природокористування України
(протокол № 11 від 24 червня 2015 р.)*

Рецензенти:

Мироненко В.Г. – доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України;

Войтюк В.Д. – доктор технічних наук, професор, директор НДІ техніки, енергетики та інформатизації АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України;

Ловейкін В.С. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри конструювання машин і обладнання Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Марус О.А., Голуб Г.А.

М 25 Виробництво трихограми. Механіко-технологічні основи:
Монографія. – К.: НУБіП України, 2015. – 232 с.

У монографії обґрунтовано конструкціо-технологічні параметри пневматичного калібратора яєць зернової молі, проаналізовано вплив крупності яєць зернової молі на якісні показники ентомологічного препарату трихограми, визначено ефективність препарату в польових умовах, встановлено економічну ефективність виробництва та внесення препарату.

Призначена для науковців, викладачів, аспірантів, студентів, спеціалістів аграрної сфери, що займаються дослідженням та впровадженням виробництва екологічно-безпечної продукції.

УДК 631.147:632.937.3
ББК 40.726:44.158

ISBN 978-617-718-74-8

© —.А. [], Г.А. Голуб, 2015

© Національний університет біоресурсів
і природокористування України, 2015

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЕНТОМОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ ТРИХОГРАМИ, ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ ЯЄЦЬ ЗЕРНОВОЇ МОЛІ.....	10
1.1. Особливості процесу виробництва ентомологічного препарату трихограми, роль і значення калібрування яєць зернової молі.....	10
1.2. Організація робіт під час виробництва та внесення ентомологічного препарату трихограми.....	31
1.2.1. Організація робіт під час виробництва ентомологічного препарату трихограми.....	31
1.2.2. Організація робіт під час біологічного захисту із застосуванням ентомологічного препарату трихограми.....	48
1.2.2.1. Феромоніторинг.....	48
1.2.2.2. Внесення ентомологічного препарату трихограми...	50
1.3. Аналіз способів і технічних засобів калібрування яєць зернової молі.....	55
1.4. Аналіз теоретичних досліджень, що описують процеси калібрування.....	71
1.5. Висновки по розділу 1 і задачі досліджень.....	78
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПНЕВМАТИЧНОГО КАЛІБРУВАННЯ ЯЄЦЬ ЗЕРНОВОЇ МОЛІ.....	80
2.1. Обґрунтування показника якості калібрування яєць зернової молі.....	84
2.2. Дослідження закономірностей руху яєць зернової молі в повітряному потоці під час калібрування.....	87
2.3. Обґрунтування конструкційних параметрів пневматичного калібратора яєць зернової молі.....	104

2.4. Висновки по розділу 2.....	108
РОЗДІЛ 3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	109
3.1. Програма експериментальних досліджень.....	109
3.2. Методика досліджень фізико-механічних властивостей яєць зернової молі.....	110
3.3. Методика експериментальних досліджень процесу пневматичного калібрування яєць зернової молі.....	112
3.4. Методика визначення якісних показників ентомологічного препарату трихограми.....	121
3.5. Висновки по 3 розділу.....	130
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ КАЛІБРУВАННЯ ЯЄЦЬ ЗЕРНОВОЇ МОЛІ ТА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕНТОМОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ ТРИХОГРАМИ.....	131
4.1. Фізико-механічні властивості яєць зернової молі.....	131
4.2. Визначення конструкційних параметрів пневматичного калібруатора яєць зернової молі методом факторного планування експериментів.....	134
4.3. Результати досліджень впливу крупності яєць зернової молі на якісні показники ентомологічного препарату трихограми.....	149
4.4. Результати визначення конструкційно-технологічних параметрів пневматичного калібруатора яєць зернової молі.....	159
4.5. Висновки по розділу 4.....	162
РОЗДІЛ 5 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСУ ПНЕВМАТИЧНОГО КАЛІБРУВАННЯ ЯЄЦЬ ЗЕРНОВОЇ МОЛІ ТА ВИРОБНИЦТВА ТРИХОГРАМИ.....	165
5.1. Методика розрахунку конструкційно-технологічних параметрів пневматичного калібруатора яєць зернової молі.....	165
5.2. Виробнича перевірка процесу виробництва ентомологічного	

препарату трихограми з використанням пневматичного калібратора яєць зернової молі.....	168
5.3. Виробнича перевірка ентомологічного препарату трихограми на посівах кукурудзи.....	169
5.4. Економічна ефективність використання пневматичного калібратора яєць зернової молі.....	173
5.5. Техніко-економічна ефективність виробництва ентомологічного препарату трихограми.....	175
5.6. Техніко-економічна ефективність виробництва і внесення ентомологічного препарату трихограми.....	177
5.7. Висновки по 5 розділу.....	180
ВИСНОВКИ.....	182
ДОДАТКИ.....	184
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	212

ВСТУП

Актуальність теми. Використання хімічних препаратів проти шкідників сільськогосподарських культур призводить до негативних наслідків для навколишнього середовища, а відповідно і для людини. Біологічний захист рослин дозволяє отримати екологічно безпечну продукцію та поліпшити екологічну ситуацію.

У біологічному захисті рослин від лускокрилих шкідників найбільшого поширення має ентомологічний препарат трихограми, який виробляють на яйцях комірного шкідника – зернової молі (*Sitotroga cerealella*).

Пік виробництва трихограми припадає на 70–90-ті роки минулого сторіччя. В процесі масового виробництва спостерігалась тенденція до зниження якісних показників ентомологічного препарату. Однією з причин часткової відмови від його застосування було те, що в біотехнологічному процесі виробництва трихограми недостатньо уваги приділялось процесу виробництва яєць зернової молі, якісні показники яких впливають на ентомологічний препарат.

Розведення трихограми на крупних яйцях зернової молі дозволяє підтримати її якісні показники, а тому операція калібрування має бути невід'ємною частиною біотехнологічного процесу виробництва препарату. Ця операція дозволяє також зменшити кількість пасажування трихограми на яйцях природних ентомофагів, яка є більш трудомісткою операцією.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень, а також виробничої перевірки й впровадження дозволили вирішити наукову задачу удосконалення біотехнологічного процесу виробництва трихограми з використанням пневматичного калібратора яєць зернової молі шляхом визначення його оптимальних конструкційно-технологічних параметрів та режимів роботи і на цій основі підвищити якість розділення, яка виражається через ймовірність добору крупних яєць, а також визначити вплив крупності яєць зернової молі на якісні показники ентомологічного біопрепарату трихограми упродовж декількох поколінь.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Монографія виконувалась у навчально-науково-виробничій лабораторії біологічного захисту рослин Національного університету біоресурсів і природокористування України, згідно з темами: “Розробка технічних та біологічних характеристик для масового отримання лабораторних культур ентомофагів та мікроорганізмів для потреб захисту рослин”, номер держреєстрації – 0104U005243, “Розробка комплексних біотехнологічних заходів захисту рослин на основі ентомологічних та біологічних препаратів”, номер держреєстрації – 01109U000956 та «Розробка механіко-технологічні основи ресурсозберігаючого органічного виробництва сільськогосподарської продукції та біопалив в агроecosистемах з підвищеним рівнем енергетичної автономності», номер держреєстрації – 0114U000660.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – підвищення ефективності біотехнологічного процесу виробництва ентомологічного біопрепарату маточної та промислової культури трихограми, шляхом удосконалення пневматичного калібратора яєць зернової молі.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання досліджень:

- дослідити вплив конструкційно-технологічних параметрів калібратора на динаміку руху яєць зернової молі у повітряному потоці;
- визначити фізико-механічні властивості яєць зернової молі, які впливають на процес їх калібрування;
- експериментально визначити вплив параметрів та режимів роботи пневматичного калібратора яєць зернової молі на якість його роботи;
- встановити вплив операції калібрування яєць зернової молі на якісні показники ентомологічного препарату маточної та промислової культури трихограми;
- виконати техніко-економічну оцінку ефективності використання удосконаленого калібратора яєць зернової молі.

Об'єкт дослідження – біотехнологічний процес виробництва ентомологічного біопрепарату маточної та промислової культури трихограми з

використанням пневматичного калібрування яєць зернової молі, конструкційно-технологічні параметри калібратора.

Предмет дослідження – взаємозв'язок конструкційно-технологічних параметрів пневматичного калібратора яєць зернової молі, якісних показників його роботи та якісних показників ентомологічного біопрепарату трихограми.

Методи дослідження. При визначенні траєкторії руху яєць зернової молі у повітряному потоці камери розділення калібратора використано основні положення динаміки руху тіл у повітряному середовищі, методи послідовного диференціювання, які дали розв'язок та наближене рішення системи рівнянь руху у вигляді степеневого ряду Тейлора. Для експериментального визначення конструкційних параметрів та режимів роботи калібратора яєць зернової молі використовували методики планування багатофакторних експериментів (трифакторний план Бокса-Бенкіна). Оптимальні параметри пневматичного калібратора яєць зернової молі визначали на основі експериментальної залежності якості калібрування, яка виражалась через ймовірність добору крупних яєць від швидкості повітряного потоку, висоти камери розділення та висоти пластини-заслінки. Якісні показники пневматичного калібрування аналізували з застосуванням статистичної обробки даних шляхом визначення інтегральної ймовірності знаходження величини розмірів яєць зернової молі у заданому діапазоні. Якісні показники ентомологічного препарату трихограми визначали за допомогою методики, що наведена в ДСТУ 5016:2008 (Ентомологічні препарати трихограми. Загальні технічні умови).

Наукова новизна одержаних результатів:

- удосконалено математичну модель для визначення траєкторії руху яєць зернової молі у пневматичному калібраторі шляхом урахування швидкості горизонтального повітряного потоку та початкової швидкості яєць на вході в камеру розділення залежно від геометричних розмірів яєць;
- уперше для пневматичного калібратора експериментально встановлено взаємозв'язок між значеннями висоти камери розділення, висоти пластини-

заслінки і швидкості горизонтального повітряного потоку та значенням ймовірності добору крупних яєць зернової молі;

- уперше експериментально встановлено швидкості зависання конгломератів та поодиноких яєць зернової молі у вертикальному повітряному потоці;

- дістало подальший розвиток визначення протягом декількох поколінь впливу розмірів яєць зернової молі на плодючість і пошукову здатність трихограми, кількість відроджених і деформованих особин, а також співвідношення самців і самок у ентомологічному біопрепараті трихограми, отриманої за допомогою удосконаленого біотехнологічного процесу.

Практичне значення одержаних результатів полягає у вдосконаленні біотехнологічного процесу виробництва ентомологічного біопрепарату трихограми шляхом впровадження калібратора яєць зернової молі та використанні отриманого препарату на посівах кукурудзи в ВП НУБіП України "Агрономічна дослідна станція" Київської області на площі 64 га.

Біотехнологічний процес виробництва трихограми з використанням пневматичного калібратора яєць зернової молі дозволяє підвищити ймовірність добору крупних яєць на 22 %, що поліпшує якість та ефективність ентомологічного біопрепарату трихограми.

Розроблено і запатентовано новий спосіб калібрування яєць фітофагів (патент на винахід № 89930), а також розроблено вдосконалену конструкцію калібратора яєць фітофагів (патенти на винахід № 89928 та 89931), які використані в ННВ лабораторії біологічного захисту рослин НУБіП України при удосконаленні біотехнологічного процесу виробництва ентомологічного препарату трихограми.

Результати досліджень біотехнологічного процесу виробництва ентомологічного препарату трихограми з обґрунтування параметрів калібратора яєць зернової молі були використані для розроблення модульного комплексу технологічного обладнання для промислового розведення трихограми в Інженерно-технологічному інституті "Біотехніка" (м. Одеса). Економічна ефективність використання калібратора яєць зернової молі становить 1029 грн за рік, а термін окупності не перевищує 3 років.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЕНТОМОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ ТРИХОГРАМИ, ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ ЯЄЦЬ ЗЕРНОВОЇ МОЛІ

1.1. Особливості процесу виробництва ентомологічного препарату трихограми, роль і значення калібрування яєць зернової молі

Використання хімічних засобів захисту рослин обумовлює значне скорочення втрат сільськогосподарської продукції від шкідників, однак, при цьому проявляються негативні явища і процеси: виникають стійкість шкідників до хімічних засобів, забруднення навколишнього середовища та сільськогосподарської продукції, порушуються процеси саморегуляції в агробіоценозах тощо [122].

Біологічний захист рослин ґрунтується на отриманні високоякісної екологічно безпечної продукції зі збереженням природного різноманіття сільськогосподарських культур.

Важливу роль в оптимізації фітосанітарного стану посівів відіграють екологічно обґрунтовані методи збагачення агроценозів видами корисних організмів. Це сезонна колонізація зоофагів; велика увага приділена зокрема сезонній колонізації трихограми; сезонна колонізація зоофагів та акарифагів у захищеному ґрунті (фітосейулюс, енкарзія, галиця афідимида та ін.); інтродукція та акліматизація зоофагів для боротьби з карантинними видами шкідників; внутрішньоареальне переселення ентомофагів (шовкопрядного теленомуса, агеніаспіса тощо) [19].

У сучасних умовах різко зростає роль захисту рослин у системах землеробства, оскільки втрати продукції рослинництва від шкідливих організмів (збудників хвороб, бур'янів, шкідників) у середньому складають

17 %. В окремих регіонах за несприятливих погодних умов господарства втрачають 25-40 % вирощеного врожаю [85].

Серед ентомологічних препаратів захисту рослин в нашій країні розроблено та адаптовано до промислового напрацювання такі ентомоакарифаги:

- трихограма (ДСТУ 5017:2008);

- галиця афідіміза (*Aphidoletes aphidimyza* Rond.) (ТУ У 01.2-00011050-252:2005) – призначена для боротьби з низкою видів попелиць на овочевих та декоративних культурах в умовах захищеного ґрунту; біологічна ефективність захисту проти попелиць становить 80 % [145];

- енкарзія (*Encarsia formosa* Gah.) (ТУ У 01.2-00011050-253:2005). – призначена для боротьби із оранжерейною білокрилкою на овочевих та декоративних культурах в умовах захищеного ґрунту, біологічна ефективність енкарзії проти тепличної білокрилки становить 75 % [57];

- фітосейулюс (*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot) (ТУ У 01.2-00011050-251:2005) – призначений для боротьби із павутинними кліщами на овочевих та декоративних культурах в умовах захищеного ґрунту, біологічна ефективність фітосейулюса проти павутинного кліща становить від 85 % до 90 % [148].

Одним із найбільш ефективних та екологічно безпечних напрямків біологічного захисту сільськогосподарських культур від шкідників є використання ентомологічних препаратів (ентомофагів), які використовуються не лише для того, щоб проводити ліквідацію масовості шкідників, але й при цьому попереджати їх розмноження [75, 77, 154].

Потенційними споживачами екологічно чистої продукції, при промисловому виробництві, являються, в першу чергу, виробники дитячого та дієтичного харчування, а також зацікавленими в такому продукті мають бути в санаторно-курортних зонах [20, 76, 150].

Для початку необхідно добитись помірного використання хімічних препаратів, при якому відбувалось не повне знищення шкідника, а лише

ефективна регуляція його чисельності [66]. Ще у 70-х роках минулого сторіччя проводили дослідження по визначенню впливу хімічних препаратів до стійкості ентомологічних препаратів [47, 82, 115] з метою їх поєднання в захисних діях проти шкідників, при цьому вивчались різні фази розвитку ентомофага при яких він найбільш стійкий до хімічних уражень [29, 133, 161, 165, 166, 171, 173, 177], а також вивчали вплив хімічних препаратів на тривалість життя та плідність самиць. Проводили вивчення динаміки росту чисельності ентомофагів з урахуванням зменшення кількості хімічних обробок та об'ємів їх використання [15, 136, 155, 169].

При використанні трихограми разом з хімічними засобами слід по можливості вилучати інсектициди широкого спектру дії, з високою токсичністю, надаючи перевагу селективним або з низькою персистентністю з'єднання. Хімічні обробки мають проводитись не раніше 3-4 діб після випуску трихограми. Випуски трихограми після проведення хімічних обробок менш ефективні. При цьому повинні обов'язково враховувати тривалість токсичної дії пестицидів. Але значна кількість наукових праць звертає увагу саме на пагубну дію отрутохімікатів на ентомологічні препарати, не виключенням є і трихограма [48, 69, 74, 83, 160, 162, 163, 167, 172], при чому спостерігалось збільшення негативного впливу хімічних препаратів протягом знаходження трихограми в стадії лялечки та імаго [175].

Використовувати одні організми для боротьби з іншими намагались з давніх часів. До числа перших вдалих спроб біологічного методу захисту відносять приручення дикої кішки і її використання для боротьби з мишами та іншими гризунами.

Ще в 1762 році для боротьби з червоною саранчею на о. Маврикій вдало застосували птаха майну, який був завезений з Індії. В різних державах неодноразово намагались розповсюджувати жуків-хижаків [151]. В IX та XII столітті китайці збирали хижих мурах та переносили їх в цитрусові сади з ціллю знищення шкідників [138, 176].

Початком успішного використання одних комах проти інших вважають розробку заходів знищення небезпечного шкідника цитрусових – австралійського жолобчастого червця, його природним ворогом – хижим жуком-родолією [105, 146, 156], результати боротьби цього жука зі шкідником були настільки вражаючими, що його з Америки розвезли по багатьом іншим країнам, а саме: Єгипет, Португалію, Італію, Францію, Туреччину, Японію, Індію, Росію.

Одним з перших хто запропонував ідею використовувати паразитичні організми в боротьбі зі шкідливими комахами у 1879 р. був великий науковець І. І. Мечніков [156].

До початку минулого століття в результаті досліджень багатьох вчених (І. М. Красильник, Ф. Кеппен, І. А. Порчинський, Н. А. Холодковський, С. А. Мокржецкий, А. А. Силантьєв, Я. Ф. Шрейнер та ін.) було накопичено науковий матеріал по паразитизму та хижацтву серед комах та було визначено основні шляхи використання ентомофагів для біологічного захисту рослин.

Так, І. В. Васильєв у 1903 році завіз яйцеїд шкідливої черепашки – телемонусів – з Туркестану в Харківську Губернію. Паразити були випущені на посіви, що були заражені шкідниками, і значно сприяли знищенню черепашки. Дещо пізніше А. Ф. Радецкий перевіз з Астраханської губернії до Туркестану паразита яєць яблуневої плодожерки – трихограму, яку після розмноження на ентомологічній станції випустили в сади Ташкенту і Самарканда. В цей же період В. П. Поспелов дослідями штучного розмноження трихограми поклав в Росії початок методу масових випусків ентомофагів. Цей метод отримав пізніше широке розповсюдження в боротьбі з деякими шкідниками і в першу чергу з використанням саме трихограми [151].

Трихограма (*Trichogramma* West.) – рід, що відноситься до ряду перетинчастокрилих, сімейства трихограматид (рис. 1.1).

Масове застосування трихограми в боротьбі зі шкідниками с/г культур у бувшому Радянському союзу розпочали з 1933 р. [139], а до цих років до біологічного захисту рослин відносились з недовірою [106]. Трихограма – це

дрібні комахи завдовжки 0,4-0,9 мм, бурого, жовтого, або чорного кольору, з червоними очима, однаковою будовою тіла у різних видів, являється комахою паразитом, так як живе за рахунок яєць господаря. Але природної популяції трихограми не вистачає для боротьби зі шкідниками, в зв'язку з тим, що відродження їх часто не співпадають з льотом шкідника [54, 105, 156, 159], яйцеїд з'являється весною за місяць до яйцекладки основних господарів [144], і тому трихограма, що відродилась раніше не знаходячи яйця шкідника гине так і не використавши свій природний потенціал продовження та розмноження популяції, або знаходять яйця додаткові, зазвичай не багатокількісного господаря.



**Рис. 1.1. Ентомологічний препарат трихограми, який заражає
яйце фітофага [141]**

У 70-х роках минулого сторіччя біологічний захист на основі розведення трихограми набуває значних масштабів, ставляться задачі, щодо підвищення об'ємів виробництва трихограми. Так, у 1972 р. трихограми було випущено на 4 млн. га сільськогосподарських площ України [153]. На заваді збільшення об'ємів біотехнологічного виробництва трихограми стало використання застарілих методів розведення зернової молі і трихограми у виробничих

лабораторіях та недосконалість обладнання, яке використовується в технологічних процесах.

Враховуючи те, що трихограма являється одним з основних об'єктів серед біологічних засобів боротьби з озимою і іншими підгризаючими совками (зернові культури, сахарний буряк, овочеві культури, картопля), кукурудзяним метеликом (кукурудза, конопля), бавовниковою совкою (бавовник і помідори), з гороховою плодожеркою і яблуневою плодожеркою у садах [18, 142, 143, 113], в республіках колишнього Радянського Союзу саме з 70-х років розширяється мережа біолабораторій, частина з яких перейшла на запропоновані Українським інститутом захисту рослин бокси для розведення ситотроги (*Sitotroga cerealella*), як лабораторного хазяїна трихограми. У Всесоюзному інституті захисту рослин сконструйовано експериментальний зразок автоматизованої біофабрики [86, 127].

Процес виробництва трихограми складається з двох етапів (рис. 1.2): перший етап – виробництво яєць живителя трихограми (комірної шкідниці – зернової молі). При маточному біотехнологічному виробництві трихограми використовують яйця природних фітофагів, а саме кукурудзяного стеблового метелика, ряду совок та ін., але проводити збір цих яєць протягом всього періоду культивування трихограми досить складно, а тому був розроблений метод масового розведення фітофагів на штучному середовищі [129]. Другий етап – виробництво самої трихограми.

Біотехнологічне виробництво зернової молі складається з таких операцій: підготовка і зараження зерна; отримання метеликів і яєць зернової молі; очистка та калібрування яєць; оцінка якості та зберігання яєць зернової молі; утилізація відходів виробництва [111].

Послідовність виконання технологічних операцій при виробництві зернової молі та основні вимоги до їх виконання наведено в табл. 1.

Для розведення зернової молі використовують високоякісний, очищений сортовий ячмінь, який включає в середньому 20-21 тис. зерен в 1 кг. Також при розведенні зернової молі можна використовувати зерно пшениці, жита,

кукурудзи. Але краще для розведення використовувати ячмінь, так як з нього отримують більшу кількість яєць зернової молі, та з іншої сторони на ньому менше розводиться зернових кліщів [139].

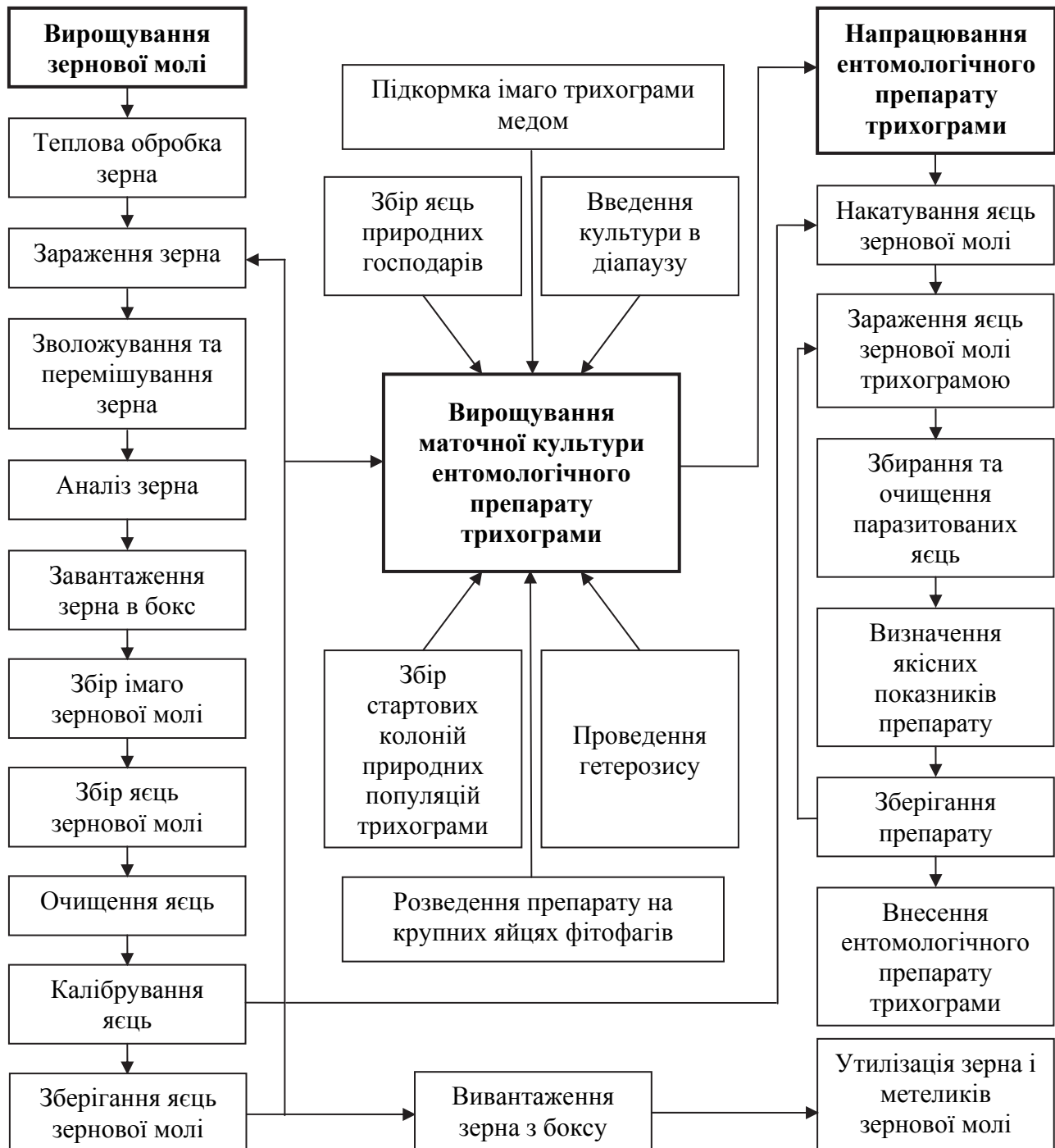


Рис. 1.2. Схема технологічного процесу виробництва ентомологічного препарату трихограми

**Технологічні операції виробництва зернової молі
та вимоги до їх виконання**

№	Назва	Основні вимоги
1	2	3
1	Теплова обробка зерна	Для розведення зернової молі використовують високоякісний, очищений сортовий ячмінь, який включає в середньому 20-21 тис. зерен в 1 кг. Зерно зволожують і упродовж 1-2 діб доводять його вологість до 15-16 %. Температура води при обробці становить від 90 до 95 °С.
2	Зараження зерна	Товщина зерна не повинна перевищувати 40 мм. Під час зараження зерно не можна перемішувати. Для зараження використовують свіжевідкладені яйця, які були покладені в термостат за 3 доби до зараження. Підготовлені яйця рівномірно розсипають на поверхні зерна з розрахунку 1 г на 1 кг.
3	Зволоження зерна	При зволоженні використовують воду з температурою від 22 до 26 °С в яку додають марганець в кількості від 5 до 10 %. Зволоження необхідно проводити 2 рази на тиждень.
4	Перемішування зерна	Перемішувати зерно необхідно кожного дня.
5	Аналіз зерна	Для контролю за розвитком ситотроги проводять аналіз зерна через два тижні після проникнення в нього гусені. З цією метою відбирають три проби по 200 зернин, розрізають їх і підраховують кількість цілих зерен, а також з гусеницями і лялечками.
6	Завантаження зерна в бокс	Для завантаження зерна в бокс кількість лялечок повинно бути не менше 12 %.
7	Збір імаго та яєць зернової молі	Збір яєць зернової молі необхідно виконувати кожного дня упродовж від 4 до 5 діб з кожної партії молі.
8	Очищення яєць	Зібранні яйця очищають від різних домішок (частинки крил, лапок, вусиків, пилу та ін.).
9	Калібрування яєць	При калібрування яйця зернової молі розділяють на конгломерати, крупні та дрібні. При розведенні трихограми використовують крупні яйця, об'єм яких має бути не менше 0,0247 мм ³ .
10	Зберігання яєць зернової молі для зараження зерна	Зберігають яйця зернової молі при температурі від 1 до 3°С і відносною вологістю повітря від 85 до 90 %. Зберігати бажано в паперових пакетах.

1	2	3
11	Зберігання яєць зернової молі для розведення трихограми	Зберігають яйця зернової молі при температурі від 1 до 3 °С і відотною вологістю повітря від 85 до 90 %. Зберігати бажано в паперових пакетах.
12	Розвантаження боксу	Розвантажувати бокс необхідно тоді коли починається літ переважної більшості самців.
13	Утилізація зерна і метеликів зернової молі	Мертва зернова міль і яйця, що не придатні для розведення трихограми, можуть служити поживним субстратом при розведенні хижаків ентомофагів (золотоочок, кокцинелід та ін.) або мальків риб в риборозплідниках.
14	Дезінфекція боксів та касет	Щорічно по закінченню сезонних робіт проводять дезінфекцію приміщень та обладнання. Після вивантаження зерна з боксів їх також необхідно дезінфікувати.

Річна потреба в зерні для виробництва річної потреби в трихограмі визначається за виразом:

$$m_z = \frac{m_m k}{(m_y^6 - m_y^3)} m_z^6, \quad (1.1)$$

де m_z – маса зерна, кг;

m_m – маса трихограми, що необхідно виробити за рік, кг;

k – співвідношення маси яєць зернової молі і заражених яєць молі трихограмою (в залежності від якості трихограми коливається в межах від 1,6 до 2), відносних од.;

m_y^6 – маса яєць зернової молі з одного боксу, кг;

m_y^3 – маса яєць, що необхідна для зараження зерна, кг;

m_z^6 – маса зерна на один бокс, кг.

Літературні джерела свідчать, що проводились дослідження по розвитку зернової молі на зерні ячменю, пшениці та кукурудзи, які показали [17], що вага одного яйця зернової молі, яка вирощувалась на зерні кукурудзи по двом

зважуванням становила 0,01950 та 0,02062 мг, на зерні ячменю – 0,01515 та 0,01997 мг, на зерні пшениці – 0,01265 та 0,01735 мг. Але при цьому нічого не зазначено чи це випадкове зважування чи були відібрані крупні та дрібні яйця.

Підготовка зерна включає в себе теплову або хімічну обробку. Хімічну обробку зерна проводять бромистим метилом. Цю операцію виконують в бункерах баштового типу ємкістю від 1 до 5 т.

Найдавніший спосіб дезінфекції зерна зводився до просушування його в пічках [54, 139] для того, щоб позбутися кліщів, амбарного довгоноса та інших зернових шкідників, а також для ліквідації зародка, щоб воно не проростало, так як зерно весь час зволожують. Також проводили стерилізацію зерна термічним способом, за допомогою сконструйованих баків, які працюють по принципу «водяної бані» [81].

Теплову обробку зерна також проводять в автоклавах [54, 55] різних типів протягом 20-30 хвилин, при температурі від 120 до 127 °C і тиску від 1 до 1,5 атм. Зерно в автоклави завантажували у мішках, медичних бюксах або будь-якій іншій тарі, яка за таких умов термообробки не руйнується. Суттєвий недолік обробки зерна в автоклавах полягає в тому, що під впливом високої температури воно стає скловидним, внаслідок чого погіршуються умови живлення гусениць зернової молі, а також цей спосіб являється малопродуктивним та потребує великих затрат ручної праці [6].

В подальшому у виробництво впровадили установку для теплового знезараження зерна. Вона являла собою конвеєр, в якому зерно завантажувалося в ківш і на термін від 40 до 60 хвилин подавалося у воду, нагріту до температури 90-95 °C [54, 55].

Знезаражене зерно розсипають по кюветах шаром не більше 4 см і протягом 1-2 днів доводять до вологості 15-16 % [54, 111], яку необхідно підтримувати протягом всього періоду розвитку зернової молі. Після знезараження вологість зерна як правило вище оптимальної, тому його періодично перемішують, а в приміщенні забезпечують постійну вентиляцію. Якщо вологість зерна нижче оптимальної, його додатково зволожують.

Для зараження зерна використовують свіжі яйця зернової молі, зібрані протягом доби, яйця рівномірно розсипають на поверхні зерна з розрахунку 1 г на 1 кг. Відродження гусениць з яєць відбувається 1-2 доби, протягом 3-4 днів вони заражають зерно. В цей період зерно не можна змішувати і зволожувати, щоб не травмувати гусениць.

Після 4-5 діб з початку зараження зерно ретельно перемішують, визначають його вологість і при необхідності доводять до заданої. Для контролю за розвитком ситотроги проводять аналіз зерна через кожних два тижні після проникнення в нього гусені. З цією метою відбирають три проби по 200 зернин, розрізають їх і підраховують кількість цілих зерен, а також з гусеницями і лялечками. Ступінь заселення визначають відношенням кількості зерен з гусеницями і лялечками ситотроги до загальної кількості зернин у кожній партії.

В Інституті захисту рослин розроблена методика рентгенографічного аналізу заселеності зерна зерновою міллю [54]. Суть її полягає в тому, що партії досліджуваного зерна розкладають на предметні рамки, потім на портативній рентгенівській установці типу РЕИС-N-45 «Електроніка-25» або інших рентгенограмах зразків.

В приміщенні отримання молі та її яєць необхідно підтримувати температуру на рівні 24 ± 1 °C та відносну вологість повітря від 75 до 80 % [137, 139, 158]. Масовий розвиток зернової молі в касетах протягом першого тижня супроводжується значним підвищенням температури зерна. Тому за температурою в боксах ведуть постійні спостереження, знижують її до заданого значення активним вентиляванням боксів і при необхідності зниженням температури в приміщенні.

Процес збирання метеликів ситотроги відбувається у такій послідовності: маючи негативний фототаксис, метелики після вильоту переміщуються із освітленої верхньої частини боксу в нижню затемнену і потім через отвір у нижній частині конуса в садок, який знімається.

Зернову міль збирають один раз на добу. Для утримання і відкладання яєць зернову міль розміщують в спеціальні садки, де метеликів тримають протягом від 4 до 5 діб, також для утримання використовують спеціальні контейнери у вигляді пеналу, або садки, які мають вигляд сита [43, 139].

Зібранні яйця очищають від різних домішок. Очищенні яйця добового збору важать і розфасовують в паперові пакети, касети або чашки Петрі, на яких обов'язково необхідно вказувати дату їх збору, щоб знати термін їх використання.

Після очищення яйця зернової молі важать і при необхідності визначають їх кількість – приблизно в 1 г 50 тис. яєць [54, 107, 139].

Для біотехнологічного процесу розведення трихограми в лабораторних умовах використовують, як правило, яйця зернової молі. Зернову моль можна розмножувати в необмеженій кількості, в залежності від можливостей технологічного обладнання та протягом всього року [139]. З цієї точки зору вона являється досить зручним господарем для розведення трихограми.

Послідовність виконання технологічних операцій при виробництві ентомологічного препарату трихограми та основні вимоги до їх виконання наведено в табл. 1.2.

Отримані яйця зернової молі використовують для подальшого виробництва молі і розведення трихограми. В першому випадку використовують свіжевідкладені яйця зернової молі або яйця, що зберігались не більше від 3 до 4 діб при температурі від 1 до 3 °C і відносною вологістю повітря від 85 до 90 %. Зберігання проводять в холодильниках. Зберігати бажано в паперових пакетах, а не в скляній посуді, тому що при діставанні їх з холодильнику на скляній поверхні утворюється конденсат і яйця прилипають до стінок, тому їх треба додатково зчищати, а це призведе до деформації яєць.

Самиці знаходять яйця господаря-шкідника, проколюють їх яйцекладом і відкладають свої яйця (рис. 1.3), з яких з'являються нові особини трихограми, а з непаразитованих з'являються личинки шкідника (рис. 1.4).

Технологічні операції виробництва трихограми та вимоги до їх виконання

№	Назва	Основні вимоги
1	Зараження яєць зернової молі трихограмою	Яйця зернової молі заражають трихограмою до 5 діб при температурі від 22 до 26 °С, відносної вологості повітря 80 %.
2	Збирання та очищення паразитованих яєць	Збір заражених яєць зернової молі необхідно виконувати щіткою, але не застосовуючи сильних зусиль, щоб не допустити деформацій та проколювань яєць.
3	Визначення якісних показників препарату	Визначають кількість паразитованих яєць, пошукову здатність, відродження, відсоток самиць, кількість деформованих особин, тривалість життя та плодючість та узагальнюють ці показники за класами якості.
4	Зберігання препарату	У фазі розвитку передлялечки трихограму можна зберігати упродовж від 30 до 40 днів, лялечку – до 20 днів, а дорослу трихограму перед льотом не більше 10 днів. Зберігають яйця зернової молі заражені трихограмою при температурі від 1 до 3 °С і відотною вологістю повітря від 85 до 90 %.
5	Внесення ентомологічного препарату трихограми	Вносити ентомологічний препарат трихограми необхідно зранку оскільки він чутливий до сонячних променів і спеки. При внесенні зранку, якщо є роса, яйця прилипають на рослини і трихограма менше тратить зусиль на пошук яєць шкідника. Норма випуску трихограми (в залежності від кількості шкідника) становить від 1 до 2 г на 1 га.

У 1970 році впроваджена підкормка метеликів ситотроги при отриманні від неї яйцепродукції. Це дало можливість підвищити вихід продукції молевих цехів на 18 % [13].

Для розведення трихограми рекомендують використовувати свіжевідкладені яйця зернової молі або ті, що зберігались не більше десяти діб [82, 111].

Існує спосіб зберігання яєць зернової молі в умовах глибокого охолодження (кріоконсервування) [54, 152], який ґрунтується на використанні

рідкого азоту з температурою 196 °С. Кріоконсервовані яйця ситотроги можуть зберігатись від 6 до 12 місяців без суттєвого зниження їх якості.



Рис. 1.3. Життєвий цикл трихограми [170]



Рис. 1.4. Розвиток та поява личинки господаря трихограми [170]

Зерно ячменю, що було використано при виробництві зернової молі, може бути утилізоване в якості поживних субстратів при культивації корисних мікроорганізмів або, після термообробки, як корм для скота та птиці.

Мертва зернова міль і яйця, що не придатні для розведення трихограми, можуть служити поживним субстратом при розведенні хижаків ентомофагів (золотоочок, кокцинелід та ін.) або мальків риб в риборозплідниках [111].

Виробництво трихограми включає в себе наступні основні технологічні операції: оновлення і накопичення маточного матеріалу, масове розведення трихограми, оцінка якості і зберігання препарату.

Вихідною культурою для промислового розведення трихограми є зібраний у природі біоматеріал (не менше 1500 яєць комах, які були заражені трихограмою).

Для підтримання і накопичення місцевих популяцій трихограми використовують маточники-резерватори. Восени та ранньою весною проводять обробку ґрунту по існуючим технологіям, а потім висівають конвеєр культур (ранні ярі, капусту різних строків зрілості, горох, цукровий буряк, кукурудзу та ін.), на яких протягом літа збирають яйця фітофагів, що були паратизовані трихограмою (ряд совок, білянок, стебловий і луговий метелики та ін.).

Рекомендують підкормлювати імаго медом або 20 % - ним цукровим сиропом. Підкормка значно продовжує тривалість життя і забезпечує реалізацію потенційної плодовитості [46, 65, 68, 80, 109, 111, 139].

Короткочасне зберігання активної трихограми проводять при температурі від 1 до 3 °С і відносній вологості повітря від 85 до 90 %.

Зберігають почорнілі яйця, в яких трихограма знаходиться в фазах передлялечки, лялечки і дорослої комах. В найбільш холодостійкій фазі розвитку – передлялечки трихограму можна зберігати протягом від 30 до 40 днів, лялечку до 20 днів, а дорослу трихограму перед льотом не більше 10 днів. Такі терміни не знижують біологічні показники трихограми.

Довгострокове зберігання активної трихограми неможливе, так як комаха попередньо не підготовлена до понижених температур не може переносити її довгостроковий час.

При довгостроковому зберіганні трихограма зимує в природі в фазі личинки, що закінчила харчування, в яйцях комах-хазяїнів. Введення трихограми в діапаузу забезпечує оздоровлення маточного матеріалу і зберігання його якості. Підготовку трихограми до діапаузи проводять на ранніх фазах її розвитку (яйце і лялечки першого віку).

Одноденні яйця зернової молі заражають трихограмою протягом від 1 до 2 діб при денній температурі від 20 до 23 °С, нічній 10 °С, відносній вологості повітря 80 % [23, 107, 111] та 16 годинному часовому дні, так як температура та

вологість впливають на дружність вильоту трихограми з заражених нею яєць. Через 1-2 доби, коли трихограма знаходиться в фазі яйця або лялечки першого віку, температури знижують до 10 °С. В цих умовах зараженні яйця утримують до почорніння (від 3 до 4 тижнів), що відповідає фазі передлялечки комахи. Подальше зберігання протягом від 4 до 7 місяців проводять при температурі від 2 до 4 °С і відносній вологості від 75 до 85 %.

Кількість яєць, що були заражені трихограмою в 1 г приблизно становить 80 тис. шт. [132], це необхідно враховувати при визначенні норми внесення.

Оцінку трихограми проводять не менше 3-4 разів за період розведення одного і того ж виду паразита по наступним показникам: проценту відродження трихограми, статевому індексу, плодовитості, активності пошуку яєць хазяїна, кількості деформованих особин, проценту зараження яєць [111].

В процесі досліджень, ще за часи Радянського Союзу, встановлено, що в яйцях зернової молі різних розмірів лускокрилих паразитують різні форми трихограми, тому часто виведенні на мілких яйцях зернової молі мілкі яйцеїди не заражають більш крупні яйця озимої совки [24, 128], проти якої випускають трихограму, а також на 20 % менше заражає яйця білянок та на 25 % – яйця кукурудзяного стеблового метелика [46].

Плідність трихограми змінюється в залежності від стану кліматичних умов, крупності яйця, в якому вона розвивалась [139, 176], тобто необхідно виходити з факту біохімічного впливу яйця на розвиток паразиту.

Основними чинниками, що визначають якісні показники ентомологічного препарату трихограми, отриманого в умовах промислового виробництва, є якість яєць зернової молі, якісні показники життєздатності культури трихограми та показники супутніх технологічних процесів [50, 104]. Кількість яєць у самки трихограми залежить від харчування личинки трихограми в яйцях господаря.

Під час досліджень вирощування трихограми (*Trichogramma evanescens* Westw. форма «Клейсту») на яйцях кільчатого шовкопряда (*Malacosoma neustria* L.), в яйцетрубках самки трихограми нараховували до 44 яєць, в той час

як самка, що була вирощена на зерновій молі, мала від 25 до 30 яєць. Збільшувалась також довжина яйцевих трубок на величину від 74,6 до 93 мк. Кількість відкладених трихограмою яєць збільшувалась в два рази. В кожному яйці кільчатого шовкопряда розвивалось від 2 до 3 трихограми, в яйцях совки – від 2 до 4 особин [147].

Підсумовуючі вищесказане довготривале виведення трихограми на яйцях зернової молі призведе до часткової або навіть повної дегенерації культури паразиту [107, 159], але немає чіткого зазначення в який період необхідно проводити оновлення культури і в якій кількості, якщо виробництво промислове, а також не зазначали про якість яєць зернової молі, що використовували при дослідженнях. Деякі дані засвідчують, що достатня ефективність поновлення може бути досягнута при введенні в лабораторну культуру щорічно 50 % природної трихограми [54], але ж знову таки це можливо при невеликих об'ємах виробництва трихограми, тому що природної (дикої), як відомо, знаходиться не значна кількість особин, а якщо брати до уваги масове використання хімічних препаратів так її ще менше, тому це питання залишається відкритим.

Відомо [54], що тривале розведення ентомологічного препарату трихограми на яйцях зернової молі при промисловому виробництві допускається від 5 до 6 поколінь і потрібно випускати, але при цьому також не зазначалось які яйця використовували при розведенні (яких об'ємів), так як у фракції яєць зернової молі зустрічаються вони різні за розмірами, тому необхідно провести додаткові дослідження.

Також багато авторів вважають [82], що величина яєць господаря має вплив на формування співвідношення самців і самок ентомофага. *T. Semifumatum*, що паразитують в маленьких яйцях *S. Cerealella*, це співвідношення буде 1:1, а в великих яйцях, де може розвиватись більше одного паразиту, воно буде на користь самиць. Інші дослідники відмічають, що перенасичення їжі в великих яйцях веде до відродження з них 80-90 % самиць, а деякі вважають, що ця проблема більш складна, вони спостерігали збільшення

і зменшення числа самиць в потомстві при розведенні *T. Cacoeciae* March., виведених із яєць *Orgyia antiqua* і мали співвідношення самиць та самців 5:1. При цьому з маленьких яєць *S. Cerealella* було отримано більш вигідне співвідношення статей (6,8:1), ніж з великих яєць *S. Pomonella* (1:1), коли як розвиток у великих яйцях *S. ocellatus* викликало чотирьохкратне збільшення числа самок.

Таким чином, підсумовуючі вище зазначене, приходимо до висновку, що крупність яєць природного господаря не завжди позитивно впливає на співвідношення статей, але це не стосується яєць зернової молі.

У випадку, коли в одному яйці господаря розвивається більше одного паразиту, відмічено [82, 149], що по мірі збільшення щільності яєць паразита зменшується кількість самиць. Досліджуючи паразитування яєць *Estigmene acrea* трихограмою *T. pretiosum*, науковці помічали зменшення кількості яєць лише з жіночим потомством при високій щільності личинок паразиту. Після забирання самиць, які відклали лише по одному яйцю в яйця *E. acrea*, отримували в потомстві самиць. Інші вчені спостерігали меншу кількість самиць при високій щільності яєць [82].

Починаючи з 1946 року значно виріс інтерес до питання розведення звичайної золотоочки як у республіках колишнього Радянського Союзу так і за кордоном. З'являлись публікації по збору, накопиченню, лабораторному і масовому розведенню золотоочки на зерновій молі, тлях, червеце Комстока, яйцях і личинках інших видів хазяїнів [88]. В цих працях також зазначалось, що їжа по силі своїй дії на живий організм відноситься до найбільш потужних факторів середовища, визначаючим можливість біотехнологічного розведення препарату в лабораторії.

Досліди Всесоюзного науково-дослідного інституту захисту рослин, під час розведення золотоочки на яйцях зернової молі протягом 1972-1974 рр. показали, що личинки, які були виховані на однаковому виді корму в ідентичних умовах утворюють кокони різної величини, опушеності і ваги. Особливо вагома різниця у вазі отриманих коконів, коли для підкормки

використовували яйця зернової молі різної якості і строку зберігання, життєздатні і мертві [88].

Проаналізувавши відносно велику кількість яєць зернової молі (більше 3 кг), що поступили для розведення золотоочки, було встановлено, що в деяких випадках яйця невеликого терміну зберігання (10-14 днів) можуть бути зовсім не придатні для виховання личинок золотоочки, і навпаки, яйця, що зберігались в холодильнику від 3 до 4 і більше місяців, можуть бути використані для виведення личинок золотоочки [88].

Ця обставина свідчить про необхідність контролю за якістю яєць зернової молі, що використовують для ведення личинок золотоочки. По зовнішньому вигляду можна встановити чистоту яєць, деформацію і колір. Для об'єктивного порівняння отриманих яєць зернової молі ввели показник – об'ємна вага яєць в грамах. За одиницю був узятий наступний визначник по двох наважках з середнього зразка. Визначення об'ємної ваги проводять попередньо очистивши яйця від домішок.

Результати визначення об'ємної ваги яєць зернової молі показали, що він може коливатись в значних межах. В дослідях Всесоюзного науково-дослідного інституту захисту рослин він коливався в межах від 2,036 до 6,637 г (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Характеристика яєць зернової молі при різній об'ємній вазі [88]

Об'ємна вага, г	Характеристика яєць зернової молі	Оцінка якості
Менше 2,1	Відходи у вигляді оболонок яєць і сильно висохлі деформовані яйця	Непридатні для розведення личинок золотоочки
від 2,1 до 3,4	Яйця сильно деформовані, частково є оболонки яєць	Непридатні для розведення личинок золотоочки
від 3,5 до 4,0	Яйця частково висохлі деформовані	Низька якість
від 4,1 до 4,6	Яйця бурого кольору, частково деформовані	Середня якість
від 4,7 до 5,2	Яйця жовтого і червоного кольору, повні	Хороша якість
5,3 і більше	Яйця жовтого і червоного кольору, повні, без домішок	Висока якість

Використання яєць низької та середньої якості при розведенні 2-3 наступних одна за одною генерацій призведе до виродження комах і втраті культури. Виховання личинок на яйцях хорошої та високої якості забезпечує ведення культури протягом ряду років.

Експериментально було визначено, що величина, вага коконів золотоочки є важливими елементами, що визначають плодовитість та життєздатність дорослих особин. В зв'язку з цим, була складена шестибальна шкала розведення отриманих коконів по вазі в міліграмах (табл. 1.4), яка дає характеристику біоматеріалу [88].

Таблиця 1.4

Розділення коконів золотоочки по її вазі в мг, що виражене в балах [9]

Бал	Вага кокона, мг	Характеристика біоматеріалу, що отримуємо
I	3,0 і нижче	Дорослі комахи в більшості випадків з коконів не вилітають або вилітають дуже маленькі. Яєць не відкладають
II	3,1-5,5	З коконів відроджується не більше четверті комах. Окремі можуть відкласти невелику кількість яєць
III	5,6-7,0	З коконів відроджується не більше половини комах. Середньомісячна плодовитість самок від 155 до 190 яєць
IV	7,1-9,5	Комахи вилітають з коконів не повністю. Можна отримати від 50 до 70 % повноцінних комах. Середньомісячна плодовитість від 200 до 240 яєць
V	9,6-12,0	Комахи вилітають з коконів повністю. Всі отримані особі повноцінні. Самки живуть більше місяця. Середньомісячна плодовитість самок від 220 до 350 яєць
VI	12,0 і вище	Всі комахи з коконів вилітають повністю. Середньомісячна плодовитість самок від 360 до 400 яєць

Результати дослідів по впливу якості яєць зернової молі на вагу коконів золотоочки, що отримували науковці Всесоюзного науково-дослідного інституту захисту рослин наведені у табл. 1.5, данні яких показують, що їжа личинок золотоочки на яйцях низької, доброї і високої якості в межах кожної дослідної партії біоматеріалу призведе до отримання коконів різної ваги [88].

Таблиця 1.5

Зміна у вазі (в мг) коконів золотоочки звичайної першого лабораторного покоління при вирощуванні її личинок на яйцях різної якості [88]

Об'ємна вага яєць зернової молі, г	Кількість коконів по балах					
	I	II	III	IV	V	VI
3,884	-	42,3	46,0	11,7	-	-
5,300	-	5,7	6,1	26,2	62,0	-
5,809	-	1,75	29,2	51,8	15,5	1,75

Зміна відсотку вильоту комах від числа отриманих коконів, плодючості самок золотоочки в залежності від якості яєць зернової молі, що використовували при вирощуванні личинок, приведено в табл. 1.6, з даних якої видно, що найменша середньомісячна плодовитість (69 яєць на самку) отримана з матеріалу першого лабораторного покоління, личинки яких виховувались на яйцях зернової молі низької якості, відмічено також найменший відсоток вильоту комах (близько 70 %). Навпаки, при вихованні личинок золотоочки на яйцях високої якості середньомісячна плодовитість самок збільшилась майже в два рази (114-120 яєць).

Таблиця 1.6

Вплив якості яєць зернової молі як їжі на відродження і плодючість імаго золотоочки [77]

Об'ємна вага яєць зернової молі, г	Вилетіло імаго, від числа отриманих коконів, %	Групове утримання біопрепарату	
		Середня кількість яєць, відкладених за день	Середня кількість яєць, відкладених за місяць
3,884	70,0	2,3	69,0
5,300	80,0	3,8	114,0
5,809	100,0	4,0	120,0

Із приведених матеріалів досліджень видно, що існує пряма залежність між вагою отриманих коконів і плодючістю самок золотоочки. Найбільша середньомісячна плодючість (360-400 яєць на 1 самку) відмічена у комах, які були отримані з коконів оцінених V-VI балами, в той час як самки, отримані з

коконів оцінених в I-II бали, практично яєць не відкладають. Слід зазначити, що при веденні маточної культури золотоочки проведенню різносторонніх порівняльних дослідів необхідно систематично проводити зважування і вибраковку коконів оцінених в I та II бали [88].

Таким чином, використання ентомологічних препаратів у захисті рослин, в тому числі трихограми, призведе до зменшення використання хімічних препаратів, що в свою чергу позитивно впливає на якість самої продукції та навколишнього середовища. Але якість та ефективність трихограми залежить від вчасного проведення оновлення культури, від застосування операції гетерозису, від необхідності введення культури в діпаузу, а також і від якості яєць зернової молі, а саме їх чистоти, кількості деформованих, а головне від їх крупності на яких вона розводиться і від яких залежать якісні показники трихограми: пошукова здатність, плідність самиць, тривалість життя, кількість недеформованих, а також відсоток відродження особин.

1.2. Організація робіт під час виробництва та внесення ентомологічного препарату трихограми

1.2.1. Організація робіт під час виробництва ентомологічного препарату трихограми

У останній третині минулого сторіччя інститутом захисту рослин спільно з Московським НВО „Агроприбор” було створено комплект технологічного обладнання для промислового розведення трихограми. Розробка технології і обладнання базувалась на лабораторній технології. До промислової технології можна віднести лише операцію збору імаго ситотроги, що й дало можливість іменування обладнання технологічною лінією. Експлуатація цього обладнання дала можливість підняти продуктивність праці більш ніж у 10 разів, значно знизити собівартість товарної продукції, порівняно з методами, які застосовувались раніше, а також створити мережу біофабрик.

В наступні роки було створено ряд модифікацій та спроб модернізувати обладнання з розведення трихограми. Після цього було створено велику кількість модифікацій цього обладнання, серед них слід відзначити проекти 1428М, 1215, та комплект трихограмний КТ, розроблений в Узбекистані у 2000 році.

В інженерно-технологічному інституті "Біотехніка" (м. Одеса) розроблено модульний комплект технологічного обладнання для промислового виробництва ентомологічного препарату трихограми, який зараз не має зарубіжних аналогів щодо забезпечення промислового виробництва. Вказане обладнання призначене для введення в технологічні лінії по виробництву трихограми з метою механізації практично всіх трудо-містких і монотонних операцій, а також забезпечення задовільних санітарно-гігієнічних умов роботи та техніки безпеки обслуговуючого персоналу.

Приміщення з виробництва зернової молі та ентомологічного препарату трихограми мають бути обов'язково розділені (рис. 1.5), щоб запобігти неконтрольованому зараженню яєць зернової молі, оскільки трихограма постійно веде пошук яєць. Якщо в лабораторії вирощують декілька видів трихограми, то ці процеси теж необхідно відокремлювати один від одного, оскільки один вид витісняє інший (трихограма *Trichogramma pintoii* Voeg. домінує серед інших видів).

Виробництво зернової молі проводять згідно з технологічним регламентом (табл. 1.7) і починається з дезінфекції приміщень та устаткування.

У промисловому розведенні трихограми використовують бункер, який призначений для зберігання зерна (рис. 1.6).

Зерно з бункера поступає до кондиціонера зерна КЗ-70, який призначений для теплового знезараження та зволоження зерна (рис. 1.7).

Кондиціонер зерна працює в напіваавтоматичному режимі. Він дозволяє регулювати час обробки зерна і синхронізувати початок роботи циклу з встановленою температурою води. Існує система блокування кювети з зерном на занурення її у воду до досягнення заданої температури.

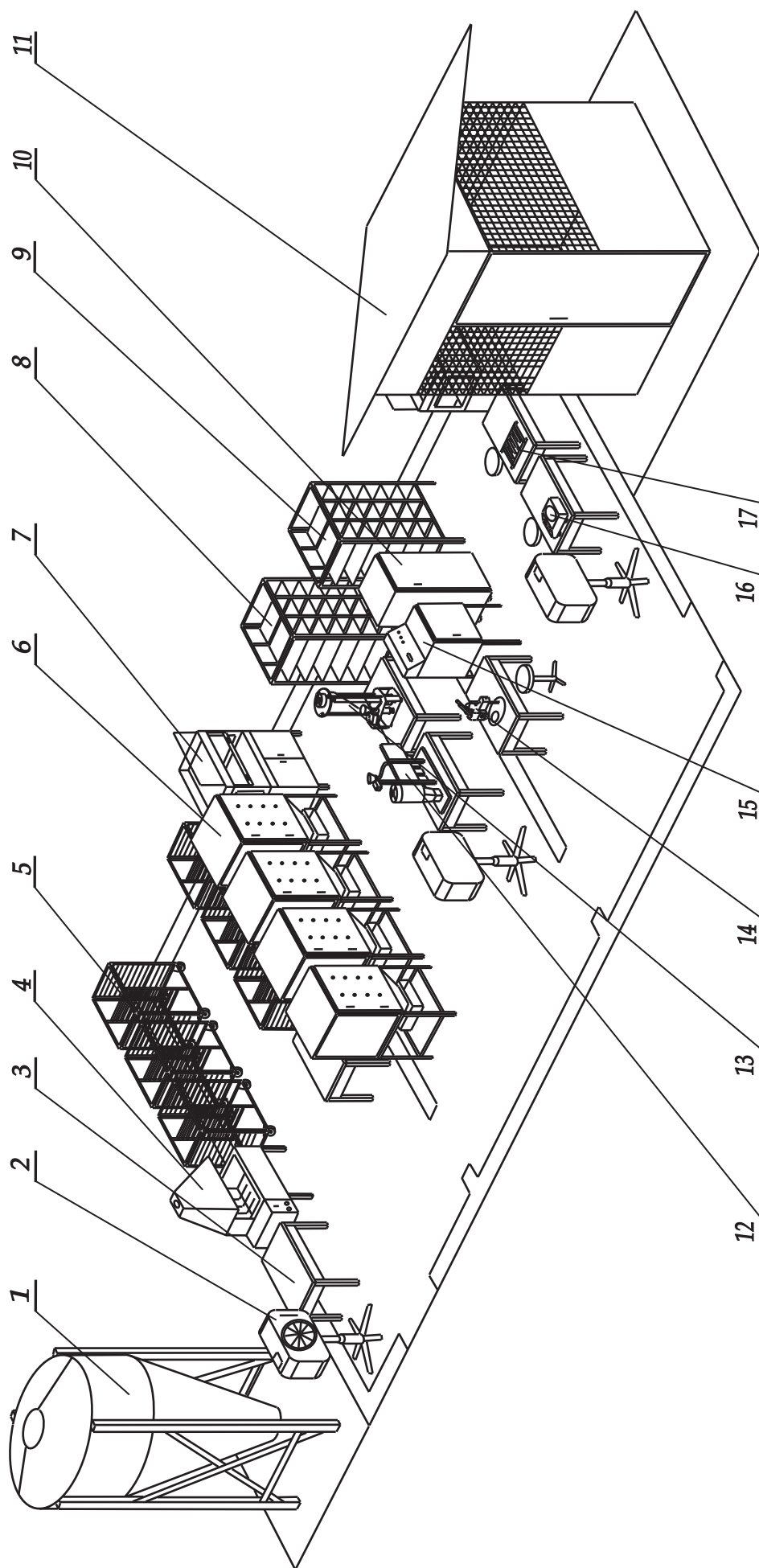


Рис. 1.5. Схема розташування технологічного обладнання в лабораторії по виробництву трихограми:

1 – бункер; 2 – зволожувач повітря; 3 – стіл; 4 – кондиціонер зерна; 5 – стелаж зерновий; 6 – бокс ситотроїльний; 7 – витяжна шафа; 8 – стелаж для садків з зерною мілью; 9 – стелаж для контейнерів з трихограмою; 10 – камера зберігання трихограми та яєць зернової молі; 11 – інсектарій; 12 – калібратор яєць; 13 – очисник яєць; 14 – біокуляр; 15 – термостат; 16 – ваги; 17 – пристрій для визначення пошукової здатності трихограми

Таблиця 1.7

Технологічний регламент виробництва зернової молі

№	Назва операції	Енергетичний засіб	К-ть, шт	Технологічний засіб	Персонал, чол.
1	Дезінфекція приміщення та устаткування	-	-	Керосиновий розчин	1
2	Розсипання зерна по кюветах для пропарки	-	-	Дозатор	1
3	Приготування яєць зернової молі для зараження зерна	-	-	Ваги	1
4	Пропарювання зерна	Тени, електродвигун	3 1	Кондиціонер зерна	2
5	Встановлення кюветів з зерном на стелажі	-	-	-	1
6	Зараження зерна зерною міллю	-	-	-	1
7	Перемішування зерна	-	-	-	1
8	Зволоження зерна (2 рази на тиждень)	-	-	Марганцовий розчин	1
9	Підтримання параметрів клімату в приміщеннях	Електродвигун	1	Зволожувач повітря, обігрівач	-
10	Виконання аналізу зерна (через 2 тижні після зараження зерна та на початку льоту метеликів)	-	-	Ніж, мікроскоп, шило	1
11	Завантаження зерна в бокс	-	-	Кришка для кювети	1
12	Збір зернової молі	-	-	Садки	1
13	Збір яєць зернової молі	Електродвигун	1	Витяжна шафа	1
14	Первинна очистка яєць зернової молі	Електродвигун	1	Витяжна шафа	1
15	Вторинна очистка яєць зернової молі	Електродвигун	2	Очисник яєць	1
16	Калібрування яєць зернової молі	Електродвигун	1	Калібратор яєць	1
17	Зберігання яєць зернової молі	Електродвигун	1	Холодильник	-
18	Розвантаження боксу	-	-	Мішки	1
19	Дезінфекція боксу та кювет	-	-	Керосин	1

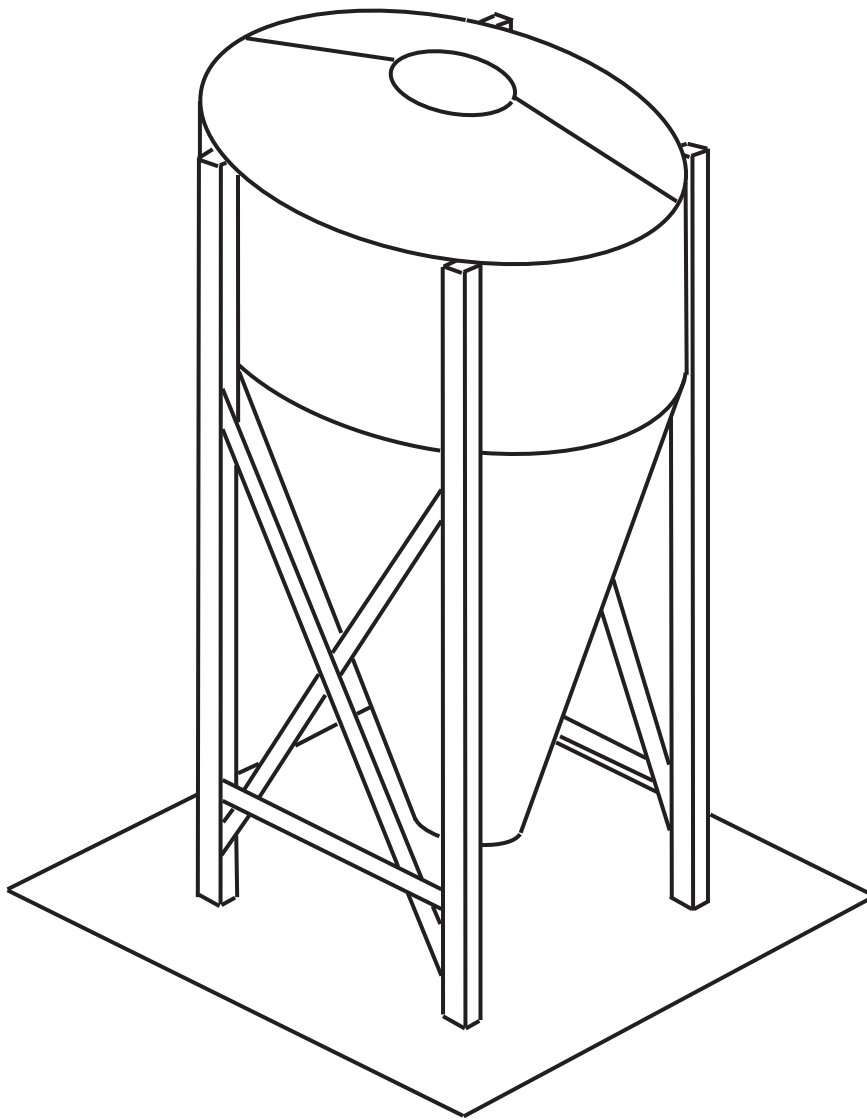


Рис. 1.6. Бункер для зберігання зерна

Робота кондиціонера починається із заливання води у ванну, тільки після цього вмикають тєни і упродовж 45 хв. вода нагрівається до температури від 90 до 95 °С. Після цього починають процес пропарювання: насипають зерно ячменю в кювету і встановлюють її на металеві стержні (для її підтримки), які самостійно опускають на заданий час і піднімають її назад.

Також використовували для термічного знезараження зерна установки безперервної дії (рис. 1.8).

Із бункера за допомогою дозатору зерно попадає в комірки роторного колеса. Обертаючись колесо переносить порцію зерна через товщу гарячої води і висипає його в лоток приймач. Термін контакту зерна з водою – 60 с, температура

та рівень води контролюється і підтримується заданими параметрами приборів.
Продуктивність знезараження зерна 200 кг/год.

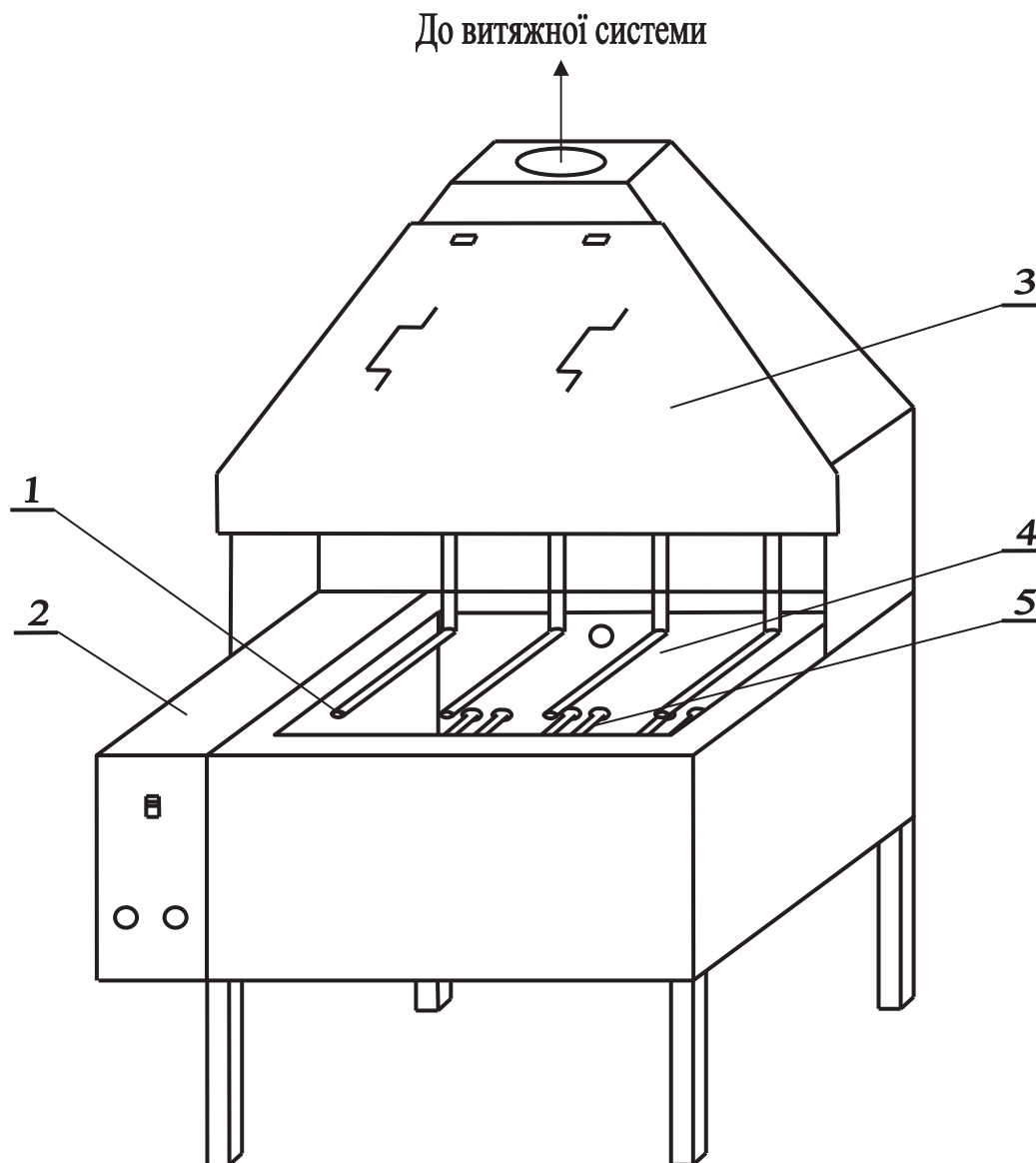


Рис. 1.7. Кондиціонер зерна КЗ-70 [53]:

**1 – металеві стержні; 2 – блок керування з системою блокування;
3 – кришка; 4 – ванна; 5 – тени**

Для підтримання оптимальної вологості в приміщеннях в сучасних лабораторіях застосовують ультразвукові зволожувачі (рис. 1.9).

В ультразвукових зволожувачах використовується високочастотний генератор, який розбиває воду на частинки діаметром від 1 до 5 мікрон. Система вентиляції видуває цей водяний туман в сухе повітря приміщення, де

він випаровується і створює необхідну вологість. При цьому видно, як з пристрою виходить чітко видимий рівномірний потік водяного туману.



Рис. 1.8. Схема установки для термічного обеззараження зерна безперервної дії:

1 – ванночка з водою, температура якої підтримується в межах $95\pm 5^{\circ}\text{C}$; 2 – обертове колесо (0,3 об/хв); 3 – електропривод та прибор контролю; 4 – бункер для зерна; 5 – дозатор зерна; 6 – лоток приймач

Вода, що заливається у зволожувачі повітря має бути обов'язково дистильованою, для того, щоб запобігти швидкому виходу з ладу обладнання. Тому в лабораторіях обов'язково встановлюють дистильатори води. За фізико-механічними показниками дистильована вода повинна відповідати нормам ГОСТ 6709-72 в частині показників для заліза (Fe), хлоридів (CL), кальцію (Ca), сульфатів (SO) і pH.

Після теплової обробки зерно розсипають по кюветах, які встановлюють на стелаж, призначений для розміщення касет із зерном для проведення операції зараження зерна зерновою міллю і її розвитку від стадії яйця до стадії предімагового віку.

На рис. 1.10 зображений стелаж зараження (пересувний) СЗ-2, чотири поворотні колеса і дві пари ручок дозволяють переміщати стелаж в будь-якому

напрямку. Також в інженерно-технологічному інституті "Біотехніка" був виготовлений стелаж зараження СЗ-70 М (рис. 1.11).

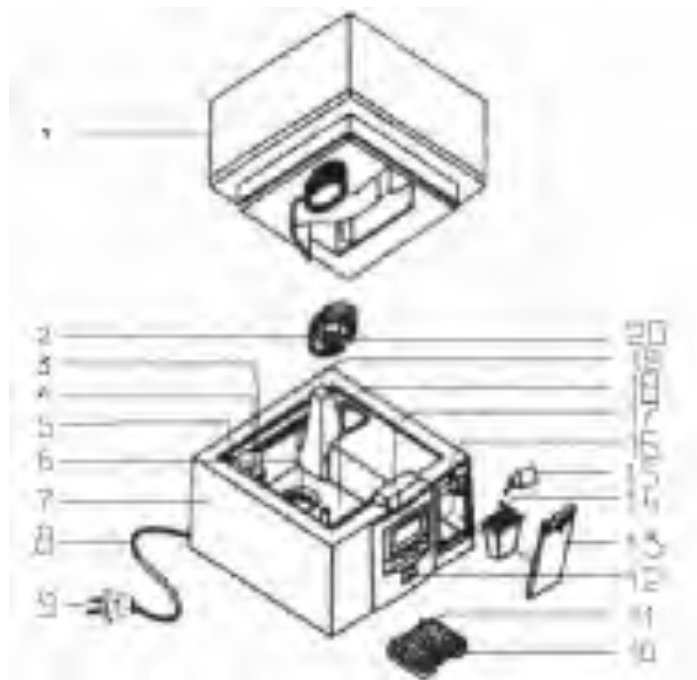


Рис. 1.9. Ультразвуковий зволожувач AIR COMFORT Модель В-740:
1 – водяний бак; 2 – кришка водяного бака; 3 – щітка; 4 – запобіжний
вимикач (кожух і поплавець); 5 – мітка: злив води; 6 – перетворювач;
7 – головний корпус; 8 – кабель живлення; 9 – штепсель живлення;
10 – вхід повітряного потоку; 11 – фільтр; 12 – панель управління;
13 – кришка ароматичного картриджу; 14 – короб для ароматичного
масла; 15 – ароматичне ефірне масло; 16 – ароматичний картридж;
17 – сопла розпилювання; 18 – водяний резервуар; 19 – вихід повітря;
20 – злив води

На початку масового льоту зернової молі зерно завантажують у бокс ситотрожний (рис. 1.12), в якому здійснюють збір імаго зернової молі.

Для цього два стелажа зараження переміщуються до одного боксу. Кожна кювета с зерном на стелажі зачиняється кришкою на період виходу з зерна імаго зернової молі та встановлюється в вертикальному положенні. Встановлені в боксі направляючі ролики полегшують завантаження і вивантаження касет.

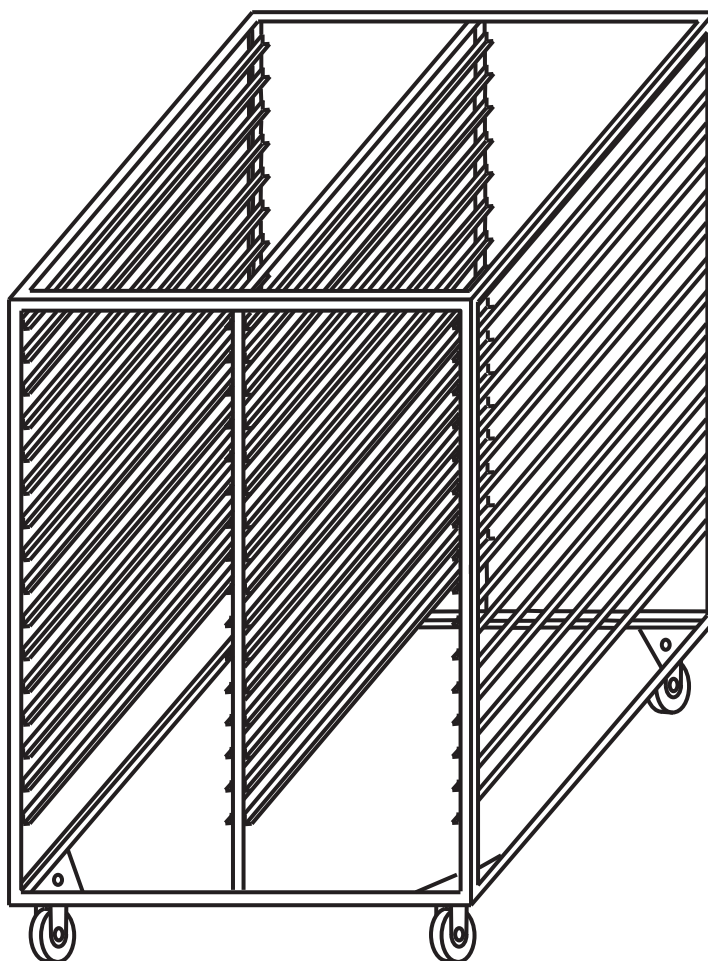


Рис. 1.10. Стелаж зараження зерна (пересувний)



Рис. 1.11. Стелаж зараження СЗ-70М

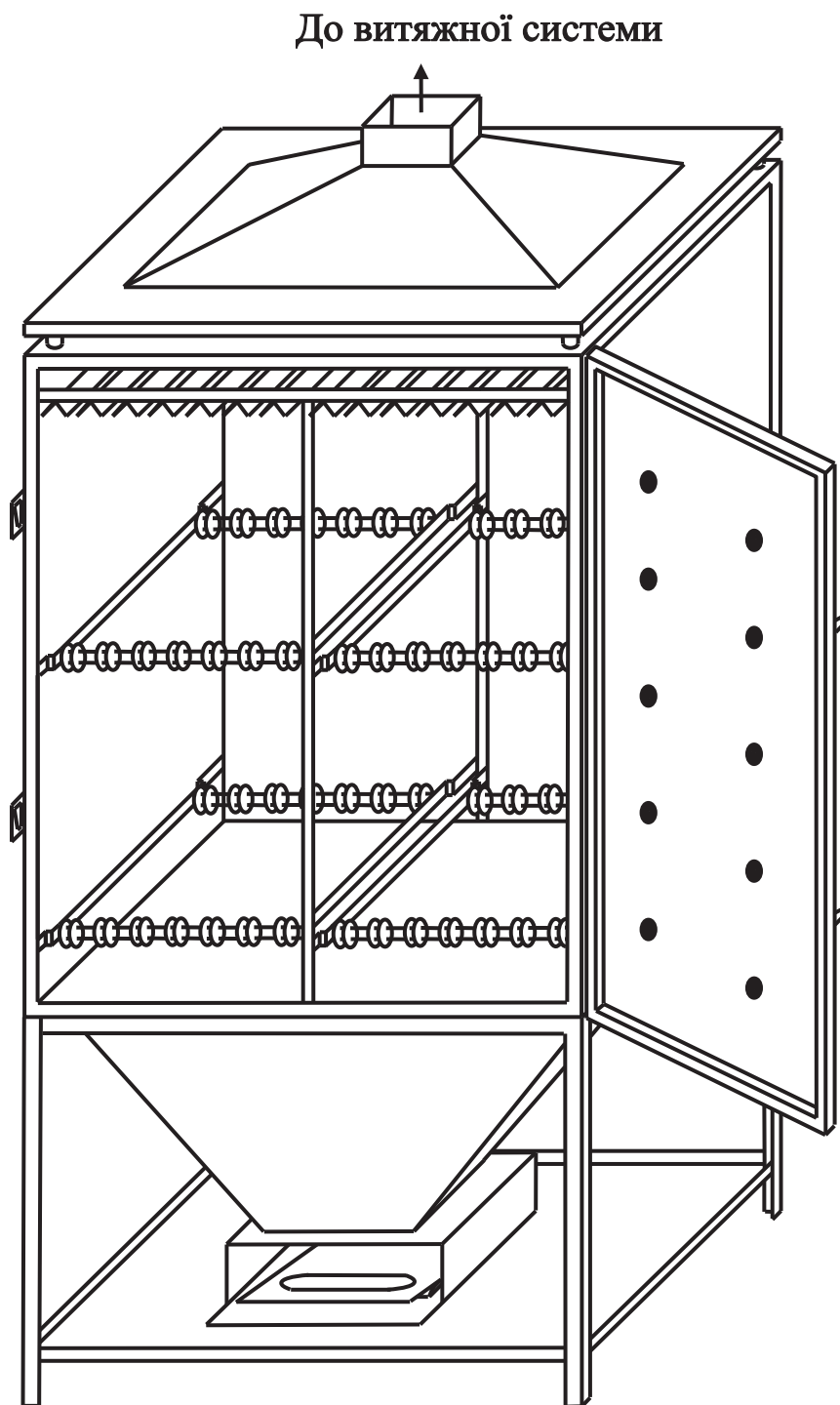


Рис. 1.12. Бокс ситотрожний [53]

В приймальний пристрій боксу встановлюється приймальна касета для ситотроги. Геометрія боксу виконана таким чином, що пил на внутрішніх поверхнях не накопичується. Кожну добу змінюється приймальна касета. Відведення тепла здійснюється за допомогою природної конвекції, крізь отвори в боксах та приймаючій касеті. Двері робочої камери боксу герметично

закриваються за допомогою затискачів. Метелик сітотроги опускається, завдяки позитивному геотаксису, у конфузор, із якого потрапляє в сажок для збору імаго. Кут нахилу бокових поверхонь конфузора забезпечує сходження метеликів у приймач. Пружинний пристрій в основі приймача забезпечує щільність прилягання приймаючої касети до вихідного отвору конфузора, а також полегшує встановлення і видалення касети.

Сажки з зібраним імаго зернової молі переміщують до витяжної шафи, де здійснюється розселення їх в сажки вирощування, які потім встановлюють на стелаж (рис. 1.13).

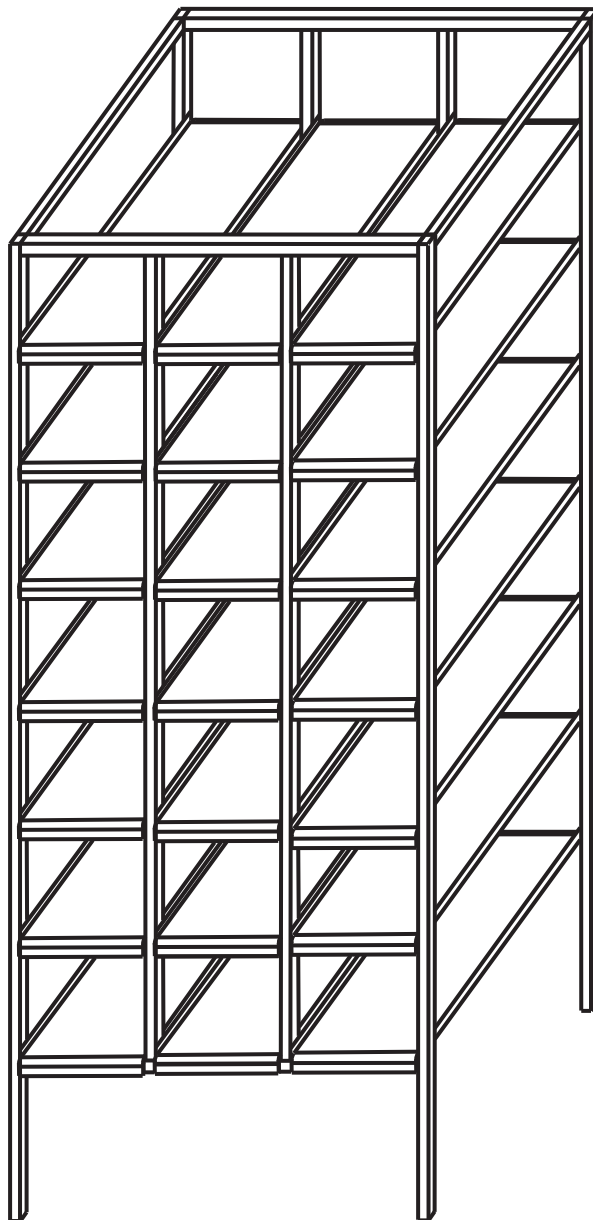


Рис. 1.13. Стелаж для садків з зерновою міллю

Стелаж призначений для розміщення садків з метеликами зернової молі та утримання їх для здійснення процесу відкладання яєць в умовах виробництва трихограми.

Існують також автоматизовані лінії для розведення зернової молі (рис. 1.14).

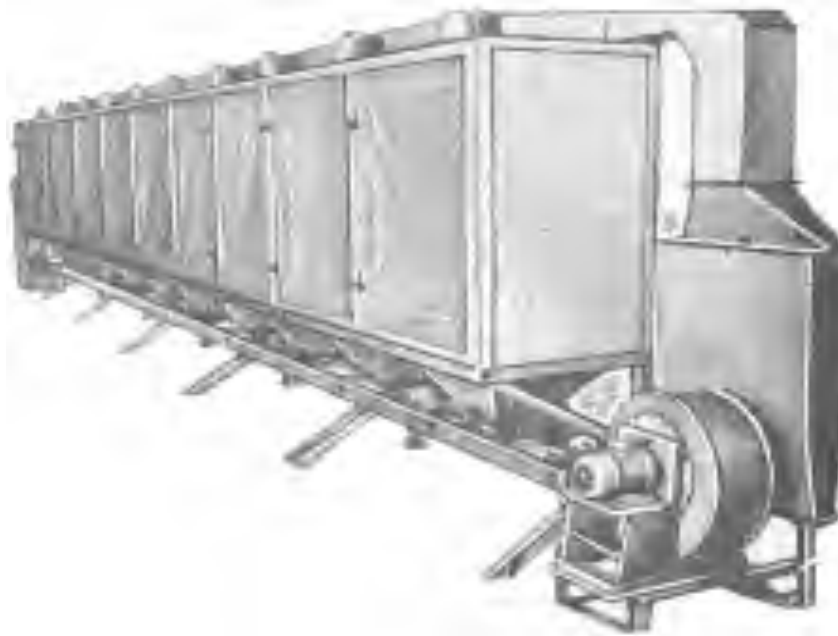


Рис. 1.14. Автоматизована лінія розведення зернової молі

Бокси кожної лінії сполучені в нижній конічній частині спільним комахопроводом, що облаштований з одного боку вентилятором, а з іншого камерою (колектором) для збору молі.

Міль, що накопичується в комахопроводі повітряним потоком переноситься в комахоприймач зі змінними контейнерами або колектор-автомат.

Недоліком такої лінії є те, що при автоматизованому збиранні зернової молі (за допомогою повітря або шнеку) йде деформація особин, що відповідно негативно впливає на кількісні та якісні показники яєць ситотроги.

Для видалення домішок (пилу, крилець та ін.) з маси яєць зернової молі, що очищається використовують очисник яєць (рис. 1.15).

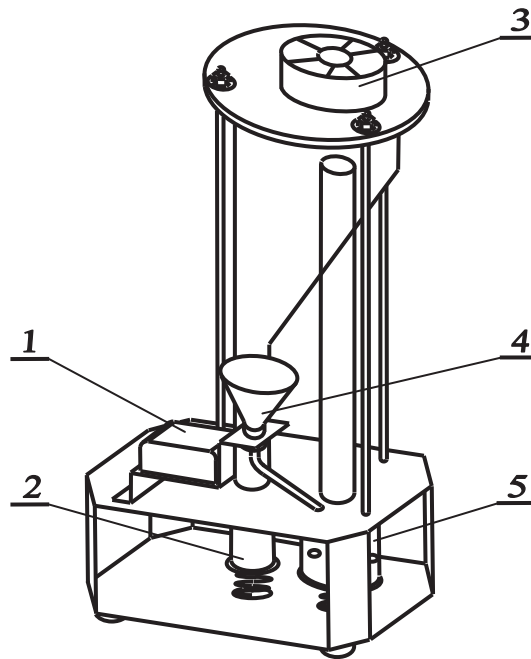


Рис. 1.15. Очисник яєць [53]:

**1 – вібраційний пристрій; 2 – контейнер збору домішок;
3 – вентилятор; 4 – бункер; 5 – контейнер збору яєць**

У біотехнологічному процесі виробництва ентомологічного препарату трихограми доцільно використовувати калібратор яєць (рис. 1.16) [94], який призначений для розподілу яєць зернової молі за розміром на три фракції для підвищення якості напруцювання маточної культури трихограми. Калібратор складається з таких блоків: розділення, очищення та управління. Калібрують яйця на три фракції та доочищають їх від пилу для підвищення якості напруцювання маточної та промислової культури трихограми [97].

Калібратор яєць зернової молі працює наступним чином. Яйця зернової молі, які необхідно розділити по фракціях, засипають у бункер 1, з якого вони за рахунок вібраційного пристрою 2 через дозатор 3 по стабілізуючому патрубку 4, поступають у повітряну систему, яка включає колектор 5, камеру розділення 6, циклонний сепаратор 7 і вентилятор 8 витяжного типу. Повітряний потік, що створюється вентилятором 8 витяжного типу, проходить через колектор 5 та потрапляє у камеру розділення 6, де відбувається калібрування фракції яєць фітофагів, які за рахунок того, що мають різну парусність розділяються на конгломерати (при розведенні

трихограми використовуються яйця зернової молі, які мають здатність злипатись), які потрапляють у перший контейнер 9, поодинокі крупні яйця, які потрапляють у другий контейнер 10 та поодинокі дрібні, які потрапляють у третій контейнер 11, також у третій контейнер 11 потрапляють і важкі домішки, що залишились після очистки, далі повітряний потік потрапляє у циклонний сепаратор 7, та проходячи фільтрувальний елемент, очищується від пилу та через вентилятор 8 витяжного типу виходить з калібратора. Конгломерати та дрібні яйця, що потрапляють у перший 9 та третій 11 контейнери в подальшому, при виробництві ентомологічного препарату трихограми, не використовуються, але можуть бути використанні при розведенні інших ентомофагів [119].

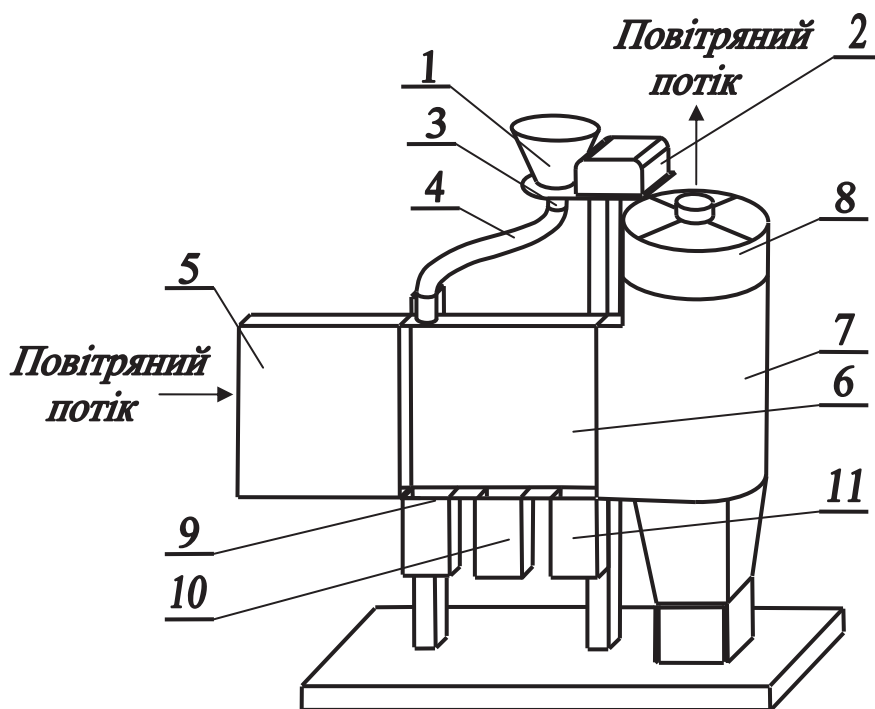


Рис. 1.16. Калібратор яєць зернової молі [53]:

1 – бункер; 2 – вібраційний пристрій; 3 – дозатор; 4 – стабілізуючий патрубок; 5 – повітряний колектор; 6 – камера розділення; 7 – циклонний сепаратор; 8 – вентилятор витяжного типу; 9, 10, 11 – контейнери

Виробництво трихограми проводять згідно з технологічним регламентом (табл. 1.8) і починають з підготовки трихограми для розведення та нанесення конденсату на поверхні банок.

Технологічний регламент виробництва трихограми

№	Назва операції	Енергетичний засіб	Кіл-ть, шт.	Технологічний засіб	Обс. персонал, чол.
1	Підготовка трихограми для розведення	-	-	-	1
2	Нанесення конденсату на поверхні банки	Тен	1	Нагрівач	1
3	Накатування яєць зернової на поверхні банок	-	-	-	1
4	Розміщення відроджених особин трихограми в банки	-	-	-	1
5	Винесення банок в природні кліматичні умови та занесення їх після почорніння	-	-	-	1
6	Зчищення паразитованих яєць зернової молі трихограмою	-	-	Щітка	1
7	Очищення паразитованих яєць зернової молі трихограмою	Електродвигун	1	Витяжна шафа	1
8	Визначення якісних показників трихограми	-	-	Пробірки, лабіринт, мікроскоп, шило, картон, пензлик	1
9	Зберігання препарату	Електродвигун	1	Холодильник	1

В комплект обладнання біофабрик входять установки та окремі пристрої, призначені для технологічного зараження яєць зернової молі трихограмою.

Для отримання паразитованих трихограмою яєць зернової молі з метою підвищення продуктивності праці за рахунок створення належних умов для паразитації яєць та здійснення технологічного процесу виробництва трихограми в біолабораторіях та біофабриках використовують віварій для

трихограми ВТ-2 (рис. 1.17). Віварій складається з блоку освітлення, блоку керування, шести контейнерів і семи полиць.

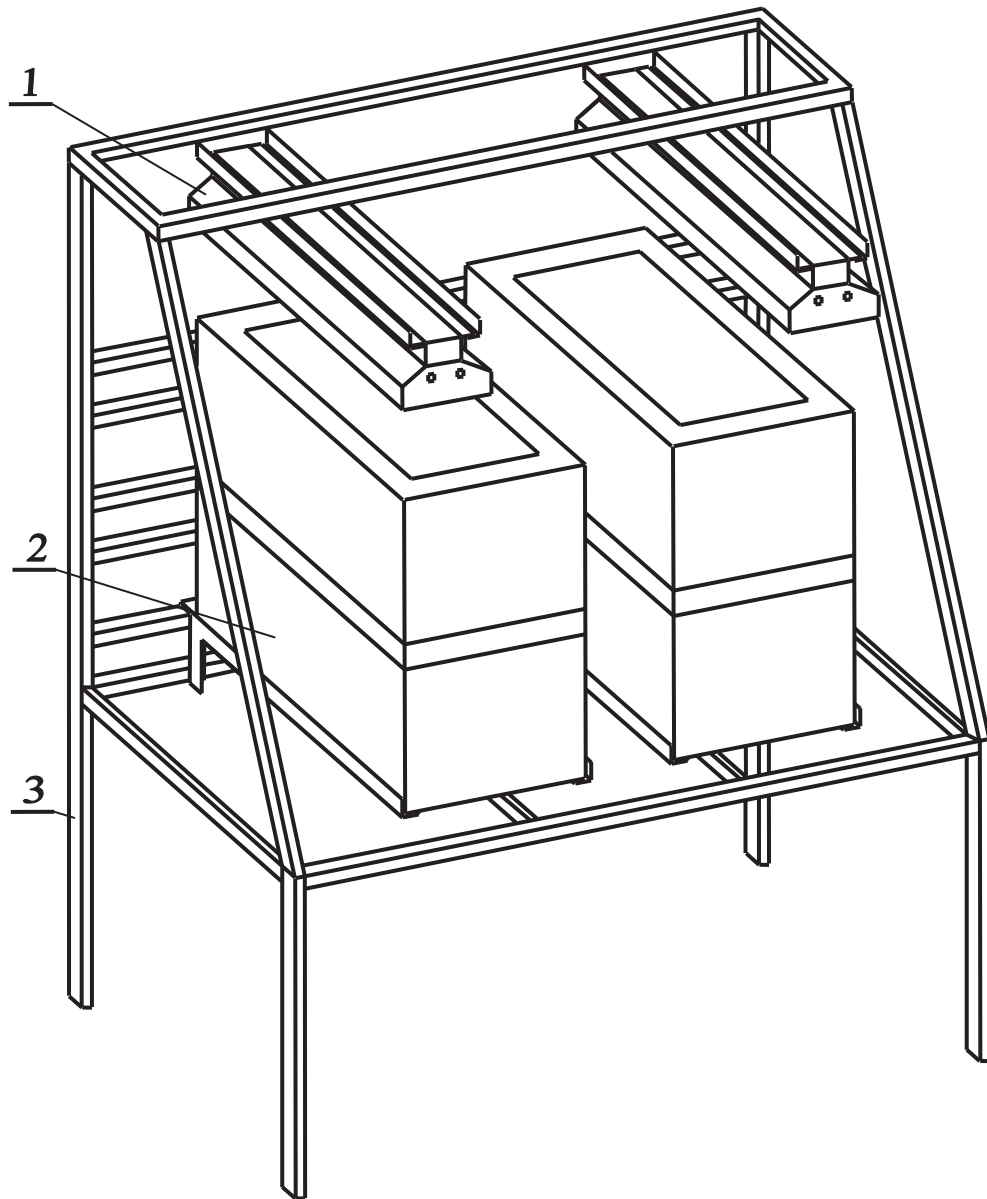


Рис. 1.17. Віварій для трихограми, ВТ-2 [53]:

1 – освітлювач; 2 – контейнер; 3 – рама

Для одночасного нанесення яєць зернової молі на робочі поверхні пластин віварію використовують пристрій нанесення яєць (вертушка) (рис. 1.18).

Нерухома стійка пристрою використовується для встановлення рухомого корпусу, який призначений для встановлення пластин віварію. Гратчаста вставка використовується для рівномірного розподілу яєць зернової молі на поверхні пластин.

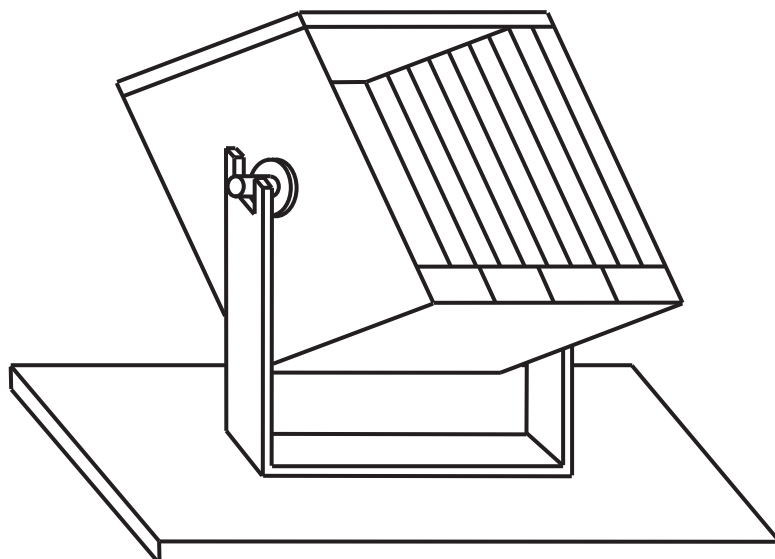


Рис. 1.18. Пристрій нанесення яєць (вертушка)

Основними користувачами пристрою для нанесення яєць зернової молі в складі комплекту є біологічні фабрики виробництва ентомофагів для захисту рослин від шкідників.

Під час експлуатації віварію було виявлено, що існує недостатня щільність контейнерів, що дозволяє найактивнішим та найсильнішим особинам трихограми залишати віварій і не використати свій потенціал для зараження яєць зернової молі. Також було визначено, що трихограма, яка була розміщена у віварію не заражає яйця зернової молі, що знаходяться біля кутів пластин і таким чином, втрачається частина цих яєць. Це призвело до того, що в більшості лабораторій України для розведення трихограми замість віварію та вертушки використовують трьохлітрові банки (рис. 1.19).



**Рис. 1.19. Банки з нанесеними на поверхню яйцями зернової молі
під час розведення трихограми**

Банки тримають над парою, в результаті чого утворюється конденсат і на стінки накатують яйця зернової молі. В банки поміщають трихограму, яка заражає яйця зернової молі, після чого вони чорніють і вже через 4-5 діб їх зчищають з поверхонь банок. Далі паразитовані яйця очищають, фасують, визначають їх якість і тоді вже можна використовувати в біологічному захисті рослин.

Для зберігання яєць зернової молі і ентомологічного препарату трихограми використовують термостат ентомологічний (рис. 1.20) або холодильник.



Рис. 1.20. Термостат ентомологічний

1.2.2. Організація робіт під час біологічного захисту із застосуванням ентомологічного препарату трихограми

1.2.2.1. Феромоніторинг

Існуючі методи моніторингу лускокрилих шкідників включають візуальні спостереження за їх розвитком в агроценозах, відлов імаго на живильні та світлові пастки, ґрунтові розкопки. Найпоширенішим є застосування феромонних пасток (рис. 1.21). Феромоніторинг проводять для визначення

шкідливих видів комах і визначення їх ареалів, для спостереження за популяціями шкідників (за сезонною динамікою розвитку), для зниження чисельності шкідників (масовий відлов, дезорієнтація самців), а також для сигналізації строків проведення захисних заходів, зокрема випуску трихограми.

Нагляд за розвитком шкідників, встановлення доцільності та оптимальних строків для випусків трихограми здійснюють біолабораторії, станції захисту рослин чи компетентні фахівці господарств (агроном).

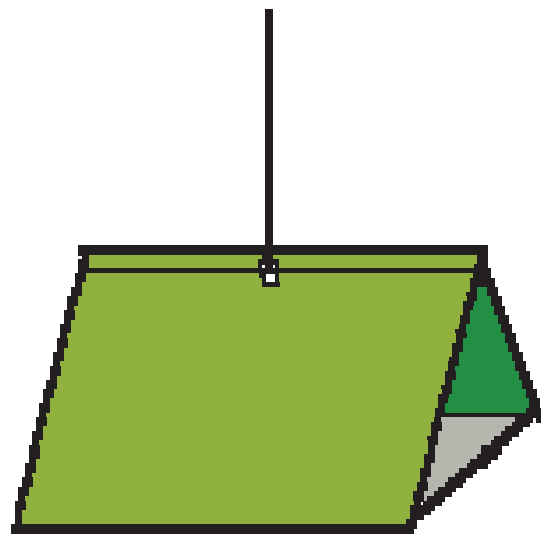


Рис. 1.21. Феромонні пастки

Феромони – це летючі біологічно-активні речовини, що виділяють в навколишнє середовище комах і викликають в особин свого виду зміни в поведінці.

Найбільш широко застосовуються на практиці статеві феромони, що продукуються самками, переважно для приваблювання самців. Вони діють, як дистанційні подразнювачі і сприймаються чутливими рецепторами самців, які розміщені на антенах. Подразнення цих рецепторів обумовлює специфічні рефлекторні реакції, що забезпечують зближення статей та спаровування. Джерелом феромонів у комах є секреторні клітини, локалізовані по всьому тілу,

або об'єднані у спеціальний орган – феромонну залозу. У представників лускокрилих феромонні залози розташовані на міжсегментних мембранах між 8 і 9 сегментами черевця у вигляді складок або утворень, які входять у порожнину тіла.

Статеві феромони виділяються у дуже малих кількостях (декілька десятків молекул) і сприймаються особинами протилежної статі на значній відстані (до декількох сотень кілометрів).

Застосування феромонних пасток для встановлення строків, норм та кількостей випуску трихограми дає змогу стабілізувати ефективність використання трихограми на рівні 70 %.

На поверхні кожної пастки вказують її номер. Обліки шкідників спочатку проводять щоденно, а з настанням стійкого льоту в середньому 1 раз за п'ять днів. Імаго видаляють пінцетом. Результати обліків записують до журналу. Капсули з феромоном змінюють кожних 30 днів, а клейову поверхню – в міру висихання. Вважається, що одна пастка контролює площу близько 1000 м², відловлюючи 30-35 % імаго від загальної кількості.

Самці, як правило, вилітають на 2-3 дні раніше за самиць. Крім того, самицям необхідно ще 3-4 дні для дозрівання яєчників.

Феромонна пастка складається з корпусу, носія феромону, клейової вставки і пристосування для розвішування. Пастки слугують для відлову комах і захищають феромон від сонячного світла і дощу. Вставки покривають невисихаючим клеєм типу «Пестифікс», який служить для прикріплення приваблених комах.

1.2.2.2. Внесення ентомологічного препарату трихограми

З настанням стійкого льоту шкідників необхідно проводити випуск ентомологічного препарату трихограми.

Норма випуску на 1 гектар – 100 000 особин трихограми. З 1 г трихограмованих яєць відроджується 80 000 особин трихограми, тому на 1 га

вноситься 1,25 г трихограмованих яєць. Слід зазначити, що при виробництві препарату зберігання його відбувається при температурах від +2 до +4 °С, а відродження трихограми відбувається через 4-5 діб. Тому необхідно спланувати (спрогнозувати) початок льоту шкідника та підготувати до випуску трихограму (утримувати препарат при температурі від 22 до 26 °С).

Використовують різні способи розселення трихограми в агроценози: ручний, механізований та авіаційний. При внесенні трихограми ручним способом працівників розставляють з інтервалом 20 метрів. При проходженні кожних 10 метрів їм необхідно покласти листочок чи паперову кульку з відродженою трихограмою. В разі несприятливих погодних умов, ємкості з трихограмою можна зберігати в холодному приміщенні (температура від 6 до 10°С, відносна вологість повітря від 65 до 80 %) до 5 діб. Випуски трихограми рекомендується здійснювати вранці, або надвечір, коли не спекотно.

Якщо упродовж доби після випуску трихограми відбулося різке погіршення погоди, умов (дощ, значне зниження температури, сильний вітер тощо) випуск слід повторити за сприятливих умов. Такий метод розселення трихограми є ефективним але втратив свою актуальність на великих площах.

Механізований метод полягає у застосуванні обпилювачів (рис. 1.22) [72, 106, 147], які встановлюють на трактор, що прямує вздовж ділянки.

На сьогодні цей метод майже не використовують, так як він трудомісткий і призводить до пошкодження ентомологічного матеріалу. Також до цього методу відноситься розселення трихограми в капсулах (рис. 1.23), за допомогою сільськогосподарської техніки та спеціальних пристроїв. Перевагою внесення ентомологічного препарату в капсулах являється те, що забезпечується безпечність розвитку ентомофага та можливість внесення різновікової трихограми, хоча цей спосіб досить вартісний.

Наступним способом внесення ентомологічного препарату трихограми є авіаційний. Спочатку використовували літаки Ан-2 (рис. 1.24) [72], але такий спосіб розселення доцільно використовувати на полях, які мають не менше 500 м довжини [6].

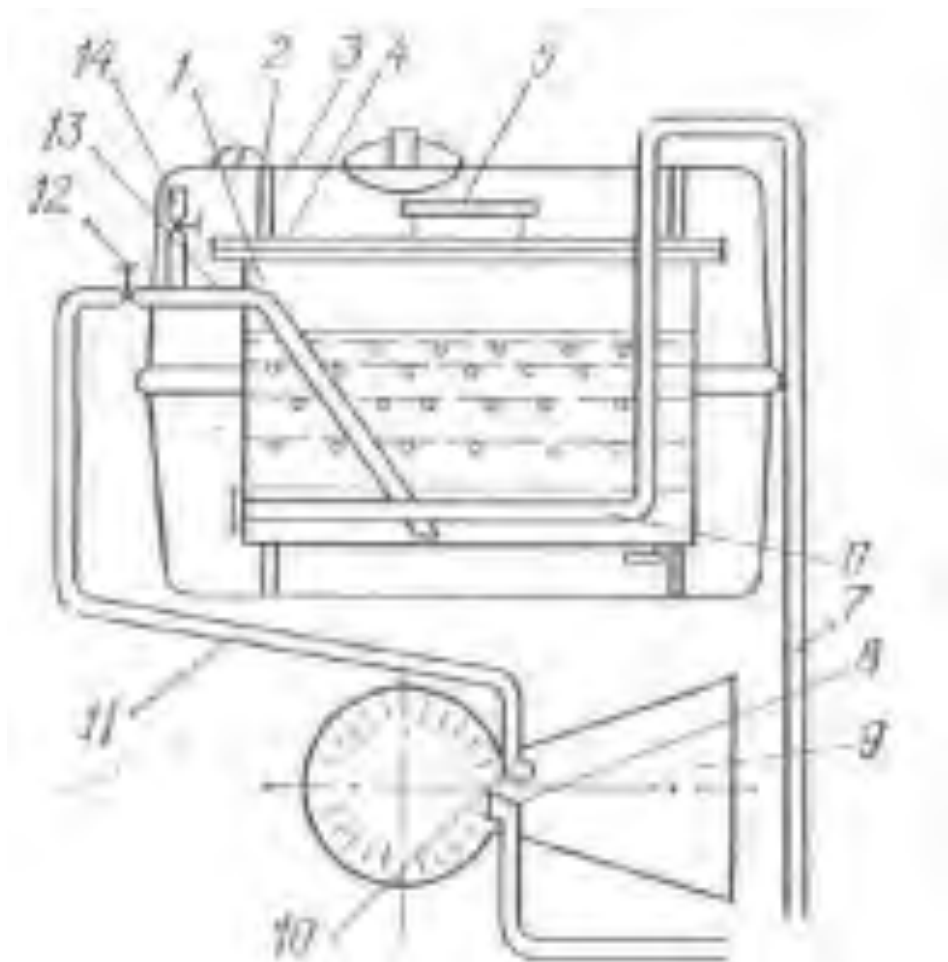


Рис. 1.22. Схема пристрою для розселення трихограми [54]:

- 1 – резервуар для трихограми; 2 – хомут для його кріплення; 3 – резервуар оприскувача; 4 – кришка резервуара; 5 – горловина для заправлення;**
6 – пневматична мішалка; 7 – трубопровід; 8 – повітрязабірник;
9 – розпилююче сопло; 10 – розпилювач; 11 – всмоктуюча магістраль;
12 – регулятор витрат рідини; 13 – забірний трубопровід;
14 – кран для з’єднання з атмосферою

На сьогодні для захисту рослин використовують безпілотні літальні апарати (рис. 1.25) та квадрокоптери (рис. 1.26), які призначені для високопродуктивної обробки площ [110]. Електронна бортова система забезпечує керування літаком в автоматичному й радіокерованому режимах польоту. Для експлуатації не потрібно обладнаної злітно-посадкової смуги і місця для стоянки, що дає можливість використовувати його значно оперативніше й ефективніше, ніж інші засоби.

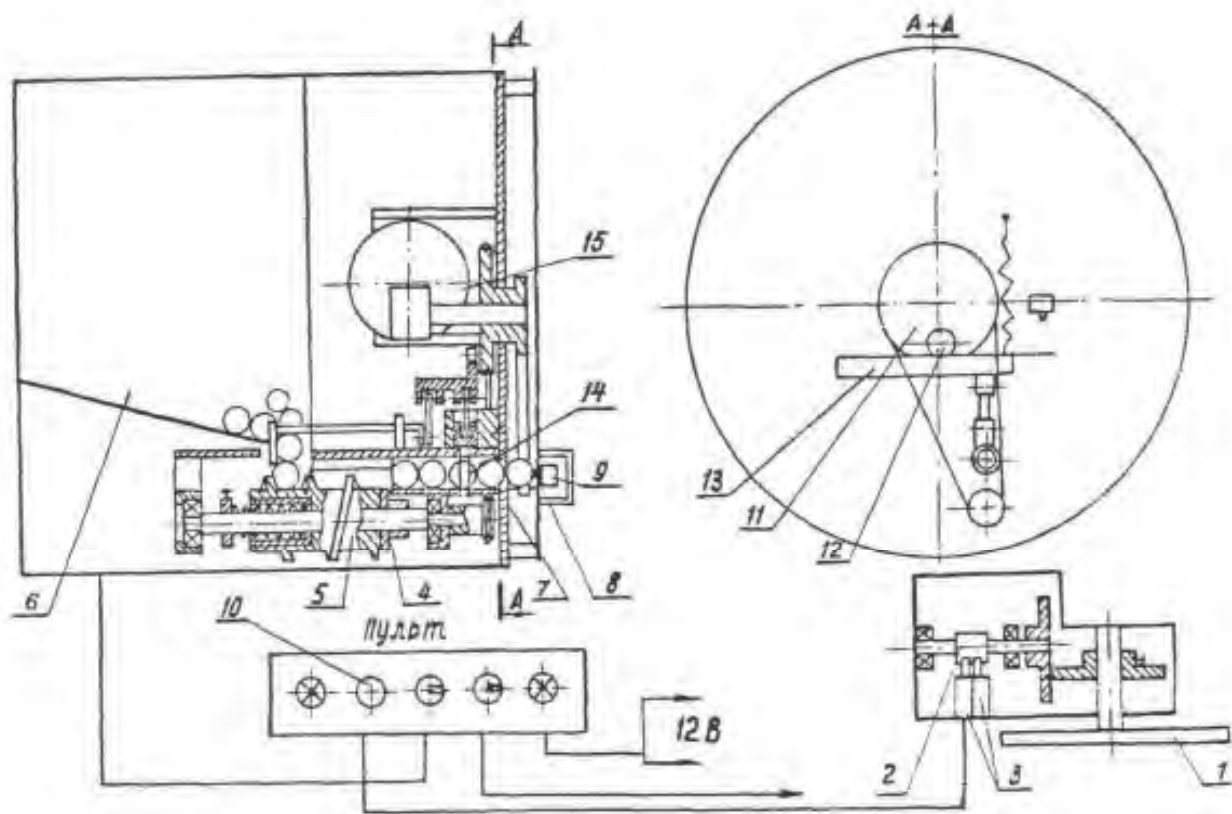


Рис. 1.23. Принципова схема пристрою для розселення трихограми в капсулах [72]:

1 – колесо; 2 – кулачок; 3 – мікровимикачі; 4 – полу муфта; 5 – шнек; 6 – бункер; 7 – накопичувач; 8 – упор; 9 – мікровимикач; 10 – сигнальна лампа; 11 – шків; 12 – ролик; 13 – важіль; 14 – голка; 15 – електродвигун

Перевагою авіаційного способу розселення є те, що за один прийом випускається трихограма різних строків відродження, що збільшує період її захисної дії.

Для біологічного захисту садових насаджень рекомендують проводити внесення ентомологічного препарату трихограма 3-4 рази, в залежності від масовості льоту шкідника. Для точного визначення ефективності трихограми одразу після її випуску проводять фітомоніторинг оброблюваних площ, шляхом встановлення фонових карток з яйцями зернової молі. Ефективність ентомологічного препарату трихограма становить від 40 до 70 %. В залежності від кліматичних умов в яких вона випускалась та чисельності шкідника.

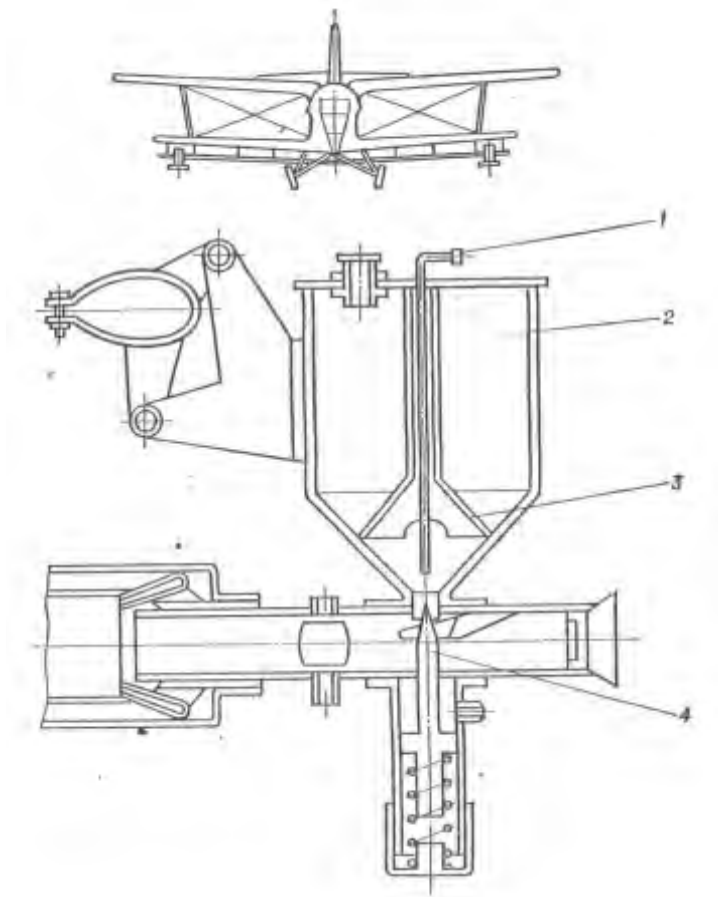


Рис. 1.24. Схема пристрою для розселення трихограми з літака Ан-2:
1 – повітряний розпушувач біоматеріалу; 2 – бункер для паразитованих
яєць; 3 – вентилятор; 4 – дозатор



Рис. 1.25. Безпілотний літальний апарат R-100



Рис. 1.26. Квадрокоптер для внесення трихограми [174]

1.3. Аналіз способів і технічних засобів калібрування яєць зернової молі

Вдосконаленням методів масового розведення зернової молі займались чимало вчених [1, 4, 5, 16, 117, 118, 127]. У Всесоюзному науково-дослідному інституті захисту рослин (ВІЗР) були розроблені окремі вузли механізації технологічного процесу розведення зернової молі в умовах існуючих виробничих біолабораторій. Серед них контейнери для утримання метеликів в період яйцекладки. В дослідях використовувались 8 різних по формі, конструкції та об'єму контейнерів із органічного скла та жести.

Результати дослідів дозволили рекомендувати латунну сітку при виготовленні контейнерів із твердим її кріпленням. Капронову сітку, а також капроновий і шовковий мірошницький газ краще використати при виготовленні знімних кришок. У варіанті з поліетиленовою плівкою відзначена найнижча плідність самок. В умовах дослідів яйця злежувалися в грудки й не могли бути використані для розведення трихограми. Відбувалось це в результаті поганої аерації й підвищеної вологості повітря в контейнерах.

Співробітники Всесоюзного інституту захисту рослин спрямовували дослідження насамперед на механізацію очищення яєць, як одного із трудомістких й небезпечних своїми наслідками процесу при розведенні зернової молі [127]. Очищення яєць зернової молі здійснювалася електростатичним пристроєм рис. 1.27, у якому застосований принцип притягання пилоподібних часток до ебонітового диска.

Очищення яєць здійснювали віялкою, виготовленої по принципу зерноочисних машин. Діючий зразок електричної віялки, призначеної для повної очистки яєць зернової молі від домішок та пилу, рис. 1.28. Головними робочими органами віялки являються: рама, засипний бункер с заслінкою та обертовою ворошилкою, вентилятор, верхні та нижні решета, жолоб для виводу домішок з повітряним щитком, пилеприймач та яйцеприймач. Неочищені яйця зернової молі засипають в бункер, обладнаний ворошилкою, а звідти вони потрапляють на верхні решета, де починається процес їх очистки. Решета продувають повітряним потоком від вентилятора. Потім яйця просіваються на нижні решета, на яких за допомогою повітряного потоку, що регулюється повітряним щитком, відбувається основна очистка яєць. Крупні домішки направляються до жолоба, мілкі видувуються з машини в пилеприймач. На сортувальному решеті відсіваються мілкі яйця. Очищені яйця зернової молі потрапляють в яйцеприймач.



Рис. 1.27. Електростатичний пристрій [127]

Також для очищення від пилу та домішок використовували очисник по типу віялки, але замість сит застосовували мельничний газ № 4 та 5 [157].



Рис. 1.28. Електрична віялка [127]

Визначення якості напрацьованих партій ентомофага, особливо їх пошукової здібності, мають попередній характер. Трихограма в умовах поля поводить себе інакше. Тут пошук залежить від напрямку і сили вітру та інших умов. Перевірка якості трихограми визначається через 72 години за кількістю заселених яєць [54].

Для розділення навісок зерен зернових, овочевих, деяких технічних культур і трав на фракції при визначенні їх частоти, а також для видалення домішок (пилу, крилишок та ін.) з маси яєць зернової молі, що очищається використовують «Класификатор семян пневматичний КСП 1м» (рис. 1.29).

Класифікатор може застосовуватись і для інших аналізів, де потрібно виділити необхідні фракції з навісок насіння. Розділення навіски на фракції відбувається повітряним потоком, швидкість якого можна регулювати, і ґрунтоване, на різній парусності та різниці питомої ваги насіння, яєць та домішок [126]. На даний момент використовується очисник яєць ОЯ-1, змінним та удосконаленим в Інженерно-технологічному інституті «Біотехніка», призначеного для очистки яєць зернової молі, в тому числі паразитованих

трихограмою від біологічних відходів та пилу (продуктивність пристрою до 1000 г за год.).



Рис. 1.29. Класифікатор насіння пневматичний КСП 1м [126]

Також до пристроїв, що розділяють біологічні об'єкти, відноситься використання на гренажних заводах і племінних шовківницьких станціях, для розділення грени тутового шовкопряда і підрахунку, автомат для сортування по кольору і підрахунку предметів [3] (рис. 1.30.).

Розділення грени по підлозі необхідне для відгодівлі гусениць тільки чоловічої статі, що дають шовку більше, ніж жіночі, а також з метою отримання гібридної грени, не засміченої, чистопорідної, шляхом роздільної відгодівлі чоловічих і жіночих особин і спаровування метеликів різних порід.

Автомат для сортування за кольором і підрахунку грени тутового шовкопряда, складається з електроприводу 1, транспортуючого диска, що обертається 2, основною 3 і допоміжною 4 секцій бункера, розташованих над поверхнею транспортуючого диска 2, пристрою поштучної подачі, що складається з дисків поштучної подачі 5 і 6 і скребків 7 - 10, місткостей 11 - 14,

для збору зайвої і відсортованої грени, парних роликів 15 і 16 для приводу в обертання дисків поштучної подачі 5 і 6, освітлювача 17, фотоелемента 18, сполученого з дискримінатором амплітуди сигналів 19, електронного лічильника 20, виконавчого пристрою 21 для зрушення відсортованого предмету 22 до скребка 10 та конусних осей 23, що підтискають диски поштучної подачі 5 і 6 до транспортуючого диска 2, пружинами 24.

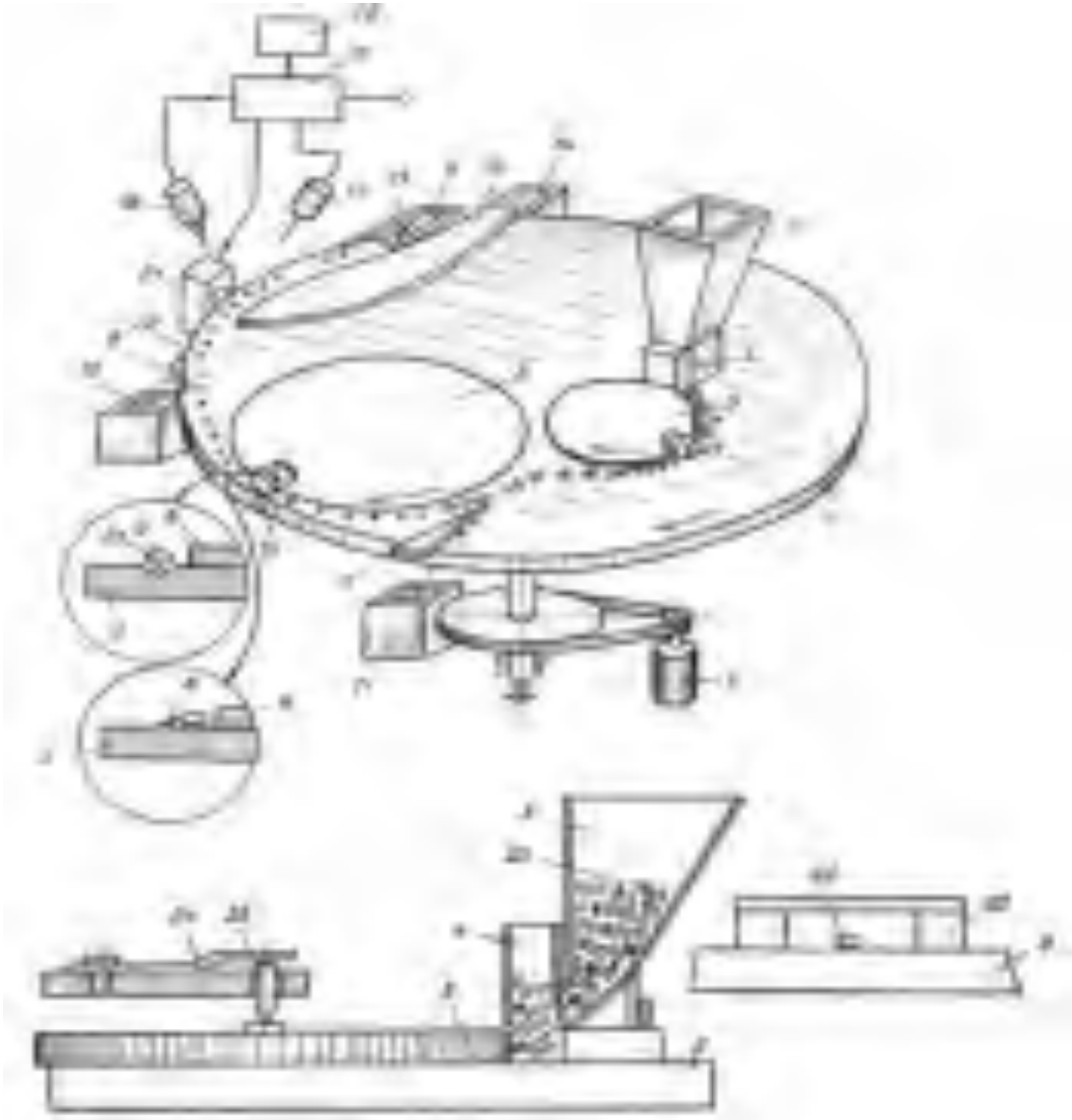


Рис. 1.30. Автомат для сортування по кольору і підрахунку предметів [3]

Цей спосіб розділення було б непогано використовувати при розділенні яєць зернової молі, так як в основній фракції яєць зустрічаються червоні, які з'являються після утворень конгломератів, що не здатні просіятись після

першого збирання. Але на другий або третій день конгломерати частково розбиваються об сітку садка і просипаються до основної маси яєць. Червоні яйця зернової молі не придатні для виробництва трихограми, а відібрати їх неможливо. Але використати цей спосіб не можливо, так як яйця зернової молі мають малі розміри (середня довжина – 0,6 мм), до того ж при середньому щоденному зборі яєць 100 г не доцільно використовувати такий пристрій, так як необхідно буде використовувати його тривалий час, а це, в свою чергу, призведе до почервоніння інших яєць.

Для розподілу яєць зернової молі за розміром на три фракції для підвищення якості напрацювання маточної культури трихограми використовують калібратор яєць фітофагів (рис. 1.31) [119]. Калібратор складається з таких блоків: розділення, очищення та управління. Калібрують яйця на три фракції. Габаритні розміри калібратора в робочому положенні, мм: довжина 740, ширина 220, висота 880. Маса конструкційна становить 10 кг.



Рис. 1.31. Калібратор яєць фітофагів

Пошук матеріалу по технічному забезпеченню калібрування яєць зернової молі показав, що крім калібратора яєць фітофагів іншого пристрою не

існує, а більш близьким по способу розділення в повітряному потоці [120] є очистка та сортування зерна, в більшості випадків ці два процеси проводять одночасно, а в нашому випадку це два окремих процеси. Свою увагу ми звернули саме на процес калібрування, який оснований на пневматичному розділенні яєць на фракції. Проте, використання цього способу калібрування яєць зернової молі, як засвідчили наші попередні дослідження [94], показали, що суттєвим недоліком цього способу є неякісне розділення крупних і дрібних яєць. Тому було прийняте рішення про проведення досліджень по вдосконаленню діючої конструкції калібратора.

Найбільш близьким по технічній сутності до калібрування яєць зернової молі є процес очищення зерна [178]. Повітряний потік, що використовується при розділенні зернової суміші на фракції, створюється за допомогою вентиляторів низького тиску. Тому вентилятор є основним робочим органом повітряного сепаратора; до робочих органів машини відносяться також живлячий механізм, робоча камера, повітряні канали, відстійники, пиловловлювач, механізми передачі і регулюючі пристрої.

До вентиляторів насінноочисних машин пред'являються наступні основні вимоги: постійність величини і напрямку швидкості повітряного потоку по всьому перетину робочої камери або повітряного каналу; відсутність помітної пульсації і завихрення потоку в зоні сепарації; можливість в достатньо широких межах регулювати швидкість, а в деяких випадках і напрям повітряного потоку [26].

По конструкції вентилятори розділяються на осьові і відцентрові, за принципом роботи – на нагнітальні і всмоктуючі, по напрямку повітряного потоку – на вентилятори з горизонтальним, похилим і вертикальним потоком.

Осьові вентилятори в насінноочисних машинах майже не застосовуються, оскільки вони не забезпечують однакового тиску по всьому перетину циліндрового повітряного каналу; тиск завжди значно більший на периферії і поступово зменшується до центру каналу. Крім того, осьові вентилятори створюють потік повітря, що обертається, при порівняно невеликому тиску (30

- 40 мм вод. ст.). Для поліпшення аеродинамічних показників осьових вентиляторів застосовуються додаткові пристрої, до яких відносяться: вхідний колектор, передні і задні обтічники і апарат, що розкручує [26].

Відцентрові вентилятори характеризуються тим, що напрям руху повітря перпендикулярний осі обертання лопатевого колеса і співпадає з напрямом дії відцентрових сил. У насінюючих машинах застосовуються відцентрові вентилятори, що діють при змінній і постійній кількості повітря, що подається [21]; перші застосовуються в простих і складних машинах сільськогосподарського типу і можуть бути як нагнітальними, так і всмоктуючими. У простих насінюючих машинах (віялках, віялко-сортуваннях, очищувачах оберемка і трієрах), комбайнах і складних молотарках, тобто в машинах, що проводять в основному попереднє очищення насіння, зазвичай застосовуються нагнітальні вентилятори з похилим повітряним потоком (рис. 1.32, а), перевагою яких є можливість розділення компонентів сумішей на кілька фракцій та регулювання їх якісного складу [10, 30], в порівнянні з машинами, що мають вертикальний висхідний повітряний потік (рис. 1.32, б).

Загальним недоліком всіх нагнітальних вентиляторів є турбулентність і пульсація повітряного потоку, що обумовлюється малим числом лопаток (4-8) лопатевого колеса, а також недостатня рівномірність повітряного потоку по ширині і довжині робочої камери. Крім того, горизонтальний і похилий потік, що перетинається вільно падаючим насінням, не може забезпечити достатньо чіткого розділення фракцій, що мало відрізняються по парусності. Недоліком машини з нагнітальним вентилятором, що створює горизонтальний або похилий потік повітря, являється те, що їх не можна використовувати в закритих приміщеннях, унаслідок сильного запилення ними повітря. При роботі на відкритому повітрі їх необхідно строго орієнтувати за вітром. Так як, при калібруванні яєць зернової молі об'єми незначні, необхідно використовувати невеликі пристрої, які можна застосовувати в біотехнологічному процесі виробництва трихограми.

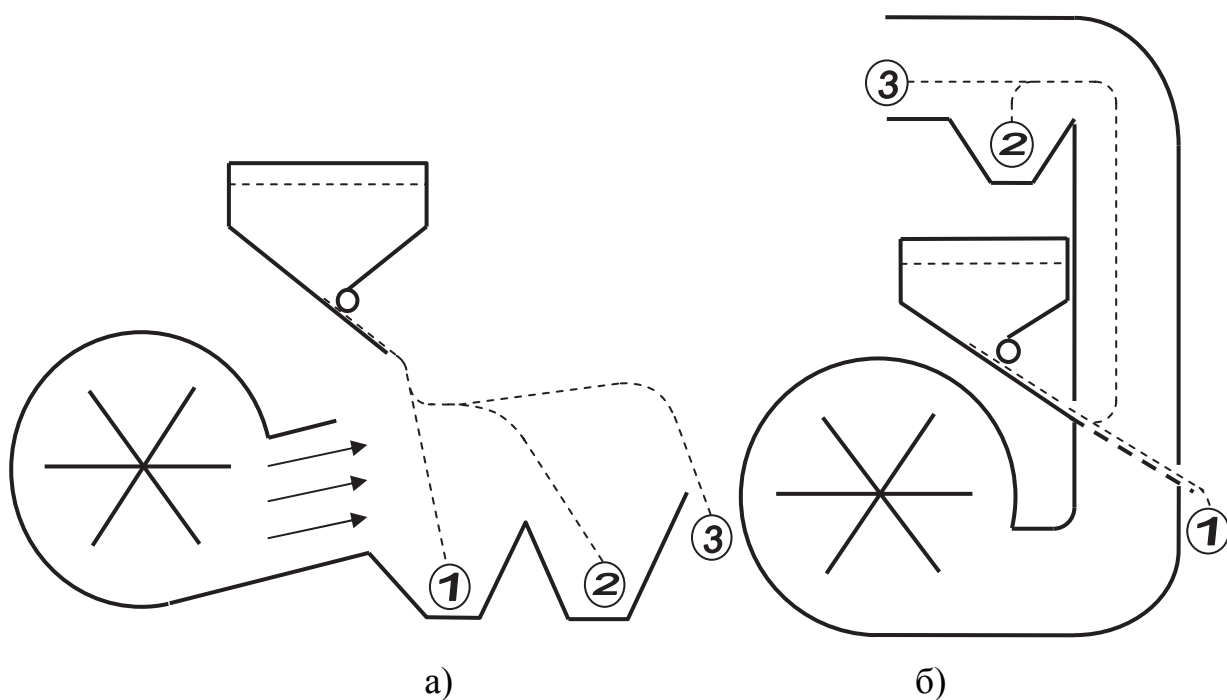


Рис. 1.32. Схема повітряних сепараторів з нагнітальним вентилятором
а – з похилим повітряним потоком; б – з вертикальним повітряним
потоком; 1 – насіння основної культури; 2 – легкі домішки та щупле
насіння; 3 – пил [26]

Вертикальний повітряний потік від нагнітального вентилятора дає вищу якість сепарації, може бути використаний також для транспортування насіння до інших робочих органів машин і дозволяє застосовувати пиловловлювач, що забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні умови для обслуговуючого персоналу при роботі машини в закритому приміщенні. Але з цим, наявність заспокоювачів і робочих сіток в повітряному каналі збільшує внутрішні опори і знижує к. п. д. вентилятора.

Значно досконалішим є всмоктуючий вентилятор з одним або двома вертикальними аспіраційними каналами, відстійниками і пиловловлювачем (рис. 1.33). Рівномірність повітряного потоку від всмоктуючого вентилятора не залежить від числа лопаток, оскільки огорожа повітря через вхідні вікна практично проводиться відразу всіма лопатками. Відстійна камера, розташована між вентилятором і робочим аспіраційним каналом, служить не тільки для перепаду швидкості повітря і відстоювання певної фракції насінної

суміші, але і є акумулятором розрядки, що забезпечує постійність і рівномірність потоку в аспіраційному каналі. Всі всмоктуючі вентилятори обладналися пиловловлювачем і полотняними фільтрами відпрацьованого повітря; у аспіраційному каналі може не бути робочої сітки, а заспокійлива сітка там не потрібна, це підвищує к.к.д. вентилятора.

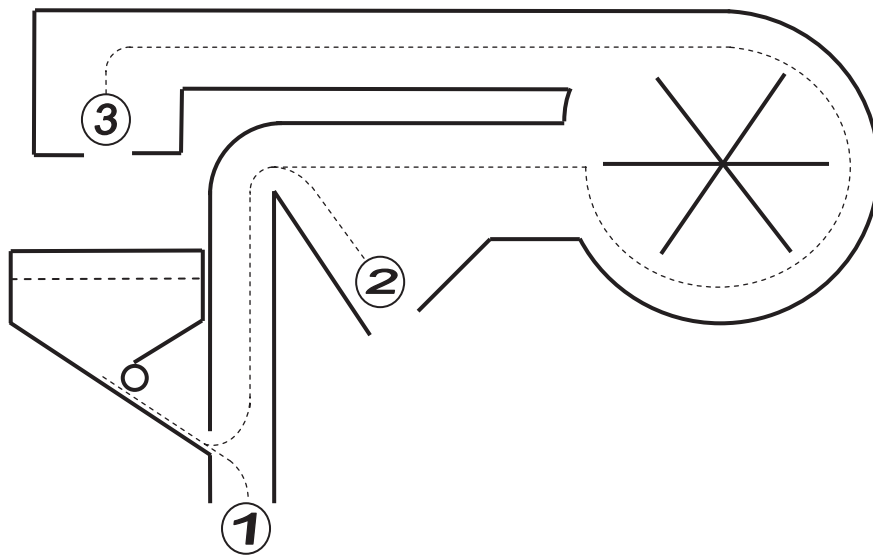


Рис. 1.33. Схема повітряного сепаратора зі всмоктуючим вентилятором:

**1 – насіння основної культури; 2 – легкі домішки та щупле насіння;
3 – пил [26]**

Відцентрові вентилятори застосовуються в повітряних сепараторах, що встановлюються на насінняочисних фабриках, млинах і круп'яних заводах. Принцип роботи сепаратора із замкнутим циклом руху повітря (рис. 1.34) полягає в тому, що повітряний потік, що поступає у всмоктуючий вентилятор, пронизує робочу камеру з насінням, що проходить через неї. Пил і легкі домішки захоплюються повітрям і, пройшовши через вентилятор, осідають в осадочній камері. Очищене повітря знову поступає в робочу камеру і таким чином переміщається по замкнутому циклу. Машини цього типу не потребують устаткування їх спеціальними пиловловлювачами і фільтрами для очищення запиленого повітря, вони не створюють розрідження повітря усередині приміщення, що сприяє підтримці в приміщенні постійної температури.

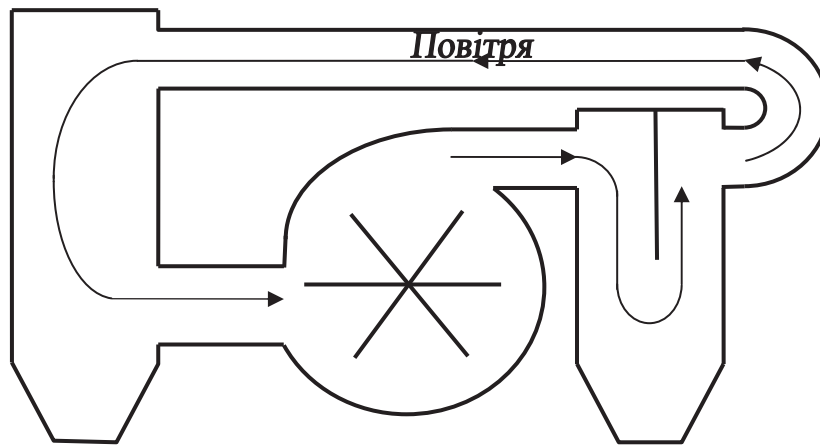


Рис. 1.34. Схема сепаратора с замкнутым циклом руху повітря [26]

Відомі основні конструкції сепараторів із замкнутим циклом повітря: дуоаспіратори, дискові аспіратори і циклоаспіратори. Для нормальної роботи цих машин необхідна повна герметичність внутрішньої частини повітряного сепаратора, рівномірність подачі насінної суміші і безперервне видалення вітрових зносів з осадочної камери [26].

Існують також комбіновані сортувальні машини з використанням в одній машині різних способів розділення [52], наприклад машина «Триумф» (рис. 1.35), яка призначена для очищення насіння в похилому повітряному потоці і на решетах [44, 60, 62, 168].

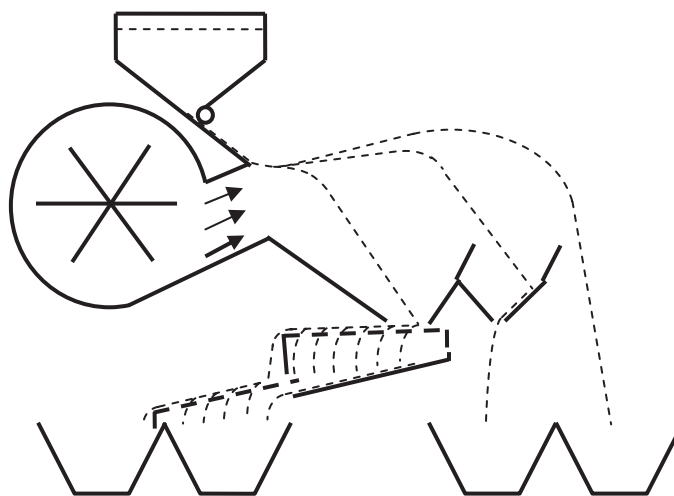


Рис. 1.35. Схема сортувальної машина «Триумф» [62]

Робочими органами машини є засипний ківш з живлячим валиком і регулюючою заслінкою, нагнітальний вентилятор і решітний стан з двома решетами.

Також існують інші способи калібрування, до яких відносяться і сепаратори дискового типу, які поділяють насіння по шорсткості і формі. Їх робочим органом є шорсткий диск, що обертається з кутовою швидкістю ω . Диск може бути встановлений горизонтально або під деяким кутом γ до горизонту. При горизонтальній установці фрикційного диска насіння, що поступає на нього, виявляється під впливом інерційної відцентрової сили і сили тертя. На похилому диску, що обертається, насіння піддається дії ще і гравітаційних сил. У обох випадках насіння залежно від форми і шорсткості переміщається по траєкторіях різної кривизни. На цьому принципі і заснований ефект розділення насіння. Так Л. Т. Седаш запропонував сепаратори, що частково знімають перекочування насіння по неперфорованих рухомих фрикційних робочих органах, що, на його думку, сприяє повнішому прояву фрикційних властивостей насіння в процесі розділення [62], зі встановленням на шляху руху насіння перешкоди, також він запропонував фрикційний сепаратор з конусами обертання. У такому сепараторові частково усувається вільне перекочування насіння по робочому органу. Швидкість подачі насіння на конуси не повинна перевищувати швидкості руху їх вгору або вниз, інакше відбуватиметься збиття насіння одне одним. Але зерно має більшу міцність ніж яйця зернової молі, які невідомо як рухаються по поверхні, з якого матеріалу їх необхідно виробляти, і чи не будуть вони руйнуватись під час руху по диску – багато виникає питань, які необхідно ще дослідити та вивчити.

За даними Л. Т. Седаша, на сепараторові з конусами обертання виділяються такі бур'яни, що мають подовжену форму.

Також існують фрикційні сепаратори з вертикальними робочими поверхнями (рис. 1.36, 1.37) [11, 62]. Відповідно до фрикційних властивостей

і форми компоненти суміші переміщуються по різних траєкторіях і потрапляють у відповідні приймачі.

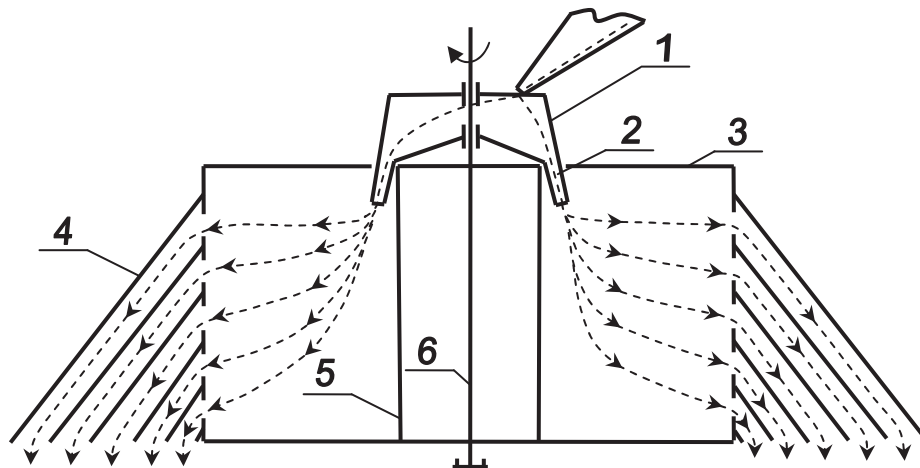


Рис. 1.36. Фрикційний сепаратор з вертикальними поверхнями [62]:

1 – ківш; 2 – розподільча труба; 3 – барабан; 4 – приймальний пристрій; 5 – циліндр; 6 – вал

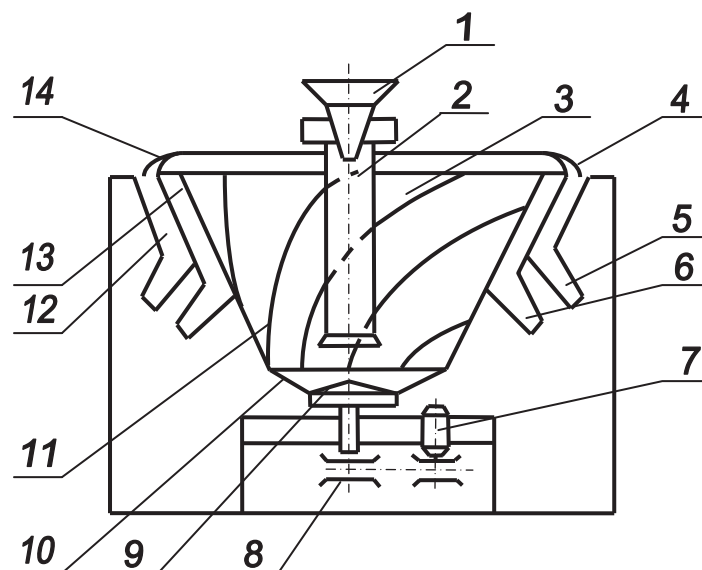


Рис. 1.37. Відцентровий фрикційний сепаратор [62]:

1 – завантажувальний пристрій; 2 – аспіраційна колонка; 3 – конічний ротор; 4, 14 – патрубки; 5, 6 – лотки; 7 – електродвигун; 8 – варіатор; 9 – конус; 10 – розподільча тарілка; 11 – розділювальна перегородка; 12, 13 – збирачі

Сепаратори такого типу також не доцільно використовувати при калібруванні яєць зернової молі, так як яйця, що вилетіли з розподільчої

трубки будуть мати значне прискорення та при зіткненні зі стінками пристрою будуть деформуватись, що негативно вплине на ентомологічний препарат.

Існують машини робочий орган яких має вигляд симетричного плоского диска, розташованого в стані спокою горизонтально, що здійснює під час роботи просторовий рух (рис. 1.38).

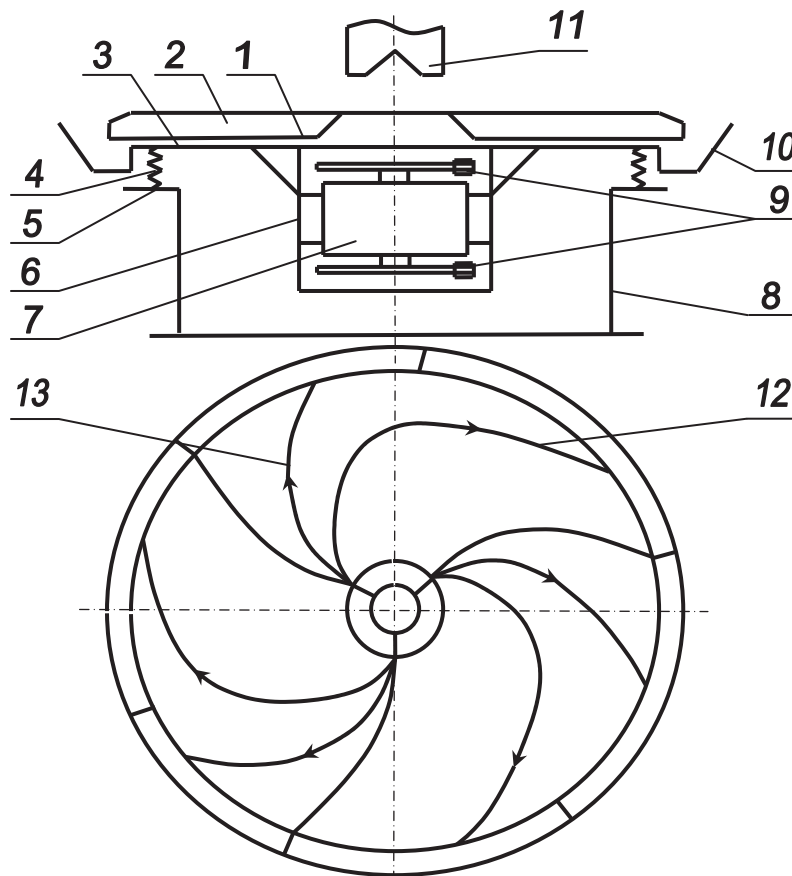


Рис. 1.38. Машина для розділення насіння по фрикційним властивостям та пружності [62]:

**1 – диск; 2 – ребра; 3 – вібростіл; 4 – пружина; 5 – опорна плита;
6 – циліндр; 7 – електродвигун; 8 – станина; 9 – дебаланси; 10 – приймач
продуктів розділення; 11 – живлячий пристрій; 12 – траєкторії руху
шорсткого насіння; 13 – траєкторії руху гладкого насіння**

Насінна суміш, що підлягає розділенню, живлячим пристроєм подається на диск, що коливається, в декілька місць на невеликій відстані від центру.

Фрикційному робочому диску надають просторові коливання. Довільна точка робочого органу здійснює рух по просторовій замкнутій кривій, що є лінією перетину лінійчатої поверхні однопорожнинного гіперболоїда з площиною коливань [62]. Принцип відцентрового розділення с застосуванням диска використовують в розкидачах мінеральних добрив [87] і проведена значна кількість теоретичних досліджень цього процесу [22, 27, 28, 123, 134, 140].

Круглим фрикційним сепаратором (карусельна гірка) (рис. 1.39) є диск, що обертається з кутовою швидкістю ω і встановлений під деяким кутом α до горизонту [26]. Насіння поступає на диск та під впливом сили тяжіння, відцентрової сили інерції та сили тертя, що спільно діють, насіння, що відрізняється формою і властивостями поверхні, переміщатиметься по диску з різною змінною швидкістю і у різних напрямках, що і забезпечує їх розділення. Гладке шаровидне насіння скачується найбільш коротким шляхом з лівого боку диска; гладке плоске і шорстке кругле насіння сходять в середині, а плоскі шорсткі – з правого боку диска. Для чіткішого розподілу фракцій над поверхнею диска встановлені нерухомі направляючі перегородки.

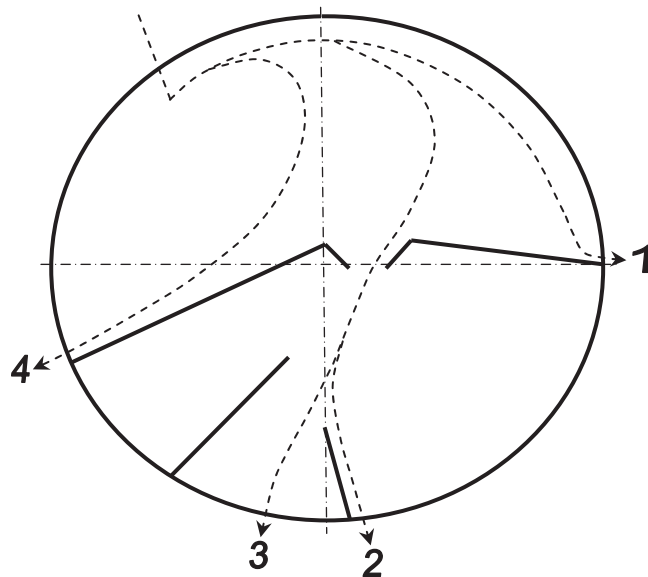


Рис. 1.39. Схема карусельної гірки [26]:

1 – шорстке насіння; 2 та 3 – проміжні фракції; 4 – гладке кулеподібне насіння

Для очищення зерна використовують різні види очисних машин. Відомі машини, що розділяють суміш на фракції за рахунок відцентрових сил [61] та сил електричного поля.

Електрозерноочисна машина (рис. 1.40) складається з коронуючого електроду 1, барабана 2, що обертається, бункера 3, приймачів 4 зерна, щітки 5 і дільників 6.

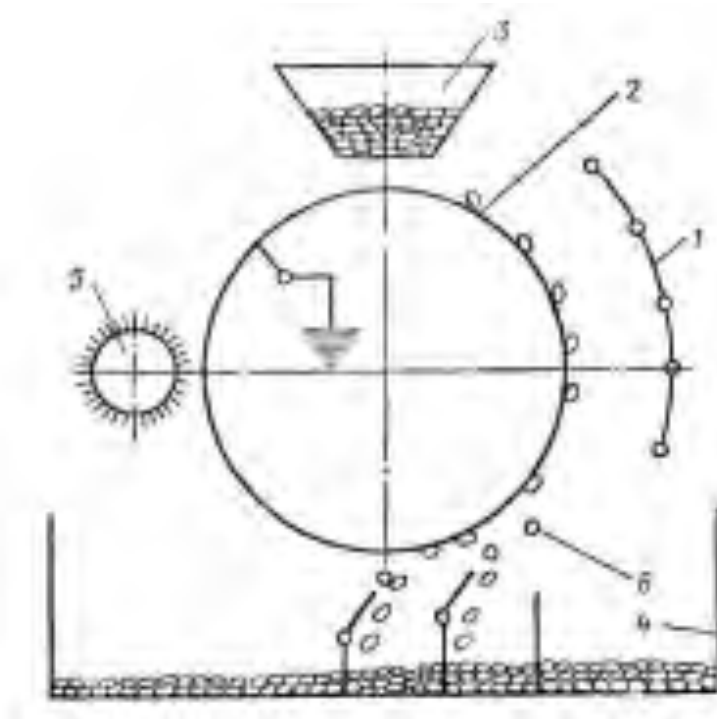


Рис. 1.40. Схема електроочисної машини [2]

Якщо товщина зерна більше першого зазору, то таке насіння оббивається струною дільника 6 в першу фракцію приймача 4. Насіння, товщина якого менше цього зазору, проходить крізь перше сито. Зазор у другій струни менше першого зазору. Досягши цієї струни частина зерна збивається в другу фракцію і т.д. Дрібне насіння, що прилипло до електроду, що обертася, зчищаються з нього щіткою 5.

Отже, аналіз способів розділення показав, що для калібрування яєць зернової молі в біотехнологічному процесі виробництва ентомологічного препарату трихограми необхідно використовувати відцентрові, електростатичні

та пневматичні калібратори, з врахуванням того, що об'єкт розділення являється живий організм.

1.4. Аналіз теоретичних досліджень, що описують процеси калібрування

Враховуючі той факт, що наша увага була зосереджена саме на пневматичному розділенні, тому й аналіз теоретичних досліджень буде стосуватись лише цього способу.

Принцип очищення, або розділення зернових сумішей, та і яєць зернової молі повітрям полягає у виборі режимів руху повітряного потоку в каналі машини в залежності від аеродинамічних властивостей часток суміші.

Повітря це механічна суміш газів і водяних парів. Воно підкоряється тим же фізичним законам, що й газові суміші. Основною величиною, яка визначає фізичний стан повітря, є його щільність ρ [135]:

Рух яєць відносно повітряного середовища викликає силу взаємодії між ними та повітрям, яку називають силою опору. Розпізнають три випадки:

1. яйце нерухоме й обдувається повітряним потоком;
2. яйце рухається у нерухомому повітрі;
3. яйце рухається під дією будь-яких сил у повітряному потоці.

Для визначення цієї сили, як правило, користуються формулою [73, 89, 135, 140]:

$$R = kF\rho v^2, \quad (1.2)$$

де R – сила опору (сила дії на частку), Н;

ρ – густина повітря, кг/м³;

F – міделевий перетин частинки, яку обтікає повітря (площа проекції частинки на площину, яка перпендикулярна до швидкості руху), м²;

v – відносна швидкість частки, або швидкість обтікання частки повітрям, м/с;

k – коефіцієнт аеродинамічного опору, від.од.

У загальному випадку частка, яка знаходиться у повітряному потоці і знаходиться під дією сил, буде рухатись в напрямку дії результуючої сили P , яка є сумою сили опору R та ваги частки G (рис. 1.41).

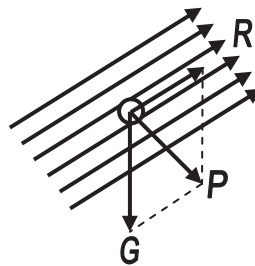


Рис. 1.41. Схема дії сил на частку в похилому повітряному потоці [35, 103, 135]

У вертикальному висхідному повітряному потоці сила опору (сила дії повітря на частку) і вага частки спрямовані у протилежні боки, тому дві частки різної ваги і різної сили опору можуть бути розділені так, що одна опуститься у низ, а друга підніметься у вгору (рис. 1.42).

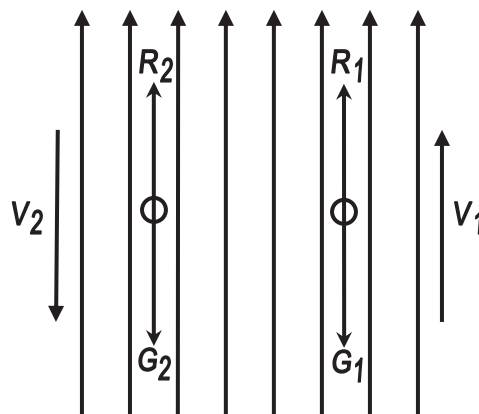


Рис. 1.42. Схема дії сил на частку у вертикальному повітряному потоці [103, 135]

У вертикальному повітряному потоці можна відрегулювати швидкість повітряного струменю (швидкість обтікання) таким чином, що частка (зернина), яка знаходиться у цьому струмені, буде зависати. Тоді сила ваги G стає рівною силі опору R . Цю швидкість називають швидкістю зависання частки (зернини). Вона є важливим показником технологічних процесів очищення та сортування.

Отже, різноманітність аеродинамічних властивостей часток суміші (зерна, насіння та інших домішок), до яких відносять швидкість зависання, коефіцієнт опору та коефіцієнт парусності, покладено в основу розділення зернової суміші повітрям.

Для визначення швидкості зависання частки у вертикальному повітряному потоці, запишемо диференціальне рівняння руху її вгору [124, 135]:

$$m \frac{dv}{dt} = R - G, \text{ а при русі униз } m \frac{dv}{dt} = G - R.$$

Якщо частка знаходиться у повітряному потоці у завислому стані, тобто відсутності її руху уверх або вниз, то прискорення $\frac{dv}{dt} = 0$ і $R = G$. Тоді швидкість v_z повітряного потоку, яка відповідає цьому стану, називають критичною, або швидкістю зависання. Цю швидкість визначають з формули $R = kF\rho v_z^2 = G$ [73], звідси

$$v_z = \sqrt{\frac{G}{kF\rho}}. \quad (1.3)$$

Міделе́вий перетин яєць складно виміряти експериментальним шляхом, оскільки форма, стан поверхні і розташування центру тяжіння визначатимуть прагнення тіла, що рухається в повітряному потоці, обертатись, тобто весь час змінювати площу міделевого перетину. Тільки застосування швидкісної кінозйомки може дати уявлення про дійсну величину міделевого перетину.

Практично важко визначити коефіцієнт опору, тому поряд з ним використовують ще один показник, який визначає здатність частки в цілому чинити опір повітряного потоку заданої швидкості. Це коефіцієнт парусності. Його визначають наступним чином: закріплюють нерухомо у повітряному потоці зернину (частку) і заміряють силу R дії повітряного потоку на зернину [26, 135]. У цьому випадку абсолютна швидкість зернини дорівнює нулю, а у формулі для R приймають швидкість v – повітряного потоку. Прискорення, яке при цьому надається вираховується за формулою [35, 78, 135]:

$$j = \frac{R}{m} = \frac{k\rho F v^2}{mg} = \frac{k\rho F v^2}{G}, \quad (1.4)$$

Величина $\frac{k\rho F}{G} = k_n$ є коефіцієнтом парусності, за допомогою якого визначають здатність частинки чинити опір повітряному потоку.

Існують різні варіанти визначення цього коефіцієнту різними вченими [103], які наведені в табл. 1.9:

Таблиця 1.9

Коефіцієнти, що були запропоновані різними авторами

Автор	Рік видання	Найменування коефіцієнту	Формула
Хитрово В.Н.	1912	Коефіцієнт парусності	$k_0 = \frac{F}{G}, \text{ м}^2/\text{кг}$
Бреннер В.	1928	Коефіцієнт польоту	$k_0 = \frac{G}{kF}, \text{ кг/м}^2$
Гиршсон В.Я.	1929	Коефіцієнт обтікання	$k_0 = \frac{G}{0,124vF}, \text{ кг с/м}^3$
Барков К.М.	1935	Коефіцієнт парусності	$k_0 = \frac{kF\rho g}{G}, \text{ 1/м}^2$
Лурье А.И.	1937	Льотний коефіцієнт	$k_0 = \frac{kv^2}{G}, \text{ м}^2/\text{с}^2 \text{ кг}$
Ульрих Н.Н.	1937	Коефіцієнт питомої парусності	$k_0 = \frac{\rho V}{kF}, \text{ кг/м}^2$

Якщо вільна частка знаходиться завислою у повітряному потоці, то $\nu = \nu_3$ і $R=G$. Отже, $G = mk_n \nu_3^2$. Враховуючи, що $\frac{G}{m} = g = k_n \nu_3^2$, отримаємо [78]:

$$\nu_3 = \sqrt{\frac{g}{k_n}}. \quad (1.5)$$

Тиц З. Л. [103] визначає швидкість зависання в повітряному потоці по формулі:

$$\nu_3 = \sqrt{\frac{2gG}{k\rho F}}, \quad (1.6)$$

де G – вага частинки, кг.

При проектуванні вертикального повітряного каналу необхідно правильно вибрати робочі швидкості повітряного потоку по наявним характеристикам вихідної суміші, призначеної для очищення (критична швидкість основної культури і домішок); встановити потрібну кількість повітря V (м³/с) для обробки матеріалу по заданій подачі зернової суміші q кг/с; визначити втрати статичного натиску по каналах і повітропроводах.

В працях Всесоюзного науково-дослідного інституту сільськогосподарського машинобудування [32], а саме Волкова В. А. про траєкторію польоту тіла, кинутого під кутом α_0 до горизонту зазначено (рис. 1.43), що найбільш частіше зустрічаються випадки, коли опір середовища пропорційний квадрату швидкості і дорівнює:

$$R = c_x S \frac{\rho v^2}{2}, \quad (1.7)$$

де c_x – коефіцієнт лобового опору тіла даної форми, від.од.;

S – площа поперечного перетину тіла, що перпендикулярна до напрямлення його руху, м²;

ρ – щільність середовища, в якому відбувається рух, кг/м³;

v – величина швидкості, м/с.

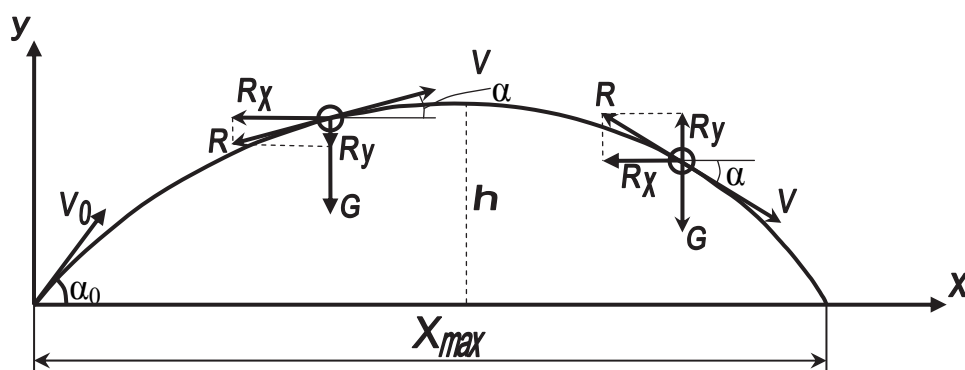


Рис. 1.43. Траєкторія польоту тіла, кинутого під кутом α_0 до горизонту

Так як величина c_x , S , ρ при рішенні поставленої задачі приймаються постійні, то можна вважати, що сила опору пропорційна деякому коефіцієнту $\lambda = c_x S \frac{\rho}{2}$ та квадрату швидкості $R = \lambda v^2$. В нашому випадку яйце зернової молі потрапляє в горизонтальний повітряний потік і рухається по спадаючій траєкторії, тому буде відрізнятись від траєкторії яка була наведена на рис. 1.43.

Голуб Г. А. [36] проводив дослідження параметрів траєкторії польоту частинок компосту в залежності від їх розмірів та початкової швидкості та отримав рішення системи диференціальних рівнянь у вигляді степеневого ряду Тейлора, яке має вигляд:

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{\cos \alpha_0}{k_2} \left(\sum_{n=1}^n \frac{(k_2 v_0 t)^n}{n} (-1)^{n-1} \right) + \\
 &+ \frac{\sin 2\alpha_0}{12} \left[\frac{gt^2}{2} + \frac{g}{k_2^2 v_0^2} \left(\sum_{n=1}^n (2n-1) \frac{(k_2 v_0 t)^{n+1}}{n+1} (-1)^n \right) \right] + \Delta x, \\
 y &= \frac{\sin 2\alpha_0}{12} \left(\sum_{n=1}^n \frac{(k_2 v_0 t)^n}{n} (-1)^{n-1} \right) - \frac{gt^2}{2} \left(1 + \sum_{n=1}^n \frac{(k_2 v_0 t)^n}{n+2} (-1)^n \right) + \\
 &+ \frac{g \sin^2 \alpha_0}{6 k_2^2 v_0^2} \left(\sum_{n=1}^n (2n+1) \frac{(k_2 v_0 t)^{n+2}}{n+2} (-1)^{n+1} \right) + \Delta y,
 \end{aligned} \tag{1.8}$$

де k_2 – коефіцієнт пропорційності, відн. од.;

v_0 – початкова швидкість польоту частинки, м/с;

t – час польоту частинки, с;

Δ_x, Δ_y – сума залишкових членів ряду Тейлора, які визначають похибку розрахунку траєкторії польоту частинок компосту, м.

Але слід відмітити, що не існує єдиної думки про розуміння поняття парусності та в яких одиницях вона вимірюється. Академік Мальцев А. І. [26, 71], наприклад, розглядає парусність як відношення площі S найбільшого перетину тіла до його ваги G в грамах.

Також до фізико-механічних властивостей яєць зернової молі, які досліджувались, відносяться наступні показники коефіцієнт щільності яєць зернової молі, які були заражені трихограмою, з підвищенням вологості зростає від 1,08 (при 50 % вологості) до 1,17 (при 90 %), а насипна щільність при цьому зменшується з 0,36 до 0,32 г/см³.

До цих властивостей відноситься статичне і динамічне навантаження, які мають наступні дані: допустиме навантаження на стискання заражених яєць трихограмою за 0,5 діб до відродження імаго складає менше 1 г, а яйця зернової молі витримують навантаження біля 30 г [7].

Відомо, що ударне навантаження яйця зернової молі, які були паразитовані трихограмою, рухаючись зі швидкістю 20 м/с, травмуються після прямого удару о металеву перешкоду [7].

Отже, аналіз теоретичних досліджень процесів пневматичного калібрування показав, що вони охоплювали вивчення властивостей зерна, а дослідження яєць зернової молі стосувались лише вже паразитованих трихограмою, а цього не достатньо, щоб визначити траєкторії руху яєць в повітряному потоці, а тому необхідно провести додаткові дослідження.

1.5. Висновки по розділу 1 і задачі досліджень

Аналіз технологічного процесу виробництва ентомологічного препарату трихограми, а також існуючого обладнання, яке використовується при калібруванні, а також режимів розділення яєць фітофагів на фракції, дозволяє зробити наступні висновки:

1. Вітчизняний та зарубіжний досвід розведення ентомологічного препарату трихограми на крупних яйцях господарів засвідчує те, що відбувається покращення її якісних показників, тому операція калібрування є невід'ємною частиною біотехнологічного процесу виробництва маточної та товарної культури трихограми.

2. Недостатня якість калібрування яєць фітофагів призводить до погіршення якісних показників ентомологічного препарату трихограми, в результаті чого втрачається його ефективність, що призводить до зниження його об'ємів використання в біологічному захисті рослин, а це, в свою чергу, призводить до збільшення використання хімічних препаратів, а відповідно й до погіршення екологічного стану навколишнього середовища.

3. Аналіз існуючих способів калібрування та очищення яєць фітофагів показав, що обладнання, яке використовується для розділення їх на фракції, в більшості випадків, існує лише з пневматичними системами. Дослідження проводили лише стосовно процесу пересування паразитованих яєць зернової молі трихограмою по трубопроводам до ежекторів пристрою для розселення препарату. Дослідження ці стосувались переміщення дозованої порції біоматеріала по зворотньо-кільцевому каналу, а не поодиноких яєць з урахуванням їх об'ємів. У зв'язку з цим процес калібрування саме яєць зернової молі, які масово використовуються при виробництві трихограми, необхідно удосконалювати в напрямку підвищення його ефективності.

4. Дослідження фізико-механічних властивостей яєць зернової молі, які не були паразитовані трихограмою, стосувались лише вагових показників та

допустимого навантаження, а цього недостатньо при визначенні траєкторій їх руху в повітряному потоці.

5. Для підвищення якості калібрування, яка виражається через імовірність добору крупних яєць необхідно провести теоретичні та експериментальні дослідження процесу калібрування яєць зернової молі з метою визначення оптимальних конструкційно-технологічних параметрів та режимів роботи обладнання, яке використовується при їх калібруванні.

Використовуючи досягнення, які існують при калібруванні яєць зернової молі, необхідно поставити та вирішити наступні задачі:

- дослідити вплив конструкційно-технологічних параметрів калібратора на динаміку руху яєць зернової молі в повітряному потоці;
- визначити фізико-механічні властивості яєць зернової молі, які впливають на процес їх калібрування;
- експериментально визначити вплив параметрів та режимів роботи пневматичного калібратора яєць зернової молі на якість його роботи;
- встановити вплив операції калібрування яєць зернової молі на якісні показники ентомологічного препарату маточної культури трихограми;
- виконати техніко-економічну оцінку ефективності використання удосконаленого калібратора яєць зернової молі.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПНЕВМАТИЧНОГО КАЛІБРУВАННЯ ЯЄЦЬ ЗЕРНОВОЇ МОЛІ

Біотехнологічний процес виробництва ентомологічних препаратів включає в себе операцію пневматичного калібрування яєць фітофагів. Виробництво ентомологічного препарату трихограми, що використовується в біологічному захисті рослин, проводиться на яйцях зернової молі, від якості яких залежить і якість самого препарату. Під якістю яєць зернової молі розуміють їх чистоту та відповідний об'єм.

При проведенні порівняльних досліджень по якості калібрування був взятий пневматичний спосіб (калібратор), відцентровий (диск) та електростатичний (електросепаратор) (рис. 2.1) [100].



Рис. 2.1. Пневматичний калібратор, електросепаратор та диск

На рис. 2.2 – 2.4 показано результати розподілу яєць зернової молі по фракціях при калібруванні різними способами.

На рис. 2.5 – 2.7 показана порівняльна оцінка роботи калібраторів по розділенню на три фракції за різними розмірами яєць зернової молі. Як видно із рис. 2.5 відокремлення конгломератів від загальної маси найкраще здійснює пневматичний калібратор, тому що їх в першу фракцію потрапило 80 %, а відцентровий та електростатичний забезпечують надходження в першу фракцію менше 60 % конгломератів. В другу фракцію, при пневматичному

калібруванні, потрапило також найбільше конгломератів. В першій фракції при пневмокалібруванні майже всі конгломерати склались із 3 та більше яєць, а в другій майже всі конгломерати склались з 2 яєць.

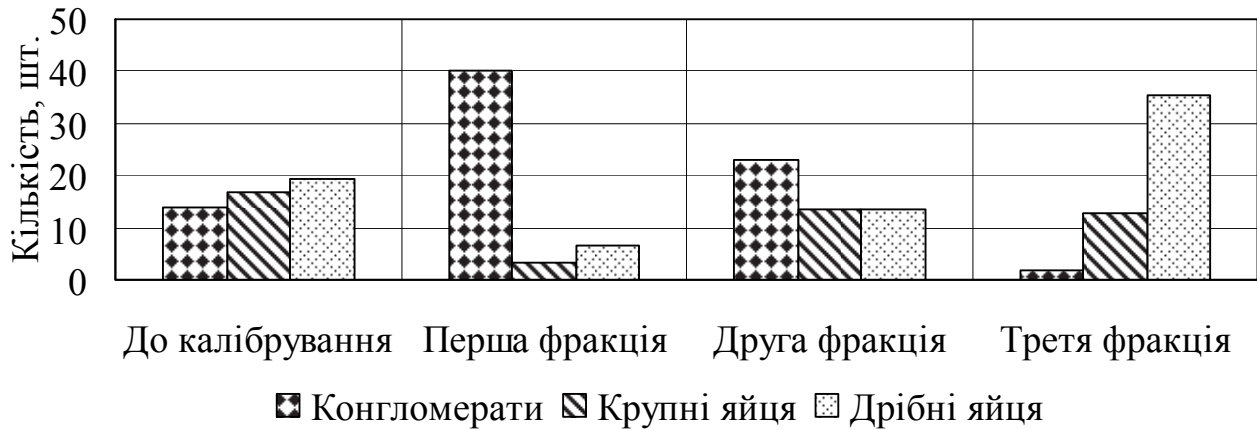


Рис. 2.2. Діаграма розподілу яєць зернової молі після пневматичного калібрування

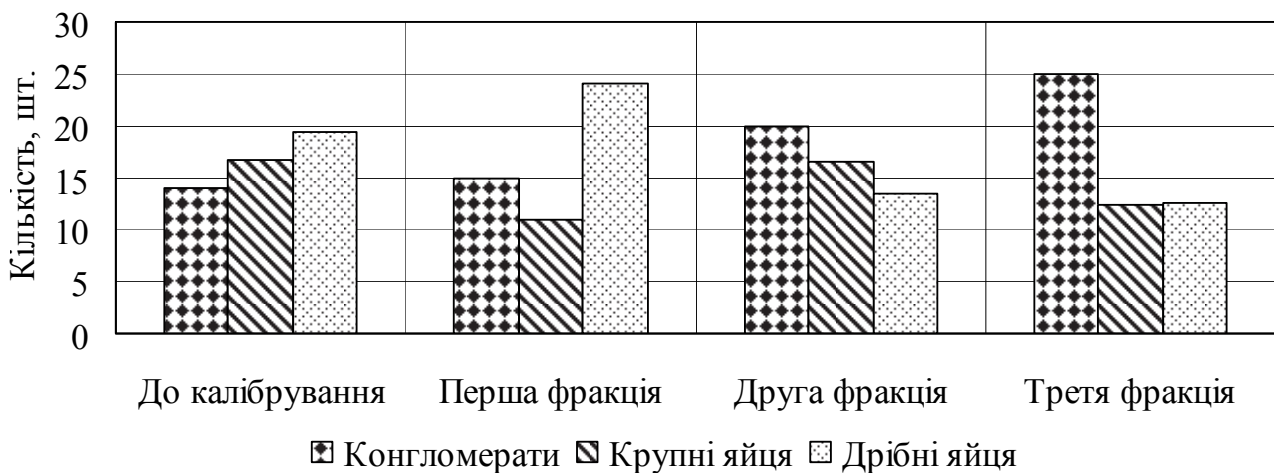


Рис. 2.3. Діаграма розподілу яєць зернової молі після електростатичного калібрування

Отримання крупних яєць, а саме в другій фракції, найкраще забезпечує відцентровий калібратор (рис. 2.6), але значна кількість крупних яєць потрапила також і в третю фракцію.

Що стосується конгломератів та дрібних яєць – перевага пневматичного способу була суттєвою, а тому було прийнято рішення про вдосконалення саме пневматичного калібратора.

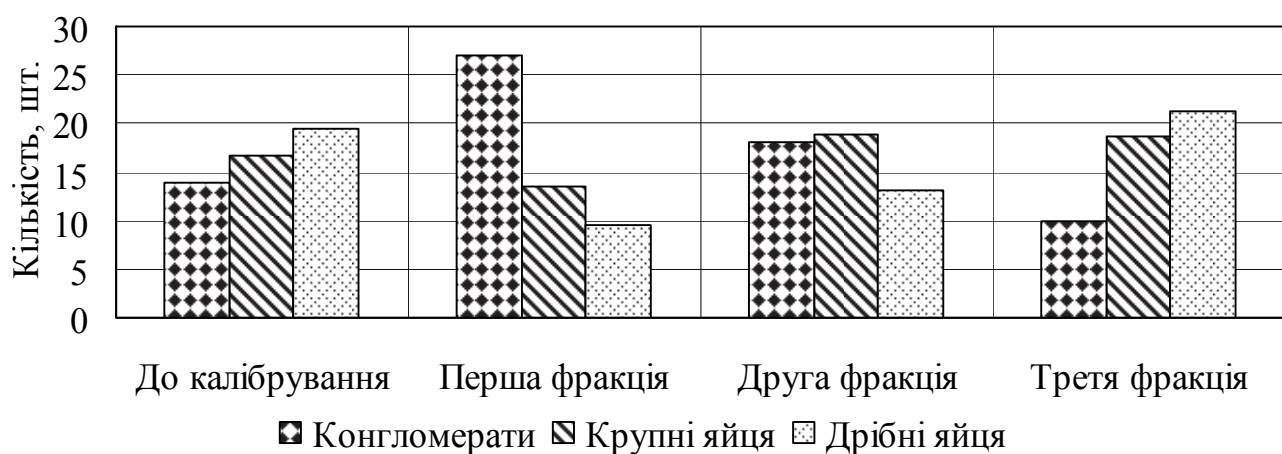


Рис. 2.4. Діаграма розподілу яєць зернової молі після відцентрового калібрування

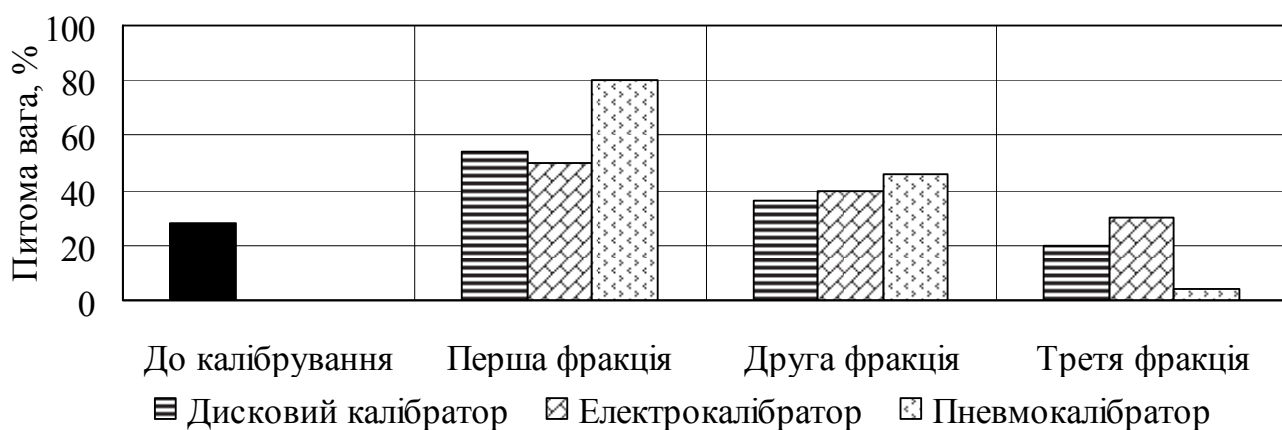


Рис. 2.5. Питома вага отримання конгломератів яєць зернової молі

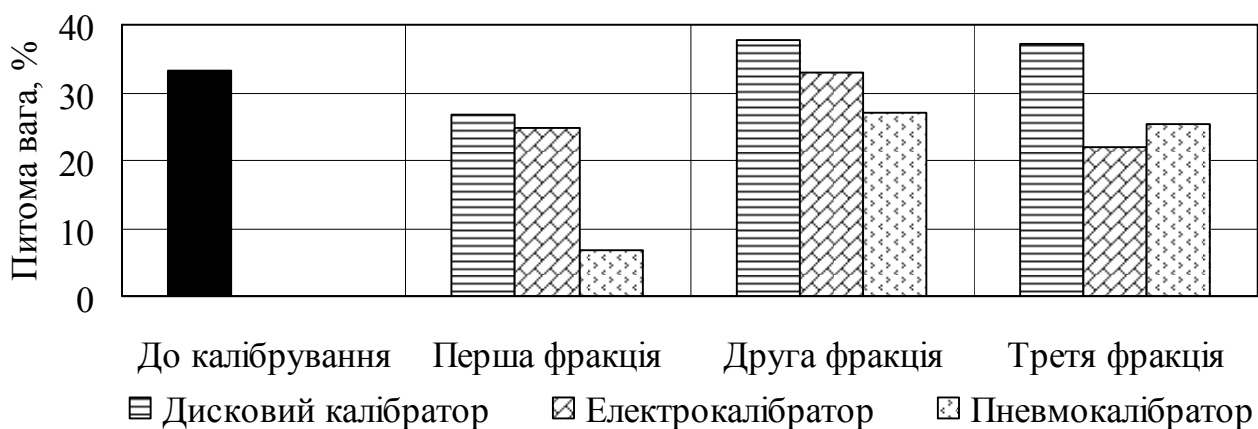


Рис. 2.6. Питома вага отримання крупних яєць зернової молі

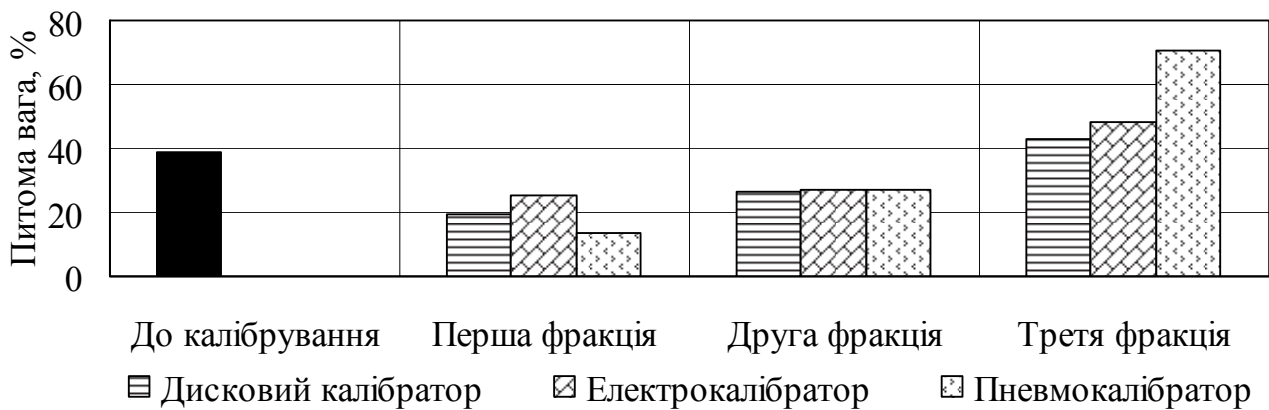


Рис. 2.7. Питома вага отримання дрібних яєць зернової молі

Зрозуміти технологічний процес пневматичного калібрування яєць зернової молі неможливо без проведення досліджень впливу конструкційних параметрів та режимів роботи калібратора на якісні показники. Тому, метою проведених теоретичних досліджень є вивчення процесу роботи калібратора яєць зернової молі, обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів, встановлення закономірностей процесу розділення яєць зернової молі на фракції в повітряному потоці в залежності від їх фізико-механічних властивостей для використання результатів у подальших експериментальних дослідженнях.

Провівши попередні дослідження було визначено якісні показники роботи калібратора з пневматичним способом розділення на фракції яєць зернової молі. До калібрування суміш яєць складалась з 28 % конгломератів, 34 % крупних та 38 % дрібних яєць. Як видно із табл. 2.1 після калібрування із 28 % конгломератів у перший контейнер потрапило 17 %, а інша частина у другий та третій контейнер. У другий контейнер, куди мали потрапити крупні яйця, потрапило 16 % з 34 %, незначна частина потрапила у перший контейнер – 4 %, а інша у третій – 14 %. З дрібних яєць зернової молі з 38 % у третій контейнер потрапило 24 %, а 14 % – в інші фракції.

Експлуатація пневматичного калібратора виявила наступні конструкційно-технологічні недоліки: по-перше відсутнє обґрунтування кута подачі яєць у повітряний потік; по-друге існує складність у регулюванні

швидкості повітряного потоку таким чином, щоб в першу фракцію потрапляли лише конгломерати яєць, оскільки конгломерати можуть складатися з 2-х, 3-х та більше 10-ти яєць; по-третє плоска перегородка між приймаючими контейнерами перерозподіляє яйця зернової молі на фракції, що не відповідають їх розмірам [100].

Таблиця 2.1

Оцінка роботи калібратора яєць зернової молі

Фракції яєць зернової молі	Уміст від кількості яєць в контейнері, %	Уміст від загальної кількості, %
I контейнер		
Конгломерати	80	17
Крупні	7	4
Дрібні	13	4
II контейнер		
Конгломерати	46	10
Крупні	27	16
Дрібні	27	10
III контейнер		
Конгломерати	4	1
Крупні	25	14
Дрібні	71	24

Таким чином, процес розділення яєць зернової молі у повітряному потоці потребує додаткових досліджень для обґрунтування параметрів калібратора.

2.1. Обґрунтування показника якості калібрування яєць зернової молі

Використання яєць низької якості при розведенні 2-3 наступних один за одним поколінь призведе до виродження комах і втраті культури. Виховання трихограми на яйцях високої якості забезпечує ведення культури протягом ряду років.

Аналіз літературних джерел показав, що між кількістю відкладених яєць та їх величиною, а також розміром та вагою самок зернової молі встановлена пряма залежність.

Праця відділу захисту рослин Всесоюзного науково-дослідного інституту біологічних методів захисту рослин [111], де зазначають, що по довжині тіла самок або їх вазі показники якості популяцій зернової молі ділять на 4 групи, які відповідають різним технологіям її розведення на зерні ячменю (табл. 2.2).

Режим вирощування вважається задовільним, коли середня довжина самок зернової молі більше 6,4 мм або середній вазі більше 6,7 мг. Аналіз якості рекомендують проводити двічі на 2-4 і 7-10 день інтенсивного льоту популяції [111].

Таблиця 2.2

Показники популяцій зернової молі

№ п/п	Оцінка режиму вирощування зернової молі	Довжина тіла самок, мм	Вага самок, мг	Потенційна плодючість яєць, мм ³	Середній об'єм яєць, мм ³
1	Серйозні порушення	Менше 5,9	Менше 5,2	Менше 108	Менше 0,0217
2	Вагомі порушення	5,9-6,5	5,2-6,8	108-142	0,0231±0,0016
3	Слабкі порушення	6,5-7,1	6,8-8,4	142-179	0,0263±0,0016
4	Без порушень	Більше 7,1	Більше 8,4	Більше 179	Більше 0,0279

Виміряють розміри зернової молі безпосередньо в пробірках за допомогою вимірювальної лупи або біокуляра з вимірювальною лінійкою. Розмір метеликів визначають від початку до кінця брюшка з точністю до 0,1 мм. Для підрахунку середньої довжини тіла потрібно провести виміри від 20 до 25 самок зернової молі.

Ці висновки дали можливість встановити мінімальний об'єм крупних яєць зернової молі для виробництва маточної культури трихограми, який становив 0,0247 мм³, відповідно якщо об'єм менший, то їх відносять до дрібних яєць.

У своїх розрахунках ми використовуємо розміри яєць, а саме довжину і ширину, за допомогою яких вираховуємо об'єм яєць. Для підрахунку об'єму використовуємо формулу витягнутого еліпсоїда:

$$V = \frac{4}{3} \pi a b c, \quad (2.1)$$

де V – об'єм яйця зернової молі, мм^3 ;

a – половина довжини еліпсоїда, мм ;

b – половина ширини еліпсоїда, мм ;

c – половина товщини еліпсоїда, мм .

Візьмемо $a = \frac{L}{2}$, а $b = c$, то $b = \left(\frac{B}{2}\right)^2$, тоді формула 2.1. приймає вигляд:

$$V = \frac{\pi L B^2}{6}, \text{ мм}^3. \quad (2.2)$$

Показником мінливості об'єму яєць в усіх їх сукупності лежить варіаційний ряд або варіаційна крива, що складена шляхом масового виміру розмірів яєць (в нашому випадку 100 шт.). Встановлюють в результаті замірів та підрахунків найменших та найбільших об'ємів. Приклад варіаційної кривої показаний на рис. 2.8. По осі абсцисі відкладені об'єми яєць, а по осі ординат – відносна частота яєць.

З аеродинамічних властивостей яєць найбільш характерним, так як і для зерна, у вертикальному повітряному потоці являється критична швидкість, що утримує їх у завислому стані (швидкість зависання). Якщо тонкий шар маси яєць з домішками, які мають різні швидкості зависання, піддати впливу повітряного потоку певної швидкості, то далі будуть віднесені ті частини, які мають меншу швидкість зависання.

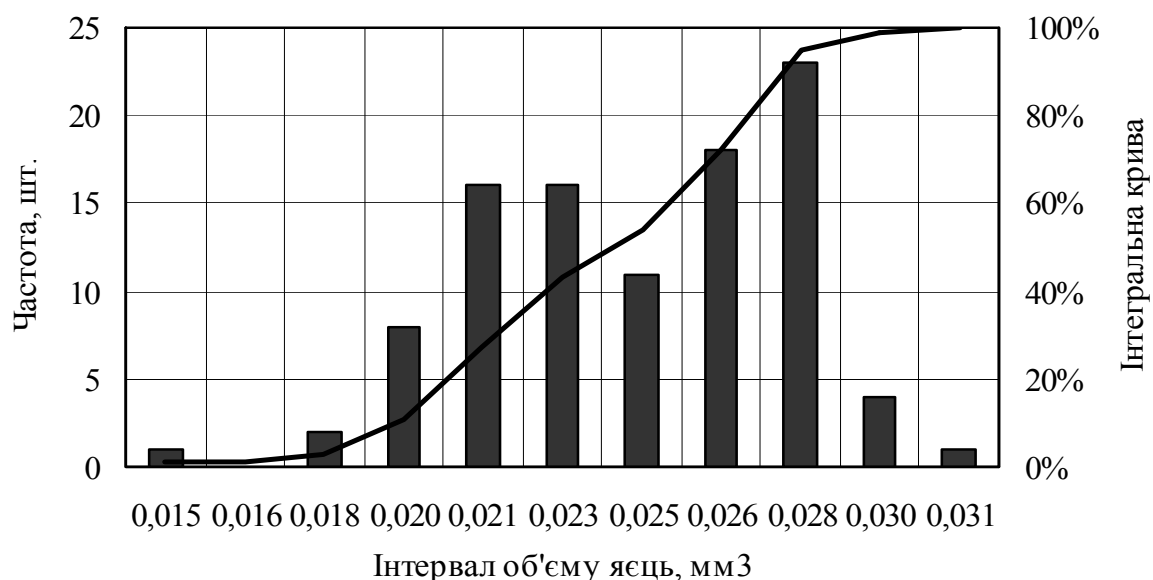


Рис. 2.8. Варіаційна крива мінливості об'єму яєць зернової молі

Таким чином, якісні показники ентомологічного препарату трихограми залежать від крупності яєць зернової молі. Метою аналітичних досліджень є встановлення мінімальних меж об'ємів крупних яєць зернової молі, що дозволить встановлювати якість їх розділення в повітряному потоці та встановити залежності, які характеризують процес калібрування.

2.2. Дослідження закономірностей руху яєць зернової молі в повітряному потоці під час калібрування

Перед тим, як потрапити в камеру розділення калібратора (рис. 2.8) яйця зернової молі 1 після проходження похилої поверхні стабілізуючого патрубку 2 потрапляють в вертикальний канал 3, а враховуючі те, що яйця та домішки мають різні об'єми, а відповідно і властивості, тому і потрапляють у камеру розділення 4 кожен зі своєю швидкістю та прискоренням. Ці нюанси спонукають до необхідності проведення теоретичних досліджень закономірностей, які визначають рух яєць у вертикальному каналі стабілізуючого патрубку в залежності від конструкційно-технологічних параметрів калібратора.

На рис. 2.9. показана схема дії сил на яйце в вертикальному каналі стабілізуючого патрубку [96].

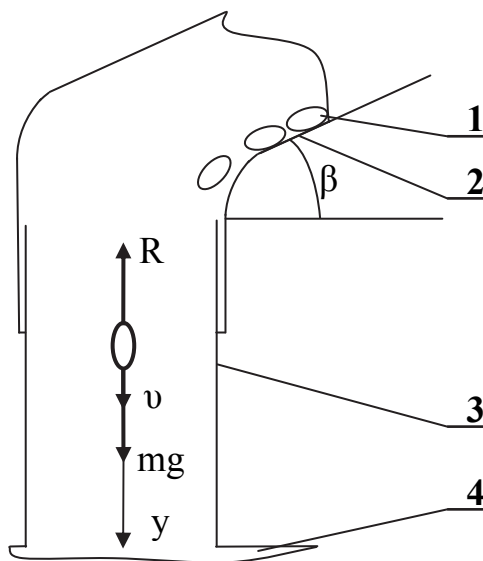


Рис. 2.9. Схема дії сил на яйце в вертикальному каналі патрубка

На яйце, що потрапляє у вертикальну частину патрубка діє сила тяжіння G та сила опору повітря R , яка направлена в протилежному напрямку від сили тяжіння.

Загальновідомо, що тіло здатне в цілому чинити опір повітряному потоку встановленої швидкості, цей показник називається коефіцієнтом парусності K_n , але слід відмітити, що коефіцієнт парусності, як зазначає Кукібний А. А. [84] прийнято визначати в залежності від швидкості зависання $v_{зав}$. Значною мірою швидкість зависання визначається крупністю компонентів. Це пояснюється тим, що при зменшенні розмірів тіла об'єм його зменшується в третій степені, а поверхня – в другій. Відповідно, яйця, що рухаються та інші компоненти фракції потоку яєць однакової форми і рівної питомої ваги зустрічають тим більший опір повітря, віднесений до одиниці маси яйця, чим дрібніші останні. Швидкість зависання неправильних тіл рекомендують визначати шляхом заміни їх еквівалентним шаром, маса якого дорівнює масі тіла. Загальновідомо, що в значній мірі величина швидкостей зависання визначається крупністю компонентів. При визначенні закономірностей руху у повітряному середовищі

замість коефіцієнта парусності скористаємося коефіцієнтом пропорційності [38, 36]:

$$k = \frac{3c\rho_n}{4\rho d_e}, \quad (2.3)$$

де k - коефіцієнт пропорційності, м^{-1} ,

c – коефіцієнт опору кулі, який при числах Рейнольдса від $1,5 \cdot 10^3$ до $14,5 \cdot 10^3$ приблизно однаковий і дорівнює $c = 0,4$, відносних од.;

ρ_n - густина повітря, кг/м^3 ;

ρ - густина яєць, кг/м^3 ;

d_e – діаметр еквівалентної кулі, м.

Загальновідомо, що діаметр еквівалентної кулі визначається за формулою:

$$d_e = 1,24 \sqrt[3]{\frac{m}{\gamma_k}}, \quad (2.4)$$

де m – маса яєць, кг ;

γ_k – щільність маси матеріалу кулі, кг/м^3 .

Загальновідомо [67], що швидкість падіння тіл у повітряному середовищі визначається за виразом:

$$v = \sqrt{\frac{g}{k} \frac{b \exp(2t\sqrt{gk}) - 1}{b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1}}, \quad (2.5)$$

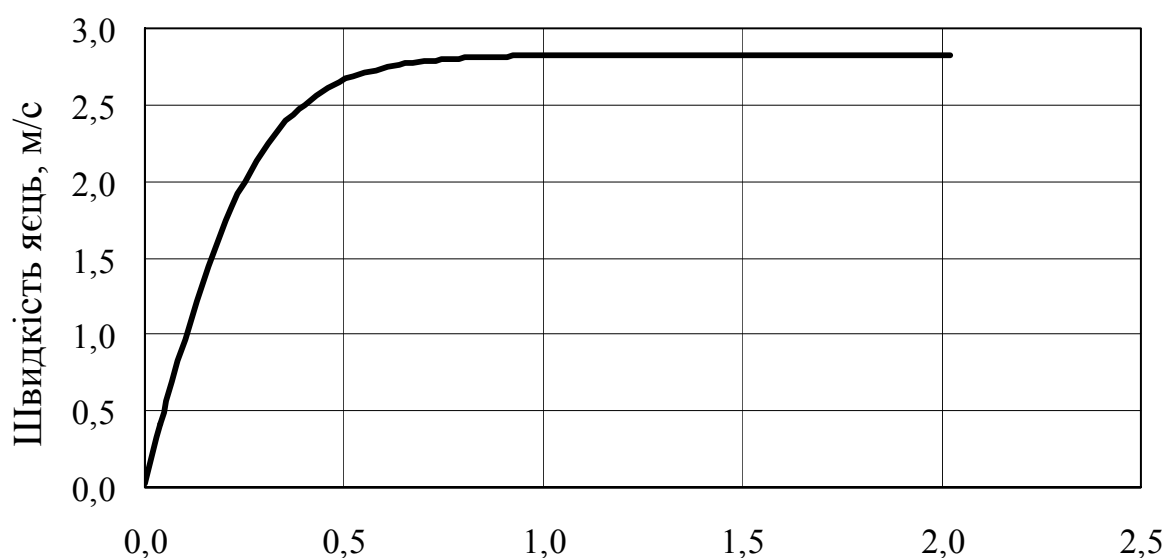
де t – час падіння, с ;

b – постійна величина, яка була введена для спрощення розрахунку, відн. од., що розраховувалась за формулою:

$$b = \frac{\sqrt{g} + v_0 \sqrt{k}}{\sqrt{g} - v_0 \sqrt{k}}, \quad (2.6)$$

де v_0 – початкова швидкість яєць зернової молі в вертикальному каналі стабілізуючого патрубка, м/с.

На рис. 2.10 приведено графік зміни швидкості яєць у вертикальному каналі стабілізуючого патрубка в залежності від часу, з якого бачимо, що розгін яєць відбувається за час близько 0,5 с, а за 1 с швидкість стає майже постійною.



Час пролітання яйця вертикальної частини ратрубка, с

Рис. 2.10. Динаміка швидкості яєць у вертикальному каналі стабілізуючого патрубка калібратора

Загальновідомо, що тіло, яке кинуте з певної висоти має прискорення, але як довго воно існує і як змінюється протягом польоту яєць зернової молі визначимо шляхом розв'язання рівняння:

$$a = \frac{dv}{dt} = \sqrt{\frac{g}{k}} \left[\frac{(b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1) 2b\sqrt{gk} \exp(2t\sqrt{gk})}{(b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1)^2} - \frac{(b \exp(2t\sqrt{gk}) - 1) 2b\sqrt{gk} \exp(2t\sqrt{gk})}{(b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1)^2} \right], \quad (2.7)$$

або

$$a = \sqrt{\frac{g}{k}} \frac{2b\sqrt{gk} \exp(2t\sqrt{gk}) (b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1 - b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1)}{(b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1)^2}. \quad (2.8)$$

Кінцеве рівняння для прискорення падіння становитиме:

$$a = \sqrt{\frac{g}{k}} \frac{4b\sqrt{gk} \exp(2t\sqrt{gk})}{(b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1)^2}, \quad (2.9)$$

або

$$a = \frac{4bg \exp(2t\sqrt{gk})}{(b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1)^2}. \quad (2.10)$$

За допомогою рівняння (2.10) на рис. 2.11 можна побачити, що прискорення яєць у вертикальному каналі буде різко зменшуватися упродовж 0,5 с, а за секунду вже буде майже постійним.

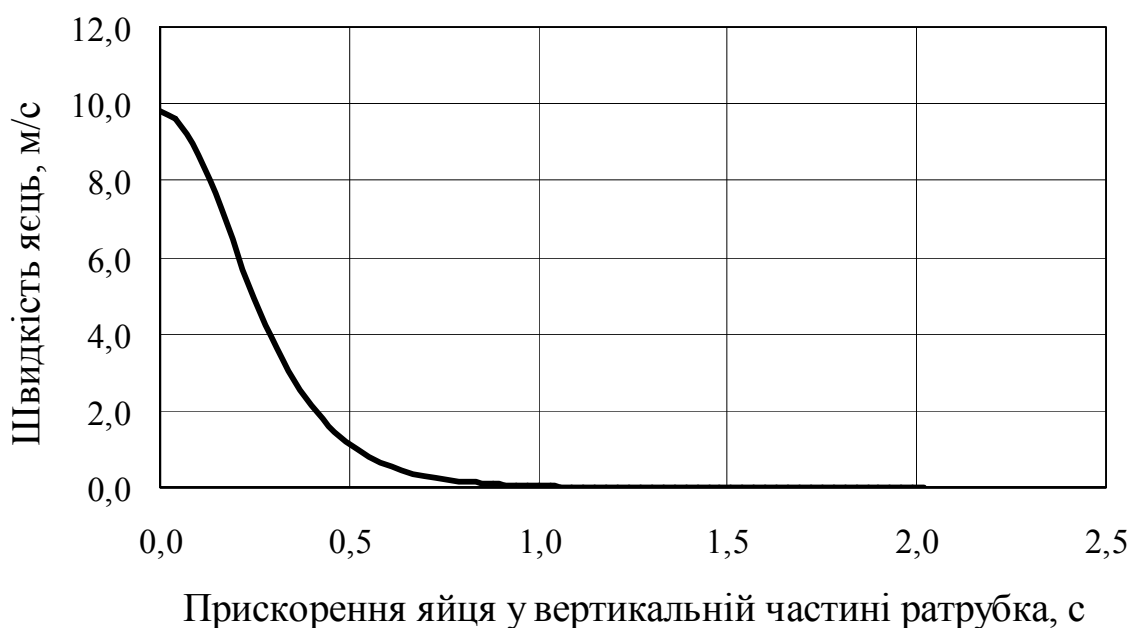


Рис. 2.11. Зміна прискорення падіння яєць у вертикальному каналі

Далі з рівняння (2.5) знаходимо довжину вертикального каналу патрубку, за допомогою якого зможемо визначити висоту вертикального каналу, який вплине на початкову швидкість яєць у камері розділення:

$$\sqrt{\frac{k}{g}}dh = \frac{b \exp(2t\sqrt{gk}) - 1}{b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1} dt. \quad (2.11)$$

Розкладемо праву частину рівняння:

$$\sqrt{\frac{k}{g}}dh = \frac{b \exp(2t\sqrt{gk})}{b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1} dt - \frac{1}{b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1} dt. \quad (2.12)$$

Після перетворень із рівняння (2.12) отримаємо:

$$\sqrt{\frac{k}{g}}dh = \frac{b}{(b \exp(2t\sqrt{gk}) + 1) \exp(-2t\sqrt{gk})} dt - \frac{1}{1 + b \exp(2t\sqrt{gk})} dt. \quad (2.13)$$

Далі рівняння (2.13) прийме вигляд:

$$\sqrt{\frac{k}{g}}dh = \frac{b}{b + \exp(-2t\sqrt{gk})} dt - \frac{1}{1 + b \exp(2t\sqrt{gk})} dt. \quad (2.14)$$

Використовуючи таблицю інтегралів [49] із рівняння (2.13) отримаємо:

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{k}{g}}h \Big|_0^h &= b \left[\frac{t}{b} + \frac{1}{2b\sqrt{gk}} \ln(b + \exp(-2t\sqrt{gk})) \right] \Big|_0^t - \\ &- \left[t - \frac{1}{2\sqrt{gk}} \ln(1 + b \exp(2t\sqrt{gk})) \right] \Big|_0^t. \end{aligned} \quad (2.15)$$

Після скорочень отримаємо:

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{k}{g}}h = & \left[t + \frac{1}{2\sqrt{gk}} \ln(b + \exp(-2t\sqrt{gk})) \right] \Big|_0^t - \\ & - \left[t - \frac{1}{2\sqrt{gk}} \ln(1 + b \exp(2t\sqrt{gk})) \right] \Big|_0^t, \end{aligned} \quad (2.16)$$

або

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{k}{g}}h = & \left[t + \frac{1}{2\sqrt{gk}} \ln(b + \exp(-2t\sqrt{gk})) - \frac{1}{2\sqrt{gk}} \ln(1 + b) \right] - \\ & - \left[t - \frac{1}{2\sqrt{gk}} \ln(1 + b \exp(2t\sqrt{gk})) + \frac{1}{2\sqrt{gk}} \ln(1 + b) \right]. \end{aligned} \quad (2.17)$$

Після подальших перетворень рівняння (2.17) прийме вигляд:

$$\begin{aligned} \sqrt{\frac{k}{g}}h = & t + \frac{1}{2\sqrt{gk}} [\ln(b + \exp(-2t\sqrt{gk})) - \ln(1 + b)] - \\ & - t + \frac{1}{2\sqrt{gk}} [\ln(1 + b \exp(2t\sqrt{gk})) - \ln(1 + b)], \end{aligned} \quad (2.18)$$

або

$$\sqrt{\frac{k}{g}}h = \frac{1}{2\sqrt{gk}} \left[\ln \frac{b + \exp(-2t\sqrt{gk})}{1 + b} + \ln \frac{1 + b \exp(2t\sqrt{gk})}{1 + b} \right]. \quad (2.19)$$

Рівняння (2.19) можна записати наступним чином:

$$h = \sqrt{\frac{g}{k}} \frac{1}{2\sqrt{gk}} \ln \frac{(b + \exp(-2t\sqrt{gk}))(1 + b \exp(2t\sqrt{gk}))}{(1 + b)^2}. \quad (2.20)$$

Після скорочень отримаємо рівняння, яке визначає висоту вертикального каналу патрубку подачі яєць зернової молі у камеру розділення:

$$h = \frac{1}{2k} \ln \frac{2b + b^2 \exp(2t\sqrt{gk}) + \exp(-2t\sqrt{gk})}{(1+b)^2}. \quad (2.21)$$

В нашому випадку яйце пролітає вертикальний канал довжиною 0,025 м за 0,069 с.

Дані формули дозволяють теоретично визначити початкову швидкість яєць зернової молі під час потрапляння їх у камеру розділення, в залежності від довжини вертикального каналу та об'єму яєць.

Після вертикального каналу яйця зернової молі потрапляють у камеру розділення, в якій під дією повітряного потоку відбувається розділення фракції на три контейнери – конгломерати, крупні та дрібні яйця. Процес розділення яєць зернової молі у повітряному потоці потребує проведення додаткових досліджень для обґрунтування параметрів калібратора.

Повітряні системи розрізняють по способу потрапляння повітря в канали – з всмоктувальним, нагнітальним та нагнітально-всмоктувальним потоком. В нашому випадку за рахунок осьового вентилятору повітря всмоктується в камеру розділення і яйця зернової молі рухаючись по стабілізуючому патрубку потрапляють в горизонтальний потік повітря.

Поведінка яєць в повітряному потоці залежить не тільки від їх аеродинамічних властивостей, що визначаються розміщенням, формою, вагою та станом поверхні яєць, але і від напрямку та характеру повітряного потоку, від кількості яєць, що одночасно знаходяться в повітряному потоці.

Аеродинамічні властивості яєць зернової молі, що використовуються з метою очистки та калібрування їх на фракції, визначаються так як і зерна, а саме швидкістю зависання, коефіцієнтом опору та коефіцієнтом парусності. На відмінності саме цих властивостей полягає процес розподілу фракції яєць повітряним потоком.

На рис. 2.12 показана траєкторія руху яйця в горизонтальному повітряному потоці в системі координат із схемою дії сил. Під дією повітряного потоку та сили тяжіння яйце рухається по спадаючій траєкторії зі швидкістю $v_{я}$ [102, 40].

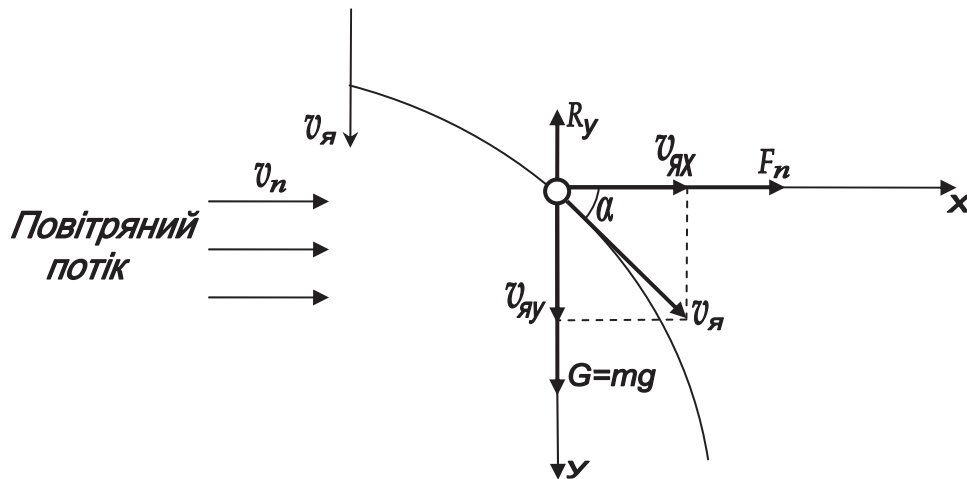


Рис. 2.12. Схема дії сил на яйце в горизонтальному повітряному потоці

Для випадку, коли повітря обтікає частинки турбулентним потоком і сила опору повітря пропорційна швидкості руху частинки в другій системі [84] та з урахуванням значення коефіцієнта пропорційності між силою опору і квадратом швидкості, який включає масу частинки [36], а також того, що швидкість переміщення частинки під дією повітряного потоку визначається різницею між постійною швидкістю повітряного потоку та швидкістю переміщення яйця по осі абсцис з прив'язкою до схеми дії сил по осях x і y , можна записати:

$$F_n = m \frac{3c\rho_n}{4\rho d_e} (v_n - v_{яx})^2, \quad (2.22)$$

$$R_y = m \frac{3c\rho_n}{4\rho d_e} v_{яy}^2, \quad (2.23)$$

де F_n – сила, що виникає від дії повітряного потоку, Н;

$v_{яx}$ - швидкість яєць відносно вісі x , м/с;

R_y – сила опору повітря, яка протидіє силі тяжіння, Н;

$v_{яy}$ - швидкість яєць відносно вісі y , м/с.

Система диференціальних рівнянь руху центра маси яєць на вісі координат має вигляд:

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_n \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = G - R_y. \end{cases} \quad (2.24)$$

Підставивши значення сили опору повітря, та сили, що виникає від дії повітряного потоку у систему диференціальних рівнянь, одержимо:

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x}{dt^2} = m \frac{3c\rho_n}{4\rho d_e} (v_n - v_{яx})^2 \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = mg - m \frac{3c\rho_n}{4\rho d_e} v_{яy}^2, \end{cases} \quad (2.25)$$

або

$$\begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{3c\rho_n}{4\rho d_e} (v_n - v_{яx})^2 = k (v_n - v_{яx})^2 \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = g - \frac{3c\rho_n}{4\rho d_e} v_{яy}^2 = g - k v_{яy}^2. \end{cases} \quad (2.26)$$

Точне рішення системи рівнянь знайти не можливо, а тому скористаємося методом послідовного диференціювання, який дає наближене рішення системи рівнянь у вигляді степеневого ряду Тейлора [79].

Значення першого члена ряду Тейлора впливають з початкових умов

$$\begin{cases} X(0)=0 \\ Y(0)=0. \end{cases} \quad (2.27)$$

Значення першої похідної, при умові, якщо $k = const$ та $v_n = const$

$$\begin{cases} x' = v_{\text{я}} \cos \alpha \\ y' = v_{\text{я}} \sin \alpha \end{cases} \quad \begin{cases} x'(0)=0 \\ y'(0)=v_{\text{я}}. \end{cases} \quad (2.28)$$

Значення другої похідної виражається системою рівнянь:

$$\begin{cases} x'' = k v_n^2 - 2k v_n v_{\text{я}} \cos \alpha + k v_{\text{я}}^2 \cos^2 \alpha \\ y'' = g - k v_{\text{я}}^2 \sin^2 \alpha \end{cases} \quad (2.29)$$

$$\begin{cases} x''(0) = k v_n^2 \\ y''(0) = g - k v_{\text{я}0}^2. \end{cases} \quad (2.30)$$

Третя похідна визначається із системи рівнянь (2.29):

$$\begin{cases} x''' = -2k v_n (v'_{\text{я}} \cos \alpha - v_{\text{я}} \sin \alpha \alpha') + k (2v_{\text{я}} v'_{\text{я}} \cos^2 \alpha - v_{\text{я}}^2 2 \cos \alpha \sin \alpha \alpha') \\ y''' = -k (2v_{\text{я}} v'_{\text{я}} \sin^2 \alpha + v_{\text{я}}^2 2 \sin \alpha \cos \alpha \alpha') \end{cases} \quad (2.31)$$

Для визначення значення $v'_{\text{я}}$ та α' скористаємося системою рівнянь (2.26)

у наступному вигляді:

$$\begin{cases} \frac{dv_{\text{я}x}}{dt} = k v_n^2 - 2k v_n v_{\text{я}x} + k v_{\text{я}x}^2 \\ \frac{dv_{\text{я}y}}{dt} = g - k v_{\text{я}y}^2, \end{cases} \quad (2.32)$$

враховуючи, що $v_{яx} = v_{я} \cos \alpha$, $v_{яy} = v_{я} \sin \alpha$, рівняння (2.32) прийме вигляд:

$$\begin{cases} \frac{dv_{яx}}{dt} = kv_n^2 - 2kv_n v_{я} \cos \alpha + kv_{я}^2 \cos^2 \alpha \\ \frac{dv_{яy}}{dt} = g - kv_{я}^2 \sin^2 \alpha. \end{cases} \quad (2.33)$$

Після підстановки отримаємо:

$$\begin{cases} \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{dv_{я}}{dt} \cos \alpha - v_{я} \frac{d\alpha}{dt} \sin \alpha \\ \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{dv_{я}}{dt} \sin \alpha + v_{я} \frac{d\alpha}{dt} \cos \alpha. \end{cases} \quad (2.34)$$

Відповідно систему рівнянь (2.34) запишемо в наступному вигляді:

$$\begin{cases} \frac{dv_{я}}{dt} \cos \alpha - v_{я} \frac{d\alpha}{dt} \sin \alpha = kv_n^2 - 2kv_n v_{я} \cos \alpha + kv_{я}^2 \cos^2 \alpha \\ \frac{dv_{я}}{dt} \sin \alpha + v_{я} \frac{d\alpha}{dt} \cos \alpha = g - kv_{я}^2 \sin^2 \alpha. \end{cases} \quad (2.35)$$

Визначаємо $\frac{dv_{я}}{dt}$ з першого рівняння системи (2.35):

$$\frac{dv_{я}}{dt} = v_{я} \frac{d\alpha}{dt} \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{kv_n^2}{\cos \alpha} - 2kv_n v_{я} + kv_{я}^2 \cos \alpha. \quad (2.36)$$

Значення (2.36) підставляємо у друге рівняння системи (2.35) та виконавши перетворення, що наведені у [116], отримаємо наступну систему рівнянь руху яйця:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\alpha}{dt} &= -\frac{kv_n^2 \sin \alpha}{v_{\alpha}} + kv_n \sin 2\alpha - kv_{\alpha} \sin \alpha \cos^2 \alpha + \\ &+ \frac{g \cos \alpha}{v_{\alpha}} - kv_{\alpha} \sin^2 \alpha \cos \alpha \\ \frac{dv_{\alpha}}{dt} &= kv_n^2 \cos \alpha - 2kv_n v_{\alpha} \cos^2 \alpha + kv_{\alpha}^2 \cos^3 \alpha + \\ &+ g \sin \alpha + kv_{\alpha}^2 \sin \alpha \cos^2 \alpha - kv_{\alpha}^2 \sin \alpha. \end{aligned} \right. \quad (2.37)$$

Після підстановки отримаємо:

$$\left\{ \begin{aligned} x''' &= -2kv_n \left[\cos \alpha (kv_n^2 \cos \alpha - 2kv_n v_{\alpha} \cos^2 \alpha + kv_{\alpha}^2 \cos^3 \alpha + \right. \\ &+ g \sin \alpha + kv_{\alpha}^2 \sin \alpha \cos^2 \alpha - kv_{\alpha}^2 \sin \alpha) - v_{\alpha} \sin \alpha \left(-\frac{kv_n^2 \sin \alpha}{v_{\alpha}} + \right. \\ &+ kv_n \sin 2\alpha - kv_{\alpha} \sin \alpha \cos^2 \alpha + \frac{g \cos \alpha}{v_{\alpha}} - kv_{\alpha} \sin^2 \alpha \cos \alpha \left. \right) \left. \right] + \\ &+ k \left[2v_{\alpha} \cos^2 \alpha (kv_n^2 \cos \alpha - 2kv_n v_{\alpha} \cos^2 \alpha + kv_{\alpha}^2 \cos^3 \alpha + \right. \\ &+ g \sin \alpha + kv_{\alpha}^2 \sin \alpha \cos^2 \alpha - kv_{\alpha}^2 \sin \alpha) - v_{\alpha}^2 \sin 2\alpha \left(-\frac{kv_n^2 \sin \alpha}{v_{\alpha}} + \right. \\ &+ kv_n \sin 2\alpha - kv_{\alpha} \sin \alpha \cos^2 \alpha + \frac{g \cos \alpha}{v_{\alpha}} - kv_{\alpha} \sin^2 \alpha \cos \alpha \left. \right) \left. \right] \\ y''' &= -k \left[2v_{\alpha} \sin^2 \alpha (kv_n^2 \cos \alpha - 2kv_n v_{\alpha} \cos^2 \alpha + kv_{\alpha}^2 \cos^3 \alpha + \right. \\ &+ g \sin \alpha + kv_{\alpha}^2 \sin \alpha \cos^2 \alpha - kv_{\alpha}^2 \sin \alpha) + v_{\alpha}^2 \sin 2\alpha \left(-\frac{kv_n^2 \sin \alpha}{v_{\alpha}} + \right. \\ &+ kv_n \sin 2\alpha - kv_{\alpha} \sin \alpha \cos^2 \alpha + \frac{g \cos \alpha}{v_{\alpha}} - kv_{\alpha} \sin^2 \alpha \cos \alpha \left. \right) \left. \right]. \end{aligned} \right. \quad (2.38)$$

Кінцеве рівняння третьої похідної приймає наступний вигляд:

$$\left\{ \begin{aligned} x''' &= -2k^2 v_n^3 + 6k^2 v_n^2 v_{\alpha} \cos^3 \alpha - 6k^2 v_n v_{\alpha}^2 \cos^4 \alpha - 2k^2 v_n v_{\alpha}^2 \sin \alpha \cos^3 \alpha + \\ &+ 2k^2 v_n v_{\alpha}^2 \sin \alpha \cos \alpha + 6k^2 v_n^2 v_{\alpha} \sin^2 \alpha \cos \alpha - 6k^2 v_n v_{\alpha}^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - \\ &- 2k^2 v_n v_{\alpha}^2 \sin^3 \alpha \cos \alpha + 2k^2 v_{\alpha}^3 \cos^5 \alpha + 2k^2 v_{\alpha}^3 \sin \alpha \cos^4 \alpha - \\ &- 2k^2 v_{\alpha}^3 \sin \alpha \cos^2 \alpha + 2k^2 v_{\alpha}^3 \sin^2 \alpha \cos^3 \alpha + 2k^2 v_{\alpha}^3 \sin^3 \alpha \cos^2 \alpha \\ y''' &= -2k g v_{\alpha} \sin^3 \alpha + 2k^2 v_{\alpha}^3 \sin^3 \alpha - 2k g v_{\alpha} \sin \alpha \cos^2 \alpha. \end{aligned} \right. \quad (2.39)$$

При початкових умовах значення третьої похідної має вигляд:

$$\begin{cases} x'''(0) = -2k^2 v_n^3 \\ y'''(0) = -2k g v_{я0} + 2k^2 v_{я0}^3. \end{cases} \quad (2.40)$$

Четверта похідна визначається аналогічно попередніх розрахунків за допомогою системи рівнянь (2.39) та (2.37) і має вигляд:

$$\begin{aligned} x^{IV} = & 6k^2 v_n^2 (v'_я \cos^3 \alpha - 3v_я \cos^2 \alpha \sin \alpha \alpha') - \\ & - 6k^2 v_n (2v_я v'_я \cos^4 \alpha - 4v_я^2 \cos^3 \alpha \sin \alpha \alpha') - \\ & - 2k^2 v_n (2v_я v'_я \sin \alpha \cos^3 \alpha + v_я^2 \cos^4 \alpha \alpha' - 3v_я^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha \alpha') + \\ & + 2k^2 v_n (2v_я v'_я \sin \alpha \cos \alpha + v_я^2 \cos^2 \alpha \alpha' - v_я^2 \sin^2 \alpha \alpha') + \\ & + 6k^2 v_n^2 (v'_я \sin^2 \alpha \cos \alpha + 2v_я \sin \alpha \cos^2 \alpha \alpha' - v_я \sin^3 \alpha \alpha') - \\ & - 6k^2 v_n (2v_я v'_я \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 2v_я^2 \sin \alpha \cos^3 \alpha \alpha' - 2v_я^2 \sin^3 \alpha \cos \alpha \alpha') - \\ & - 2k^2 v_n (2v_я v'_я \sin^3 \alpha \cos \alpha + 3v_я^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha \alpha' - v_я^2 \sin^4 \alpha \alpha') + \\ & + 2k^2 (3v_я^2 v'_я \cos^5 \alpha - 5v_я^3 \sin \alpha \cos^4 \alpha \alpha') + \\ & + 2k^2 (3v_я^2 v'_я \sin \alpha \cos^4 \alpha + v_я^3 \cos^5 \alpha \alpha' - 4v_я^3 \sin^2 \alpha \cos^3 \alpha \alpha') - \\ & - 2k^2 (3v_я^2 v'_я \sin \alpha \cos^2 \alpha + v_я^3 \cos^3 \alpha \alpha' - 2v_я^3 \sin^2 \alpha \cos \alpha \alpha') + \\ & + 2k^2 (3v_я^2 v'_я \sin^2 \alpha \cos^3 \alpha + 2v_я^3 \sin \alpha \cos^4 \alpha \alpha' - 3v_я^3 \sin^3 \alpha \cos^2 \alpha \alpha') + \\ & + 2k^2 (3v_я^2 v'_я \sin^3 \alpha \cos^2 \alpha + 3v_я^3 \sin^2 \alpha \cos^3 \alpha \alpha' - 2v_я^3 \sin^4 \alpha \cos \alpha \alpha') \\ y^{IV} = & -2k g (v'_я \sin^3 \alpha + 3v_я \sin^2 \alpha \cos \alpha \alpha') + \\ & + 2k^2 (3v_я^2 v'_я \sin^3 \alpha + 3v_я^3 \sin^2 \alpha \cos \alpha \alpha') - \\ & - 2k g (v'_я \sin \alpha \cos^2 \alpha + v_я \cos^3 \alpha \alpha' - 2v_я \sin^2 \alpha \cos \alpha \alpha') \end{aligned} \quad (2.41)$$

Кінцеве рівняння четвертої похідної приймає наступний вигляд:

$$\begin{aligned} x^{IV} = & 6k^3 v_n^4 \cos^4 \alpha - 24k^3 v_n^3 v_я \cos^5 \alpha + 36k^3 v_n^2 v_я^2 \cos^6 \alpha + \\ & 14k^3 v_n^2 v_я^2 \sin \alpha \cos^5 \alpha - 14k^3 v_n^2 v_я^2 \sin \alpha \cos^3 \alpha + 12k^3 v_n^4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - \\ & - 48k^3 v_n^3 v_я \sin^2 \alpha \cos^3 \alpha + 72k^3 v_n^2 v_я^2 \sin^2 \alpha \cos^4 \alpha + 28k^3 v_n^2 v_я^2 \sin^3 \alpha \cos^3 \alpha - \\ & - 24k^3 v_n v_я^3 \cos^7 \alpha - 22k^3 v_n v_я^3 \sin \alpha \cos^6 \alpha + 22k^3 v_n v_я^3 \sin \alpha \cos^4 \alpha - \\ & - 62k^3 v_n v_я^3 \sin \alpha \cos^5 \alpha - 44k^3 v_n v_я^3 \sin^3 \alpha \cos^4 \alpha - 2k^3 v_n^3 v_я \sin \alpha \cos^4 \alpha - \\ & - 4k^2 g v_n v_я \sin^2 \alpha \cos^3 \alpha + 6k^3 v_n v_я^3 \sin^2 \alpha \cos^3 \alpha - 2k^2 g v_n v_я \cos^5 \alpha - \\ & - 4k^3 v_n^3 v_я \sin^3 \alpha \cos^2 \alpha - 16k^3 v_n v_я^3 \sin^4 \alpha \cos^3 \alpha + 2k^3 v_n^3 v_я \sin \alpha \cos^2 \alpha + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + 2k^2 g v_n v_{\alpha} \sin^2 \alpha \cos \alpha - 4k^3 v_n v_{\alpha}^3 \sin^2 \alpha \cos \alpha + 2k^2 v_n v_{\alpha} \cos^3 \alpha + \\
& + 2k^3 v_n^3 v_{\alpha} \sin^3 \alpha - 14k^3 v_n^2 v_{\alpha}^2 \sin^3 \alpha \cos \alpha + 22k^3 v_n v_{\alpha}^3 \sin^3 \alpha \cos^2 \alpha + \\
& + 6k^3 v_n v_{\alpha}^3 \sin^4 \alpha \cos \alpha + 6k^3 v_n^4 \sin^4 \alpha - 24k^3 v_n^3 v_{\alpha} \sin^4 \alpha \cos \alpha + \\
& + 36k^3 v_n^2 v_{\alpha}^2 \sin^4 \alpha \cos^2 \alpha + 14k^3 v_n^2 v_{\alpha}^2 \sin^5 \alpha \cos \alpha + 12k^3 v_n v_{\alpha}^3 \sin^2 \alpha \cos^5 \alpha + \\
& - 22k^3 v_n v_{\alpha}^3 \sin^5 \alpha \cos^2 \alpha - 2k^2 g v_n v_{\alpha} \sin^4 \alpha \cos \alpha - 2k^3 v_n^3 v_{\alpha} \sin^5 \alpha - \\
& - 2k^3 v_n v_{\alpha}^3 \sin^6 \alpha \cos \alpha + 6k^3 v_{\alpha}^4 \cos^8 \alpha + 10k^3 v_{\alpha}^4 \sin \alpha \cos^7 \alpha - \\
& - 10k^3 v_{\alpha}^4 \sin \alpha \cos^5 \alpha + 10k^3 v_{\alpha}^4 \sin^2 \alpha \cos^6 \alpha + 20k^3 v_{\alpha}^4 \sin^3 \alpha \cos^5 \alpha - \\
& - 4k^3 v_{\alpha}^4 \sin^2 \alpha \cos^4 \alpha + 2k^2 g v_{\alpha}^2 \cos^6 \alpha + 14k^3 v_{\alpha}^4 \sin^4 \alpha \cos^4 \alpha - \\
& - 2k^2 g v_{\alpha}^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 6k^3 v_{\alpha}^4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - 10k^3 v_{\alpha}^4 \sin^3 \alpha \cos^3 \alpha - \\
& - 10k^3 v_{\alpha}^4 \sin^4 \alpha \cos^2 \alpha - 2k^2 g v_{\alpha}^2 \cos^4 \alpha + 10k^3 v_{\alpha}^4 \sin^5 \alpha \cos^3 \alpha + \\
& + 2k^2 g v_{\alpha}^2 \sin^4 \alpha \cos^2 \alpha + 4k^2 g v_{\alpha}^2 \sin^2 \alpha \cos^4 \alpha + 4k^3 v_{\alpha}^4 \sin^6 \alpha \cos^2 \alpha \\
& y^{IV} = -2kg^2 \sin^4 \alpha + 8k^2 g v_{\alpha}^2 \sin^4 \alpha - 4kg^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - 6k^3 v_{\alpha}^4 \sin^4 \alpha + \\
& + 8k^2 g v_{\alpha}^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - 2kg^2 \cos^4 \alpha.
\end{aligned} \tag{2.42}$$

При початкових умовах значення четвертої похідної має вигляд:

$$\begin{cases} x^{IV}(0) = 6k^3 v_{\alpha}^4 \\ y^{IV}(0) = -2kg^2 + 8k^2 g v_{\alpha}^2 - 6k^3 v_{\alpha}^4. \end{cases} \tag{2.43}$$

Значення п'ятої похідної становитиме:

$$\begin{aligned}
x^V = & -72k^4 v_n^5 \sin^2 \alpha \cos^4 \alpha + 360k^4 v_n^4 v_{\alpha} \sin^2 \alpha \cos^5 \alpha + 42k^4 v_n^4 v_{\alpha} \sin^3 \alpha \cos^4 \alpha - \\
& - 24k^4 v_n^5 \cos^6 \alpha + 48k^4 v_n^3 v_{\alpha} \cos^7 \alpha - 240k^4 v_n^3 v_{\alpha}^2 \cos^8 \alpha - 96k^4 v_n^3 v_{\alpha}^2 \sin \alpha \cos^7 \alpha + \\
& + 96k^4 v_n^3 v_{\alpha}^2 \sin \alpha \cos^5 \alpha - 660k^4 v_n^3 v_{\alpha}^2 \sin^2 \alpha \cos^6 \alpha - 288k^4 v_n^3 v_{\alpha}^2 \sin^3 \alpha \cos^5 \alpha + \\
& + 72k^4 v_n^4 v_{\alpha} \cos^7 \alpha + 192k^4 v_n^2 v_{\alpha}^3 \cos^9 \alpha + 204k^4 v_n^2 v_{\alpha}^3 \sin \alpha \cos^8 \alpha - \\
& 174k^4 v_n^2 v_{\alpha}^3 \sin \alpha \cos^6 \alpha + 610k^4 v_n^2 v_{\alpha}^3 \sin^2 \alpha \cos^7 \alpha + 614k^4 v_n^2 v_{\alpha}^3 \sin^3 \alpha \cos^6 \alpha + \\
& + 14k^4 v_n^4 v_{\alpha} \sin \alpha \cos^6 \alpha + 26k^3 g v_n^2 v_{\alpha} \sin^2 \alpha \cos^5 \alpha - 62k^4 v_n^2 v_{\alpha}^3 \sin^2 \alpha \cos^5 \alpha + \\
& + 22k^3 g v_n^2 v_{\alpha} \cos^7 \alpha - 134k^4 v_n^2 v_{\alpha}^3 \sin^4 \alpha \cos^5 \alpha - 14k^4 v_n^4 v_{\alpha} \sin \alpha \cos^4 \alpha - \\
& - 36k^3 g v_n^2 v_{\alpha} \sin^2 \alpha \cos^3 \alpha + 48k^4 v_n^2 v_{\alpha}^3 \sin^2 \alpha \cos^3 \alpha - 18k^3 g v_n^2 v_{\alpha} \cos^5 \alpha - \\
& - 28k^4 v_n^4 v_{\alpha} \sin^3 \alpha \cos^2 \alpha + 190k^4 v_n^3 v_{\alpha}^2 \sin^3 \alpha \cos^3 \alpha - 408k^4 v_n^2 v_{\alpha}^3 \sin^3 \alpha \cos^4 \alpha - \\
& - 96k^4 v_n^2 v_{\alpha}^3 \sin^4 \alpha \cos^3 \alpha - 72k^4 v_n^5 \sin^4 \alpha \cos^2 \alpha + 360k^4 v_n^4 v_{\alpha} \sin^4 \alpha \cos^3 \alpha +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +42k^4 v_n^4 v_{\pi} \sin^5 \alpha \cos^2 \alpha - 428k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^4 \alpha \cos^4 \alpha - 288k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^5 \alpha \cos^3 \alpha + \\
& + 612k^4 v_n^2 v_{\pi}^3 \sin^5 \alpha \cos^4 \alpha + 66k^3 g v_n^2 v_{\pi} \sin^4 \alpha \cos^3 \alpha + 246k^4 v_n^2 v_{\pi}^3 \sin^6 \alpha \cos^3 \alpha - \\
& - 120k^4 v_n v_{\pi}^4 \cos^{10} \alpha + 118k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin \alpha \cos^7 \alpha - 176k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin \alpha \cos^9 \alpha + \\
& + 176k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin \alpha \cos^7 \alpha - 336k^4 v_n^2 v_{\pi}^4 \sin^2 \alpha \cos^8 \alpha - 468k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^3 \alpha \cos^7 \alpha - \\
& - 96k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^2 \alpha \cos^6 \alpha + 132k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^2 \alpha \cos^6 \alpha - 32k^3 g v_n v_{\pi}^2 \cos^8 \alpha - \\
& - 176k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^4 \alpha \cos^6 \alpha + 58k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^2 \alpha \cos^4 \alpha - 94k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^2 \alpha \cos^4 \alpha + \\
& + 30k^3 g v_n v_{\pi}^2 \cos^6 \alpha + 178k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^3 \alpha \cos^5 \alpha + 264k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^4 \alpha \cos^4 \alpha - \\
& - 124k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin \alpha \cos^6 \alpha + 248k^4 v_n^2 v_{\pi}^3 \sin \alpha \cos^7 \alpha - 124k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin \alpha \cos^8 \alpha + \\
& + 124k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^2 \alpha \cos^5 \alpha - 124k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^2 \alpha \cos^7 \alpha + 186k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^2 \alpha \cos^5 \alpha - \\
& - 310k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^3 \alpha \cos^4 \alpha + 620k^4 v_n^2 v_{\pi}^3 \sin^3 \alpha \cos^5 \alpha - 310k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^3 \alpha \cos^6 \alpha - \\
& - 310k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^4 \alpha \cos^5 \alpha - 62k^3 g v_n v_{\pi}^2 \cos^7 \alpha - 96k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^4 \alpha \cos^4 \alpha - \\
& - 236k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^5 \alpha \cos^5 \alpha - 270k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^6 \alpha \cos^4 \alpha - 12k^3 g v_n^3 \sin^2 \alpha \cos^4 \alpha + \\
& + 8k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^2 \alpha \cos^4 \alpha - 4k^3 g v_n^3 v_{\pi}^2 \cos^6 \alpha - 94k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^3 \alpha \cos^5 \alpha + \\
& + 26k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^3 \alpha \cos^3 \alpha - 12k^3 g v_n^3 \sin^4 \alpha \cos^2 \alpha - 18k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^5 \alpha \cos^3 \alpha - \\
& - 22k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^3 \alpha \cos^3 \alpha + 14k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin \alpha \cos^5 \alpha + 16k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^4 \alpha \cos^2 \alpha + \\
& + 164k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^5 \alpha \cos^3 \alpha - 210k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^6 \alpha \cos^2 \alpha - 146k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^7 \alpha \cos^3 \alpha + \\
& + 2k^3 g v_n^3 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - 6k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 2k^3 g v_n^3 \cos^4 \alpha - \\
& - 10k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^3 \alpha \cos \alpha + 4k^2 g^2 v_n \sin \alpha \cos^3 \alpha + 4k^3 g v_n^3 \sin^4 \alpha - \\
& - 22k^3 g v_n^2 v_{\pi} \sin^4 \alpha \cos \alpha + 32k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^4 \alpha \cos^2 \alpha + 16k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^5 \alpha \cos \alpha + \\
& + 12k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^3 \alpha \cos \alpha - 8k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin \alpha \cos^3 \alpha - 6k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^4 \alpha - \\
& - 8k^4 v_n^2 v_{\pi}^3 \sin^4 \alpha \cos \alpha - 94k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^4 \alpha \cos^2 \alpha - 22k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^5 \alpha \cos \alpha + \\
& 2k^3 v_n^3 \cos^4 \alpha - 4k^3 v_n^2 v_{\pi} \cos^5 \alpha + 2k^3 v_n v_{\pi}^2 \cos^6 \alpha - 4k^2 g v_n \sin \alpha \cos^3 \alpha + \\
& + 2k^3 v_n v_{\pi}^2 \sin \alpha \cos^5 \alpha - 2k^3 v_n v_{\pi}^2 \sin \alpha \cos^3 \alpha + 6k^3 v_n^3 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - \\
& - 12k^3 v_n^2 v_{\pi} \sin^2 \alpha \cos^3 \alpha + 6k^3 v_n v_{\pi}^2 \sin^2 \alpha \cos^4 \alpha + 6k^3 v_n v_{\pi}^2 \sin^3 \alpha \cos^3 \alpha + \\
& + 2k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^3 \alpha \cos^3 \alpha - 14k^4 v_n^4 v_{\pi} \sin^5 \alpha + 96k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^5 \alpha \cos \alpha - 14k^3 v_n^2 v_{\pi}^2 \sin \alpha \cos^3 \alpha - \\
& - 204k^4 v_n^2 v_{\pi}^3 \sin^5 \alpha \cos^2 \alpha - 74k^4 v_n^2 v_{\pi}^3 \sin^6 \alpha \cos \alpha + 156k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^6 \alpha \cos^2 \alpha + \\
& + 8k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^6 \alpha + 12k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^7 \alpha \cos \alpha - 24k^4 v_n^5 \sin^6 \alpha + 120k^4 v_n^4 v_{\pi} \sin^6 \alpha \cos \alpha - \\
& - 96k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^7 \alpha \cos \alpha + 204k^4 v_n^2 v_{\pi}^3 \sin^7 \alpha \cos^2 \alpha + 22k^3 g v_n^2 v_{\pi} \sin^6 \alpha \cos \alpha + \\
& + 14k^4 v_n^4 v_{\pi} \sin^7 \alpha + 26k^4 v_n^2 v_{\pi}^3 \sin^8 \alpha \cos \alpha - 32k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^6 \alpha \cos^2 \alpha - \\
& - 62k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^8 \alpha \cos^2 \alpha - 4k^3 g v_n^3 \sin^6 \alpha - 6k^3 g v_n v_{\pi}^2 \sin^7 \alpha \cos \alpha - 2k^4 v_n^3 v_{\pi}^2 \sin^8 \alpha - \\
& - 2k^4 v_n v_{\pi}^4 \sin^9 \alpha \cos \alpha + 24k^4 v_n^5 \cos^{11} \alpha + 54k^4 v_n^5 \sin \alpha \cos^{10} \alpha - 54k^4 v_n^5 \sin \alpha \cos^8 \alpha +
\end{aligned} \tag{2.44}$$

$$\begin{aligned}
& + 98k^4 v_{я}^5 \sin^2 \alpha \cos^9 \alpha + 158k^4 v_{я}^5 \sin^3 \alpha \cos^8 \alpha + 182k^3 g v_{я}^3 \sin^2 \alpha \cos^7 \alpha - \\
& - 78k^4 v_{я}^5 \sin^2 \alpha \cos^7 \alpha + 14k^3 g v_{я}^3 \cos^9 \alpha - 14k^3 g v_{я}^3 \cos^7 \alpha + 206k^4 v_{я}^5 \sin^4 \alpha \cos^7 \alpha - \\
& - 28k^3 g v_{я}^3 \sin^2 \alpha \cos^5 \alpha + 52k^4 v_{я}^5 \sin^2 \alpha \cos^5 \alpha - 108k^4 v_{я}^5 \sin^3 \alpha \cos^6 \alpha - \\
& - 212k^4 v_{я}^5 \sin^4 \alpha \cos^5 \alpha + 48k^3 g v_{я}^3 \sin^3 \alpha \cos^6 \alpha + 150k^4 v_{я}^5 \sin^5 \alpha \cos^6 \alpha + \\
& + 42k^3 g v_{я}^3 \sin^4 \alpha \cos^5 \alpha + 140k^4 v_{я}^5 \sin^6 \alpha \cos^5 \alpha - 56k^3 g v_{я}^3 \sin^3 \alpha \cos^4 \alpha + \\
& + 28k^4 v_{я}^5 \sin^3 \alpha \cos^4 \alpha - 16k^3 g v_{я}^3 \sin^7 \alpha \cos^4 \alpha - 102k^4 v_{я}^5 \sin^5 \alpha \cos^4 \alpha + \\
& + 36k^3 g v_{я}^3 \sin^5 \alpha \cos^4 \alpha + 78k^4 v_{я}^5 \sin^7 \alpha \cos^4 \alpha + 16k^3 g v_{я}^3 \sin^3 \alpha \cos^2 \alpha - \\
& - 14k^3 g v_{я}^3 \sin^4 \alpha \cos^3 \alpha - 28k^3 g v_{я}^3 \sin^5 \alpha \cos^2 \alpha - 24k^4 v_{я}^5 \sin^3 \alpha \cos^2 \alpha + \\
& + 52k^4 v_{я}^5 \sin^4 \alpha \cos^3 \alpha + 52k^4 v_{я}^5 \sin^5 \alpha \cos^2 \alpha + 16k^3 g v_{я}^3 \sin \alpha \cos^4 \alpha - \\
& - 90k^4 v_{я}^5 \sin^6 \alpha \cos^3 \alpha - 36k^4 v_{я}^5 \sin^7 \alpha \cos^2 \alpha + 14k^3 g v_{я}^3 \sin^6 \alpha \cos^3 \alpha + \\
& + 38k^4 v_{я}^5 \sin^8 \alpha \cos^3 \alpha + 12k^3 g v_{я}^3 \sin^7 \alpha \cos^2 \alpha + 8k^4 v_{я}^5 \sin^9 \alpha \cos^2 \alpha \\
& y^V = 16k^2 g^2 v_{я} \sin^5 \alpha - 40k^3 g v_{я}^3 \sin^5 \alpha - 16k^3 g v_{я}^3 \sin^4 \alpha \cos^3 \alpha + \\
& + 32k^2 g^2 v_{я} \sin^3 \alpha \cos^2 \alpha + 24k^4 v_{я}^5 \sin^5 \alpha - 40k^3 g v_{я}^3 \sin^3 \alpha \cos^2 \alpha + \\
& + 16k^2 g^2 v_{я} \sin \alpha \cos^4 \alpha.
\end{aligned}$$

При початкових умовах значення п'ятої похідної має вигляд:

$$\begin{cases} x^V(0) = -24k^4 v_n^5 \\ y^V(0) = 16k^2 g^2 v_{я0} - 40k^3 g v_{я0}^3 + 24k^4 v_{я0}^5. \end{cases} \quad (2.45)$$

Таким чином, траєкторія руху яєць, визначена за допомогою метода Тейлора, буде визначатись системою рівнянь:

$$x = k v_n^2 \frac{t^2}{2} - 2k^2 v_n^3 \frac{t^3}{6} + 6k^3 v_n^4 \frac{t^4}{24} - 24k^4 v_n^5 \frac{t^5}{120}, \quad (2.46)$$

$$\begin{aligned}
y &= v_{я0} t + (g - k v_{я0}^2) \frac{t^2}{2} - (2k g v_{я0} - 2k^2 v_{я0}^3) \frac{t^3}{6} - \\
&- (2k g^2 - 8k^2 g v_{я0}^2 + 6k^3 v_{я0}^4) \frac{t^4}{24} + \\
&+ (16k^2 g^2 v_{я0} - 40k^3 g v_{я0}^3 + 24k^4 v_{я0}^5) \frac{t^5}{120}.
\end{aligned} \quad (2.47)$$

Далі проводимо перетворення, після яких отримаємо:

$$x = \frac{1}{k} \left(\frac{k^2 v_n^2 t^2}{2} - \frac{k^3 v_n^3 t^3}{3} + \frac{k^4 v_n^4 t^4}{4} - \frac{k^5 v_n^5 t^5}{5} \right) \quad (2.48)$$

$$y = \frac{1}{k} \left(\frac{k v_{я0} t}{1} - \frac{k^2 v_{я0}^2 t^2}{2} + \frac{k^3 v_{я0}^3 t^3}{3} - \frac{k^4 v_{я0}^4 t^4}{4} + \frac{k^5 v_{я0}^5 t^5}{5} \right) + \frac{gt^2}{2} \left[1 + \frac{1}{1,5} (-k v_{я0} t + k^2 v_{я0}^2 t^2 - k^3 v_{я0}^3 t^3) - \frac{kgt^2}{6} + \frac{4k^2 g v_{я0} t^3}{15} \right]. \quad (2.49)$$

Після подальших перетворень отримаємо узагальнені рівняння, які дозволяють вести розрахунки з більшою точністю, оскільки включають необмежену кількість членів ряду Тейлора:

$$\begin{cases} x = \frac{1}{k} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(k v_n t)^{n+1}}{n+1} (-1)^{n-1}, \\ y = \frac{1}{k} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(k v_{я0} t)^n}{n} (-1)^{n-1} + \frac{gt^2}{2} \left[1 + \frac{1}{1,5} \sum_{n=1}^{\infty} (k v_{я0} t)^n (-1)^n - \frac{kgt^2}{6} + \frac{4k^2 g v_{я0} t^3}{15} \right]. \end{cases} \quad (2.50)$$

Рівняння, що були отримані під час теоретичних розрахунків руху яєць зернової молі у вертикальному каналі стабілізуючого патрубку та в камері розділення дозволяє обґрунтувати параметри калібратора яєць фітофагів та встановити оптимальні режими його роботи.

2.3. Обґрунтування конструкційних параметрів пневматичного калібратора яєць зернової молі

Як зазначалось раніше експлуатація калібратора виявила ряд конструкційно-технологічних недоліків, що негативно впливало на процес розділення, а проведення теоретичних досліджень дозволить позитивно

вплинути на технологічну операцію калібрування яєць зернової молі, та на деякі конструктивні параметри калібратора, а також встановити необхідні режими.

На рис. 2.13 показані траєкторії руху конгломератів та поодиноких яєць зернової молі в повітряному потоці камери розділення калібратора, які отримані на основі теоретичних досліджень з урахуванням їх об'ємів при швидкості повітря 3,8 м/с та початкової швидкості 0,69 м/с.

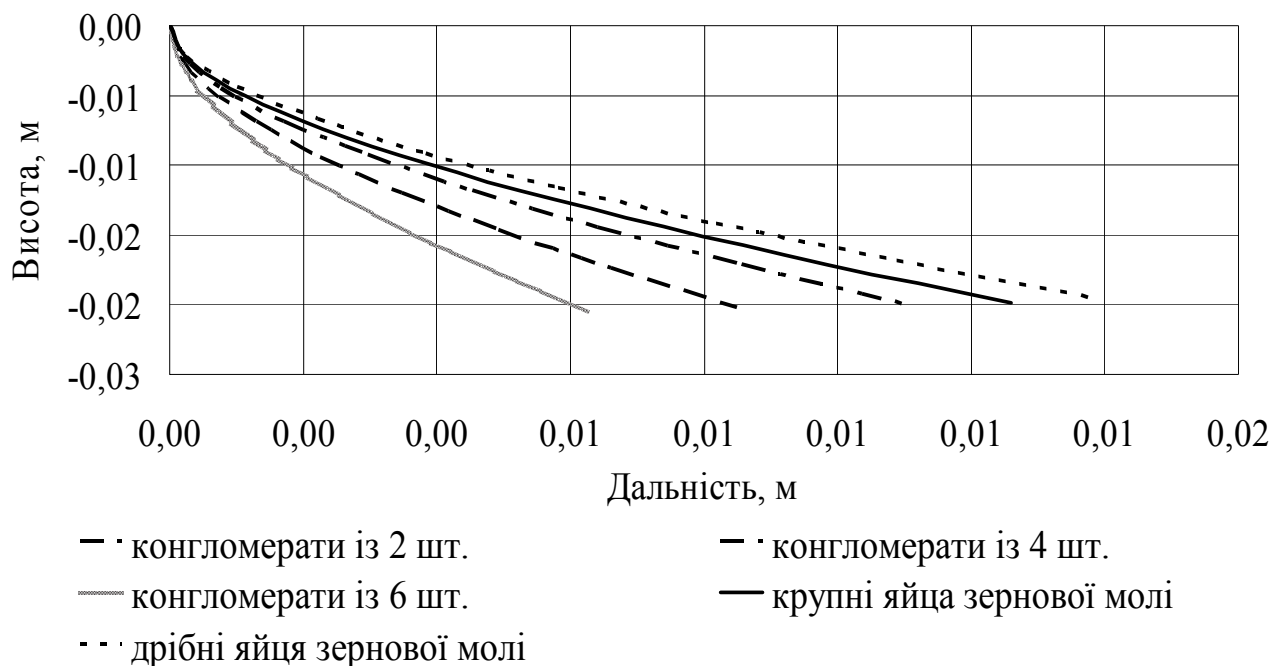


Рис. 2.13. Траєкторії руху конгломератів та яєць зернової молі в повітряному потоці

Діючий калібратор яєць фітофагів має камеру розділення з такими розмірами довжина 250 мм, висота 250 мм та шириною 25 мм. Отримана траєкторія дозволяє зрозуміти, що висоту камери розділення достатньо встановити 200 мм. Контейнери для збору фракцій яєць мають довжину по 70 мм, а дана траєкторія показує, що перший контейнер, в який потрапляють конгломерати, повинен мати довжину 110 мм, другий, в який потрапляють крупні яйця – 30 мм, а третій, в який потрапляють дрібні яйця та домішки – 90 мм.

В табл. 2.3 показані дані та умови при яких визначались траєкторії яєць, об'єми яєць, що зазначені в таблицях, які показують приналежність тій чи іншій фракції, взяті з праці відділу захисту рослин Всесоюзного науково-дослідного інституту біологічних методів захисту рослин [111].

Густина яєць зернової молі була взята середня з врахуванням того, що в 1 г знаходиться 50 тис. яєць, та розраховувалась за формулою:

$$\rho = \frac{d}{nV}, \quad (2.51)$$

де ρ – густина яєць, кг/м³;

d – вага яєць, кг;

n – число яєць в одному грамі, шт;

V – середній об'єм яйця, м³.

Маса яйця розраховувалась за формулою:

$$m = \frac{V}{\rho}, \quad (2.52)$$

де m – маса яйця, г.

Швидкість зависання яєць визначалась за загальновідомою формулою:

$$V_{зав} = \sqrt{\frac{4gd_e}{3\rho_c\rho_n}}, \quad (2.53)$$

де $V_{зав}$ – швидкість зависання яєць, м/с.

Парусність, як відомо, визначають наступним чином:

$$u = \frac{g}{V_{зав}^2}, \quad (2.54)$$

де u – парусність яєць, м⁻¹.

**Дані, що використовувались при теоретичних дослідженнях
калібрування яєць зернової молі**

Загальні початкові умови польоту яєць				
Параметри	Од. виміру	Значення		
Щільність яєць	кг/м ³	800		
Прискорення сили тяжіння	м/с ²	9,81		
Коефіцієнт опору кулі	-	0,4		
Густина повітря	кг/м ³	1,23		
Швидкість повітря	м/с	3,8		
Початкові умови польоту конгломератів				
Кількість яєць в конгломераті	шт	2	4	6
Об'єм яйця	мм ³	0,0558	0,1116	0,1674
Маса яйця	мг	0,045	0,089	0,134
Еквівалентний діаметр яйця	мм	0,5	0,6	0,7
Коефіцієнт пропорційності k	м ⁻¹	0,973	0,773	0,675
Початкова швидкість яєць на виході з вертикальної частини патрубкa	м/с	0,673	0,680	0,686
Початкові умови польоту крупних яєць				
Об'єм яйця	мм ³	0,0279		
Маса яйця	мг	0,022		
Еквівалентний діаметр яйця	мм	0,4		
Коефіцієнт пропорційності k	м ⁻¹	1,226		
Початкова швидкість яєць на виході з вертикальної частини патрубкa	м/с	0,669		
Початкові умови польоту дрібних яєць				
Об'єм яйця	мм ³	0,0217		
Маса яйця	мг	0,017		
Еквівалентний діаметр яйця	мм	0,3		
Коефіцієнт пропорційності k	м ⁻¹	1,334		
Початкова швидкість яєць на виході з вертикальної частини патрубкa	м/с	0,665		

Таким чином, теоретичні дослідження підтверджують, що незначна різниця у вазі спонукає до майже однакової траєкторії руху яєць в повітряному потоці, крім конгломератів. У залежності від кількості яєць в конгломераті траєкторія їх польоту суттєво відрізняється від траєкторії польоту поодиноких

яєць. Крупні та дрібні яйця в повітряному потоці летять дуже щільно один від одного і тому потрібно встановити заслінку між другим та третім контейнером, яка надасть можливість розділити їх на крупні та дрібні.

2.4. Висновки по розділу 2

1. Теоретичні дослідження показали, що незначна різниця у вазі спонукає до майже однакової траєкторії руху поодиноких яєць в повітряному потоці. У залежності від кількості яєць в конгломераті, траєкторія їх польоту суттєво відрізняється від траєкторії польоту поодиноких яєць.

2. Встановлено, що швидкість яєць зернової молі в вертикальному каналі стабілізуючого патрубка залежить від його довжини та еквівалентного діаметра яєць, це дозволило визначити початкову швидкість яєць на вході в камеру розділення калібратора.

3. Отримані аналітичні залежності дозволяють встановити траєкторії яєць зернової молі в горизонтальному повітряному потоці в залежності від початкової швидкості яєць, швидкості повітряного потоку, еквівалентного діаметра яєць.

4. Аналіз теоретичних досліджень траєкторій руху яєць зернової молі в камері розділення дозволив визначити висоту камери розділення та довжину контейнерів для збору фракцій яєць. При швидкості повітряного потоку 3,8 м/с висоту камери розділення достатньо встановити на рівні від 180 до 220 мм. Перший контейнер, в який потрапляють конгломерати, повинен мати довжину 110 мм, другий, в який потрапляють крупні яйця – 30 мм, а третій, в який потрапляють дрібні яйця та домішки – 90 мм. Пластина-заслінка, яку необхідно встановити між другим та третім контейнером, для підвищення імовірності добору крупних яєць, має бути від 10 до 30 мм.

РОЗДІЛ 3

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Програма експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження біотехнологічного процесу виробництва трихограми з пневматичним калібруванням яєць зернової молі проводилися з метою визначення ефективності застосування калібратора.

Програма експериментальних досліджень передбачала:

- дослідити вплив конструкційно-технологічних параметрів калібратора на динаміку руху яєць зернової молі в повітряному потоці;
- визначити фізико-механічні властивості яєць зернової молі, які впливають на процес їх калібрування;
- експериментально визначити вплив параметрів та режимів роботи пневматичного калібратора яєць зернової молі на якість його роботи;
- встановити вплив операції калібрування яєць зернової молі на якісні показники ентомологічного препарату маточної культури трихограми;
- визначити вплив ентомологічного препарату трихограми на ефективність біологічного захисту посівів кукурудзи.

До конструкційно-технологічних параметрів та режимів роботи калібратора яєць зернової молі, які впливають на якість його роботи належать:

- розміри камери розділення (довжина, висота),
- кут нахилу стабілізуючого патрубку,
- розміщення пластини-заслінки між приймаючими контейнерами,
- координати встановлення контейнерів для збору фракцій яєць,
- швидкість повітряного потоку.

Якісні показники роботи калібратора яєць зернової молі включають в себе:

- розподіл яєць фітофагів на фракції (конгломерати, крупні та дрібні),

- доочищення фракцій яєць від залишків домішок.

Програма експериментальних досліджень по визначенню впливу електростатичної обробки зернову міль передбачала наступні пункти:

- визначення впливу електростатичного поля на відродженість гусениць з яєць зернової молі;
- визначення впливу електростатичного поля на плодючість самок зернової молі.

3.2. Методика досліджень фізико-механічних властивостей яєць зернової молі

До фізико-механічних властивостей яєць зернової молі відносять: вагові показники, а саме розміри, вага, форма та кількість яєць в 1 г; показники сипучості – кут природного відкосу, коефіцієнти внутрішнього та зовнішнього тертя; динамічні – ударні, інерційні; аеродинамічні – швидкість зависання та коефіцієнт парусності.

Операцію калібрування яєць зернової молі, з урахуванням початку їх руху після насипання у бункер, розділяємо на декілька етапів в яких необхідно враховувати властивості яєць. Перший етап – рух яєць по похилій поверхні стабілізуючого патрубку, другий етап – рух яєць по вертикальній частині патрубку і третій – рух яєць в камері розділення. Так як основним етапом калібрування є розділення яєць в повітряному потоці, тому досліджували лише аеродинамічні властивості, а саме швидкість зависання.

На розподіл в камері розділення під дією повітряного потоку впливає початкова швидкість, яку визначали ще в вертикальній частині патрубку. В ньому початкову швидкість визначали експериментально з виконанням 10 повторень та визначенням середнього часу проходження яєць за допомогою секундоміра. А швидкість яєць по патрубку вираховували за формулою:

$$v_{\text{я}} = \frac{L}{t}, \quad (3.1)$$

де t – час проходження похилої поверхні патрубку, с;

L – довжина похилої поверхні патрубку, м.

Аеродинамічним показником в повітряному потоці є швидкість зависання, це критична швидкість при якій утримуються яйця у завислому стані. Якщо яйця зернової молі потрапляють у повітряний потік, то далі будуть віднесені ті яйця, які мають меншу швидкість зависання. Швидкість зависання визначали за допомогою приладу, який складається з нагнітального механізму, камери зависання, та зі встановленим анемометром, для вимірювання швидкості (рис.3.1).



Рис. 3.1. Вимірювання швидкості повітряного потоку при якому відбувається зависання фракцій яєць зернової молі

Відбирались яйця зернової молі різних об'ємів, які відносили до різних фракцій, а саме конгломератів, крупних та дрібних. Вмикали нагнітальний механізм, який подавав повітря певної швидкості, в камеру зависання подавали яйця по черзі та регулювали заслінкою швидкість повітря до моменту поки

яйце не зависало, далі за допомогою анеометра визначали швидкість зависання.

3.3. Методика експериментальних досліджень процесу пневматичного калібрування яєць зернової молі

Для проведення експериментальних досліджень був узятий калібратор яєць зернової молі (рис. 3.2) в лабораторії біологічного захисту рослин Національного університету біоресурсів і природокористування України, який призначений для розділення яєць на фракції та одночасним доочищенням їх.



Рис. 3.2. Загальний вигляд калібатора яєць зернової молі

При визначенні якості пневматичного калібрування яєць зернової молі потрібно провести лабораторні дослідження та встановити ймовірність потрапляння крупних яєць у другу фракцію, а тому необхідно провести дослідження по визначенню впливу основних конструкційно-технологічних параметрів калібатора на процес розділення яєць на фракції (конгломерати, крупні та дрібні).

Дослідження залежностей якісних показників роботи калібратора яєць зернової молі від режимів його роботи та конструкційних параметрів проводились за допомогою методу математичної теорії планування експерименту. Ця теорія дозволяє скоротити загальну кількість дослідів, відповідно і час на їх проведення без зменшення отримання якісних даних та корисної інформації. При плануванні таким методом експерименту ставиться основне завдання, яке полягає у отриманні статистичної математичної моделі залежності якісних показників роботи пневматичного калібратора від режимів його роботи та конструкційно-технологічних параметрів яке має вигляд поліному (рівняння регресії).

Для проведення експерименту необхідно провести попереднє вивчення об'єкту досліджень, яке покаже, що на якість процесу калібрування яєць зернової молі впливає: швидкість повітряного потоку; конструкційні параметри камери розділення; місце знаходження приймаючих бункерів; висота пластини-заслінки, яка знаходиться між приймаючими бункерами; кут патрубку, через який подається оброблювальний матеріал у камеру розділення.

Але по різних причинах ми не маємо можливості одночасно проконтролювати ті фактори, які були перераховані раніше. Тому наша задача полягає у тому, щоб відібрати ті фактори, які суттєво впливають на процес калібрування. Користуючись результатами теоретичних досліджень та попередніх експериментальних було визначено з деякими конструкційними параметрами калібратора, які підлягають зміненню, а саме кут стабілізуючого патрубка, та місцезнаходження бункерів для фракцій яєць.

Результати теоретичних та попередніх експериментальних досліджень показали, що на якість процесу розділення найбільше впливають швидкість повітряного потоку, висота пластини-заслінки та розміри камери розділення (висота).

В табл. 3.1 наведено інтервали значень та рівні варіювання факторів при випробуванні калібратора.

**Інтервали значень та рівні варіювання факторів
при випробуванні калібратора**

№ п/п	Найменування фактору та його позначення	Рівні факторів			Інтервали варіювання
		-1	0	+1	
1	Швидкість повітряного потоку, м/с	3,6	3,8	4,0	0,2
2	Висота пластини-заслінки, мм	15	25	35	10
3	Висота камери розділення, мм	180	200	220	20

При проведенні оптимізації параметрів необхідно визначати відсоток ймовірності отримання крупних яєць у другому контейнері. З цією метою користувались комп'ютерною обробкою даних, яка призначена для вирішення складних статистичних та інженерних задач. При аналізі даних використовували описову статистику, яка служить для створення одновимірного статистичного звіту, що містить інформацію про центральну тенденцію і мінливість вхідних даних, та гістограму, яка застосовується для обчислення вибірових і інтегральних частот попадання даних у вказані інтервали значень. При цьому розраховуються числа попадань для заданого діапазону осередків. Також дані оброблялись при залученні числових характеристик випадкових величин [70, 91, 125, 130].

При проведенні досліджень бралась певна кількість яєць зернової молі, яка розділялась на пневматичному калібраторі, проводячи зміну параметрів та режимів його роботи відповідно до встановлених факторів.

Для того, щоб встановити якість розділення яєць зернової молі перед калібруванням необхідно визначити відсоток ймовірності у фракції конгломератів, крупних та дрібних яєць. Це можна виконати наступним чином: з фракції випадково береться певна кількість яєць і за допомогою мікроскопа стереоскопічного МБС-10 типу АЦ 3.850.005 РЄ (рис. 3.3) ТУЗ-3.1911-89 проводиться вимірювання довжини та ширини 50 яєць (рис. 3.4) або фіксується наявність конгломерату та кількість яєць в ньому (рис. 3.5).

Мікроскоп МБС-10 призначений для спостереженням як об'ємних предметів, так і тонких плівкових та прозорих об'єктів, а також для проведення

препарованих робіт. Спостереження може проводитись як при штучному освітленні, так і при природному у відбитому та світлі, що відбивається.

Під час калібрування проводилися хронометричні спостереження і визначався час процесу розділення. Фіксування часу проводили за допомогою секундоміра механічного однострілкового з перервною простою дією типу СОПр-2а-2-010 ТУ 25-1894.003-90, що призначений для вимірювання інтервалів часу шляхом вмикання та вимикання відповідно на початку та в кінці процесу калібрування.



Рис. 3.3. Мікроскоп МБС – 10



а



б

**Рис. 3.4. Вимірювання розмірів:
а – довжина; б – ширина**



**Рис. 3.5. Конгломерат яєць зернової молі, який складається як
з крупних так і з дрібних яєць**

Для визначення швидкості повітряного потоку в повітряній системі калібратора яєць фітофагів використовують сучасний анемометр моделі УК-2001 ТМ (рис. 3.6), який призначений для вимірювання високих та низьких швидкостей повітряного потоку та вимірювання температури.



Рис. 3.6. Анемометр УК-2001 ТМ

Регулювання та визначення оптимальної швидкості повітря проводили за допомогою заслінки, яка знаходиться на виході з циклону (рис. 3.7).

Також після закінчення процесу калібрування кожену фракцію зважували, щоб мати розподіл по масі в залежності від зміни конструкційно-технологічних параметрів калібратора. Зважування фракцій виконували за допомогою електронних лабораторних ваг моделі AD-1000 фірми «AXIS» (рис. 3.8).



Рис. 3.7. Заслінка для регулювання швидкості потоку повітря в камері розділення калібратора



Рис. 3.8. Електронні лабораторні ваги моделі AD-1000

Для того щоб яйця зернової молі не втрачали своїх початкових розмірів, а відповідно і об'ємів спочатку виконувався експеримент зі зміною всіх запланованих режимів та параметрів калібратора і з кожної фракції була відібрана певна кількість яєць, яку помістили в паперові пакетики (рис. 3.9) із розміщенням їх у холодильник, де процес зміни розмірів уповільнюється.



Рис. 3.9. Пакетики з яйцями зернової молі, які отримали після проведення експерименту

Далі виконували вимірювання розмірів яєць та підраховували кількість конгломератів кожної партії в кількості 50-ти яєць, але слід зауважити, що вимірювання яєць зернової молі необхідно проводити не пізніше десяти днів

інакше вони втрачають у вазі, а відповідно зменшуються в розмірах, що також негативно впливало на результати експерименту.

Визначення споживання електричної енергії відбувалось за допомогою міліамперметра ГОСТ 1845-52 (рис. 3.10).

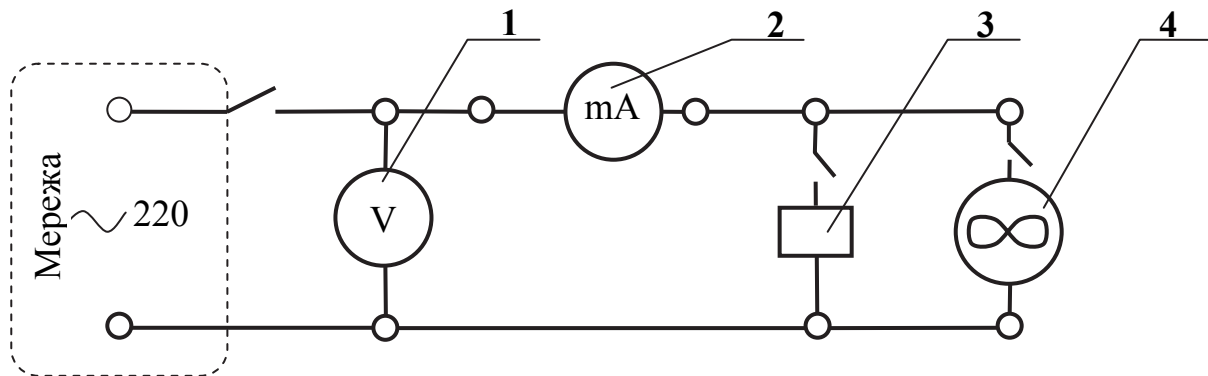


Рис. 3.10. Електрична схема калібратора яєць фітофагів:

1 – вольтметр; 2 – міліамперметр; 3 – вібраційний пристрій;

4 – електродвигун вентилятора

Потужність, що споживається при роботі калібратора яєць зернової молі, визначалась за допомогою загальновідомої формули:

$$P = UI, \quad (3.2)$$

де P – потужність калібратора, Вт;

U – напруга в мережі, В;

I – сила струму, А.

Визначали сумарну потужність вібраційного пристрою та вентилятора за формулою:

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{віб}} + P_{\text{вент}}, \quad (3.3)$$

де $P_{\text{заг}}$ – загальна потужність калібратора, Вт;

$P_{\text{віб}}$ – потужність вібраційного пристрою, Вт;

$P_{\text{вент}}$ – потужність вентилятора, Вт.

Питома енергомiсткiсть процесу калiбрування розраховувалась за формулою:

$$E = \frac{P}{Q}, \quad (3.4)$$

де E – питома енергомiсткiсть, Вт год/г;

Q – продуктивнiсть, г/год.

Також розраховували питому енергомiсткiсть з урахуванням якостi калiбрування:

$$E_y = \frac{E}{I_m}, \quad (3.5)$$

де E_y - питома енергомiсткiсть з урахуванням якостi, Вт год/г;

I_m – ймовiрнiсть добору крупних яєць, %.

Необхiдно вiдмiтити, що яйця зернової молi, якi будуть використовуватись для дослiджень необхiдно брати свiжi i одразу пiсля очистки. Якщо їх спочатку покласти на зберiгання в холодильник, а потiм проводити дослiдження, то результати дослiджень будуть суттєво вiдрiзнятись вiд результатiв, якi були отриманi, коли калiбрування проводили одразу пiсля очистки, тобто вологiсть яєць впливає негативно на якiсть результату.

Для визначення конструкцiйних параметрiв та режимiв калiбратора яєць зернової молi пiсля проведення експерименту використовували методики планування багатофакторних експериментiв [12, 59, 64, 108].

При проведеннi експерименту визначався вплив факторiв x_1 - x_3 , що були вiдiбранi з тих факторiв, якi впливають на якiсть роздiлення, з використанням трьохрiвневої матрицi оптимального плану Бокса-Бенкiна (B_3) [91], що дослiджуються, матриця якого наведена в табл. 3.2.

**Матриця планування трьохфакторного експерименту за планом
Бокса-Бенкіна (B_3)**

№ п/п дослід	Назва досліджуваних факторів та їх позначення					
	Швидкість повітряного потoku, м/с		Висота пластини- заслінки, мм		Висота камери розділення, мм	
	Код	Значення	Код	Значення	Код	Значення
1	+1	4,0	+1	35	0	200
2	-1	3,6	-1	15	0	200
3	+1	4,0	-1	15	0	200
4	-1	3,6	+1	35	0	200
5	+1	4,0	0	25	+1	220
6	-1	3,6	0	25	-1	180
7	+1	4,0	0	25	-1	180
8	-1	3,6	0	25	+1	220
9	0	3,8	+1	35	+1	220
10	0	3,8	-1	15	-1	180
11	0	3,8	+1	35	-1	180
12	0	3,8	-1	15	+1	220
13	0	3,8	0	25	0	200
14	0	3,8	0	25	0	200
15	0	3,8	0	25	0	200

Дані, що були отримані під час експерименту при оцінюванні режимів калібрування яєць зернової молі, обробляються при використанні числових характеристик випадкових величин, тобто з використанням методів математичної статистики.

Щоб отримати більш точні кінцеві результати експерименти проводили в трьохкратній повторності [31, 51, 70]. Однорідність дисперсій отриманих результатів перевірялась за критерієм Кохрена при 95 % рівні довірчої ймовірності. Адекватність отриманої математичної моделі перевіряли за критерієм Фішера. Перевірка достовірності результатів, які мали сумнівний характер, проводилась через приналежність їх до нормального розділення за критерієм Стюдента [14, 25, 90], а також методу різниць [112].

Критерієм оптимізації параметрів калібратора використано якість добору крупних яєць у другому контейнері, яка виражалась через інтегральну

ймовірність I_m (%) того, що розмір яєць зернової молі знаходиться в діапазоні, що перевищує мінімальний граничний об'єм для крупних яєць, але менший за об'єм конгломератів [41].

Після проведення експериментальної частини роботи по результатах досліджень визначалися оптимальні конструкційно-технологічні параметри та режими калібратора.

3.4. Методика визначення якісних показників ентомологічного препарату трихограми

Наступним етапом експериментальної роботи є визначення якісних показників самого ентомологічного препарату трихограми та проведення порівняння розведення препарату на яйцях зернової молі до калібрування (контрольний зразок) та на яйцях, що були отримані з другої фракції після калібрування, а також з третьої. Контроль якості культур комах, зокрема трихограми є обов'язковою умовою отримання біоматеріалу, який забезпечує реалізацію завдань масового розведення [23, 122]. Застосування високоякісної трихограми забезпечує високу ефективність, тому значну роль відіграє визначення якісних показників партій трихограми, які використовуються в біологічному захисті рослин шляхом випускання в агробіоценози.

Як вже зазначалось у першому розділі найбільше уваги по відношенню до ентомологічного препарату припало на 70-90 роки минулого сторіччя, саме в ті роки були розглянуті і схвалені постійною комісією з трихограми ВАСНГНІЛ у 1979 р. методики визначення показників якості трихограми [58, 111]. Відповідно до цієї методики до основних показників якості трихограми, які впливають на її ефективність, відносяться: відродження, співвідношення статей, плідність та пошукова здатність ентомофага природних живителів.

Лабораторією біологічного захисту рослин після багатьох років вивчення лабораторних і природних популяцій трихограми видів *Trichogramma pinto* Voeg. та *Trichogramma evanescens* Westw., були відпрацьовані показники якості

ентомофага, які розмножували у виробничих біологічних лабораторіях (табл. 3.3) [122].

Таблиця 3.3

Стандарти показників якості трихограми

№	Показники	Характеристика і норми культури	
		Маткової	Товарної
1	Зовнішній вигляд і колір яєць	Однорідна сипуча маса чорного кольору, часто з синюватим відтінком	
2	Паразитовані яйця 1г, тис. шт.	Не менше 60	Не менше 80
3	Паразитовані яйця, %	Не менше 50	Не менше 80
4	Відродження (виживаність), %	Не менше 85	Не менше 85
5	Недеформовані особини, %	Не менше 95	Не менше 95
6	Самиці, %	Не менше 65	Не менше 50
7	Плідність, яєць/самицю	Не менше 30	Не менше 20
8	Пошукова здатність, %	Не менше 30-50	Не менше 30-50

За встановленими показниками якості визначали вплив операції калібрування на препарат трихограми, при умовах дотримання встановлених для цього гідротермічних умов. Зовнішній вигляд та колір біоматеріалу визнали візуально під час відбору проб.

Відбір проб проводили наступним чином: був взятий один вид трихограми *Trichogramma evanescens* Westw. та методом випадкової вибірки брали проби для аналізу. Та проводили повний аналіз партії, яка в подальшому використовувалась для експерименту, та вели спостереження по зміні показників якості.

Визначення проценту зараження партій виконували за допомогою приладу для визначення зараження яєць трихограмою (рис. 3.11), який складається з окремих секторів, на які розсипали рівномірно біоматеріал та під бінокуляр при малому збільшенні підраховували окремо яйця які заражені, тобто чорні, та почервонілі (не заражені), а також білих (не заражених з яких вже вилізла гусениця). Така вибірка забезпечує точність визначення не менше 95 % [122].

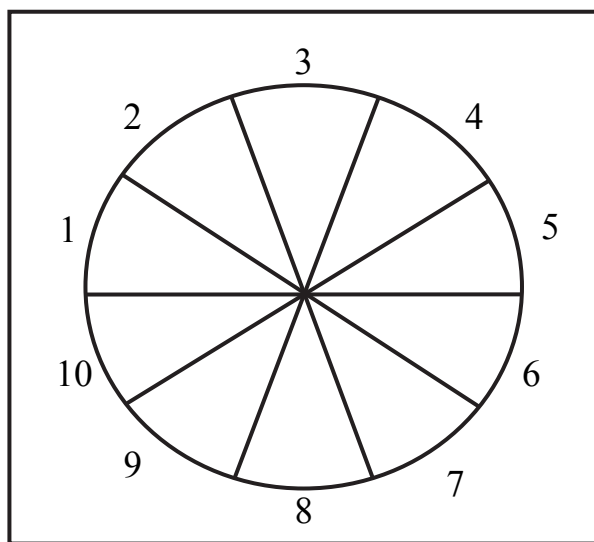


Рис. 3.11. Прилад для визначення відродження гусениць з яєць зернової молі та проценту зараження

Процент зараження партій визначали за відомою формулою:

$$\gamma = \frac{N_r}{N_0} 100\%, \quad (3.6)$$

де γ – зараженість яєць зернової молі трихограмою, %;

N_r – кількість чорних яєць, шт.;

N_0 – загальна кількість яєць у пробі, шт..

Кількість паразитованих яєць у партії визначали за відомою формулою:

$$x = \frac{(B50000\gamma)}{100\%}, \quad (3.7)$$

де x – кількість паразитованих яєць у партії, шт;

B – маса яєць зернової молі, що були взяті на зараження, г;

50000 – кількість яєць зернової молі (свіжевідкладених) в 1 г, шт.

Наступним кроком визначали відродження (α_1) трихограми з заражених яєць зернової молі, тобто чорних яєць. Для цього брали 5 картонних смужок

(1×10 см) наклеювали на них в середньому по сто яєць 10 % цукровим сиропом і вміщали по одній у пробірки, кожну з яких пронумерували та закривали щільно бязево-ватним тампоном, температура при цьому має становити +25 °С. Далі після відродження особин трихограми та їхньої загибелі проводили підрахунок числа особин у кожній пробірці та визначали відсоток відродження за відомою формулою:

$$\alpha_1 = \frac{N_t}{N_r} 100\%, \quad (3.8)$$

де α_1 – відродження особин трихограми, %;

N_t – кількість чорних яєць з яких вилетіла трихограма, шт.

Далі визначали співвідношення статей, а точніше кількість самиць (α_2), що відродились, цей аналіз проводили на тому ж матеріалі, тобто матеріал п'яти пробірок. В кожній пробірці підраховували кількість самців та самиць за допомогою бінокюляра, відрізняються один від одного вони будовою вусиків. У самиць вони короткі, булавовидні, 5-ти членикові, закінчуються потовщеною булавою, покриті короткими рідкими волосками. У самців вусики видовжені, на вершині не потовщені, останні членики вусиків злиті між собою та покриті густими довгими волосками [23, 107, 122]. Після проведення підрахунку в кожній пробірці кількість самиць та самців підраховували загальне співвідношення статей за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{N_c}{N_r} 100\%, \quad (3.9)$$

де α_2 - кількість самиць трихограми, %;

N_c – кількість самиць трихограми, що вилетіли, шт.

Одночасно з цим проводили підрахунки деформованих особин, та визначали відсоток недеформованих (α_3). Деформованими вважаються ті

особини, які цілком або частково безкрилі чи деформовані, відсутність ніжок, що з'являються в результаті тривалого ведення культури та порушення технологічного режиму розмноження [55, 122]. З цих 5-ти пробірок за допомогою бінокуляра підраховували деформовані особини та вираховували кількість недеформованих особин за допомогою формули:

$$\alpha_3 = \frac{N_{\text{норм.с}}}{N_c} 100\%, \quad (3.10)$$

де α_3 – кількість недеформованих особин, %;

$N_{\text{норм.с}}$ – кількість самок без відхилень, шт.

Далі визначали плідність та тривалість життя самиць. Для цього брали 10 пробірок в які відловлювали та розміщали самиць трихограми. На 10 картонних картках щодня, протягом тривалості життя трихограми, наносили свіжі яйця зернової молі та поміщали їх у пробірки. На картках обов'язково вказували дату та номер пробірки. Щодня визначали та фіксували життєздатний стан трихограми в кожній пробірці. Після цього визначали середню тривалість життя особин за формулою:

$$T_{\text{сер}} = \frac{T_{\text{заг}}}{n}, \quad (3.11)$$

де $T_{\text{сер}}$ – середня тривалість життя самиць, днів;

$T_{\text{заг}}$ – загальна кількість днів тривалості життя самиць, днів;

Σn_i – сумарна кількість самиць, шт.

Плідність трихограми визначають через 5 днів після того як особина загине і через цей проміжок часу яйця почорніють, таким чином на кожній карточці кожної пробірки були підраховані заражені яйця зернової молі, та визначили середню плідність партії за формулою:

$$P_{сер} = \frac{\sum N_i}{\sum n_i}, \quad (3.12)$$

де $P_{сер}$ – середня плідність самиць, яєць;

$\sum N_i$ - сумарна кількість паразитованих яєць у всіх пробірках, шт.

Пошукову здатність (β) трихограми визначають за допомогою пристрою, який має назву лабіринт (рис. 3.12), який має два відсіки: один використовується для запуску трихограми (почорнілі яйця зернової молі паразитовані трихограмою, з яких почалось відродження ентомофага), а другий – для розташування карток з яйцями живителя. Відсіки з'єднані між собою звивистим каналом, довжина якого складає 3 м, вважається що ця відстань є ефективною для дії трихограми в польових умовах [122].

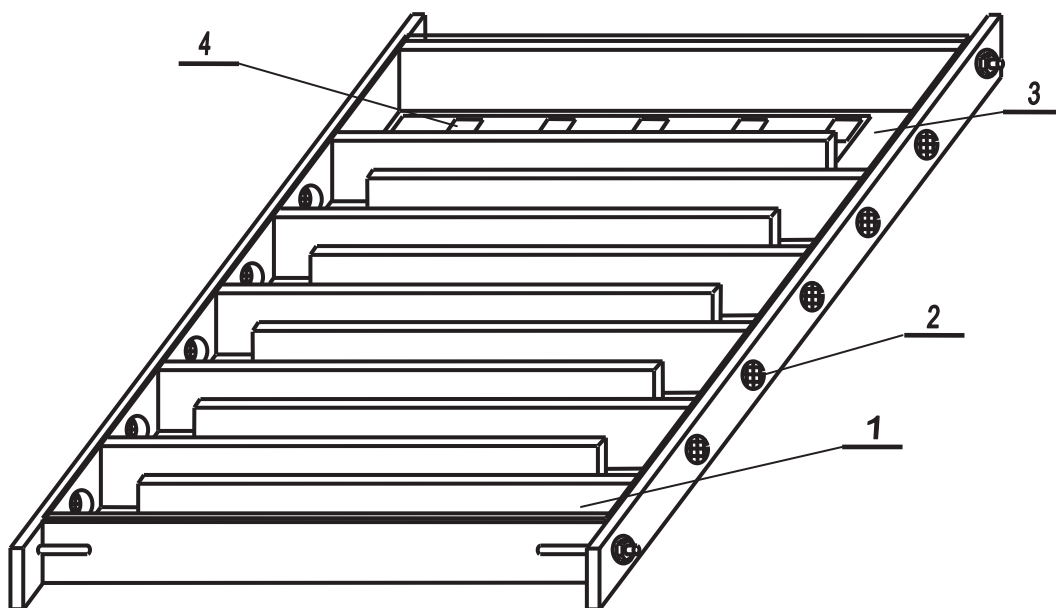


Рис. 3.12. Пристрій для визначення пошукової здатності трихограми:

1 – відсік запуску трихограми; 2 – вентиляційне вікно; 3 – відсік зараження; 4 – картка з яйцями живителя

Для визначення цього необхідно в пробірку завантажували 0,5 г паразитованих яєць та закривали їх ватним тампоном до початку льоту. Після того як почалось відродження трихограми пробірку поміщали до лабіринту в один відсік, з однієї сторони, а з іншої картки на які помістили яйця зернової

молі, після чого відкривали пробірку та залишили на 8 годин. Далі відкривали лабіринт і виймали картки на яких були яйця зернової молі та поміщали їх в чашку Петрі. Через 5 днів підраховували кількість почорнілих яєць та загальну кількість. Оцінку показника пошукової здатності трихограми виконували за кількістю паразитованих яєць зернової молі за формулою:

$$\beta = \frac{N_r}{N_0} 100\% . \quad (3.13)$$

Для поєднання показників якості використовували узагальнений показник, який визначає ефективність трихограми до якого увійшли найбільш значущі показники, а саме: відродження трихограми із заражених яєць, плідність самиць та пошукова здатність. Визначався цей узагальнений коефіцієнт якості (y) за рівнянням множинної регресії:

$$y = -0,28 + 0,0034\alpha_1 + 0,0084\Pi + 0,0074\beta , \quad (3.14)$$

де y – узагальнений коефіцієнт якості, %.

За цим показником визначали приналежність партії трихограми до класу якості використовуючи табл. 3.4 [58, 122].

Таблиця 3.4

Характеристика класів якості ентомологічних препаратів

№	Клас якості	Узагальнений критерій якості трихограми
1	I	0,71 – 1,0
2	II	0,51 – 0,70
3	III	0,31 – 0,50

Дослідження вчених (Ш. М. Гринберг, И. Н. Боубетрин) показали, що при випусках трихограми першого класу її ефективність складає 80 %, проти кукурудзяного стеблового метелика, а при нестандартній, тобто нижче третього класу, нижче 33 % [45].

Також нами проводились дослідження по підвищенню якісних показників ентомологічного препарату трихограми шляхом вдосконалення технологічного процесу. Наша увага була зосереджена на процесі розділення яєць зернової молі під впливом електростатичного поля і визначенню впливу на яйця, що були пропущені через електростатичний сепаратор і на саму зернову міль.

Досліджень по впливу електростатичного поля на популяцію зернової молі в наукових працях не зустрічається, але цей принцип використовували при додатковому очищенні електростатичним пристроєм. Цьому напрямку приділили достатньо уваги при очищенні та калібруванні зерна, при чому кінцеві результати були позитивними, а саме зерно, яке було пропущене через електростатичне поле давало кращу схожість. Тому було прийняте рішення про використання цього способу розділення і при виробництві ентомологічного препарату трихограма.

Під час дослідження впливу електростатичного поля на відродженість гусениць з яєць зернової молі. Бралось 150 г яєць зернової молі, які були оброблені електростатичним полем на електростатичному сепараторі (рис. 3.13), один раз і викладені на відродження для зараження зерна. Паралельно викладалось 150 г яєць зернової молі для зараження другої контрольної партії зерна. Після зараження зерна визначався відсоток відродження гусениць з яєць зернової молі, що були пропущені через електростатичний сепаратор та контрольних.

З кожної партії відроджених яєць зернової молі (контрольної та експериментальної) вибірково відбиралася певна їх кількість і розсипалася на спеціально виготовлений прилад, за допомогою бінокуляра підраховувалася загальна кількість яєць, а також окремо білі та червоні (білі – з яких відродилась гусениця зернової молі, червоні – ті з яких не відродилась). Таким чином, визначався процент відродження гусениць з яєць зернової молі.

Для визначення відсотку зараження зерна ячменю гусеницею, що відродилась з яєць, які були оброблені електростатичним полем та контрольної

партії. Бралось по 120 кг ячменю, який попередньо проходив теплову обробку за допомогою кондиціонера зерна КЗ-70.

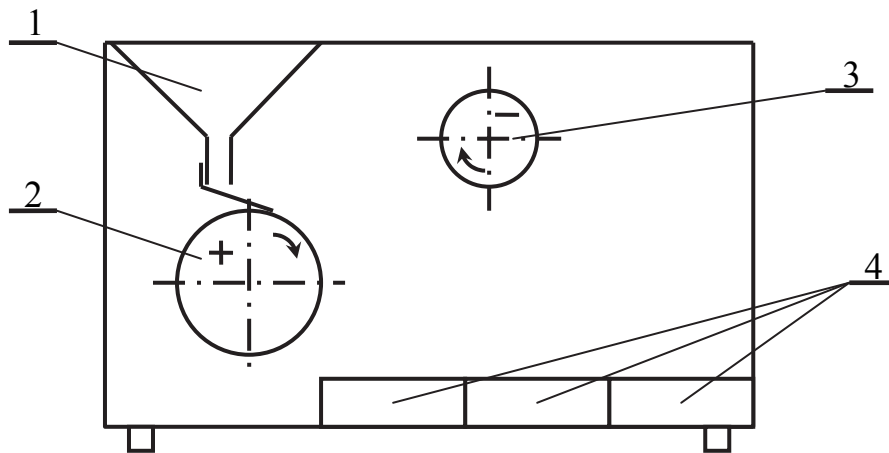


Рис. 3.13. Схема електростатичного сепаратору:

1 – бункер, 2, 3 – барабани, 4 – приймаючі контейнери

Для визначення зараження зерна гусеницею зернової молі вибірково з різних кюветів зерно ячменю спочатку одної партії, а потім іншої. Виконувалося розрізання 100 зернин ячменю та підраховувалася кількість заражених. Таким чином, визначався процент зараження зерна та перевірявся вплив на гусеницю зернової молі електростатичного поля.

При дослідженні впливу на плодючість самок зернової молі проводиться наступна послідовність: зерно, що було заражене гусеницею зернової молі загрузалося в бокси (експериментальну та контрольну партію в окремі бокси) та протягом льоту метеликів проводять збір яєць та зважування. Після припинення льоту метеликів зерно ячменю вивантажували з боксів, а далі проводили підсумовування загальної кількості яєць, які були зібрані протягом всього періоду і таким чином, визначався вплив електростатичного поля на загальну плодючість самок.

Для визначення впливу електростатичного поля на розміри яєць зернової молі з кожної партії вибірково виміряли розміри 100 шт. яєць за допомогою

бінокуляра. Після вимірювання розмірів визначали ймовірність отримання фракцій яєць.

3.5. Висновки по 3 розділу

1. Розроблений експериментальний зразок калібратора яєць зернової молі дозволяє встановити вплив конструкційно-технологічних параметрів та режимів його роботи, а саме швидкості повітряного потоку, висоти камери розділення, висоти пластини-заслінки, кута стабілізуючого патрубка, довжини контейнерів, на якісні показники процесу калібрування, а відповідно і на ентомологічний препарат трихограми.

2. Для оцінки якісних показників процесу калібрування запропоновано використати показник ймовірності знаходження об'єму крупних та дрібних яєць зернової молі в заданій межі, а саме до $0,0247 \text{ мм}^3$ дрібні, більше – крупні.

3. При визначенні конструкційних параметрів та режимів роботи калібратора яєць зернової молі доцільно застосувати методику планування багатofакторного експерименту.

4. Визначення якісних показників ентомологічного препарату трихограми, а саме відродження особин, співвідношення статей, кількість самиць та їх плодючість, кількість деформованих особин та пошукова здатність ентомофага доцільно проводити використовуючи елементи методики, яка розроблена В.С. Шелестовою, С.Д. Мельничуком, О.І Гончаренком та В.Ф. Дроздою.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ КАЛІБРУВАННЯ ЯЄЦЬ ЗЕРНОВОЇ МОЛІ ТА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕНТОМОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ ТРИХОГРАМИ

Лабораторні та експериментальні дослідження калібратора яєць зернової молі проводились на базі навчально-науково-виробничої лабораторії Національного університету біоресурсів і природокористування України.

4.1. Фізико-механічні властивості яєць зернової молі

До фізико-механічних властивостей яєць зернової молі, які нам необхідні для проведення експерименту відноситься об'єм яєць. Визначали його для того, щоб визначити ймовірність добору крупних яєць у другій фракції та порівняти дані з ймовірністю наявності крупних яєць у фракції до калібрування.

До калібрування ймовірність наявності крупних яєць в партії зернової молі становила 36 %, конгломератів 24 % та дрібних яєць 40 % (рис. 4.1)

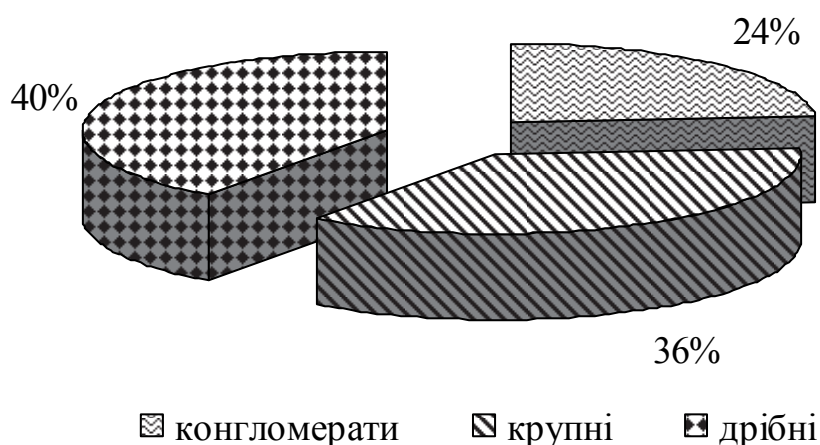


Рис. 4.1. Розділення фракції яєць зернової молі до калібрування

Після проведення експерименту ми отримали різні значення ймовірності добору крупних яєць в контейнерах калібратора (табл. 4.1), але увага наша була

зосереджена саме на другому контейнері, так як саме в нього мають потрапляти найбільше крупних яєць.

Таблиця 4.1

**Розподіл ймовірності добору фракцій яєць
після проведення експерименту**

№ дослідку	Ймовірність добору фракцій яєць, %								
	I контейнер			II контейнер			III контейнер		
	к *	кр **	д ***	к	кр	д	к	кр	д
1	82	11	7	31	49	20	3	40	57
2	55	32	13	16	51	33	-	30	70
3	78	15	7	36	41	33	7	39	54
4	49	38	13	17	37	46	-	6	94
5	85	9	6	43	45	12	17	32	51
6	44	38	18	14	49	37	-	6	94
7	73	20	7	18	48	34	-	26	74
8	75	17	8	34	40	26	4	19	77
9	81	16	3	22	50	28	3	31	66
10	71	19	10	14	39	47	-	14	86
11	65	20	15	16	50	34	-	7	93
12	81	14	5	40	43	17	11	29	60
13	78	15	7	15	57	28	3	23	74
14	70	17	13	16	54	30	-	20	80
15	75	20	5	18	62	20	2	22	76

* - конгломерати; ** - крупні яйця; *** - дрібні.

Таким чином, після проведення експерименту середня ймовірність добору крупних яєць у другому контейнері становила 58 % (рис. 4.2), що збільшило наявність крупних яєць на 20 % в порівнянні з фракцією, яка використовувалась для експерименту, але до калібрування.

Також до фізико-механічних властивостей яєць зернової молі, які визначали та використовували експериментально для порівняння зі теоретичними дослідженнями відноситься швидкість зависання v_z (м/с).

В табл. 4.2 показана швидкість зависання, що була визначена при теоретичних та експериментальних дослідженнях.

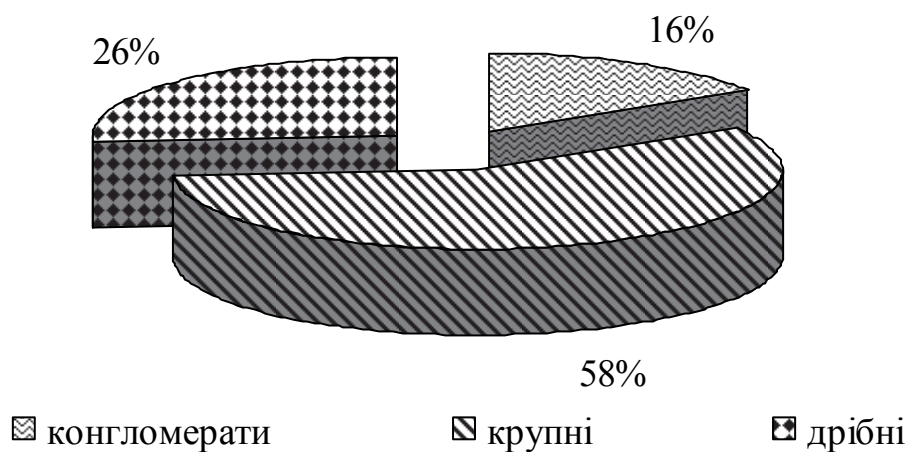


Рис. 4.2. Розподіл яєць зернової молі після калібрування у другому контейнері (експеримент)

Таблиця 4.2

Швидкості зависання яєць зернової молі, що визначали при теоретичних та експериментальних дослідженнях

Об'єми яєць, що використовували при дослідженнях			Швидкість зависання яєць, м/с				
			Конгломерати			Крупні	Дрібні
Види яєць	Об'єм, мм ³	з 2-х шт.	з 4-х шт.	з 6-ти шт.			
Теоретичні дослідження							
Конгломерати	з 2-х шт.	0,0279x2	1,9	-	-	-	-
	з 4-х шт.	0,0279x4	-	2,2	-	-	-
	з 6-ти шт.	0,0279x6	-	-	2,6	-	-
Крупні	-	0,0279	-	-	-	1,8	-
Дрібні	-	0,0217	-	-	-	-	1,7
Експериментальні дослідження							
Конгломерати	з 2-х шт.	-	1,8-2,0	-	-	-	-
	з 4-х шт.	-	-	2,0-2,4	-	-	-
	з 6-ти шт.	-	-	-	2,4-2,8	-	-
Крупні	-	0,0247-0,0306	-	-	-	1,7-1,8	-
Дрібні	-	0,0188-0,0237	-	-	-	-	1,6-1,7

4.2. Визначення конструкційних параметрів пневматичного калібратора яєць зернової молі методом факторного планування експериментів

При визначенні взаємозв'язку впливу швидкості повітряного потоку v (м/с), швидкості яєць зернової молі v_y (м/с), висоти пластини-заслінки H_z (мм), висоти камери розділення H_k (мм) на ймовірність добору крупних яєць у другому контейнері I_m (%), продуктивність процесу калібрування P_k (г/год), питому енергомісткість E (Вт год/г) та питому енергомісткість з урахуванням якості розділення E_y (Вт год/г) було проведено експерименти в виробничих умовах лабораторії біологічного захисту рослин за планом Бокса-Бенкіна.

Відповідно цього плану проводився трьохфакторний експеримент. До цих факторів увійшли висота камери розділення, висота пластини-заслінки та швидкість повітряного потоку – це ті фактори, які найбільше впливають на якість розділення. Постійними при цьому були наступні конструкційно-технологічні параметри калібратора: кут стабілізуючого патрубку 20 град., довжина приймаючих контейнерів: першого – 110 мм, другого – 30 мм, третього – 90 мм.

Кут стабілізуючого патрубку базового калібратора становив 30 град., а як відомо, що якість розділення залежить від кількості матеріалу, який потрапляє одночасно в повітряний потік [114]. Нами були проведенні дослідження по визначенню впливу кута патрубку на швидкість яєць, а відповідно і на якість калібрування, яка виражалась в ймовірності добору крупних яєць (табл. 4.3).

На рис. 4.3 показана залежність швидкості яєць від кута стабілізуючого патрубку. При 10 град. яйця навіть за допомогою вібраційного пристрою майже не рухались, при 15 град. – частина яєць залишалась в патрубку, а при 35 град. яйця самопливом рухались по патрубку, в зв'язку з чим і отримали такий стрибок швидкості [95].

В зв'язку з цим був проведений експеримент по визначенню впливу кута нахилу патрубку на ймовірність добору крупних яєць саме у першому

контейнері, в якому мають бути, в більшості, конгломерати. Для цього були взяті кути патрубку 20, 25 і 30 град. (рис. 4.4), і отримали, що при збільшенні кута зростає ймовірність добору крупних яєць в першому контейнері.

Таблиця 4.3

**Результати впливу кута патрубку на ймовірність
добору крупних яєць**

№ п/п	Час проходження горизонтальної частини патрубку, с	Кут стабілізуючого патрубку, град.	Швидкість яєць, м/с	Ймовірність добору крупних яєць у першому контейнері, %
1	0	10	0	-
2	12,8	15	0,0066	-
3	8,7	20	0,0092	7
4	6,0	25	0,0125	10
5	2,8	30	0,0251	18
6	0,6	35	0,2500	-

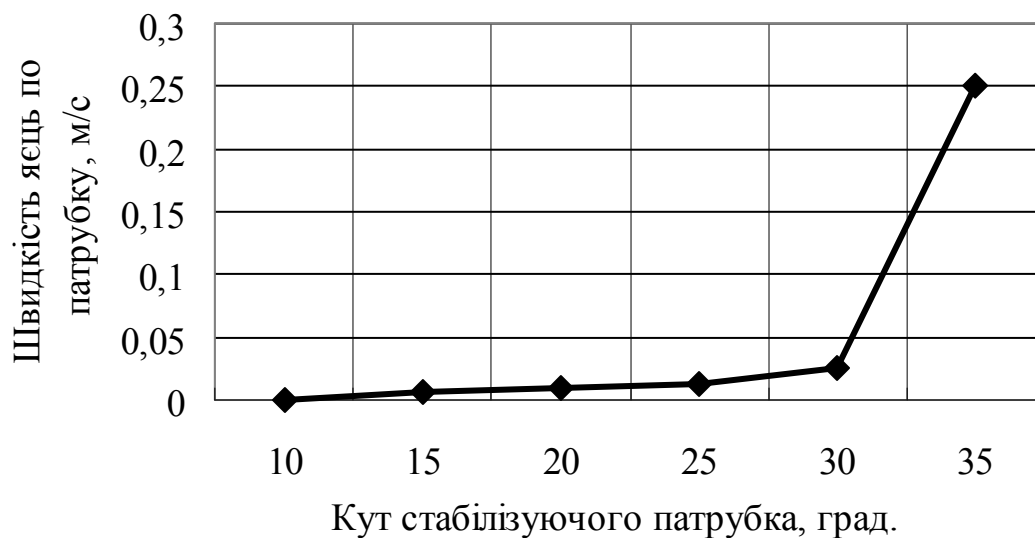


Рис. 4.3. Залежність швидкості яєць від кута стабілізуючого патрубку

Пояснюється це тим, що при збільшенні кута патрубку збільшується початкова швидкість яєць перед камерою розділення та збільшується їх кількість, яка одночасно надходить в камеру розділення, в результаті чого вони заважають один одному і під час зіткнень перенаправляють один одного та

змінюють свою траєкторію. Швидкість повітря при цьому становила 3,8 м/с. Таким чином, в першому контейнері ймовірність потрапляння крупних яєць склала 7 % при 20 град., який і прийняли для проведення подальших досліджень.

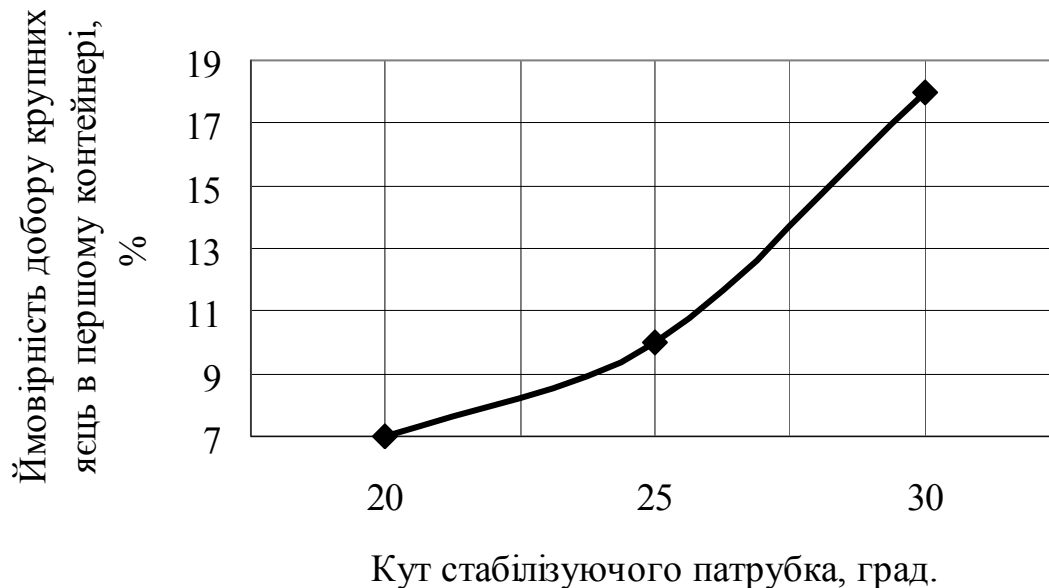


Рис. 4.4. Залежність ймовірності добору крупних яєць від кута стабілізуючого патрубку

Використовуючи результати трьохфакторних експериментів отримали математичні моделі, а саме рівняння регресії, які мають вигляд поліномів другого порядку.

Слід зазначити, що результати калібрування оброблені і наведені в подальшому лише по другому контейнеру, так як саме другий контейнер призначений для крупних яєць.

Залежність якості калібрування яєць зернової молі, яка виражається через ймовірність, I_m від швидкості повітряного потоку v (x_1), висоти пластини-заслінки H_z (x_2) та зміни висоти камери розділення H_k (x_3) після проведення багатфакторного експерименту визначається за допомогою рівняння регресії в закодованих величинах:

$$I_m = 57,667 + 0,8118x_1 + 1,5618x_2 - x_3 - 6,6452x_1^2 - 6,6452x_2^2 - 5,5215x_3^2 + 5,3763x_1x_2 + 1,5000x_1x_3 - x_2x_3. \quad (4.1)$$

При розкодуванні рівняння регресії (4.1) приймає вигляд:

$$I_{\text{м}} = -2428,9 + 1124,439v - 5,7362H_3 + 4,1715H_{\text{к}} - 166,1294v^2 - 0,0665H_3^2 - 0,0138H_{\text{к}}^2 + 2,6882vH_3 + 0,3750vH_{\text{к}} - 0,0050H_3H_{\text{к}}. \quad (4.2)$$

Після аналізу отриманих результатів залежностей (рис. 4.5) [93, 99] стає зрозумілим, що швидкість повітряного потоку значно впливає на ймовірність добору крупних яєць зернової молі в другому контейнері (рис. 4.6, а) і становила 58 % при швидкості повітряного потоку в межах 3,75 – 3,85 м/с, при середній висоті пластини-заслінки, а саме 25 мм та при висоті камери розділення 200 мм.

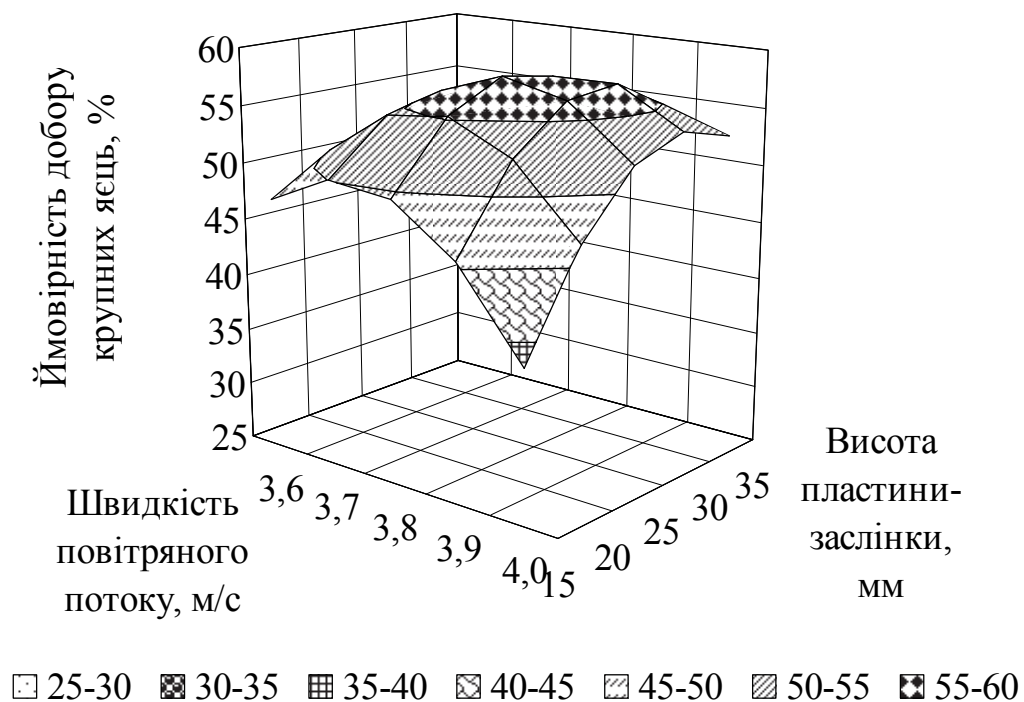
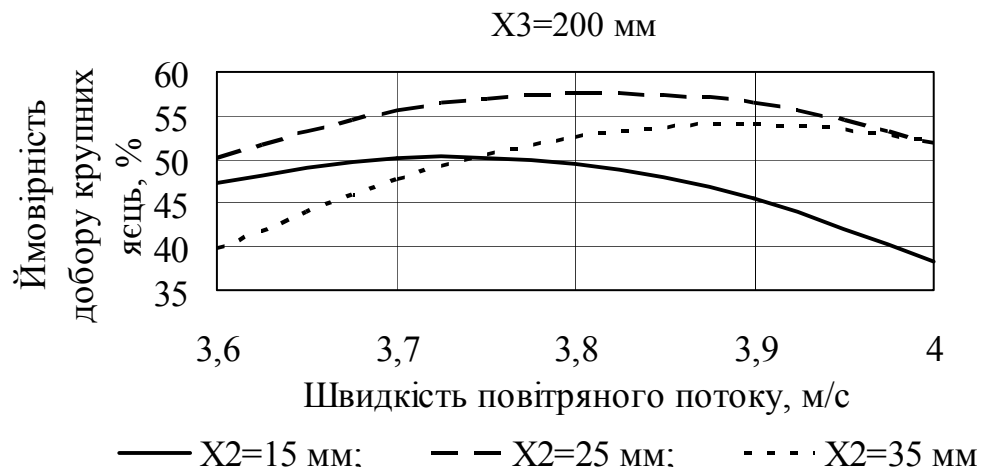


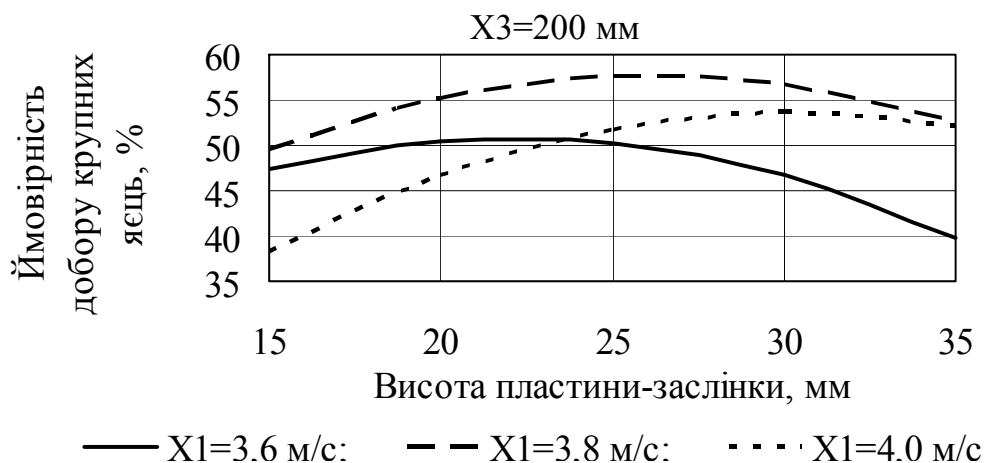
Рис. 4.5. Залежність ймовірності добору крупних яєць від швидкості повітряного потоку та висоти пластини-заслінки

При таких самих умовах але при швидкості повітря 3,6 м/с ймовірність становила 50 %, тому що при меншій швидкості потоку повітря частина крупних яєць потрапляє у перший контейнер, а частина дрібних у другий таким

чином загальна частка крупних яєць у другому контейнері менша ніж при швидкості повітря 3,8 м/с, а при швидкості повітря 4,0 м/с ймовірність становила 52 %, за рахунок того, що при більшій швидкості повітря частина конгломератів потрапляє у другий контейнер, а частина крупних яєць у третій.



а)



б)

Рис. 4.6. Залежність ймовірності добору крупних яєць від швидкості повітряного потоку (а) та висоти пластини заслінки (б)

На рис. 4.6 (б) показана залежність ймовірності добору крупних яєць від висоти пластини-заслінки, яка показує, що при середній висоті камери розділення, а саме 200 мм, середній швидкості повітря – 3,8 м/с найкраща ймовірність отримання крупних яєць становить близько 58 %, висота пластини-заслінки при цьому знаходиться в межах від 24 мм до 27 мм.

Аналізуючи залежності (рис. 4.7) можна зробити висновок, що на ймовірність добору крупних яєць у другій фракції позитивно впливає висота камери розділення та швидкість повітряного потоку і яка становить близько 56 %.

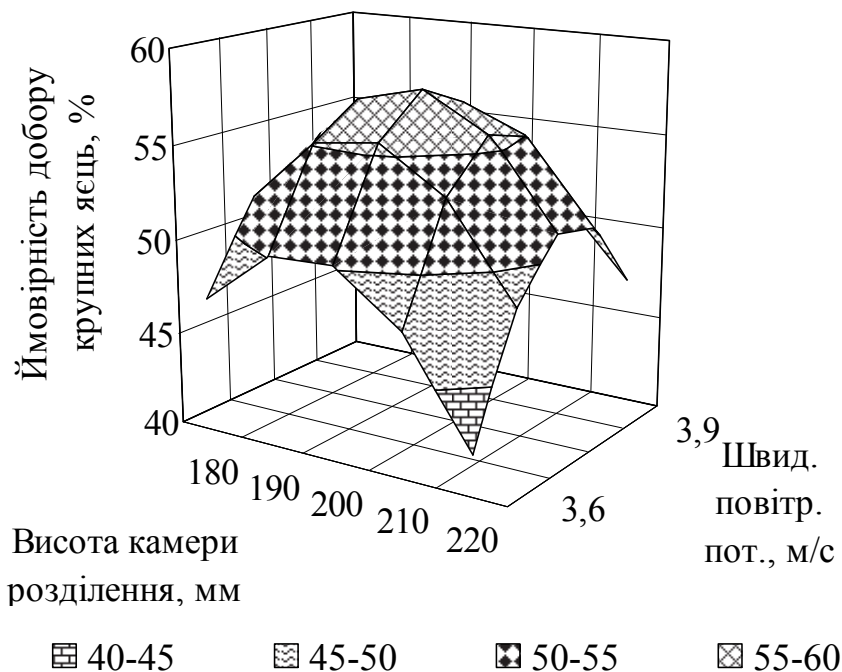
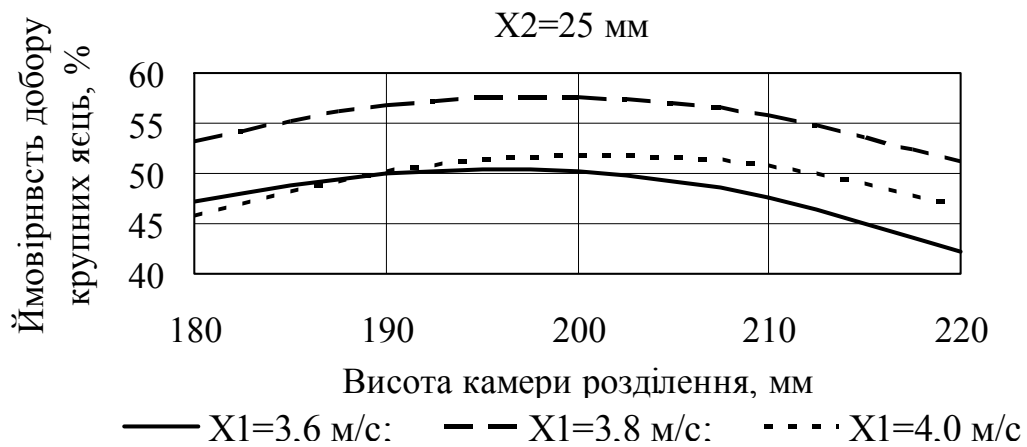
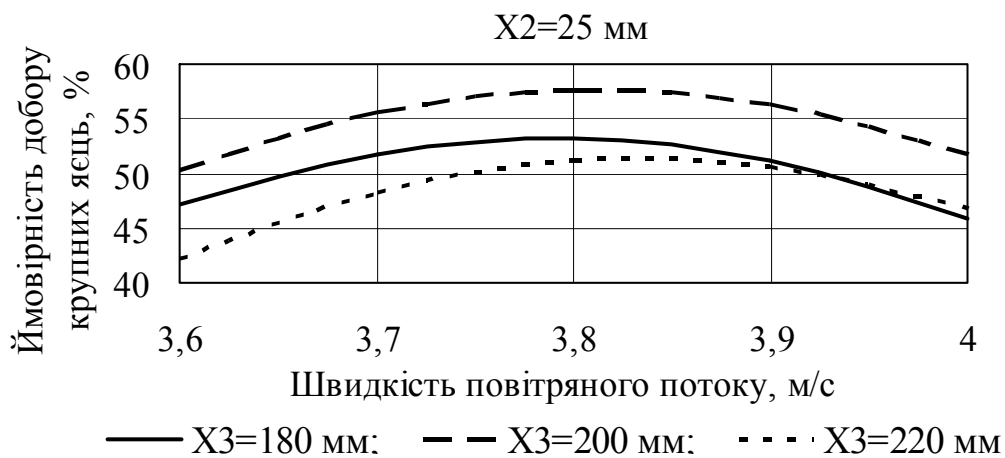


Рис. 4.7. Залежність ймовірності добору крупних яєць від висоти камери розділення та швидкості повітряного потоку

Одним із факторів, який був обраний при проведенні експерименту є висота камери розділення H_k , аналізуючи рис. 4.8 (а) отримаємо висновок, що при висоті камери розділення 180 мм ймовірність менша, тому що частина конгломератів, які мали потрапити у перший контейнер, за рахунок більшої висоти падіння встигають перелітати у другий контейнер, таким чином, впливаючи негативно на якість калібрування. При висоті камери розділення 220 мм частина дрібних яєць, які наближені до крупних не встигають перелетіти заслінку, за рахунок меншої висоти, і потрапляють у другий контейнер, також негативно впливаючи на ймовірність. Таким чином, оптимальна висота камери розділення знаходиться в межах 192 – 202 мм і ймовірність добору крупних яєць, при цьому, становить близько 58 %, при швидкості повітря 3,8 м/с (рис. 4.8, б).



а)



б)

Рис. 4.8. Залежність ймовірності добору крупних яєць від висоти камери розділення (а) та швидкості повітряного потоку (б)

Аналіз залежності ймовірності добору крупних яєць від висоти пластини-заслінки та висоти камери розділення (рис. 4.9) показує, що при зміні цих параметрів, ймовірність суттєво змінюється.

Висота пластини-заслінки, яка знаходилась між другим та третім контейнером змінювалась від 15 до 35 мм, суттєво впливає на процес калібрування та ймовірність добору крупних яєць (рис. 4.10, а). При висоті пластини-заслінки 15 мм ймовірність добору крупних яєць становила близько 50 %, тому що, при такій висоті заслінки частина крупних яєць перелітала в третій контейнер таким чином, загальна частка в другому контейнері крупних яєць

зменшувалась. При висоті заслінки 35 мм ймовірність добору крупних яєць становила близько 53 %, в зв'язку з тим, що висока заслінка не дозволяла яйцям, які були наближені до крупних яєць перелетіти у третій контейнер, а оптимальна висота пластини-заслінки при швидкості повітря в камері розділення 3,8 м/с становила від 23 до 28 мм.

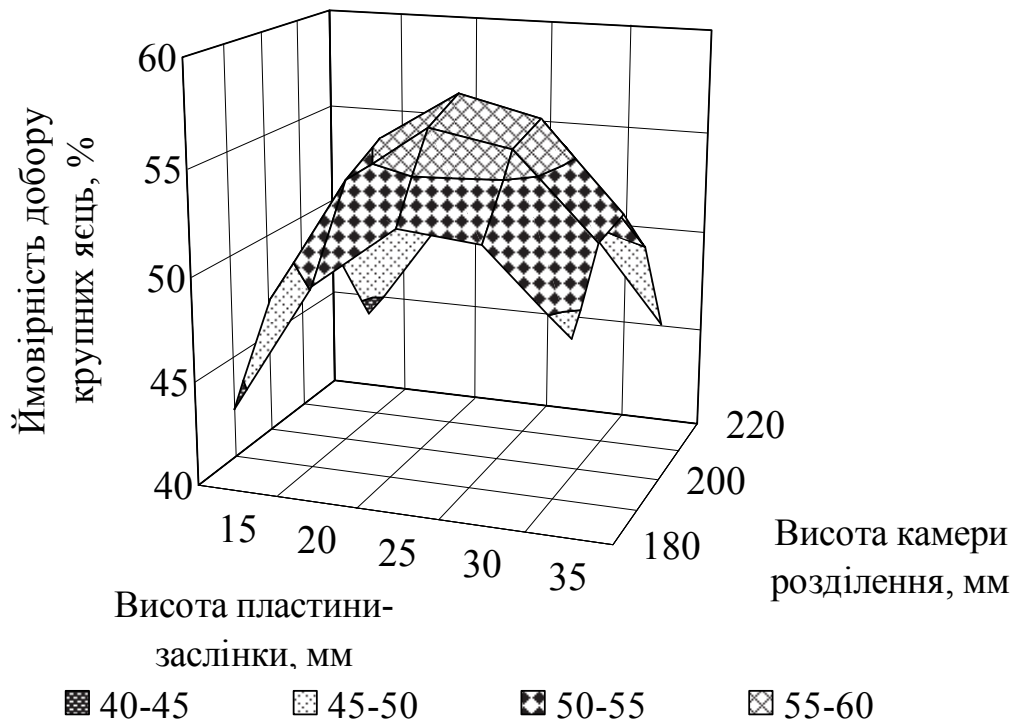
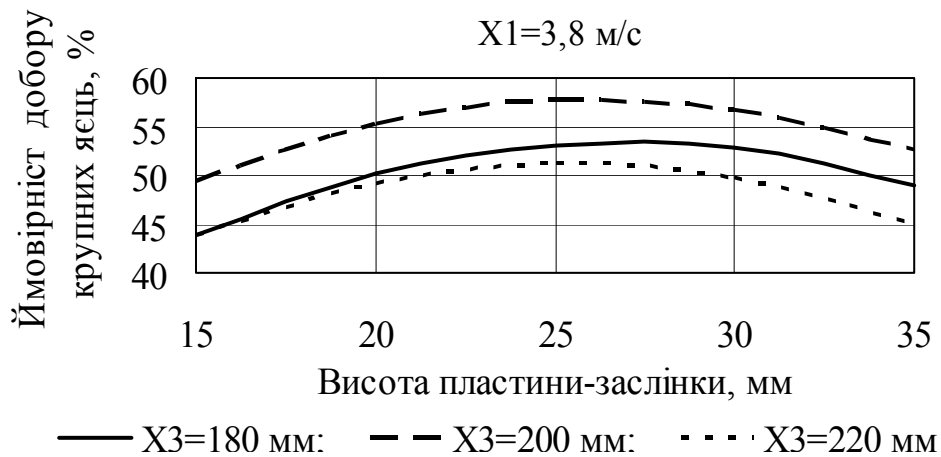


Рис. 4.9. Залежність ймовірності добору крупних яєць від висоти пластини-заслінки та висоти камери розділення



а)

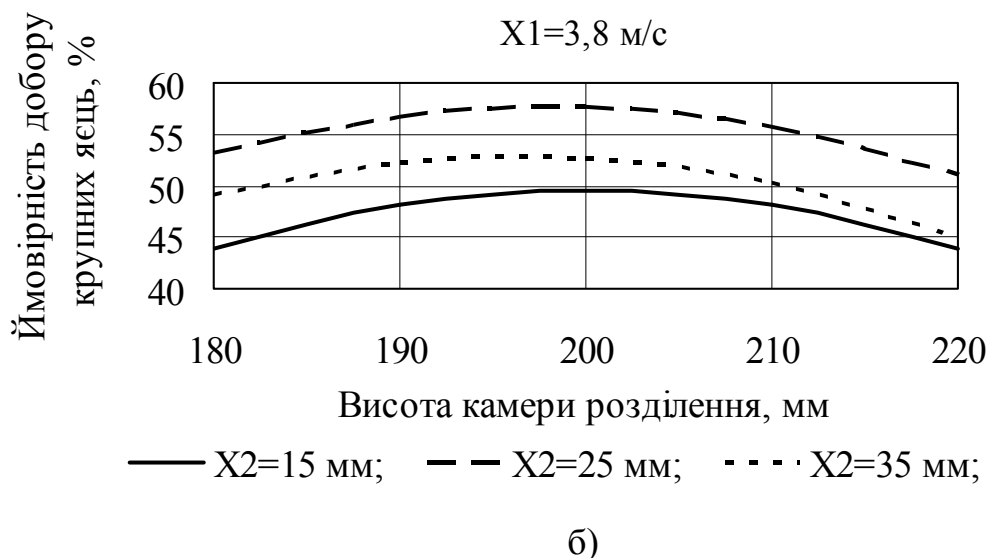


Рис. 4.10. Залежність ймовірності добору крупних яєць від висоти пластини-заслінки (а) та висоти камери розділення (б)

Висота камери розділення в поєднанні з висотою пластини-заслінки при швидкості потоку повітря 3,8 м/с (рис. 4.10, б) впливають на ймовірність добору крупних яєць і становить близько 58 %, оптимальна висота камери розділення при цьому знаходиться в межах від 192 до 202 мм.

Отримані результати експериментальних досліджень дають можливість провести аналіз, в цілому, процесу калібрування, який показує, що якість калібрування, яка виражалась в ймовірності добору крупних яєць у другому контейнері, коливалась в межах від 38,250 до 57,667 %. Це спостерігалось при зміні висоти камери розділення, висоти пластини-заслінки, а також при зміні швидкості повітряного потоку та при встановленні середніх параметрів та режимів роботи калібратора відбувалось підвищення ймовірності.

Споживачами електричної енергії в калібраторі є вібраційний пристрій та привід вентилятора. Вібраційний пристрій має струм живлення 25 мА, а вентилятор 100 мА, загальний струм становить 125 мА. При завантаженні пристрою і коли він працює в холостому ході фактично струм не зростає, змінюючись приблизно на 0,01 мА, навіть при максимальному завантаженні, коли кут стабілізуючого патрубку становив 30 град.

Продуктивність пневматичного калібратора яєць зернової молі, як видно з рисунку 4.11, фактично не змінюється. Протягом експерименту продуктивність змінювалась від 149,346 г/год до 151,442 г/год, що свідчить про те, що на неї не впливають зміни конструкційних параметрів та режимів роботи пневматичного калібратора, а саме висота камери розділення, швидкість повітряного потоку, висота пластини-заслінки.

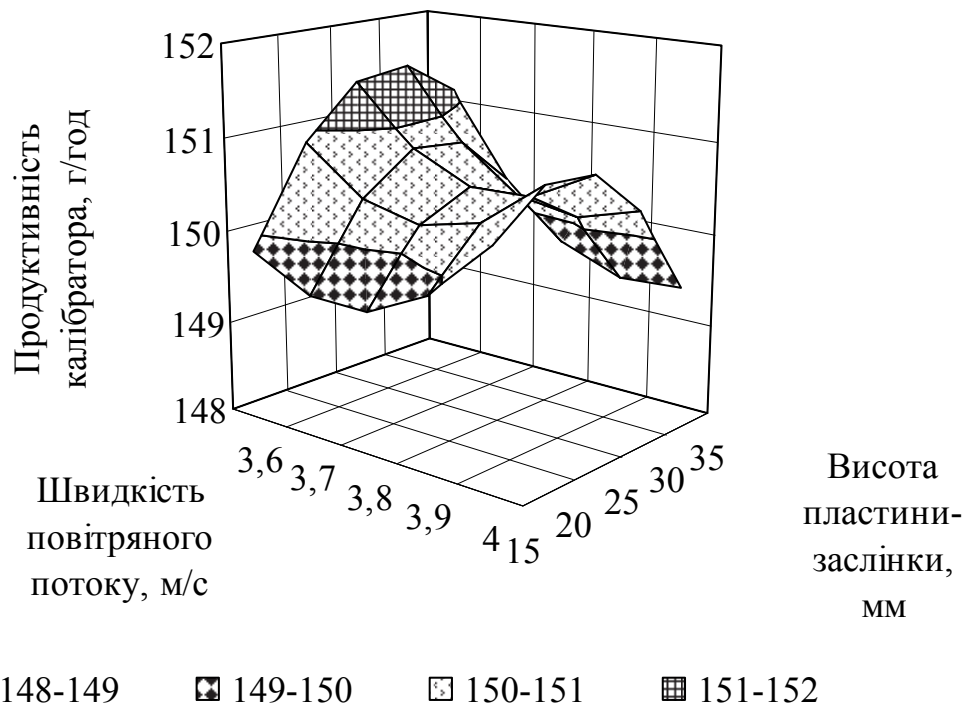


Рис. 4.11. Залежність продуктивності калібрування від швидкості повітряного потоку та висоти пластини-заслінки

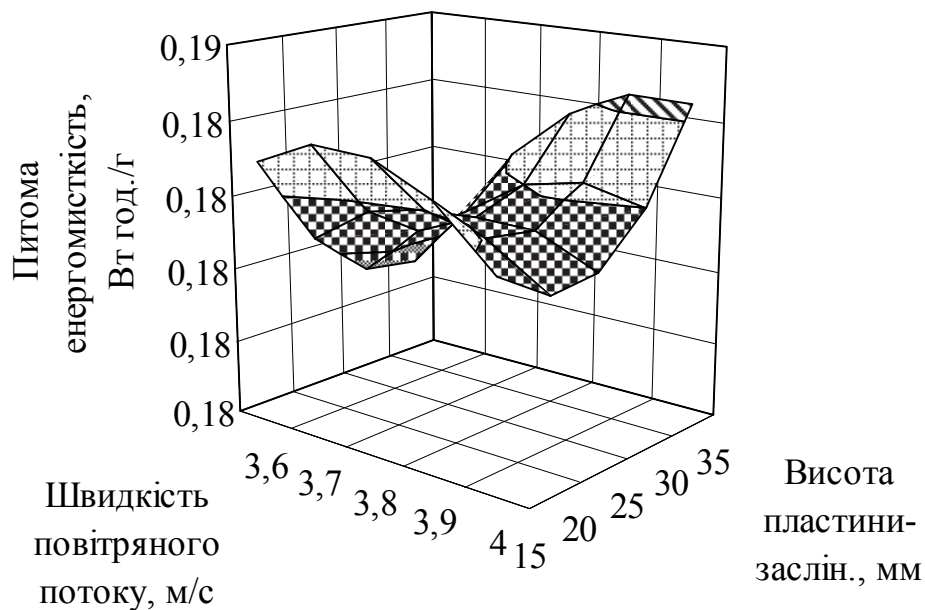
Питома енергомідкість, яка залежить від продуктивності процесу також не суттєво змінюється (рис. 4.12). Зміна становить від 0,182 Вт год/г до 0,184 Вт год/г і не залежить від швидкості повітряного потоку, висоти пластини-заслінки та висоти камери розділення.

Залежність питомої енергомідкості калібрування яєць зернової молі з урахуванням якості розділення від швидкості повітряного потоку v (x_1), висоти пластини-заслінки H_z (x_2) та зміни висоти камери розділення H_k (x_3) після проведення багатofакторного експерименту визначається за допомогою рівняння регресії в закодованих величинах:

$$I_{\text{м}} = 0,318 - 0,01x_1 - 0,0128x_2 + 0,0115x_3 + 0,0488x_1^2 + 0,0538x_2^2 + 0,0323x_3^2 - 0,0485x_1x_2 - 0,0101x_1x_3 + 0,0106x_2x_3. \quad (4.3)$$

При розкодуванні рівняння регресії (4.3) приймає вигляд:

$$I_{\text{м}} = 17,7 - 8,218v + 0,0533H_3 - 0,0234H_{\text{к}} + 1,2210v^2 + 0,0005H_3^2 + 0,0001H_{\text{к}}^2 - 0,0242vH_3 - 0,0025vH_{\text{к}} + 0,0001H_3H_{\text{к}}. \quad (4.4)$$



□ 0,180-0,181 ■ 0,181-0,182 ▨ 0,182-0,183 ▤ 0,183-0,184 ▥ 0,184-0,185

Рис. 4.12. Залежність питомої енергомисткості від швидкості повітряного потоку та висоти пластини-заслінки

Головним критерієм оцінювання калібрування є якість розділення яєць на фракції та отримання крупних яєць саме у другій фракції, яка виражалась через ймовірність, тому ми визначили питому енергомисткість з урахуванням якості. На рис. 4.13 показана залежність питомої енергомисткості з урахуванням якості калібрування від швидкості повітряного потоку та висоти пластини-заслінки, яка показує, що питома енергомисткість, що враховує якість калібрування залежить від швидкості повітряного потоку, а саме при швидкості 3,6 м/с питома енергомисткість мінімальна становить 0,377 Вт год/г, при підвищенні

швидкості потоку повітря до 3,8 м/с питома енергомідкість знижувалась до 0,318 Вт год/г, а при зростанні швидкості повітря до 4 м/с енергомідкість становила 0,349 Вт год/г.

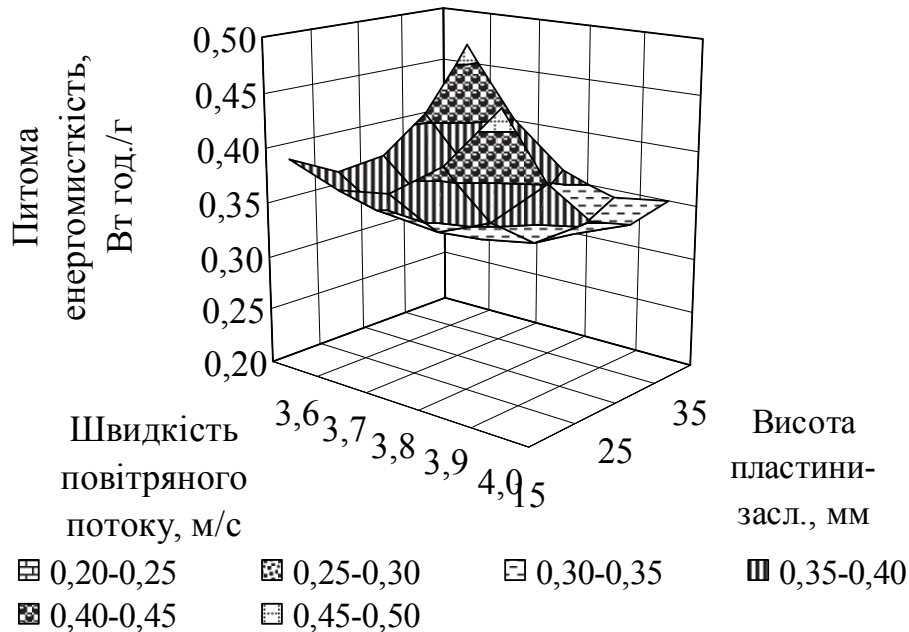


Рис. 4.13. Залежність питомої енергомідкості з урахуванням якості калібрування від швидкості повітряного потоку та висоти пластини-заслінки

Як видно з рис. 4.13 найнижчу питому енергомідкість операція калібрування має при швидкості повітря 3,8 м/с. При висоті пластини-заслінки 15 мм найнища енергомідкість становила 0,385 Вт год/г, при збільшені висоти пластини-заслінки до 25 мм енергомідкість знижувалась до 0,318 Вт год/г, а при висоті пластини 35 мм енергомідкість знову зросла до 0,349 Вт год/г. Ці дані показують, що енергомідкість калібрування, яка враховує якість розділення, змінюється в залежності від висоти пластини-заслінки та має свої екстремуми, що дозволяє вибрати оптимальні параметри та режими роботи калібратора.

На рис. 4.14 показана залежність питомої енергомідкості з урахуванням якості калібрування від висоти камери розділення та швидкості повітряного потоку.

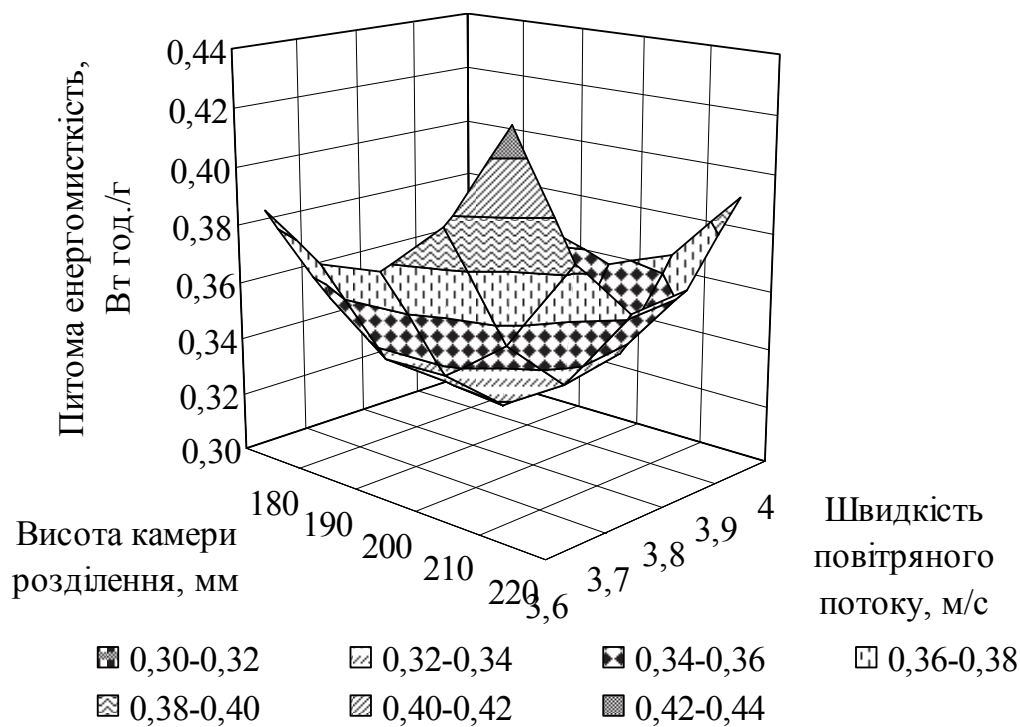


Рис. 4.14. Залежність питомої енергомисткості з урахуванням якості калібрування від висоти камери розділення та швидкості повітряного потоку

Висота камери розділення, як видно, змінювалась від 180 до 220 мм, питома енергомисткість також змінювалась, при 180 мм вона становила 0,339 Вт год/г, після того, як висота камери розділення почала збільшуватись до 200 мм енергомисткість знизилась до 0,318 Вт год/г – це найнища енергомисткість, яка була отримана в межах висоти камери розділення від 190 до 200 мм, а при наближенні висоті камери розділення до 220 мм енергомисткість почала зростати і становила 0,362 Вт год/г. Це данні найнижчої питомої енергомисткості, які отримані при середній швидкості потоку повітря, а саме 3,8 м/с.

Криві мають мінімальні значення енергомисткості мають при висоті камери розділення 200 мм, але в залежності від швидкості повітряного потоку енергомисткість має різні значення. При швидкості повітряного потоку 3,6 м/с питома енергомисткість становила 0,377 Вт год/г, при збільшенні повітряного потоку енергомисткість знижувалась до 0,318 Вт год/г. Найнижчі значення

енергомiсткостi знаходились при швидкостi повітряного потоку від 3,8 до 3,9 м/с, а коли відбувалось зростання швидкостi повітряного потоку до 4 м/с енергомiсткiсть зростала до 0,357 Вт год/г.

На рис. 4.15 показана залежнiсть питомої енергомiсткостi з урахуванням якостi калiбрування від висоти пластини-заслiнки та висоти камери роздiлення.

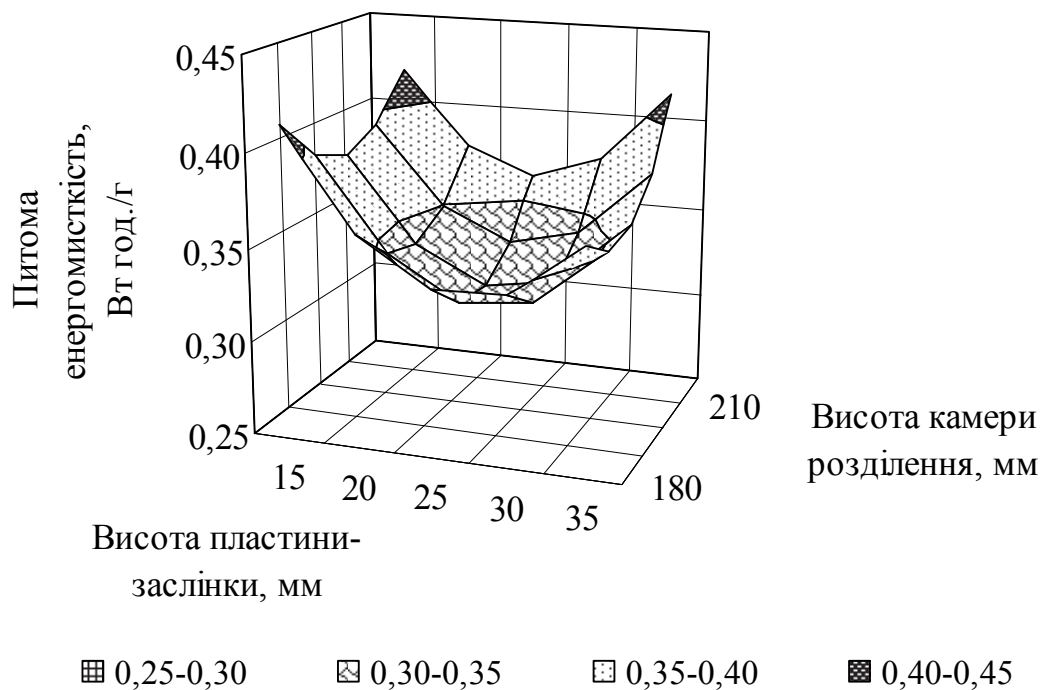


Рис. 4.15. Залежнiсть питомої енергомiсткостi з урахуванням якостi калiбрування від висоти пластини-заслiнки та висоти камери роздiлення

Питома енергомiсткiсть з урахуванням якостi калiбрування в залежностi від висоти пластини-заслiнки має рiзнi значення, найнищi при висотi камери роздiлення 200 мм, а саме: коли висота пластини-заслiнки становить 15 мм енергомiсткiсть має значення 0,385 Вт год/г, при збiльшеннi висоти пластини енергомiсткiсть знижувалась до 0,318 Вт год/г, як видно з рисунку найнища енергомiсткiсть знаходилась в межах висоти пластини від 25 до 30 мм, але коли висота пластини становила 35 мм енергомiсткiсть зростала до 0,359 Вт год/г.

Залежнiсть питомої енергомiсткостi від висоти камери роздiлення з урахуванням висоти пластини заслiнки. Мiнiмальна енергомiсткiсть становила при висотi пластини-заслiнки 25 мм, але при рiзній висотi камери роздiлення

мала різні значення, а саме при висоті камери розділення 180 мм енергомiсткiсть була 0,339 Вт год/г, при збiльшеннi висоти камери роздiлення вiдбувається зниження енергомiсткостi до 0,318 Вт год/г, причому значення мiнiмальної енергомiсткостi знаходились при висотi камери роздiлення в межах вiд 190 до 200 мм. Коли висоту камери роздiлення збiльшували до 220 мм, вiдбувалось також пiдвищення питомої енергомiсткостi до 0,362 Вт год/г.

В табл. 4.4 наведенi екстремальнi значення факторiв, що були отриманi пiсля проведення експерименту, якi показують яким чином можна змiнити конструкцiйно-технологiчнi параметри та режими калiбратора, щоб отримати кращу якiсть роздiлення, що виражається через ймовiрнiсть добору крупних яєць у другому контейнерi, чи продуктивнiсть.

Таблиця 4.4

**Екстремальнi значення факторiв, що були отриманi пiсля
проведення експерименту**

№	Екстремальнi значення факторiв		
	Швидкiсть повітряного потоку, м/с	Висота пластини-заслiнки, мм	Висота камери роздiлення, мм
1	Ймовiрнiсть отримання крупних яєць, %		
	3,82	26,73	198,20
2	Продуктивнiсть калiбратора, г/год		
	3,94	23,40	212,62
3	Питома енергомiсткiсть, Вт год./г		
	3,96	23,04	213,11
4	Питома енергомiсткiсть з урахуванням якостi, Вт год./г		
	3,84	27,26	196,29

Отриманi результати експериментальних дослiджень дають можливiсть провести аналіз, в цiлому, операцiй калiбрування, який показує, що питома енергомiсткiсть процесу калiбрування яєць зернової молi коливалась в межах вiд 0,318 до 0,472 Вт год/г, та за допомогою залежностей, що були представленi перед цим можна визначити оптимальнi значення конструкцiйно-технологiчних параметрiв та режимiв роботи калiбратора з врахуванням якостi та питомої енергомiсткостi операцiї [98].

4.3. Результати досліджень впливу крупності яєць зернової молі на якісні показники ентомологічного препарату трихограми

Також проводили дослідження по впливу електростатичного поля на відродження гусениць зернової молі, на зараження зерна гусеницями, які відродились з оброблених яєць, а також на саму міль, тобто на її плодючість, яка була отримана з цих яєць.

Для цього ми взяли дві партії яєць зернової молі і одну з них пропустили через електростатичний сепаратор. Далі ці дві партії розсипали на два центнера зерна ячменю, відповідно на один центнер оброблені (експеримент), а на другий не оброблені (контроль), одночасно відбирали частину яєць для визначення відсотку відродження гусениць з них. Було встановлено, що відсоток відродження гусениць з яєць оброблених електростатичним сепаратором становив 91 %, а контрольного зразка – 93 % [92].

Після зараження зерна гусеницею, яка відродилась з яєць, визначали відсоток його зараження, який становив для експериментального зразка 93 %, а контрольного – 95 %.

Наступним кроком було визначення впливу поля на крупність яєць зернової молі, які були отримані в процесі їх виробництва. В середині масового льоту метеликів зернової молі був виконаний збір яєць та проведена порівняльна оцінка (рис. 4.16) по отриманню крупних яєць з контрольного та експериментального боксу. За допомогою бінокуляра було проведено вимірювання 100 яєць з обох партій, яке показало, що відсоток крупних яєць у експериментальній фракції становив 39 %, а в контрольній – 29 % (табл. 4.5).

А також визначали вплив на плодючість самої молі, яка після всіх етапів технологічного процесу виробництва була отримана з яєць, що були оброблені електростатичним полем. Зерно загрузили у бокси та протягом періоду з 5 жовтня по 2 грудня 2009 року проводили збір яєць зернової молі та після розгрузки зерна з боксу визначали загальну їх кількість, яка становила в експерименті 1028 г, а контролі – 1010 г.

Результати досліджень впливу електростатичного поля

№	Показник	Значення	
		Експеримент	Контроль
1	Відродження гусениць з яєць зернової молі, %	91	93
2	Зараження зерна гусеницею, %	93	95
3	Плодючість самок, г	1028	1010
4	Кількість крупних яєць у фракції, %	39	29

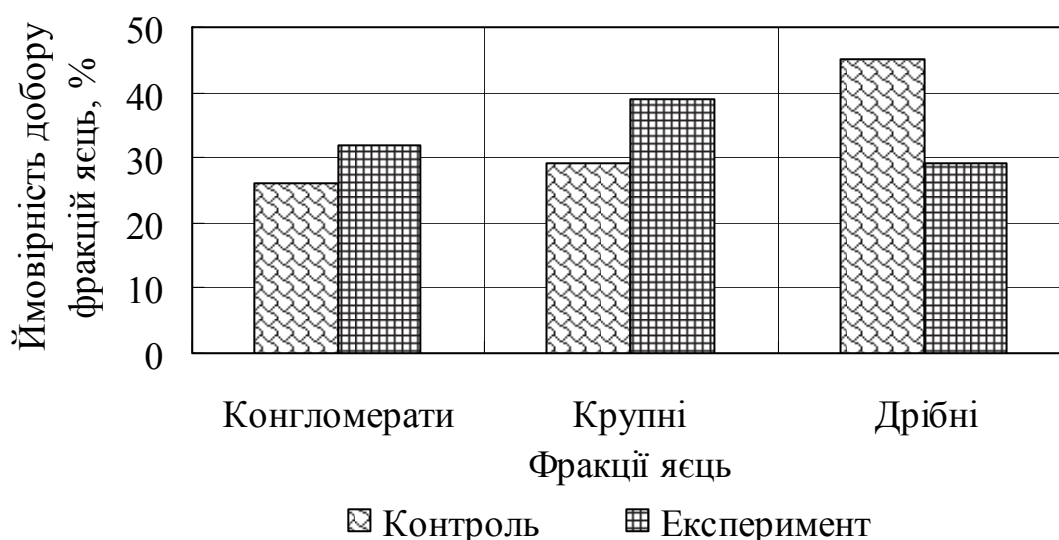


Рис. 4.16. Порівняльна діаграма впливу на підвищення отримання крупних яєць від самиць зернової молі, які були отримані з яєць оброблених електростатичним сепаратором та контрольного зразка

Таким чином, за допомогою проведеного експерименту та порівняльного аналізу, визначено, що електростатичне поле на відродження гусениць з яєць зернової молі суттєвого негативного впливу не завдає (експеримент – 91 %, а контроль – 93 %), на зараження зерна гусеницею це суттєво також не вплинуло (експеримент – 93 %, а контроль – 95 %), на плодючість самок також майже не вплинуло (експеримент – 1028 г, а контроль – 1010 г), лише на отримання крупних яєць у фракції отримали деяку різницю, а саме в експериментальному зразку він становив 39 %, а в контрольній – 29 %. Отже результати, які були нами отримані при обробці яєць зернової молі електростатичним сепаратором

не мають негативних наслідків, а в деяких аспектах навіть їх покращують тому цей напрямок досліджень вартий уваги, але потребує більш глибокого вивчення.

На яйцях зернової молі, що були отримані після процесу калібрування провели дослідження по впливу їх розмірів на якісні показники ентомологічного препарату трихограми виду *T. pinto* (табл. 4.6) [164]. Для порівняння були взяті яйця зернової молі з третьої фракції дрібні (контроль) та з другої – крупні (експеримент). На яйцях з цих фракцій проводили розведення трихограми протягом дев'яти поколінь (рис. 4.17), в результаті спостерігали, що при розведенні на дрібних яйцях суттєвий спад відсотку зараження припадав вже на шосте покоління, а саме 38 %. Тому використовувати в біологічному захисті рослин препарат, при такому розподілу відсотків зараження, необхідно не далі четвертого покоління, так як наступне покоління ще з достатньо високим процентом зараження, а саме 85 %.

Таблиця 4.6

Вплив яєць зернової молі на якість трихограми, які були відібрані калібратором яєць зернової молі

	Відсоток зараження яєць зернової молі трихограмою, %							
	Покоління							
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Експеримент*	84	90	89	94	80	76	56	20
Контроль**	84	90	85	85	38	20	8	5
	Отримання якісної трихограми, г							
Експеримент	1	5	25	125	625	-	-	-
Контроль	1	5	25	-	-	-	-	-
	Необхідна кількість яєць зернової молі для виробництва препарату							
Експеримент	12	60	300	1500	-	-	-	-
Контроль	12	60	-	-	-	-	-	-

* - використовувались крупні яйця, що були отримані після калібрування з другого контейнера калібратора;

** - використовувались дрібні яйця, що були отримані після калібрування з третього контейнера калібратора.

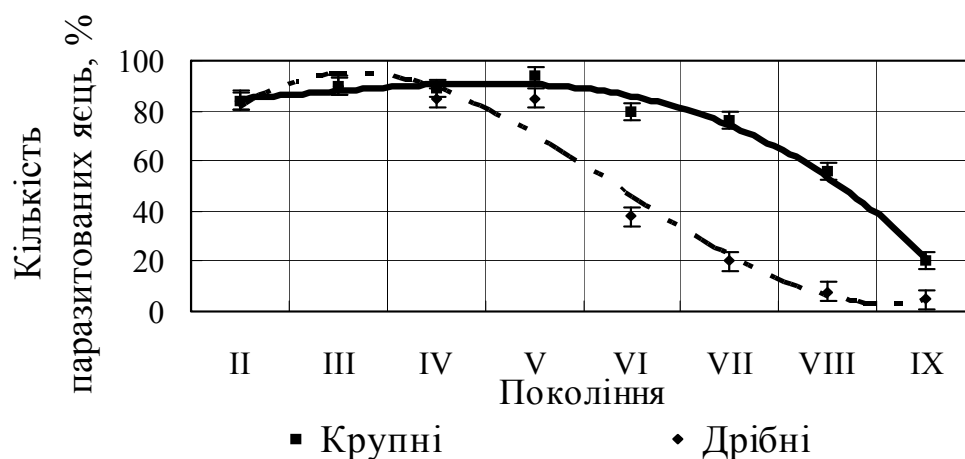


Рис. 4.17. Вплив калібрування на рівень паразитованих яєць трихограмою *Trichogramma pinto* Voeg.

При розведенні трихограми на фракції яєць зернової молі, що були відібрані з другого контейнера, спостерігалось зменшення відсотка зараження на восьмому поколінні, а саме до 56 %. Відповідно стає зрозумілим, що використовувати препарат потрібно шостого покоління, тоді ефективність його буде достатньо високою. Таким чином, розведення ентомологічного препарату трихограми виду *T. pinto* на крупних яйцях зернової молі, в порівнянні з дрібними, дозволить збільшити його виробництво на два покоління, а відповідно і його ефективну кількість, але для того щоб визначати клас трихограми необхідно проводити повний аналіз партії на кожному поколінні.

Подальшим кроком було проведення досліджень по визначенню впливу розмірів яєць зернової молі на якісні показники ентомологічного препарату трихограми виду *T. evanescens* Westw. [37]. Дослідження проводились на яйцях зернової молі, що були очищені очисником яєць ОЯ-1 та відкалібровані удосконаленим калібратором, після чого на другій фракції, де переважно знаходились крупні яйця вже проводили експеримент. Для порівняння були взяті яйця зернової молі, що були отримані лише після очистки та протягом семи поколінь визначали якісні показники трихограми, а саме: кількість паразитованих яєць зернової молі, пошукову здатність, відродження, відсоток

самиць, статевий індекс, кількість деформованих особин, тривалість життя та плодючість самиць, з використанням цих даних визначали клас трихограми.

А також проводили порівняльну оцінку впливу крупності яєць зернової молі на ентомологічний препарат трихограми. На рис. 4.18 показана залежність впливу крупності яєць зернової молі на кількість паразитованих яєць трихограмою, яка була вироблена з аналогічної партії протягом семи поколінь. Ця залежність показує, що до сьомого покоління фактично лінії, які характеризують фракцію до калібрування та крупних яєць мають майже паралельний вигляд. При цьому крива, що характеризує трихограму, яка була розведена на крупних яйцях зернової молі, має, в середньому, на 5 % вище відсоток паразитованих яєць.

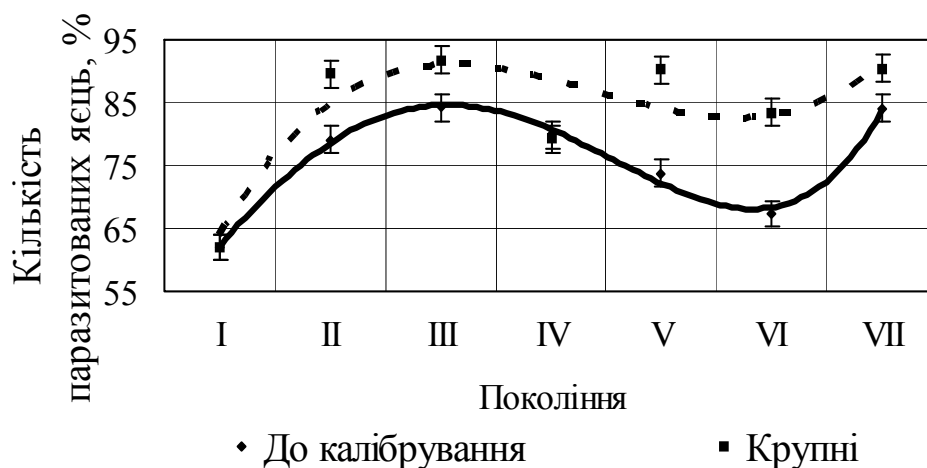


Рис. 4.18. Вплив калібрування на рівень паразитованих яєць трихограмою *Trichogramma evanescens* Westw.

Якщо в цілому розглядати графік, то він показує, що рівень відсотка паразитованих яєць трихограмою протягом всіх поколінь обох фракцій достатньо високий. А дослідження, які були проведені раніше на трихограмі виду *T. pinto*, показали, що на сьомому поколінні вже відбувається спад відсотка паразитованих яєць трихограмою, тому ці дослідження підтверджують важливість визначення якісних показників кожного виду трихограми, кожної партії. Ці два графіки показують (рис. 4.17, 4.18), що якісні показники ентомологічного препарату трихограми, при промисловому розведенні,

залежать не тільки від якісних показників яєць зернової молі, але і від початкових якісних показників маточної культури трихограми.

Одним з важливіших якісних показників ентомологічного препарату, який входить до показників, що визначають клас трихограми, являється пошукова здатність особин. На рис. 4.19 показана залежність впливу крупності яєць зернової молі на пошукову здатність особин трихограми. Ця залежність показує, що трихограма, яка була виведена крупних яйцях має протягом семи поколінь стабільну пошукову здатність на відміну від трихограми, яка була виведена на яйцях, що не пройшли калібрування. Таким чином, ми побачили, що з крупних яєць виходить більш сильна й активна особина, яка здатна проводити пошук яєць шкідника в природних умовах (відстань, яка вважається ефективною для дії трихограми – до 3 м, така як і довжина лабіринту, на якому визначали пошукову здатність).

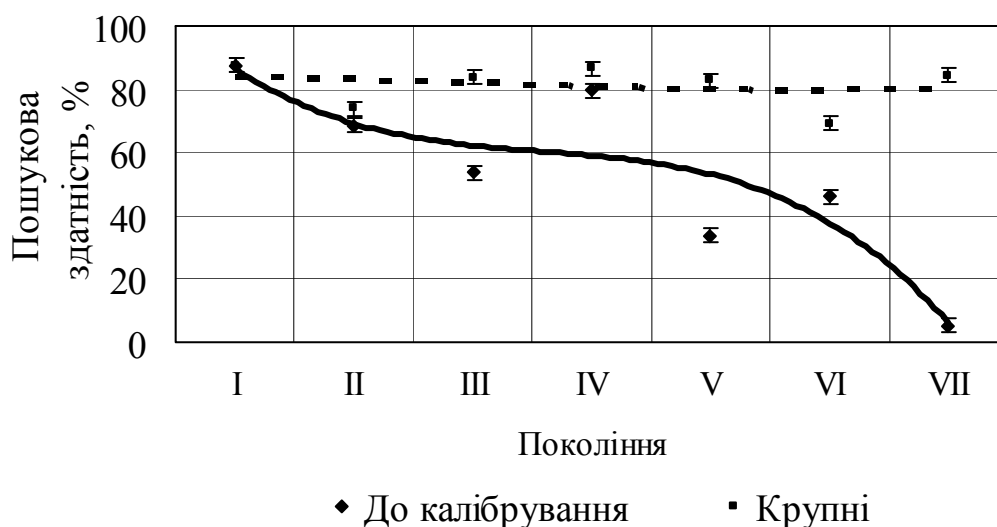


Рис. 4.19. Вплив калібрування на пошукову здатність для *Trichogramma evanescens* Westw.

Наступним якісним показником, який визначає клас трихограми, являється відсоток відродження особин. На рис. 4.20 показана залежність впливу крупності яєць зернової молі на відродження особин трихограми, яка показує, що до сьомого покоління на кількість відроджених особин суттєво не

вплинуло, а саме: на крупних яйцях крива знаходиться в більшості біля 95 %, а крива, що була отримана з фракції яєць до калібрування, в середньому знаходилась біля позначки 90 %. Лише на третьому поколінні в обох видах фракцій було значне падіння відсотку, це пояснюється тим, що між другим та третім поколінням при розведенні трихограми проміжок часу становив 20 діб, таким чином, ми побачили, що тривалість зберігання негативно впливає на якісні показники ентомологічного препарату трихограми і встановили, що цей показник саме пошукова здатність.

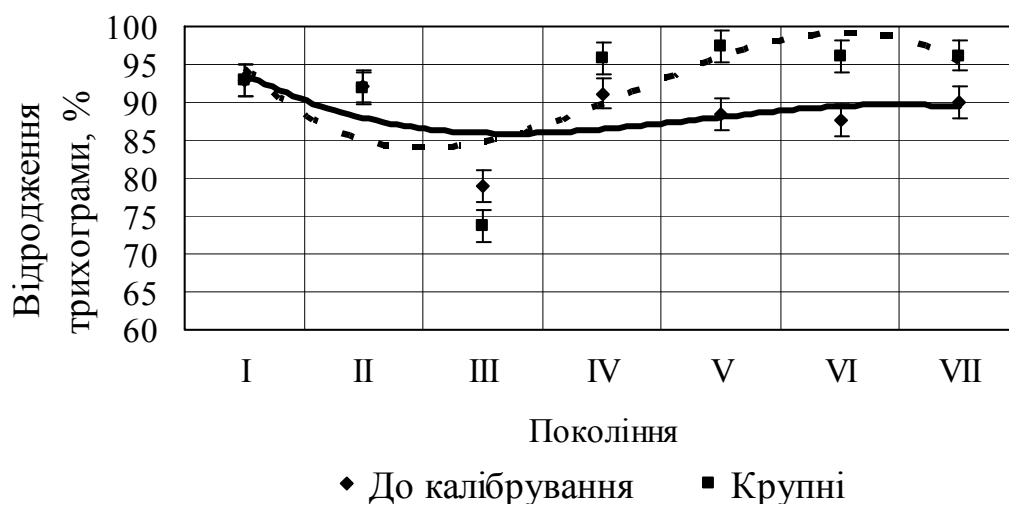


Рис. 4.20. Вплив калібрування на відродження для *Trichogramma evanescens* Westw.

При визначенні впливу крупності яєць зернової молі на кількість самиць в партії трихограми (рис. 4.21), було встановлено, що протягом з другого до п'ятого покоління результати були близькими, а вже на шостому та сьомому поколінні на крупних яйцях самиць препарату було більше і становило на шостому поколінні на 9 % більше, а на сьомому – 8 %. Але для того, щоб остаточно визначити вплив крупності яєць зернової молі саме на кількість самиць семи поколінь не достатньо, а тому необхідно провести дослідження ще декілька поколінь.

Одним з якісних показників ентомологічного препарату трихограми є наявність деформованих особин. На рис. 4.22 представлена залежність впливу

крупності яєць зернової молі на кількість деформованих особин трихограми, яка показує, що з четвертого покоління у фракції яєць, що були паразитовані трихограмою, до калібрування відбувається зростання деформованих особин і на сьомому поколінні вже становить 7,3 %, що перевищує допустимі межі (до 5 %).

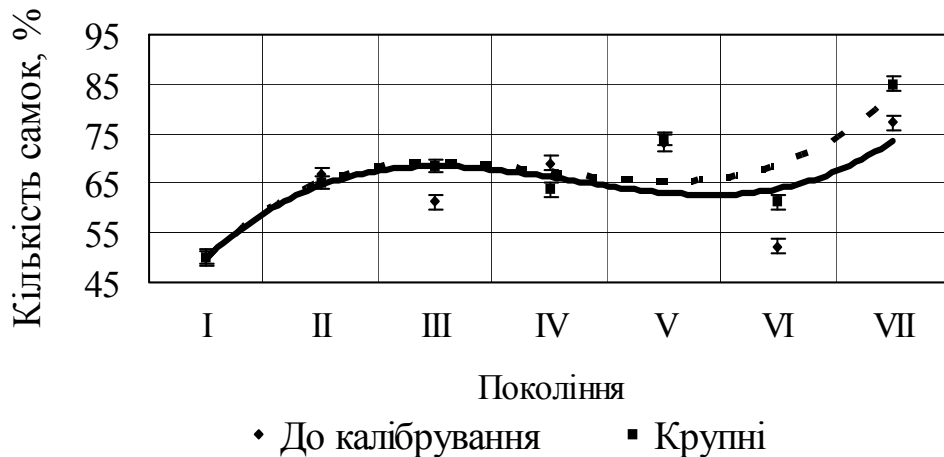


Рис. 4.21. Вплив калібрування на відсоток самиць для *Trichogramma evanescens* Westw.

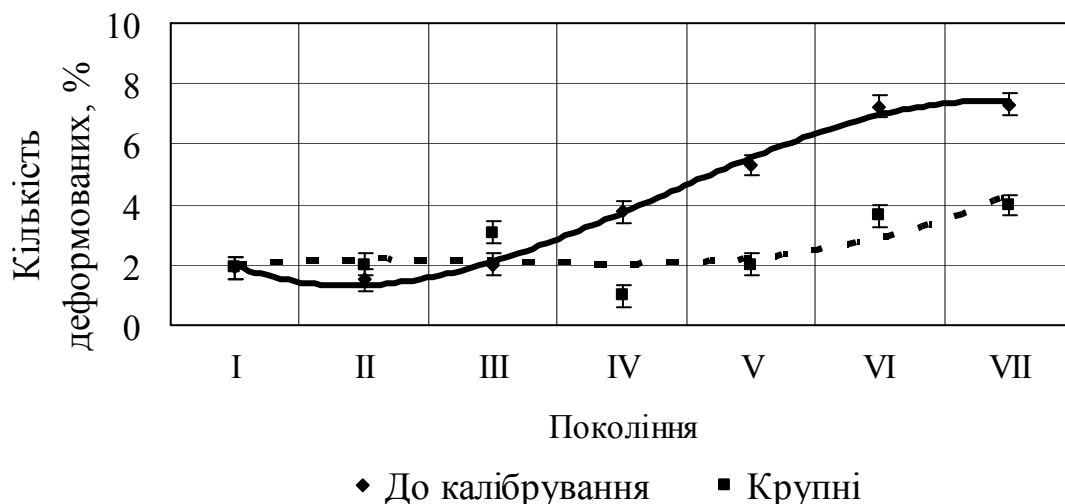
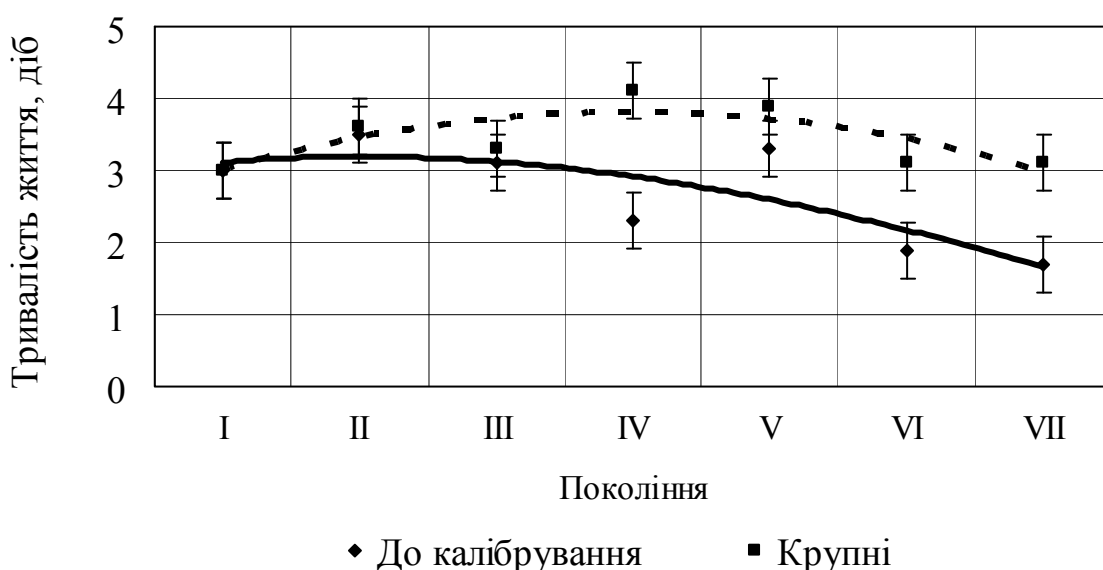


Рис. 4.22. Вплив калібрування на кількість деформованих особин для *Trichogramma evanescens* Westw.

В партії трихограми, що була вироблена на крупних яйцях до п'ятого покоління спостерігається певна стабільність у кількості деформованих особин і становила 2 %, а до сьомого почала також збільшуватись, але становила лише 4 %. Тому робимо такий висновок, що на кількість деформованих особин

впливає крупність яєць, так як у дрібних яйцях менше поживного середовища, яка не вистачає, щоб повністю сформувалась імаго трихограми. Так як в більшості випадків деформація проявляється у зменшенні крил, а саме не в повному їх розгортанні, також зустрічаються особини з одним крилом, або в загальні без них, а це впливає на пересування трихограми під час пошуку яєць шкідника, тому цей показник являється важливим елементом при визначенні якості трихограми.

Наступним якісним показником ентомологічного препарату трихограми являється тривалість життя особин. На рис. 4.23 показана залежність впливу крупності яєць зернової молі на тривалість життя особин трихограми, яка засвідчує про те, що трихограма, яка була вироблена на крупних яйцях протягом семи поколінь має більшу тривалість життя. Трихограма, яка була вироблена на крупних яйцях, на сьому поколінні має середнє значення тривалості життя 3,1 добу, а трихограма, яка бала вироблена на яйцях, що не були відкалібровані на сьоме покоління мала тривалість життя 1,7 доби. Таким чином, ми підтвердили той факт, що об'єм поживного середовища впливає на тривалість життя, а відповідно дозволяє особинам трихограми проводити більш тривалий пошук яєць шкідників, в результаті чого збільшується й ефективність самого препарату.



**Рис. 4.23. Вплив калібрування на тривалість життя для
Trichogramma evanescens Westw.**

Наступним показником, який визначає клас ентомологічного препарату трихограми є плодючість самиць. На рис. 4.24 показана залежність впливу крупності яєць зернової молі на плодючість особин трихограми, яка показує, що крупність яєць впливає на плодючість самиць трихограми, хоча з шостого покоління вона почала знижуватись. Трихограма, що була вироблена на крупних яйцях на сьоме покоління мала плідність 29,1 шт. яєць на самку, а та яка на яйцях, що не були відкалібровані – 10,5 шт. яєць на самку.

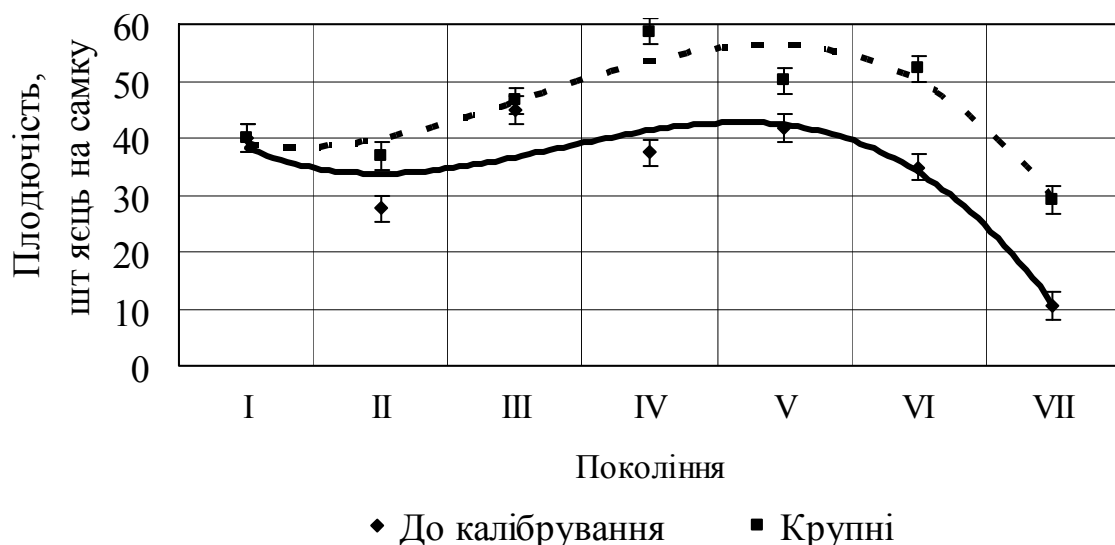


Рис. 4.24. Вплив калібрування на плодючість для *Trichogramma evanescens* Westw.

Тривалість життя та плідність залежать один від одного, хоча самиця особини трихограми переважно відкладає основну кількість яєць в перший день, але кількість яєць, відкладених в наступних днях, залежить від того наскільки трихограма сильніша, тобто кількість яєць в яйцевих трубках самиць не збільшується, а зростає кількість їх дозрілості – не всі яйця, які є в яйцевих трубках самиця здатна відкласти, а саме крупність яєць дозволяє їм дозріти та, таким чином, позитивно вплинути на їх плодючість.

Таким чином, саме повний аналіз якісних показників ентомологічного препарату трихограми дозволяє визначити її клас, та зрозуміти як впливає крупність яєць зернової молі на показники препарату протягом семи поколінь, а

відповідно й визначити важливість процесу калібрування протягом біотехнологічного виробництва трихограми.

В результаті досліджень встановлено, що крупність яєць зернової молі протягом семи поколінь позитивно впливає на пошукову здатність, кількість деформованих особин, тривалість життя та плодючість, на інші показники остаточно встановити зміни протягом цих поколінь не вдалося, тому потрібно провести дослідження ще декілька поколінь, а саме показників: відсоток самиць, відродження особин та відсоток паразитованих яєць. Також встановлюємо, що ентомологічний препарат трихограма, який був розведений на яйцях зернової молі, які не калібровані, до четвертого покоління мав І клас якості, з п'ятого по шостий – II клас якості, а сьомого покоління вже нижче третього, коли препарат що був вироблений на крупних яйцях, що були отримані з другого контейнера калібратора, всі сім поколінь мав І клас якості, тому операція калібрування є невід'ємною складовою біотехнологічного процесу виробництва маточної та промислової культури ентомологічного препарату трихограми.

4.4. Результати визначення конструкційно-технологічних параметрів пневматичного калібратора яєць зернової молі

Одним із факторів, який використовували при проведенні експерименту, була висота камери розділення. Висота камери розділення базової конструкції калібратора становила 250 мм, а теоретичні дослідження показали, що висота камери розділення достатньо щоб була 180 мм. Проводячи експеримент були обрані наступні висоти камери розділення, це 180, 200 та 220 мм. Результати експериментальних досліджень показують, що оптимальна висота камери розділення, при якій збільшується імовірність отримання крупних яєць, становить 200 мм. Між другим та третім контейнером встановлена пластина-заслінка – це другий фактор, який використовувався в багатofакторному експерименті, висота, якої, складала 15, 25 та 30 мм та результати показали, що

оптимальна висота заслінки становила 25 мм, таким чином фактично висота камери розділення становить 175 мм. Те, що висота пластини-заслінки складає 25 мм дозволяє покращити імовірність отримання крупних яєць у другому контейнері. Так як крупні та дрібні яйця зернової молі рухаються дуже щільно, як підтверджують теоретичні дослідження, а заслінка, яка видовжена на 5 мм вище встановленої дозволяє частково розділити крупні та дрібні яйця, відповідно, в другий та третій контейнери.

Те, що між першим та другим контейнером, так як і між другим та третім, у базовій конструкції калібратора стоїть перегородка, довжина якої складає 10 мм, при операції калібрування перерозподіляє яйця в інші контейнери (рис. 4.25). З метою усунення цього недоліку між першим та другим контейнером також була встановлена пластина-заслінка висотою 5 мм.



Рис. 4.25. Траєкторія яєць зернової молі в камері розділення

Порівняння теоретичних та експериментальних досліджень (рис. 4.26) показало, що в першому контейнері, де мають бути конгломерати, ймовірність при експериментальних дослідженнях, становила 78 %, частина перелетіла у

другий контейнер та незначна у третій контейнері, це пов'язано з тим, що при теоретичних розрахунках ми використовували розміри яєць, що входили до конгломерату, крупних, а в реальній ситуації вони можуть складатись з різних, тому конгломерати, які складались з дрібних яєць змогли перелетіти далі.

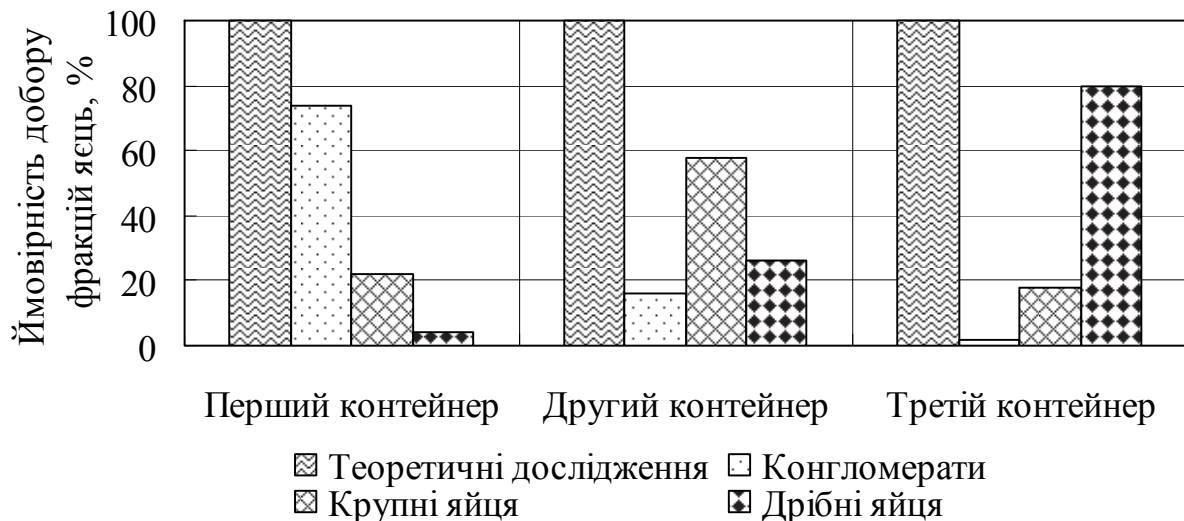


Рис. 4.26. Діаграма порівняння теоретичних та експериментальних досліджень розподілу яєць зернової молі по контейнерах калібратора

В другому контейнері, де мають бути крупні яйця ймовірність їх становила близько 60 %, а інша конгломерати – 22 % та дрібні яйця – 18 %. Це пояснюється тим, що під час потрапляння яєць у повітряний потік відбуваються зіткнення одного з іншим в результаті чого відбувається зміна траєкторії їх руху тому частина дрібних яєць потрапляє у другий контейнер.

В третьому контейнері, куди мають потрапляти дрібні яйця ймовірність їх становила, після експериментальних досліджень, близько 80 %, а інша частина це конгломерати та близько 18 % крупні яйця. Це пояснюється тим, що при теоретичних дослідженнях використовували середні розміри крупних яєць, а тому яйця, що мали мінімальний об'єм, як для крупних, змогли частково перелетіти у третій контейнер.

4.5. Висновки по розділу 4

1. Експериментально визначено фізико-механічні властивості яєць зернової молі в повітряному потоці, а саме швидкість зависання, яка для дрібних яєць знаходилась в межах від 1,6 до 1,7 м/с, для крупних – від 1,7 до 1,8 м/с. Швидкість зависання для конгломератів становила: з 2-х яєць – від 1,8 до 2,0 м/с; з 4-х яєць – від 2,0 до 2,4 м/с; з 6-ти яєць – від 2,4 до 2,8 м/с.

2. Експериментально встановлено, що кут нахилу стабілізуючого патрубку подачі яєць в камеру розділення, повинен мати значення 20 град., так як при зменшенні кута частина яєць залишається в патрубку, а при збільшенні кута зростає ймовірність добору поодиноких яєць в першому контейнері, так як при збільшенні кута патрубка збільшується початкова швидкість яєць перед камерою розділення та збільшується їх кількість, яка одночасно надходить в камеру розділення, в результаті чого вони заважають один одному і під час зіткнень перенаправляють один одного та змінюють свою траєкторію.

3. Для досягнення максимального значення ймовірності добору крупних яєць при калібруванні були встановлені оптимальні конструкційні параметри та режими роботи калібратора з урахуванням якості розділення, а саме: швидкості повітряного потоку становило 3,82 м/с, висоти камери розділення – 198,20 мм та висоти пластини-заслінки – 26,73 мм. При встановленні таких значень параметрів та режимів ймовірність добору крупних яєць у другому контейнері становила 58 %, що на 31 % більше в порівнянні з базовою конструкцією.

4. Отримано оптимальні конструкційні параметри та режими роботи калібратора яєць зернової молі в залежності від питомої енергомісткості з урахуванням якості розділення, а саме: екстремальне значення швидкості повітряного потоку становило 3,84 м/с, висоти камери розділення – 196,29 мм та висоти пластини-заслінки – від 27,26 мм.

5. Продуктивність калібратора визначається кутом стабілізуючого патрубку, який становив 20 град., змінювалась під час експерименту в межах від 149,2 до 151,4 г/год..

6. Порівняння теоретичних та експериментальних досліджень показало, що в першому контейнері ймовірність добору конгломератів становила 78 %, тобто 22 % склали відхилення, які пов'язані з тим, що при теоретичних розрахунках ми використовували розміри крупних яєць, які входили до конгломерату, а в реальній ситуації вони можуть складатись як з дрібних так із крупних, тому частина конгломератів змогла потрапити у наступний контейнер. В другому контейнері ймовірність отримання крупних яєць становила 58 %, а інша конгломерати – 18 % та дрібні яйця – 24 %. Відхилення 42 % отримали в зв'язку з тим, що під час потрапляння яєць у повітряний потік відбуваються зіткнення одного з іншим в результаті чого відбувається зміна траєкторії їх руху тому частина дрібних яєць потрапляє у другий контейнер. В третьому контейнері ймовірність добору крупних яєць становила 80 %, а 20 % становили відхилення в зв'язку з тим, що при теоретичних дослідженнях використовували середні розміри крупних яєць, а тому яйця, що мали мінімальний об'єм, як для крупних, змогли частково потрапити у третій контейнер.

7. За допомогою проведеного експерименту та порівняльного аналізу впливу електростатичного поля на яйця зернової молі встановлено, що воно на відродження гусениць з яєць зернової молі суттєвого негативного впливу не завдає (експеримент – 91 %, а контроль – 93 %), на зараження зерна гусеницею обробка також суттєво не вплинуло (експеримент – 93 %, а контроль – 95 %), на плодючість самок також майже не вплинуло (експеримент – 1028 г, а контроль – 1010 г), лише на отримання крупних яєць у фракції отримали деяку різницю, а саме в експериментальному зразку він становив 39 %, а в контрольній – 29 %. Отже результати, які були нами отримані при обробці яєць зернової молі електростатичним полем не мають негативних наслідків, а в деяких аспектах навіть їх покращують, тому цей напрямок досліджень вартий уваги.

8. Розведення трихограми виду *Trichogramma pinto* Voeg. протягом дев'яти поколінь на яйцях зернової молі показало, що при розведенні на дрібних яйцях, які отримували з третього контейнера, суттєвий спад відсотку їх зараження припадав вже на шосте покоління і становив 38 %, а при розведенні

трихограми на фракції яєць зернової молі, що були відібрані з другого контейнера (крупні), спостерігалось значне зменшення відсотка зараження на восьмому поколінні, а саме до 56 %. Тому використовувати в біологічному захисті рослин препарат, який був розведений на дрібних яйцях зернової молі необхідно не далі четвертого покоління, а препарат, який був розведений на крупних яйцях необхідно використовувати не далі шостого покоління.

9. Розведення трихограми виду *Trichogramma evanescens* Westw. протягом 7-ти поколінь на яйцях зернової молі показало, що при розведенні на крупних яйцях позитивний результат отримали на наступні якісні показники: пошукову здатність, кількість деформованих особин, тривалість життя та плодючість, на інші показники остаточно встановити зміни протягом цих поколінь не вдалося, тому потрібно провести дослідження ще декілька поколінь, а саме показників: відсоток самиць, відродження особин та відсоток паразитованих яєць. Встановлюємо, що ентомологічний препарат трихограма, який був розведений на яйцях зернової молі, які не калібровані, до четвертого покоління мав I клас якості, з п'ятого по шостий – II клас якості, а сьомого покоління вже нижче третього, коли препарат, що був вироблений на крупних яйцях, які були отримані з другого контейнера калібратора, всі сім поколінь мав I клас якості.

РОЗДІЛ 5

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСУ ПНЕВМАТИЧНОГО КАЛІБРУВАННЯ ЯЄЦЬ ЗЕРНОВОЇ МОЛІ ТА ВИРОБНИЦТВА ТРИХОГРАМИ

5.1. Методика розрахунку конструкційно-технологічних параметрів пневматичного калібратора яєць зернової молі

Результати, що були отримані після теоретичних та експериментальних досліджень операції калібрування яєць зернової молі з подальшим використанням крупних яєць у виробництві ентомологічного препарату трихограми, дали можливість виконати інженерний розрахунок конструкційно-технологічних параметрів та його режимів.

Розрахунок параметрів калібратора яєць зернової молі проводився з урахуванням вихідних даних яєць, а саме їх об'ємів V (конгломератів, крупних та дрібних).

Таким чином, враховуючі вихідні данні калібрування яєць зернової молі визначали конструкційно-технологічні параметри калібратора наступним чином.

Бункер, в який засипаються яйця зернової молі, розраховується в залежності від кількості ситотрожних боксів, а саме з одного боксу, що був виготовленим Інженерно-технологічним інститутом «Біотехніка», в який вміщується 100 кг зерна ячменю, отримаємо приблизно біля 1 кг яєць за 45 днів. Таким чином, з 1 боксу в середньому за день отримаємо 23 г (в момент максимального льоту метеликів в день з одного боксу отримаємо по 70 г). Об'єм бункера, що має вигляд конусу розраховуємо по формулі:

$$V_{\text{б}} = V_{\text{я}} n, \quad (5.1)$$

де $V_{\text{б}}$ – об'єм бункера, м^3 ;

$V_{\text{я}}$ - об'єм яєць з одного боксу, м^3 ;

n – кількість боксів, шт.

або

$$V_{\delta} = \frac{1}{3} \pi h_{\delta} (R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2), \quad (5.2)$$

де V_{δ} – об'єм бункера, м³;

h_{δ} – висота бункера, м;

R_1 – радіус основи бункера, м;

R_2 – радіус вершини бункера, м.

В бункері знаходиться дозатор, що виконаний у вигляді циліндричної трубки, діаметр якої впливає на щільність подачі яєць, а відповідно впливає і на якість розділення, і вираховується в залежності від яєць фітофагів за формулою:

$$d_{mp} \geq 30 \dots 10 d_{я}, \quad (5.3)$$

де d_{mp} – діаметр циліндричної трубки, мм;

$d_{я}$ – діаметр яєць зернової молі, мм.

Оптимальний кут стабілізуючого патрубку, через який відбувається рух яєць у камеру розділення, шляхом експериментальних досліджень було визначено з урахуванням якості розділення і який становив 20 град..

Висота та довжина камери розділення визначалась за допомогою теоретичних досліджень ґрунтуючись на траєкторії руху яєць у повітряному потоці, які відповідно становлять: $A = 200$ мм, $L = 250$ мм. Також на основі цих досліджень були визначені дожини контейнерів, а також висота заслінки, щоб запобігти перерозподіл яєць.

Таким чином, проведення теоретичних та експериментальних досліджень пневматичного калібратора яєць зернової молі дозволило отримати результати, що використовувались при розрахунку конструкційно-технологічних параметрів калібратора, які наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

**Конструкційно-технологічні параметри пневматичного калібратора
яєць зернової молі**

№ п/п	Назва параметра	Позначення та одиниця виміру	Значення параметра
Вхідні параметри			
1	Розподіл фракції яєць зернової молі до калібрування: конгломератів крупних дрібних	I_m , %	24 36 40
Вихідні параметри			
2	Розподіл фракції яєць зернової молі після калібрування: конгломератів крупних дрібних	I_m , %	16 58 26
Технологічні параметри та режими роботи пневматичного калібратора, а також властивості яєць			
3	Швидкість зависання яєць: конгломератів з 2-х шт. з 4-х шт. з 6-х шт. крупних дрібних	$v_{зав}$, м/с	1,8-2,0 2,0-2,4 2,4-2,8 1,7-1,8 1,6-1,7
4	Кут встановлення стабілізуючого патрубку	β , град.	20
5	Висота камери розділення	H_k , мм	198
6	Висота пластини-заслінки між другим та третім контейнером	H_3 , мм	26
7	Довжина контейнерів: 1-го для конгломератів 2-го для крупних 3-го для дрібних	L_k , мм	110 30 90
8	Швидкість повітряного потоку	v_n , м/с	3,8
Розрахункові параметри			
9	Об'єм бункера	V_b , м ³	0,00023
10	Діаметр циліндричної трубки	d_{mp} , мм	6
Встановлені параметри			
11	Ширина камери розділення	$H_{шк}$, мм	20
12	Довжина колектора	$L_{кол}$, мм	200

5.2. Виробнича перевірка процесу виробництва ентомологічного препарату трихограми з використанням пневматичного калібратора яєць зернової молі

Виробничі випробування проводили в навчально-науково-виробничій лабораторії біологічного захисту рослин Національного університету біоресурсів і природокористування України (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Випробування калібратора яєць зернової молі

Виробничі випробування проводили в ході процесу калібрування яєць зернової молі. Під час проведення випробувань виконували вимірювання розмірів яєць зернової молі за допомогою біокуляра та визначали їх об'єми, а відповідно й приналежність до фракції.

Результати визначення ймовірності добору яєць в три контейнера пневматичного калібратора, отриманої в результаті проведених випробувань, приведені в табл. 5.2.

Оцінка роботи пневматичного калібратора яєць зернової молі

Фракції яєць зернової молі	Ймовірність добору яєць в контейнері, % (вдосконалена)
I контейнер	
Конгломерати	78
Крупні	18
Дрібні	4
II контейнер	
Конгломерати	16
Крупні	58
Дрібні	26
III контейнер	
Конгломерати	2
Крупні	20
Дрібні	78

Виробничі випробування довели працездатність пневматичного калібратора яєць зернової молі та підтвердили результати теоретичних та експериментальних досліджень, які виражались через ймовірність добору крупних яєць в другому контейнері і яка становила 58 %.

5.3. Виробнича перевірка ентомологічного препарату трихограми на посівах кукурудзи

У 2009 році проводили біологічний захист кукурудзи на зерно площею 64 га в ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (Додаток Б).

Для встановлення норм, строків та кратності проведення захисних заходів (внесення трихограми) протягом вегетаційного періоду проводили оцінку фітосанітарного стану посівів (04.06, 18.06, 02.07, 09.07, 16.07, 27.07, 03.08.09 р.). Оцінка фітосанітарного стану проведена 9 липня 2009 року в ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» дала можливість виявити 3 кладки яєць кукурудзяного метелика на 100 рослинах кукурудзи.

В цей же період було проведено облік природних ентомофагів на посівах кукурудзи. На обстежених 100 рослинах було знайдено 98 жуків та 34 личинки кокцинелід, 37 імаго, 20 личинок та 97 яєць золотоочки звичайної, а також спостерігались мухи – сирфіди.

Крім кукурудзяного метелика посіви кукурудзи зазнавали шкоди і від інших шкідників. Особливо високою чисельністю відзначалась попелиця. Із 100 проаналізованих рослин на 51 спостерігались колонії попелиць. Пошкоджували листя, стебла, мітелки, качани. Зустрічались трипси – 107 екз./100 рослинах; блішки – 240 екз./100 рослинах; а також 6 совок [110].

Проведено феромоніторинг кукурудзяного стеблового метелика для визначення строків появи імаго та його динаміки. Використовували феромонні пастки (рис. 5.2), які встановлювали на посівах кукурудзи на площі 64 га. Моніторинг посівів проводився з кінця травня до початку серпня 2009 р. Перші поодинокі метелики в умовах господарства були зафіксовані 27 травня 2009 року. Поступово чисельність шкідника зростала і масовий літ простежувався з кінця червня до середини липня. Динаміка льоту представлена на графіку (рис. 5.3).



Рис. 5.2. Феромонні пастки на посівах кукурудзи

Проведено 2 авіаційних внесення, за допомогою безпілотного літального апарату (рис. 5.4), ентомологічного препарату трихограми 11.07.09 р та 28.07.09 р. Норма внесення – 1,25 г на 1 га. Внесли 160 г трихограми першого

класу, на площі 64 га. *Trichogramma pinto* Voeg.: зараження трихограмою яєць господаря – 89,6 %; відродження трихограми – 86,7 %; співвідношення статей – 1:1,3; плідність самиць трихограми – 46,5 яєць/самицю; пошукова здатність трихограми – 84,9 %.

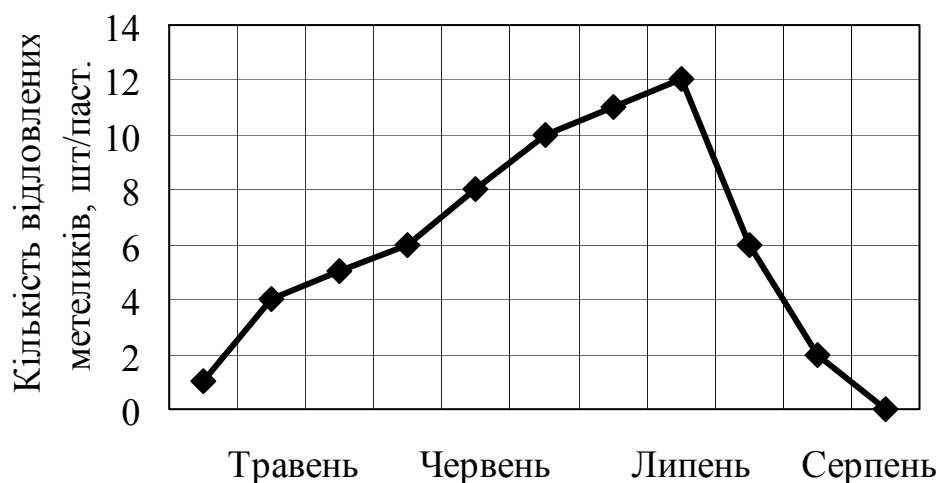


Рис. 5.3. – Динаміка льоту кукурудзяного стеблового метелика



**Рис. 5.4. Авіаційне внесення трихограми в ВП
«Агрономічна дослідна станція» НУБіП України**

Для більш точного обліку ефективності трихограми одразу після її випуску було вивішено фонові картки з яйцями зернової молі, які замінювали на нові протягом місяця з інтервалом 5 днів. Яйця зернової молі на картках знятих 3.08 були заражені на 78,5%; 9.08 на 50,5%; 15.08 на 43,4%; 20.08 на 10%. Що свідчить про високу ефективність трихограми на посівах кукурудзи.

Регулярні обліки пошкодження рослин кукурудзи метеликом показали значні переваги на ділянках з внесенням трихограми, де пошкодження становило 22,5%. На контрольній ділянці цей показник сягав 70,5% пошкоджених рослин (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Пошкодження рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом
(ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», 2009 р.)**

Дата проведення обліків	Проаналізовано рослин, шт.	З них пошкоджено, шт.		
		стебел	качанів	всього рослин, %
на дослідній ділянці				
3.08.09	100	18	5	19,0
10.08.09	100	21	8	22,0
26.08.09	100	23	10	22,6
4.09.09	100	20	13	22,5
на контрольній ділянці				
3.08.09	100	44	20	62
10.08.09	100	45	21	65
26.08.09	100	47	24	68,5
4.09.09	100	48	26	70,5

В результаті проведення захисних заходів пошкодження рослин кукурудзи на дослідній ділянці було на 48 % нижчою в порівнянні з контрольним варіантом, що дало можливість внести свою нішу в отримання високої врожайності кукурудзи, яка становила 115 ц/га.

Результати досліджень біотехнологічного процесу виробництва ентомологічного препарату трихограми з обґрунтування параметрів пневматичного калібратора яєць зернової молі були використані для розроблення модульного комплексу технологічного обладнання для промислового розведення трихограми в Інженерно-технологічному інституті “Біотехніка” (м. Одеса) (Додаток В.1) та в ННВ лабораторії біометоду захисту рослин (Додаток В.2). Отримані результати досліджень були використані при розробці Національного стандарту України – ДСТУ 5016:2008 “Ентомологічні препарати трихограми. Загальні технічні умови” та впроваджені в навчальний

процес, а саме при викладанні дисципліни “Проектування біопроектів” в ННІ охорони природи і біотехнологій НУБіП України (Додаток В.3).

5.4. Економічна ефективність використання пневматичного калібратора яєць зернової молі

До основних витрат, які впливають на економічну ефективність, при виробництві ентомологічного препарату трихограми відносяться: заробітна плата працівників; амортизаційні відрахування; вартість електроенергії, води та зерна; витрати на управління та експлуатацію обладнання; накладні витрати [121, 102].

Враховуючи той факт, що до технологічного процесу виробництва ентомологічного препарату трихограми додається операція калібрування, тому загальні річні витрати (табл. 5.4) розраховували лише для однієї операції (калібрування) та використовували формулу:

$$E = Ce + Cv + Ca + Ct + Zn, \quad (5.4)$$

де E – загальні експлуатаційні витрати на операцію калібрування яєць зернової молі, грн.;

Ce – витрати за електроенергію, грн.;

Cv – витрати за воду, грн.;

Ca – амортизаційні відрахування, грн.;

Ct – витрати на технічне обслуговування та ремонт, грн.;

Zn – витрати на оплату праці, грн.

Витрати на електроенергію розраховувались середні з врахуванням кількості яєць зернової молі, яку виробляє лабораторія за рік:

$$Ce = PrVe, \quad (5.5)$$

де Pr – спожита електроенергія калібратором, кВт год/рік;

Ve – вартість електроенергії, грн./кВт год.

Річне споживання електроенергії калібратором яєць зернової молі знаходилась за формулою:

$$P_p = \frac{P_r P_g}{P_g}, \quad (5.6)$$

де P_r – продуктивність річна, що дорівнює масі яєць зернової молі, яка була отримана протягом року, г/рік;

P_g – потужність пневматичного калібратора, кВт;

P_g – продуктивність пневматичного калібратора, г/год.

Витрати води на миття калібратора від пилу та домішок, які залишаються після очистки.

Витрати води вираховували за формулою:

$$C_v = B_v V_v, \quad (5.7)$$

де B_v – вартість одного кубічного метра води, грн./м³;

V_v – витрати води на обслуговування калібратора за рік, м³.

Річні норми амортизаційних відрахувань встановлювали у відсотках до вартості обладнання, яке становило 15 % [131], а витрати на технічне обслуговування та ремонт становили 10 % від вартості устаткування.

Витрати на оплату праці розраховувались за формулою:

$$Z_n = Z_{ng} G_p, \quad (5.8)$$

Z_{ng} – годинна заробітна плата, грн./год;

G_p – кількість годин роботи пневматичного калібратора за рік, год/рік.

Відповідно до Закону України від 27.04.2010 р. № 2154-VI [63], розмір мінімальної годинної заробітної плати становив – 5,43 грн.

Термін окупності витрат на придбання пневматичного калібратора яєць зернової молі визначали за формулою:

$$T_o = \frac{K}{E}, \quad (5.9)$$

де T_o - термін окупності пневматичного калібратора, років;

K – капітальні вкладення на придбання і введення в дію пневматичного калібратора, грн.

Таким чином, під час досліджень біотехнологічного процесу виробництва ентомологічного препарату з використанням пневматичного калібратора яєць зернової молі визначено техніко-економічну ефективність його використання, яка становила 1029 грн., а термін окупності обладнання, при цьому не перевищує 3 років (табл. 5.4) [39].

Таблиця 5.4

**Експлуатаційні витрати при використанні пневматичного
калібратора яєць зернової молі**

№	Показник	Од. вим.	Вдосконалена
1	Витрати електроенергії	кВт	2,75
2	Вартість електроенергії	грн.	1,54
3	Витрати води	м ³	1
4	Вартість води	грн.	6,00
5	Амортизаційні відрахування (15 %)	грн.	465,00
6	Відрахування на технічне обслуговування і ремонт (10 %)	грн.	155,00
7	Заробітна плата оператора	грн.	543,00
Всього витрат		грн.	1170,54
Вартість калібратора		грн.	3100,00
Річний економічний ефект		грн.	1029,46
Термін окупності калібратора		років	3

5.5. Техніко-економічна ефективність виробництва ентомологічного препарату трихограми

Розрахунок та структура собівартості виробництва ентомологічного препарату трихограми приведені у таблиці 17 та зображені на рисунку 5.5 [42].

Таблиця 5.5

**Розрахунок собівартості виробництва ентомологічного
препарату трихограми**

Показники		Тариф		Витрати на виробництво		
		Од. виміру	Значення	Од. виміру	Значення	Вартість, грн.
Основна сировина і складові елементи						
Зерно ячменю		грн/т	1500,00	т	2	3000,00
Папір		грн/пач.	31,50	пач.	1	31,50
Миючі та дезінфікуючі засоби:	порошок пральний	грн/пач.	7,00	пач.	5	35,00
	мило господарське	грн/шт.	1,98	шт.	10	19,80
	миюче	грн/шт.	6,66	шт.	8	53,28
	керосин	грн/пл.	20,00	пл.	1	20,00
Індивідуальні засоби захисту	рукавички	грн/шт.	12,00	шт.	10	120,00
	респіратори	грн/шт.	16,50	шт.	4	66,00
Марганцівка		грн/г	3,00	г	40	120,00
Банки (3 л)		грн/шт.	8,00	шт.	5	40,00
Всього, грн.						3505,58
Оплата комунальних послуг						
Електроенергія		грн/кВт год	0,62	кВт	622	385,64
Вода		грн/м ³	6	м ³	40,20	241,20
Всього, грн.						626,84
Заробітна плата						
Заробітна плата за виконання технологічних операцій		грн/люд-год	8,73	люд-год	870	7595,10
Нарахування на зарплату		%	37	грн	7595,10	2810,19
Всього витрат на оплату праці разом із нарахуваннями, грн.						10405,29
Разом прямих витрат, грн.						14537,71
Накладні витрати до всіх витрат		%	5	грн	14537,71	726,89
Всього, грн.						15264,59
Загальновиробничі витрати		%	5	грн	15264,59	763,23
Всього витрат, грн.						16027,82
Собівартість 1 г трихограми, грн.						5,53
Амортизація, технічне обслуговування, ремонт та витрати на зберігання						
Машини і механізми		%	10	грн	200000	20000,00
Будівельні конструкції		%	4	грн	100000	4000,00
Всього, грн.						24000,00
Середня ціна 1 г трихограми, грн.						25,00
Обсяг виробництва трихограми		г	6266	грн	25,00	156650,00
Прибуток, грн.						15,64
Прибуток після оподаткування, грн.						10,95
Термін окупності, років						4,4

Собівартість ентомологічного препарату трихограми розраховувалась з врахуванням того, що для щорічного початку масового виробництва препарату він не закуповується, а береться з власної колонії, яка була введена в діапаузу.

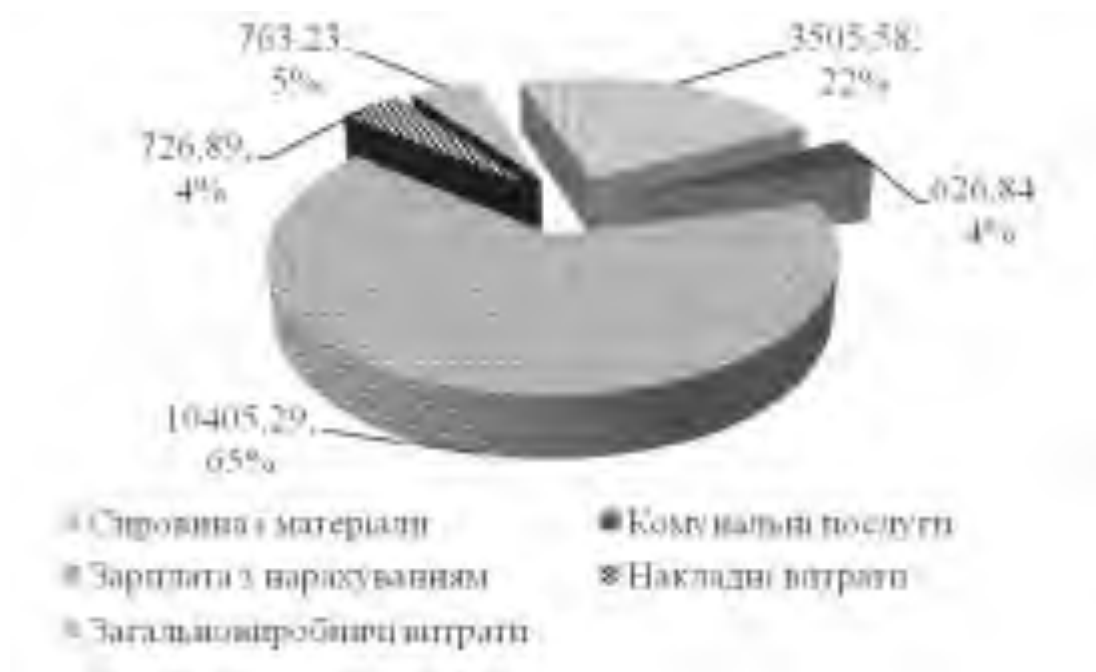


Рис. 5.5. Структура собівартості виробництва ентомологічного препарату трихограми

Витрати на виробництво ентомологічного препарату трихограми, що були приведені в табл. 5.5, характеризують біотехнологічний процес виробництва препарату на основі лінії виробництва трихограми, що складається з 5 боксів. Собівартість препарату розраховувалась з врахуванням того, що за рік лабораторія використовує в середньому 2 т зерна ячменю.

Обсяг виробництва ентомологічного препарату за рік зазначений без трихограми, яка виділяється на діапаузу і становила 400 г. Таким чином, собівартість 1 г ентомологічного препарату трихограми становить 5,53 грн.

Середня ціна за один грам ентомологічного препарату трихограми на ринку України становить 25 грн., а, відповідно, прибуток після оподаткування з 1 г становив 10,95 грн., термін окупності обладнання та приміщень при цьому отримали 4,4 роки.

5.6. Техніко-економічна ефективність виробництва і внесення ентомологічного препарату трихограми

Слід зауважити, що однією з причин часткової відмови від застосування ентомологічного препарату трихограми було низьке технічне забезпечення засобами внесення його, тому зручніше було перейти на хімічний захист рослин. В результаті цих змін потреба в трихограмі почала знижуватись, а лабораторії зникати.

На даному етапі виробники ентомологічних препаратів, переважна їх більшість, займається лише виробництвом препарату, тому утворився певний проміжок між виробником препарату і тим хто його використовує в біологічному захисті рослин.

Використання авіаційного внесення трихограми дозволяє в стислі строки обробляти великі площі, що дуже важливо при боротьбі зі шкідниками с/г культур. Перевагою авіаційного способу розселення є те, що за один прийом випускається трихограма різних строків відродження, що збільшує період її захисної дії.

Виконані розрахунки по визначенню собівартості виробництва і внесення препарату та окупності обладнання і приміщень, яке при цьому використовується наведені в табл. 5.6 [101].

До витрат на виробництво ентомологічного препарату трихограми, з умовою подальшого його внесення співробітниками лабораторії, додаються витрати на паливо для автомобіля, за допомогою якого здійснюються виїзди в господарства чи підприємства, проведення феромоніторингу появи масового льоту шкідників, оцінки фітосанітарного стану посівів. Також додаються витрати на заробітну плату співробітнику, який займається внесенням препарату. До амортизаційних відрахувань додаються витрати на автомобіль та безпілотний літальний апарат.

Таким чином, на структуру собівартості виробництва та внесення ентомологічного препарату трихограми вплинули (рис. 5.6): амортизаційні відрахування – 57 %, заробітна плата – 31 %, сировина і матеріали – 7 % і 5 % складають комунальні послуги, накладні та загальновиробничі витрати.

Таблиця 5.6

**Розрахунок собівартості виробництва та внесення ентомологічного
препарату трихограми**

Показник		Тариф		Витрати на виробництво		
		Од. виміру	Значення	Од. виміру	Значення	Вартість, грн.
Основна сировина і складові елементи						
Зерно ячменю		грн/т	1500,00	т	2	3000,00
Папір		грн/пач.	31,50	пач.	1	31,50
Миючі та дезінфікуючі засоби:	порошок пральний	грн/пач.	7,00	пач.	5	35,00
	мило господарське	грн/шт.	1,98	шт.	10	19,80
	миюче	грн/шт.	6,66	шт.	8	53,28
	керосин	грн/пл.	20,00	пл.	1	20,00
Індивідуальні засоби захисту	рукавички	грн/шт.	12,00	шт.	10	120,00
	респіратори	грн/шт.	16,50	шт.	4	66,00
Марганцівка		грн/г	3,00	г	40	120,00
Банки (3 л)		грн/шт.	8,00	шт.	5	40,00
Бензин		грн/л	11,25	л	100	1125,00
Всього, грн.						4630,58
Оплата комунальних послуг						
Електроенергія		грн/кВт год	0,62	кВт	622	385,64
Вода		грн/м ³	6	м ³	40,20	241,20
Всього, грн.						626,84
Заробітна плата						
Виробництво препарату		грн/люд-год	8,73	люд-год	870	7595,10
Внесення препарату		грн/люд-год	8,73	люд-год	870	7595,10
Нарахування на зарплату		%	37	грн	7595,10	5620,37
Всього витрат на оплату праці разом із нарахуваннями, грн.						20810,57
Разом прямих витрат, грн.						26067,99
Накладні витрати до всіх витрат		%	5	грн	26067,99	1303,40
Всього, грн.						27371,39
Загальновиробничі витрати		%	5	грн	27371,39	1368,57
Всього витрат, грн.						28739,96
Собівартість 1 г трихограми, грн.						9,91
Амортизація, технічне обслуговування, ремонт та витрати на зберігання						
Машини і механізми		%	10	грн	200000	20000,00
Будівельні конструкції		%	4	грн	100000	4000,00
Автомобіль		%	10	грн	80000	8000,00
Безпілотний літальний апарат		%	10	грн	60000	6000,00
Всього, грн.						38000,00
Середня ціна 1 г трихограми, грн.						25,00
Обсяг виробництва трихограми		г	6266	грн	25,00	156650,00
Внесення препарату, феромоніторинг, оцінка фотосанітарного стану посівів		га	3760	грн	17,00	63920,00
Всього по виробництву та внесенню трихограми, грн						220570,00
Прибуток, грн						22,63
Прибуток після оподаткування, грн						15,84
Термін окупності, років						3,0

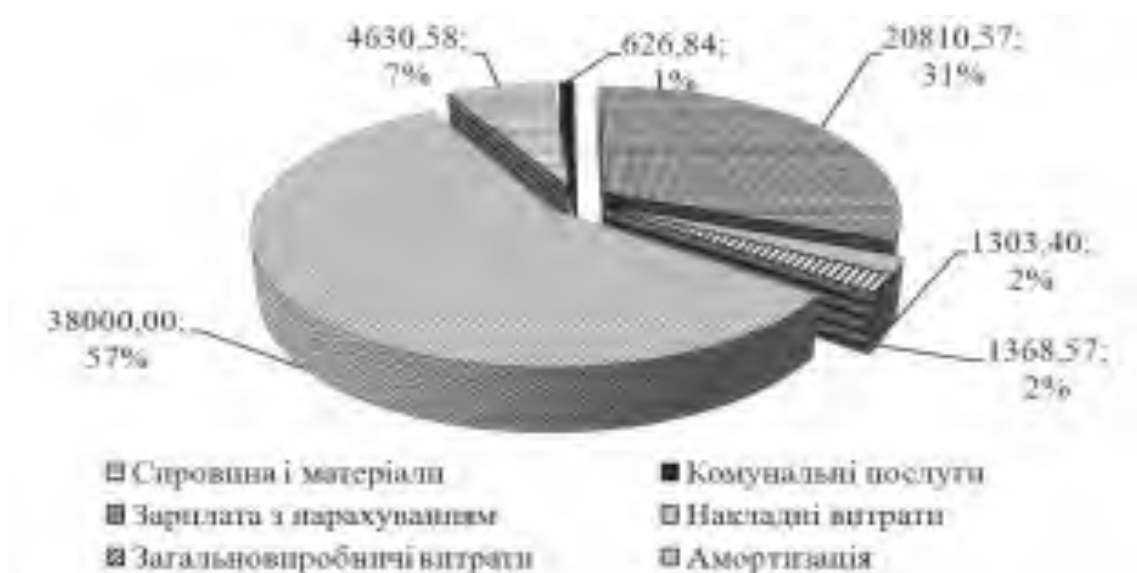


Рис. 5.6. Структура собівартості виробництва та внесення ентомологічного препарату трихограми

Слід зазначити, що розрахунки по об'ємам внесення ентомологічного препарату трихограми співробітниками лабораторії склали 75 % від загально виробленої продукції, а інша частина пішла одразу на реалізацію для дрібних фермерських господарств.

З урахуванням витрат на внесення ентомологічного препарату трихограми собівартість його виробництва становила 9,91 грн., а термін окупності обладнання та приміщень при цьому не перевищив 3-х років.

5.7. Висновки по 5 розділу

1. На основі теоретичних та експериментальних досліджень розроблено методику інженерного розрахунку параметрів пневматичного калібратора яєць зернової молі.

2. Запропоновано використання пневматичного калібратора яєць зернової молі для виробництва ентомологічних препаратів в ННВ лабораторії біологічного захисту рослин НУБіП України, як обладнання, за допомогою якого отримують кращу ймовірність добору крупних яєць.

3. За даними досліджень роботи пневматичного калібратора яєць зернової молі визначено техніко-економічну ефективність 1029 грн., термін окупності обладнання, при цьому не перевищує 3 років.

4. В результаті проведення захисних біологічних заходів, при використанні трихограми *Trichogramma pintoï Voeg.*, пошкодження рослин кукурудзи в ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» на дослідній ділянці було на 48 % нижчою в порівнянні з контрольним варіантом.

ВИСНОВКИ

У монографії наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової задачі, що виявляється у визначенні впливу конструкційно-технологічних параметрів та режимів роботи калібратора на якісні показники його роботи (ймовірність добору крупних яєць) та встановленні впливу операції калібрування на якісні показники ентомологічного препарату маточної та промислової культури трихограми. Виконані дослідження становлять основу для створення удосконаленого пневматичного калібратора яєць зернової молі та його використання в біотехнологічному процесі виробництва трихограми, що підвищує ефективність ентомологічного біопрепарату та дозволяють зробити такі висновки:

1. Отримані аналітичні залежності дозволяють визначити висоту вертикального каналу стабілізуючого патрубку залежно від початкових умов руху та еквівалентного діаметра яйця, а також швидкість яєць зернової молі в горизонтальному повітряному потоці камери розділення, що дало можливість визначити траєкторію яєць, на основі якої встановити параметри калібратора, які впливають на якість розділення, а саме розміри та місце встановлення контейнерів, висоту камери розділення та пластини-заслінки, а також швидкість повітряного потоку.

2. Експериментально визначено швидкість зависання яєць зернової молі, яка становила для дрібних – від 1,6 до 1,7 м/с, крупних – від 1,7 до 1,8 м/с. Швидкість зависання для конгломератів залежно від кількості яєць в них становила: із двох яєць 1,8 – 2,0 м/с; із чотирьох яєць 2,0 – 2,4 м/с; із шести яєць 2,4 – 2,8 м/с.

3. На основі використання методики планування експериментальних досліджень встановлено оптимальні значення конструкційно-технологічних параметрів удосконаленого пневматичного калібратора, а саме швидкість повітряного потоку 3,8 м/с, висота камери розділення – 198–199 мм та висота пластини-заслінки – 26–27 мм. Ймовірність добору крупних яєць у другому контейнері калібратора, при цьому становила 58 %, що на 31 % більше порівняно

з базовою конструкцією. Експериментальні дослідження показали, що відхилення ймовірності добору від максимального теоретичного значення становить: для конгломератів – 22 %, для крупних яєць – 42 %, для дрібних яєць – 20 %.

4. Використання яєць зернової молі, які були отриманні за допомогою вдосконаленого калібратора, при проведенні порівняльних досліджень показало, що трихограма *Trichogramma pinto* Voeg., яка була виведена на крупних яйцях, залишається ефективною до шостого покоління, оскільки значне зменшення відсотка зараження спостерігалось лише на восьмому поколінні, а саме – 56 %. Трихограма, яка була виведена на дрібних яйцях залишається ефективною до четвертого покоління, оскільки суттєвий спад відсотка зараження припадав вже на шосте покоління і становив 38 %.

5. Дослідження з визначення впливу крупності яєць зернової молі показали, що ентомологічний біопрепарат трихограми виду *Trichogramma evanescens* Westw., отриманий за допомогою біотехнологічного процесу з використанням пневматичного калібратора всі сім поколінь мав І клас якості. В той час, як у базовому біотехнологічному процесі без використання пневматичного калібратора, ентомологічний біопрепарат трихограми мав І клас якості лише до четвертого покоління.

6. Біологічний захист посівів кукурудзи на зерно у ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» на площі 64 га, який виконували ентомологічним біопрепаратом трихограми *Trichogramma pinto* Voeg., отриманим за допомогою біотехнологічного процесу з використанням пневматичного калібратора показав, що пошкодження кукурудзяним метеликом на дослідній ділянці було на 48 % нижчим порівняно з контрольним варіантом, де не проводили біологічного захисту. Використання вдосконаленого калібратора яєць зернової молі дозволило отримати економічну ефективність 1029 грн, термін окупності обладнання, при цьому не перевищує 3 років.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

[illegible]





УКРАЇНА

(19) UA

(11) 89931

(13) C2

(51) МПК (2009)

A01K 67/033 (2006.01)

A01K 67/00

B07B 4/02 (2006.01)

B07B 7/00

B07B 13/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) КАЛІБРАТОР ЯЄЦЬ ФІТОФАГІВ

1

2

(21) а200904972

(22) 20.05.2009

(24) 10.03.2010

(46) 10.03.2010. Бюл. № 5. 2010 г.

(72) МАРУС ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ, ГОЛУБ ГЕН-
НАДІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, ДУБРОВІН ВАЛЕРІЙ
ОЛЕКСАНДРОВИЧ, МИРОНЕНКО ВАПЕНТИН
І РИГОРОВИЧ, ЮЩЕНКО ЛЮДМИЛА ПЕТРІВНА,
МЕЛЬНИЧУК МАКСИМ ДМИТРОВИЧ, СТАРЧЕВ-
СЬКИЙ ІГОР ПЕТРОВИЧ, МІЩЕНКО ВАСИЛЬ ІЛ-
ЛІЧ(73) МАРУС ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ, ГОЛУБ ГЕН-
НАДІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, ДУБРОВІН ВАЛЕРІЙ
ОЛЕКСАНДРОВИЧ, МИРОНЕНКО ВАПЕНТИН
ГРИГОРОВИЧ, ЮЩЕНКО ЛЮДМИЛА ПЕТРІВНА,
МЕЛЬНИЧУК МАКСИМ ДМИТРОВИЧ, СТАРЧЕВ-
СЬКИЙ ІГОР ПЕТРОВИЧ, МІЩЕНКО ВАСИЛЬ ІЛ-
ЛІЧ

(56) SU 405606 A, 05.11.1973

RU 2134188 C1, 10.04.1999

RU 60004 U1, 10.01.2007

SU 713616, 05.02.1980

US 1042836 A, 29.10.1912

SU 1291066 A1, 23.02.1987

SU 535117 A, 15.11.1976

SU 1207531 A, 30.01.1986

JP 2000117194 A, 25.04.2000

US 3486360 A, 23.12.1969

(57) Калібратор яєць фітофагів, який включає бун-
кер для яєць, дозатор, вібраційний пристрій, пат-

рубок для подачі яєць, циклонний сепаратор, на
якому встановлений осьовий вентильатор з регу-
лювальною заслінкою і сіткою для фільтрації пові-
тря, колектор, камеру розділення яєць, яка прив'я-
нана до циклонного сепаратора, три контейнери
для збору фракцій яєць, а також диск, який відріз-
няється тим, що в камері розділення яєць між
першим та другим контейнером для збору фракцій
яєць встановлена заслінка у вигляді пучка трьох
площин, причому одна площина встановлена вер-
тикально, а інші дві примикають до стінок сусідніх
контейнерів для збору фракцій яєць між другим та
третьім контейнером для збору фракцій яєць також
встановлена заслінка у вигляді пучка трьох пло-
щин, але одна площина, що встановлена вертика-
льно, виконана довшою, а дві інші площини при-
микають до стінок сусідніх контейнерів для збору
фракцій яєць, днище другого контейнера, в якому
знаходяться крупні та дрібні яйця фітофагів, вико-
нано у вигляді конуса з переходом у циліндричне
подовження з отвором, під яким розміщений диск,
на якому встановлена пірамідала пака з обме-
жувачами на ребрах, а диск розбитий на сектори,
кількість яких відповідає кількості граней піраміда-
льної гірки, крім того в кожному секторі встанов-
лені направляючі та обмежуючі попавки, а по кон-
туру диска - приймаючі контейнери збору фракцій
яєць.

Винахід відноситься до сільського господарст-
ва, зокрема до засобів біологічного захисту рослин
від шкідників, і може бути використаний на біофа-
бриках при масовому та промисловому виробни-
цтві ентомологічного препарату трихотрами.

Відомий калібратор для сортування по кілько-
ру та кількості граней туючого шовкопряда [А. с.
405606 ССРС. МКИ³ B07B13/00. Автомат для сор-

тировки по цвету и счета предметов /
А.Ф.Севиридов, Б.Я.Янов, Е.А.Севиридов (СССР). -
№1662572/30-15, заявл. 07.08.71; опубл. 05.11.73,
Бюл. №45], який включає в себе бункер, встанов-
лений під ним горизонтальний транспортуючий
диск, пристрій для поштучної подачі предметів до
фотоелектронного блоку, що має диски, встанов-

(19) UA (11) 89931 (13) C2

лені на його горизонтальній поверхні, а також механізм скидання предметів у вміст.

Відомий також калібратор яєць фітофагів, в якому розділення відбувається за допомогою повітря, що складається з наступних елементів: бункера для яєць, дозатора, вібраційного пристрою, патрубку для подачі яєць циклонного сепаратора, на якому встановлений осьовий вентилятор з регульовальною заслінкою і сіткою для фільтрації повітря, колектора, камери розділення яєць, яка приєднана до циклонного сепаратора, трьох контейнерів для збору фракцій яєць (1 фракція - в основному конгломерати, 2 фракція - основна кількість яєць, 3 фракція - дрібні та крупні яйця з залишками домішок). Недоліком цього калібратора є те, що регульовальною заслінкою, яка знаходиться на осьовому вентиляторі, неможливо відрегулювати повітряний потік таким чином, щоб у другий контейнер потрапляли лише крупні яйця фітофагів, в який також потрапляє значна частина конгломератів та дрібних яєць, а саме з цієї фракції використовуються яйця при виробництві ентомологічного препарату трихограма. Іншим недоліком калібратора є те, що між приймаючими контейнерами знаходиться плоска перегородка, яка перерозподіляє попадаючі на неї яйця фітофагів у інші фракції, що не відповідають їх розмірам.

Задачею винаходу є створення такого калібратора яєць фітофагів, який би забезпечував якісне розділення на фракції для отримання маточної культури трихограми одночасно з промисловим виробництвом ентомологічного препарату трихограми шляхом удосконалення конструкції калібратора.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що в камері розділення яєць між першим та другим контейнером для збору фракцій яєць знаходиться заслінка у вигляді пучка трьох площин, причому одна площина встановлена вертикально, а інші дві примикають до стінок сусідніх контейнерів для збору фракцій яєць, між другим та третім контейнером для збору фракцій яєць також встановлена заслінка у вигляді пучка трьох площин, але одна площина, що встановлена вертикально, виконана довшою, а дві інші площини примикають до стінок сусідніх контейнерів для збору фракцій яєць, днище другого контейнеру, в якому знаходяться крупні та дрібні яйця фітофагів, виконано у вигляді конусу з переходом у циліндричне подовження з отвором, під яким розміщений диск, на ньому встановлена пірамідальна гірка з обмежувачами на ребрах, сам диск розбитий на сектори кількості яких відповідає кількості граней пірамідальної гірки, крім того в кожному секторі встановлені направляючі та обмежуючі лопатки, а по контуру диска приймаючі контейнери збору фракцій яєць.

Те, що в камері розділення яєць між першим та другим контейнером для збору фракцій яєць знаходиться заслінка у вигляді пучка трьох площин, причому одна площина встановлена вертикально, а інші дві примикають до стінок сусідніх контейнерів для збору фракцій яєць, дозволяє перенаправити конгломерати в перший контейнер для збору фракцій яєць.

Те, що між другим та третім контейнером для збору фракцій яєць також встановлена заслінка у вигляді пучка трьох площин, але одна площина, що встановлена вертикально, тобто перпендикулярно потоку повітря, виконана довшою, а дві інші площини примикають до стінок сусідніх контейнерів для збору фракцій яєць дозволяє відібрати із потоку повітря крупні та дрібні яйця та направити їх у другий контейнер, а домішки, що залишилися після очистки, так як вони більш легкі, потрапляють в третій контейнер.

Те, що днище другого контейнеру, в якому знаходяться крупні та дрібні яйця фітофагів, виконано у вигляді конусу з переходом у циліндричне подовження забезпечує подачу суміш яєць на диск.

Те, що на диску встановлена пірамідальна гірка з обмежувачами на ребрах, а також сектори кількості яких відповідає кількості граней пірамідальної гірки забезпечує рівномірний розподіл яєць фітофагів по диску.

Те, що на секторах встановлені направляючі лопатки, вздовж яких рухаються яйця, забезпечує послідовність їх руху по поверхні за рахунок відцентрових сил.

Та, що на секторах встановлені обмежуючі лопатки дозволяє запобігти попаданню яєць фітофагів в сусідній сектор.

Та, що по контуру диска в кожному секторі встановлені три контейнери для збору фракцій яєць, забезпечує відбір відповідно конгломератів, що залишилися після пневматичного калібрування, крупних та дрібних яєць фітофагів.

На кресленнях Фіг.1, 2 приведено схематичне зображення загального вигляду калібратора яєць зернової молі.

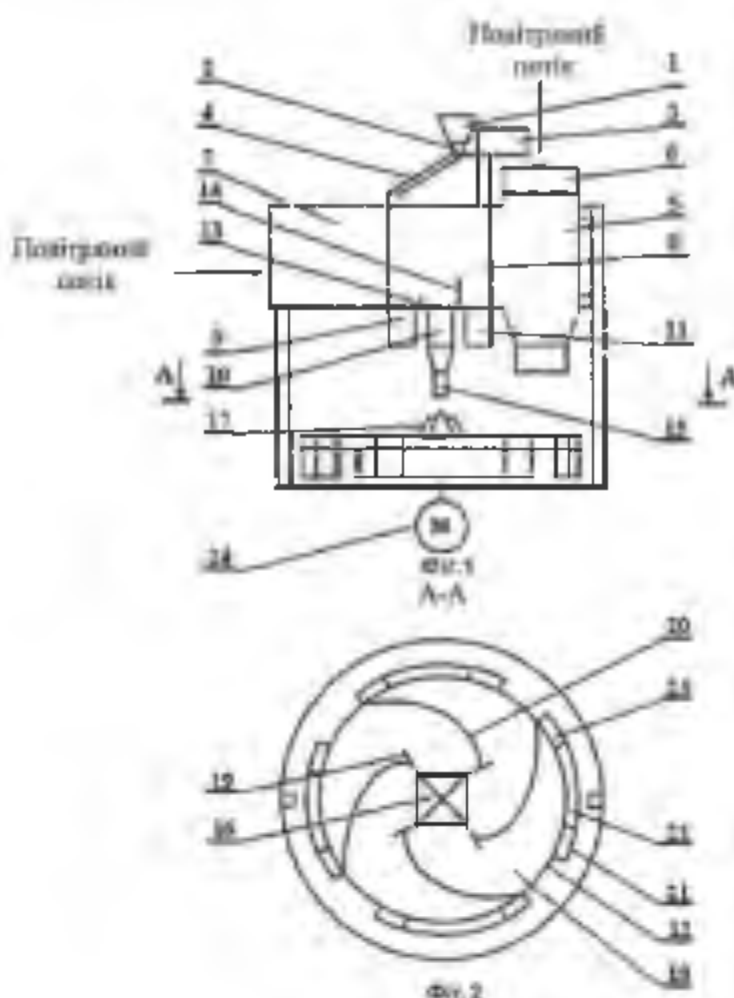
Калібратор яєць фітофагів складається з бункера 1 для яєць, дозатора 2, вібраційного пристрою 3, патрубка 4 для подачі яєць, циклонного сепаратора 5, осьового вентилятора 6, колектора 7, камери розділення яєць 8, трьох контейнерів 9, 10, 11 для збору фракцій яєць після пневматичного калібрування, диску 12, заслінки 13 та 14 у вигляді пучка трьох площин, конусу з переходом у циліндричне подовження 15 з отвором, пірамідальної гірки 16 з обмежувачами 17 на ребрах, секторів 18, направляючих 19 та обмежуючих 20 лопаток, приймаючих контейнерів 21, 22, 23 для збору фракцій яєць після відцентрового калібрування та електропривода 24.

Калібратор яєць фітофагів працює наступним чином. Яйця фітофагів, які необхідно розділити по фракціях, засипають у бункер 1 для яєць, з якого вони через дозатор 2 за рахунок вібраційного пристрою 3 по патрубку 4 для подачі яєць поступають у камеру розділення 8, де повітряний потік, що створюється осьовим вентилятором 6, проходячі колектор 7 діє на яйця фітофагів, які за рахунок того, що мають різний об'єм та силу тяжіння розділяються на конгломерати (яйця, які злиплися), а також поодинокі крупні та дрібні яйця. Конгломерати потрапляють у перший контейнер 9 для збору фракцій яєць, які при виробництві ентомологічного препарату трихограми не використовуються, а заслінка 14 дозволяє перенаправити конгломерати

в контейнер 9 для збору фракцій яєць. Поєдинки крупні та дрібні яйця потрапляють у другий контейнер 10 для збору фракцій яєць, а заслінка 14, що встановлена між другим та третім контейнером дозволяє відібрати із потоку повітря крупні та дрібні яйця та награвити їх у другий контейнер 10, а домішки, що залишилися після очистки, так як вони більш легкі, потраплять в третій контейнер 11. Після пневматичного розділення яйця з другого контейнера 10 через циліндричне подовження 15 поступають на пірамідальну пірку 16 з обмежувачами 17 на ребрах, яка знаходиться на відцентровому диску 12. На ній відбувається рівномірний розподіл, а сам диск розбитий на чотири сектори 18, по яким одночасно іде калібрування. Яйця скочуються з пірамідальної пірки 16 на відцентровий диск 11, що обертається з певною швидкістю, у сектора 18 в яких встановлені направляючі 19 та обмежувачі 20 лопатки. Під дією відцентрових сил

яйця притискаються до направляючих лопаток 19, таким чином створюється послідовність руху їх по поверхні, а обмежувачі лопатки 20 запобігають попаданню яєць фітофагів в сусідній сектор. Після направляючих лопаток 19 яйця вільно рухаються по диску 12 розподіляючись у контейнер 21, в який потрапляють конгломерати, що залишилися після пневматичного розділення в другий контейнер 22 потрапляють крупні яйця фітофагів, а в третій - 23 дрібні. Крупні яйця використовуються при розведенні ентомологічного препарату трихограми, а дрібні та конгломерати можуть бути використані при відгодівлі інших ентомофагів.

Калібратор яєць фітофагів, який поєднує пневматичне та відцентрове калібрування, забезпечить підвищення ймовірності розділення яєць фітофагів на конгломерати, крупні та дрібні яйця, що в свою чергу дозволить покращити якість та ефективність ентомологічного препарату трихограми.







УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **89928** (13) **C2**

(51) МПК (2009)
A01K 67/00
B07B 4/02 (2006 01)
B07B 7/00
B07B 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) КАЛІБРАТОР ЯЄЦЬ ФІТОФАГІВ

1

2

(21) а200904564

(22) 08.05.2009

(24) 10.03.2010

(46) 10.03.2010, Бюл. № 5, 2010 р

(72) СТАРЧЕВСЬКИЙ ІГОР ПЕТРОВИЧ. БЕЛЬЧЕНКО ВОЛОДИМИР МИХАЙЛОВИЧ. ДУБРОВИЧ ВАЛЕРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ. ГОЛУБ ГЕННАДІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ. МАРУС ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ. ТАРГОНЯ ВАСИЛЬ СЕРГІЙОВИЧ

(73) СТАРЧЕВСЬКИЙ ІГОР ПЕТРОВИЧ. БЕЛЬЧЕНКО ВОЛОДИМИР МИХАЙЛОВИЧ. ДУБРОВИЧ ВАЛЕРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ. ГОЛУБ ГЕННАДІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ. МАРУС ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ. ТАРГОНЯ ВАСИЛЬ СЕРГІЙОВИЧ

(56) RU 2134188 C1, 10.08.1999

UA 22962 U, 24.04.2007

UA 21649 U, 15.03.2007

SU 839615, 23.06.1981

DE 2535881 A1, 24.02.1977

JP 2002192078 A, 10.07.2002

RJ 2306188 C1, 20.09.2007

US 1420593 A, 20.08.1922

(57) Калібратор яєць фітофагів, що включає бункер, з приєднаним до нього вібраційним пристроєм, дозатор і контейнери для яєць фітофагів різних фракцій, а також повітряну систему в складі колектора, камери розділення і вентилятора, який відрізняється тим, що дозатор виконаний у вигляді циліндричної трубки діаметром $d_p \approx 30 \dots 150$ мм, де d_p - діаметр циліндричної трубки, d - діаметр яєць фітофагів, крім того, між дозатором і камерою розділення встановлено стабілізуючий патрубок, а повітряну систему додатково оснащено циклонним сепаратором з вентилятором вихідного типу, який, в свою чергу, обладнано фільтрувальним елементом та заслінкою для регулювання подачі повітря.

Винахід відноситься до сільськогосподарства, зокрема до засобів біологічного захисту рослин від шкідників, і може бути використаний на біофабриках при маточному та промисловому виробництві ентомологічного препарату трихограми.

Виділення крупних яєць зернової молі, що використовуються при виробництві ентомологічних препаратів, від загального обсягу вивчалась починаючи із 70-х років минулого сторіччя. Крупні яйця зернової молі відбирались вручну, за допомогою лупи, при цьому використовували бункер для яєць, лоток для розділення яєць, розділювач та два контейнери для збору фракцій яєць (1 фракція - крупні яйця, 2 фракція - конгломерати та дрібні яйця). Досліди показали, що відроджені самки трихограми, які були розведенні на крупних яйцях зернової молі, мали високу пошукову здатність [Дегтярєв Б.Г. Проблемы массового разведения трихограммы и ее хозяев / Дегтярєв Б.Г., Сыбульская Г.Н., Ячишевская Л.В.; Сб. научных трудов - Москва

Агропромиздат. 1988. - С. 13-22], але при такому калібруванні, де дуже низька продуктивність, не можливо забезпечити, в достатній кількості, розділення яєць на фракції при виробництві ентомологічних препаратів.

Найбільш близьким до пропонуваного є відомий сепаратор аеродинамічний марки САД [Рекламный проспект фирмы ООО НПФ «Аэромех» Сепараторы аэродинамические], що призначений для очистки та калібрування всіх видів насіння та продуктів їх виробництва. Калібратор складається з бункера, вібраційного пристрою, дозатора, колектора, камери розділення, вентилятора, контейнерів для яєць фітофагів різних фракцій.

Недоліком цього калібратора є те, що вібраційний пристрій та дозатор не забезпечують послідовності та рівномірності руху яєць у камеру розділення, так як розміри яєць, наприклад, зернової молі дуже малі і становлять: середня довжина 0,6мм, а ширина - 0,28мм, тому їм одночасно вв-

(13) **C2**

(11) **89928**

(19) **UA**

лика маса яєць, а створивши незначний розмір отвору, через який рухаються яйця, відбувається його забивання, а також проходить процес деформації яєць.

Задачею винахіду є створення такого калібратора яєць фітофагів, який би забезпечував якісне розділення на фракції для отримання маточної куптури трихограми одночасно з промисловим виробництвом ентомологічних препаратів шляхом вдосконалення калібратора.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що в калібраторі, який складається з бункера, приєднаного до нього вібраційного пристрою, дозатора і контейнерів для яєць фітофагів різних фракцій, а також повітряної системи в складі колектора, камери розділення і вентилятора, дозатор виконаний у вигляді циліндричної трубки діаметром $d_p \geq 30 \dots 10 d_n$, де d_p - діаметр циліндричної трубки, d_n - діаметр яєць фітофагів, крім того, між дозатором і камерою розділення встановлено стабілізуючий патрубок, а повітряну систему додатково оснащено циклонним сепаратором з вентилятором витяжного типу, який в свою чергу, обладнано фільтрувальним елементом та заслінкою для регулювання подачі повітря.

Те, що дозатор виконаний у вигляді циліндричної трубки діаметром $d_p \geq 30 \dots 10 d_n$, де d_p - діаметр циліндричної трубки, d_n - діаметр яєць фітофагів, дозволяє створити дозований потік фракції яєць по стабілізуючому патрубку.

Те, що між дозатором і камерою розділення встановлено стабілізуючий патрубок дозволяє направити фракцію яєць з бункера через дозатор у камеру розділення, а також створити послідовний рух яєць.

Те, що повітряну систему додатково оснащено циклонним сепаратором з вентилятором витяжного типу дозволяє створити рівномірний повітряний потік по всьому перерізу камери розділення, що позитивно впливає на якість калібрування.

Те, що вентилятор витяжного типу обладнано фільтрувальним елементом дозволяє запобігти потраплянню пилу в робочі приміщення, що присутні при виробництві зернової молоти.

Те, що вентилятор витяжного типу обладнано заслінкою для регулювання подачі повітря дозволяє обмежувати швидкість подачі повітря і таким чином якісно впливати на процес калібрування.

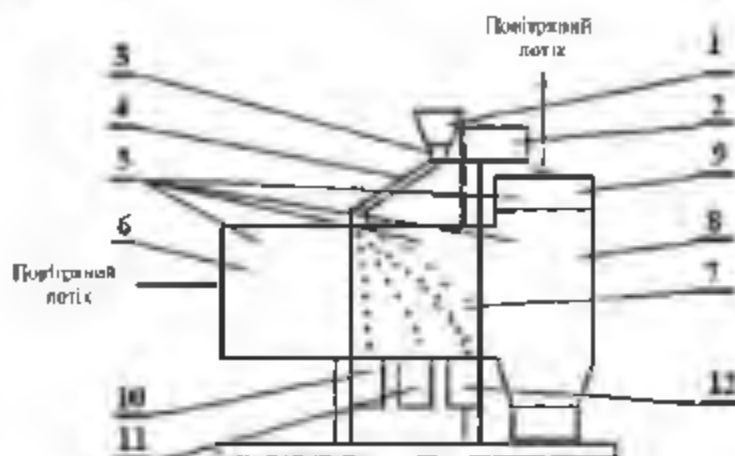
Сукупність істотних ознак калібратора яєць фітофагів дозволяє підвищити якість калібрування, що неможливо досягти простим поєднанням окремих опцій.

На фігурі наведено схематичне зображення загального вигляду калібратора яєць фітофагів.

Калібратор яєць фітофагів складається з бункера 1, вібраційного пристрою 2, дозатора 3, стабілізуючого патрубка 4, повітряної системи 5 в складі колектора 6, камери розділення 7, циклонного сепаратора 8, вентилятором 9 витяжного типу з фільтрувальним елементом і заслінкою для регулювання подачі повітря та трьох контейнерів 10, 11, 12 для яєць фітофагів різних фракцій.

Калібратор яєць фітофагів працює наступним чином. Яйця фітофагів, які необхідно розділити по фракціях, засипають у бункер 1, з якого вони за рахунок вібраційного пристрою 2 через дозатор 3 по стабілізуючому патрубку 4, поступають у повітряну систему 5, яка включає колектор 6, камеру розділення 7, циклонний сепаратор 8 і вентилятор 9 витяжного типу. Повітряний потік, що створюється вентилятором 9 витяжного типу, проходить через колектор 6 та потрапляє у камеру розділення 7, де відбувається калібрування фракції яєць фітофагів. Які за рахунок того, що мають різну пористість розділяються на конгломерати (при розведенні трихограми використовуються яйця зернової молі, які мають здатність злипатись), які потрапляють у перший контейнер 10, поодинокі крупні яйця, які потрапляють у другий контейнер 11 та поодинокі дрібні, які потрапляють у третій контейнер 12, також у третій контейнер 12 потрапляють і важкі домішки, що залишилися після ситки, далі повітряний потік потрапляє у циклонний сепаратор 8, та проходячи фільтрувальний елемент, очищується від пилу та через вентилятор 9 витяжного типу виходить з калібратора. Конгломерати та дрібні яйця, що потрапляють у перший 10 та третій 12 контейнери в подальшому, при виробництві ентомологічного препарату трихограми, не використовуються, але можуть бути використанні при розведенні інших ентомофагів.

Калібратор яєць фітофагів забезпечить підвищення ймовірності розділення яєць на конгломерати, крупні та дрібні яйця, що в свою чергу дозволить покращити якість та ефективність ентомологічного препарату трихограми.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Підписав

Тираж 26 прим.

Міністерство освіти і науки України

Державний департамент інтелектуальної власності, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Укрпатент" інститут промислової власності, вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601





УКРАЇНА

(19) UA (11) 89930 (13) C2
(51) МПК (2009)
A01K 67/033 (2006 01)
A01K 67/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ КАЛІБРУВАННЯ ЯЄЦЬ ФІТОФАГІВ

1

2

(21) а200904970

(22) 20.05.2009

(24) 10.03.2010

(46) 10.03.2010, Бюл. № 5, 2010 р.

(72) МАРУС ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ, ГОЛУБ ГЕННАДІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, ДУБРОВІН ВАЛЕРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, МИРОНЕНКО ВАЛЕНТИН ГРИГОРОВИЧ, ЮЩЕНКО ЛЮДМИЛА ПЕТРІВНА, МЕЛЬНИЧУК МАКСИМ ДМИТРОВИЧ, ГРИГОРЮК ІВАН ПАНАСОВИЧ, СТАРЧЕВСЬКИЙ ІГОР ПЕТРОВИЧ, МІЩЕНКО ВАСИЛЬ ІЛЛІЧ

(73) МАРУС ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ, ГОЛУБ ГЕННАДІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, ДУБРОВІН ВАЛЕРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, МИРОНЕНКО ВАЛЕНТИН ГРИГОРОВИЧ, ЮЩЕНКО ЛЮДМИЛА ПЕТРІВНА, МЕЛЬНИЧУК МАКСИМ ДМИТРОВИЧ, ГРИГОРЮК ІВАН ПАНАСОВИЧ, СТАРЧЕВСЬКИЙ ІГОР ПЕТРОВИЧ, МІЩЕНКО ВАСИЛЬ ІЛЛІЧ

(56) UA 45348 U, A01K 67/00, 10.11.2009

UA 17334 U, A01K 67/00, 15.09.2006

UA 69634 A, A01K 67/00, 15.09.2004

UA 69562 A, A01K 67/00, 15.09.2004

UA 33314 A, A01K 67/00, 15.02.2001

RU 2043715 C1, A01K 67/033, 20.09.1995

US 3455360, 11.08.1967

US 1042836, 29.10.1912

Методические указания по промышленному производству трихограммы на биофабриках. Всесоюзный научно-исследовательский институт биологических методов защиты растений: [утвердил профессор Н.М. Голышин]. - Москва, типография ВАСХНИЛ - 1983. - 76с.

(57) Спосіб калібрування яєць фітофагів який включає подачу їх у повітряний потік, перпендикулярний руху яєць, розділення на дві фракції за вагою, перша з яких включає конгломерати яєць, а друга крупні й дрібні яйця та відбір фракцій для подальшого використання, який відрізняється тим, що друга фракція, яка включає крупні та дрібні яйця, подається на наступне калібрування під дією відцентрових сил, де розділяється на фракції крупних та дрібних яєць.

Винахід відноситься до сільськогосподарства, зокрема до засобів біологічного захисту рослин від шкідників, і може бути використаний на біофабриках при маточному та промисловому виробництві ентомологічного препарату трихограми.

Життєздатність трихограми, а також співвідношення самців та самок визначається величиною якості яєць фітофагів, які в свою чергу, залежать від величини самок, що відображають фізіологічний стан потульи, якості початкової маточної культури і умов вирощування гусениць. При виробництві ентомологічного препарату трихограми використовують яйця зернової молі, до крупних відносяться яйця з об'ємом, що перевищує 0.0247 мм^3 [Методические указания по промышленному производству трихограммы на биофабриках. Всесоюзный научно-исследовательский институт биологических методов защиты растений: [утвердил профессор Н.М. Голышин]. - Москва типография ВАСХНИЛ - 1983. - 76с.].

Задача виділення крупних яєць зернової молі від загального обсягу, для виробництва ентомо-

логічних препаратів, вивчалась починаючи із 70-х років минулого сторіччя. Крупні яйця зернової молі відбирались вручну за допомогою пини. Досли показали, що відроджені самки трихограми мали високу пошукову здатність [Дегтярєв Б.Г. Проблемы массового разведения трихограммы и ее хозяйств / Дегтярєв Б.Г., Цыбульская Г.Н., Янишевская Л.В.; Сб. научных трудов - Москва. Агропромиздат, 1988. - С. 13-22].

Відомий спосіб калібрування яєць фітофагів шляхом використання калібруатора, який включає подачу їх у повітряний потік перпендикулярний руху яєць, розділення на три фракції за вагою, перша з яких включає конгломерати яєць а друга та третя - крупні й дрібні яйця та відбір фракцій для подальшого використання.

Проте, використання цього способу калібрування яєць фітофагів показали, що суттєвим недоліком цього способу є неякісне розділення крупних і дрібних яєць.

Задачу винаходу є створення такого способу калібрування яєць фітофагів, який би забезпечу-

C2

89930

UA

вав якісне розділення для отримання маточної культури одночасно з промисловим виробництвом ентомологічного препарату трихограми шляхом використання сил тяжіння конгломератів та відцентрових сил подіючих яєць.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що друга фракція після пневматичного калібрування, яка включає крупні та дрібні яйця фітофагів, подається на послідовне калібрування під дію відцентрових сил, де розділяється на фракції крупних та дрібних яєць.

Спосіб, що запропоновано реалізується наступним чином. Яйця фітофагів подаються у повітряний потік, перпендикулярний руху яєць, в результаті чого, в залежності від розмірів, а відповідно і ваги, відбувається розділення. Фракція, яка включає крупні та дрібні яйця, подається на послідовне калібрування під дію відцентрових сил для розділення на дві фракції: перша з яких включає крупні, які використовуються при виробництві ентомологічного препарату трихограми, а друга фракція дрібні яйця, які можуть бути використані при відгодівлі інших ентомофагів.

Проводилась порівняльна оцінка пневматичного та пневматично-відцентрового способів калібрування яєць фітофагів на фракції (досліди проводились на яйцях зернової молі). До калібрування суміш яєць складалась з 28% кон-

гломератів, 34% крупних та 38% дрібних яєць. Як видно із таблиці пневматичним способом відібрано із 28% конгломератів 17%, а інша частина потрапила у другий та третій контейнер, які після пневматичного калібрування поступають на відцентрове калібрування, цим способом відбирається ще 10% конгломератів, таким чином із загальної кількості конгломератів запропонованим способом, що поєднав пневматичне та відцентрове калібрування, вібрано 27%, які в подальшому не використовуються при виробництві ентомологічного препарату трихограми. Крупних яєць пневматичним способом відбирається 18% з 34%, що потрапили у другий контейнер, незначна частина потрапила у перший контейнер, а саме 4%, а інша у третій - 14%. Після відцентрового калібрування відібрано крупних яєць 22%, що потрапили у другий контейнер, сама ця фракція використовується при виробництві ентомологічного препарату трихограми, а це на 6% більше від пневматичного, 5% потрапило у перший контейнер, а 7% - у третій. По дрібних яйцях зернової молі ситуація не змінилась і як бачимо з таблиці в третій контейнер після пневматичного калібрування потрапило 24%, ця фракція не використовується при виробництві ентомологічного препарату трихограми, а після відцентрового також 24%, але у третьому контейнері зменшено на 7% кількість крупних яєць.

Таблиця

Порівняльна оцінка роботи пневматичного калібрування із запропонованим (поєднання пневматичного та відцентрового калібрування)

Пневматичне калібрування, %						
Фракції яєць зернової молі	I контейнер		II контейнер		III контейнер	
	Від кількості яєць в контейнері	Від загальної кількості	Від кількості яєць в контейнері	Від загальної кількості	Від кількості яєць в контейнері	Від загальної кількості
Конгломерати	80	17	46	10	4	1
Крупні	7	4	27	16	25	14
Дрібні	13	4	27	10	71	24
Відцентрове калібрування яєць із II та III контейнерів після пневматичного калібрування, %						
Фракції яєць зернової молі	I контейнер		II контейнер		III контейнер	
	Від кількості яєць в контейнері	Від загальної кількості	Від кількості яєць в контейнері	Від загальної кількості	Від кількості яєць в контейнері	Від загальної кількості
Конгломерати	90	10	5	1	0	0
Крупні	5	1	65	22	20	7
Дрібні	5	1	30	9	80	24

Спосіб калібрування забезпечує підвищення ймовірності розділення яєць фітофагів на крупні та дрібні яйця, що в свою чергу дозволить пок-

рашити якість та ефективність ентомологічного препарату трихограми.

Комп'ютерні верстка О. Галюченко

Підписав

Тираж 26 прим.

Міністерство освіти і науки України

Державний департамент інтелектуальної власності, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Укрїнський інститут промислової власності", вул. Глазунова, 4, м. Київ - 42, 01601

ДОДАТОК Б

АКТИ ПРИЙМАННЯ-ЗДАЧІ ВИКОНАНИХ РОБІТ ПО БІОЛОГІЧНОМУ
ЗАХИСТУ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В
ВП НУБІП УКРАЇНИ «АГРОНОМІЧНА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ»

Додаток Б.1

Затверджую

Проректор з наукової
та інноваційної діяльності

Мельничук М.Д.

«1» _____ 2005 р.

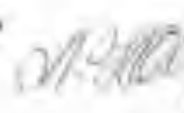
АКТ

приймання – здачі виконаних робіт

Ми, нижеподписаніся, представники інформаційно-консультативного центру «Трихограма» НУБІП України з одного боку та ВН НУБІП України «Агрономічна дослідна станція» з другого боку склали цей акт про те, що в господарстві були проведені 2 аналітичних внесення ентомологічного препаратів трихограми (норма внесення – 1,25 т на 1 га) 11.07.09 р та 28.07.09 р на посіви кукурудзи площію 64 га. Трихограму було вироблено в ННБД біологічного захисту рослин НУБІП України по ціні 17 грн за один т, загальним обсягом 160 т на суму 2720,00 грн.

Виконанні від центру:

Завідуючий інформаційно-консультативного
центру «Трихограма» НУБІП України

 О.А. Юрко

Молодший науковий співробітник
інформаційно-консультативного
центру «Трихограма» НУБІП України

 О.А. Марус

Замовники від господарства:

Директор ВН НУБІП України
«Агрономічна дослідна станція»

 О.О. Карпенко

Головний агроном ВН НУБІП України
«Агрономічна дослідна станція»

 О.В. Зарецький

Додаток Б.2

Затверджую

Проректор з наукової

та інноваційної діяльності

Мельничук М.І.

200 9 р.

АКТ

прийняття – здачі виконаних робіт

Ми, нижче підписані, представники інформаційно-консультаційного центру «Трихограма» НУБІП України з одного боку та ВП НУБІП України «Астрономічна дослідна станція» з другого боку склали цей акт про те, що в господарстві на посівах кукурудзи сортою 64 та було проведено феромоніторинг кукурудзяного стеблових метелика (встановлено пошкодження, масовість літ та динаміка розвитку). Варість посівів 100 г/га.

Виконавці від центру:

Завідуючий інформаційно-консультаційного
центру «Трихограма» НУБІП України

 Л.Н. Ющенко

Молодший науковий співробітник
інформаційно-консультаційного
центру «Трихограма» НУБІП України

 О.А. Марус

Замовники від господарства:

Директор ВП НУБІП України
«Астрономічна дослідна станція»

 О.О. Карпенко

Головний агроном ВП НУБІП України
«Астрономічна дослідна станція»

 О.Н. Журав

Додаток Б.3

Затверджую

Проректор з наукової

та інноваційної діяльності

Мельничук М.Д.

2009 р.

АКТ

прийняття – здачі виконаних робіт

Ми, нижчеподписані, представники інформаційно-консультативного центру «Трихограма» НУБІП України з одного боку та ВП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція» з другого боку склали цей акт про те, що в господарстві на посівах кукурудзи площею 64 га було проведено обліку фітосанітарного стану посівів (04.06, 18.06, 02.07, 09.07, 16.07, 27.07, 03.08.09 р.) для встановлення норм, строків та кратності проведення захисних заходів (внесення трихограми). Вартість послуги 100 грн. Робота виконана на суму 700 грн.

Виконавці від центру:

Завідувач інформаційно-консультативного
центру «Трихограма» НУБІП України

 І.І. Ющенко

Модельний науковий співробітник

інформаційно-консультативного
центру «Трихограма» НУБІП України

 О.А. Марус

Замовники від господарства:

Директор ВП НУБІП України
«Агрономічна дослідна станція»

 О.О. Карпук

Головний агроном ВП НУБІП України
«Агрономічна дослідна станція»

 О.В. Зарецький

Додаток Б.4

Затверджую
Проректор з наукової
та інформаційної діяльності
Мельничук М.Д.
" 6 " 2007 р.

АКТ

приймання – здачі виконаних робіт

Ми, нижче підписалися, представники інформаційно-консультативного центру «Трихограма» НУБІП України з одного боку та ВІП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція» з другого боку склали цей акт про те, що в гостинстві було проведено 2 аналітичних внесення стимуляційного препарату трихограми форма внесення – 4,25 т на 1 га і 11.07.09 р та 28.07.09 р. на площі кукурудзи площію 64 га, по тій 14 грн. за один га. Роботи виконані за суму 1792,00 грн.

Виконавці від центру:

Завідувач інформаційно-консультативного
центру «Трихограма» НУБІП України  В.П. Юрко

Молодший науковий співробітник
інформаційно-консультативного
центру «Трихограма» НУБІП України  О.А. Марусь

Замовники від господарства:

Директор ВІП НУБІП України
«Агрономічна дослідна станція»  Д.О. Карпенко

Головний агроном ВІП НУБІП України
«Агрономічна дослідна станція»  О.В. Лавренко

ДОДАТОК В

ВПРОВАДЖЕННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО КАЛІБРАТОРА ЯЄЦЬ ЗЕРНОВОЇ МОЛІ

Додаток В.1

Інженерно-технологічний інститут "БІОТЕХНІКА" Національної академії аграрних наук України Україна, 65125, м. Одеса, вул. Велика Арнаутська, буд. 19 (048) 725-12-11, fax (048) 725-53-89 E-mail: institute@biotechnica.org	 	Инженерно-технологический институт "БИОТЕХНИКА" Национальной академии аграрных наук Украины Украина, 65125, г. Одесса, ул. Большая Арнаутская, д. 19 (048) 725-12-11, fax (048) 725-53-89 E-mail: institute@biotechnica.org
--	--	---

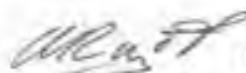
№ 233 від 21.07.20

ДОВІДКА щодо впровадження результатів досліджень

видана аспіранту кафедри біоенергоконверсії та біотехсервісу НУБіП України **Марусю Олегу Анатолійовичу** в тому, що результати його досліджень з обґрунтування параметрів калібратора яєць зернової молі були використані для розроблення модульного комплексу технологічного обладнання для промислового розведення трихограми (т. 1.15 «Створити дослідний зразок модульного комплексу обладнання для промислового розведення трихограми, змонтувати на базовому виробничому об'єкті та провести державні приймальні випробування», № д.р. 01640U05709). Вказане обладнання пройшло приймальні випробування і рекомендоване до серійного виробництва.

Новизна конструкційного рішення вказаної розробки захищена патентом України № 89928 «Калібратор яєць фітофагія».

Директор ІТІ "Біотехніка" НААНУ
канд. хім. наук



I.M. Кіров

Заступник директора з наукової роботи,
канд. техн. наук



О.І. Конопльов

Зав. відділу промислової ентомології,
канд., техн. наук

В.М. Бельченко

Додаток В.2

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор з навчальної, наукової
і організаційної роботи НУБіП України


В.П. Лисенко
« 12 » 11 2010 рік

АКТ

про впровадження науково-технічної розробки: “Калібратор ясць зернової молі”

1. Запропонована до впровадження НДІ екобіотехнологій і біоенергетики НУБіП України.

2. Рішення про впровадження прийнято проблемною вченою радою НДІ екобіотехнологій і біоенергетики НУБіП України (протокол № 6 від 8 листопада 2007 р.)

3. Впровадження проведено в навчально-науково-виробничій лабораторії біологічного захисту рослин НУБіП України.

4. Загальний обсяг впровадження: один пристрій.

5. Базовий варіант для порівняння: калібрування ясць зернової молі відсутнє.

6. Результати впровадження:

- ймовірність добору крупних ясць зернової молі становила 58 %, що на 20 % більше в порівнянні з фракцією до калібрування;

- ентомологічний препарат трихограма виду *Trichogramma evanescens* Westw., отриманий за допомогою біотехнологічного процесу з використанням пневматичного калібатора всі сім поколінь мав І клас якості. В той час, як у базовому біотехнологічному процесі без використання пневматичного калібатора, ентомологічний препарат трихограми мав І клас якості лише до четвертого покоління;

- калібратор ясць зернової молі забезпечує економічну ефективність 1029 грн., а його термін окупності не перевищує 3 років.

Директор НДІ екобіотехнологій і
біоенергетики, д.т.н., професор



В.Г. Мироненко

Зав. ННВЛ біологічного захисту
рослин, доцент



Л.П. Ющенко

Молодший науковий співробітник



О.А. Марус

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор з навчальної, наукової
і організаційної роботи НУБіП України

В.П. Лисенко

« 29 »

2010 рік

Акт

**про впровадження результатів дослідження аспіранта
Маруса Олега Анатолійовича
в навчальний процес**

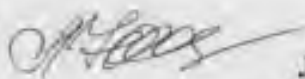
Основні положення та результати дисертаційної роботи аспіранта кафедри біоенергоконверсій та біотехсервісу Національного університету біоресурсів і природокористування України Маруса О.А. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія на тему «Обґрунтування біотехнологічного процесу виробництва трихограми з пневматичним калібруванням яєць зернової молі» впроваджені в навчальний процес, а саме при викладанні дисципліни “Проектування біопроцесів” в ННІ охорони природи і біотехнологій НУБіП України.

Директор ННІ охорони природи і біотехнологій,
д.б.н., професор, член-кореспондент
НАН України



І.П. Григорюк

Завідувач кафедри біоенергоконверсій
та біотехсервісу, доцент



Л.П. Ющенко

ДИПЛОМИ

**СЕРТИФІКАТ UNIDO ПЛІТНОГО ПРОЕКТУ «ЧИСТОГО
ВИРОБНИЦТВА» НА БАЗІ
ВП НУБІП УКРАЇНИ «АГРОНОМІЧНА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ»**



This is to confirm that

**The Agronomic Research Station of the National University
of Life and Environmental Sciences
of Ukraine**

has successfully participated in the
UNIDO Cleaner Production Programme

**in Ukraine
in 2008**


Ms. P. Schwager


Mr. M. Lesnjak

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
XXII Міжнародна агропродовольча виставка "АГРО-2010"

ДИПЛОМ

наданий за участю Золотою медаллю

М. Мельничук, В. Мironenko, Д. Ющенко,
Д. Горгуленко, О. Мэрис

Національній університет біоресурсів і природокористування України

Надійшло:

За науковий внесок у розвиток агропродовольчої політики України, що сприяє
зміцненню міжнародних відносин і політичного співробітництва

(Підписи керівників)
Заступник Міністра

Г. Давид

м. Київ, 15-19 червня 2010 року



За використання сучасних
технологій та устаткування,
що запобігають забрудненню
навколишнього середовища
і поліпшують екологію

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

АГРО-2012

XXIV МІЖНАРОДНА АГРОПРОМІСЛОВА ВИСТАВКА

AGRO-2012

XXIV INTERNATIONAL AGROINDUSTRIAL FAIR



Диплом
НАГОРОДЖУЄТЬСЯ

Марусь Олег Анатолійович

**За розробку і впровадження технічного забезпечення
біометоду при захисті сільськогосподарських культур**

Міністр аграрної політики
та продовольства України



A handwritten signature in black ink.

М. Присяжнюк



CERTIFICATE



Oleg Marus

For participation in the Fifth International Conference on
ENERGY EFFICIENCY AND AGRICULTURAL ENGINEERING

May 17-18, 2014

Ruse,

18.05.2014

Assoc. Prof. Valentin Stoyanov
Dean of Faculty UEA

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А. с. 358880 СССР, А 01 К 67/00. Механизированная линия для массового разведения насекомых / С.В. Андреев, М.С. Лузгин, М.Г. Лейбензон, Ю.П. Трушин (СССР). – № 1623990/30-15; заявл. 09.03.71; опубл. 07.10.83, Бюл. № 41.
2. А. с. 368890 СССР, В 07 б 13/00. Электрозерноочистительная машина / Ф.Я. Изаков, Г. А. Яснгов, А. В. Лаптев (СССР). – № 1448470/30-15; заявл. 10.06.70; опубл. 08.11.73, Бюл. № 10.
3. А. с. 405606 СССР, В 07 б 13/00. Автомат для сортировки по цвету и счета предметов / А.Ф. Свиридов, В.Я. Янов, Е.А. Свиридов (СССР). – № 1662572/30-15; заявл. 07.06.71; опубл. 05.11.73, Бюл. № 45.
4. А. с. 835391 СССР, А 01 К 67/00. Устройство для сбора яиц зерновой моли / А.П. Силяев (СССР). – № 2830359/30-15; заявл. 27.07.79; опубл. 07.06.81, Бюл. № 21.
5. А. с. 843896 СССР, А 01 К 67/00. Устройство для разведения зерновой моли / А.С. Якунин, В.В. Оковалков (СССР). – № 2801648/30-15; заявл. 27.07.79; опубл. 07.07.81, Бюл. № 25.
6. Абашкин А.С. Анализ работы оборудования для массового производства трихограммы и перспективы его совершенствования / А.С. Абашкин, И.Г. Буриксон, В.П. Горбан // Биологическая регуляция численности вредных организмов. – 1986. – С. 223-236.
7. Абашкин А.С. К совершенствованию средств механизации расселения трихограммы / А.С. Абашкин, Б.Б. Гринберг, А.И. Гончарук // Трихограмма в защите растений: Сб. науч. тр. ВИЗР. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 93–103.
8. Абашкин А.С. Результаты испытаний комплекса оборудования для механизированного расселения трихограммы в капсулах / А.С. Абашкин, И.Г. Буриксон, Б.Б. Кику [и др.] // Трихограмма (часть 2): Сб. статей ВНИИБМЗР. – Кишинев: «Штиинца», 1980. – С. 43–46.

9. Абашкин А.С. Состояние и перспективы механизации расселения трихограммы / А.С. Абашкин, Б.Б. Кику // Биологическая регуляция численности вредных организмов. – 1986. – С. 213-223.
10. Абдуєв М.М. Обґрунтування параметрів сепаратора з нахиленим повітряним каналом для розділення зернових сумішей: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / М.М. Абдуєв. – Харків, 2007. – 20 с.
11. Авдеев Н.Е. Центробежные сепараторы для зерна / Н.Е. Авдеев. – Москва: «Колос», 1975. – 152 с.
12. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. – М.: Наука, 1976. – 276 с.
13. Андреев С.В. Автоматизация и механизация процессов массового разведения трихограммы / С.В. Андреев // Биологический метод в комплексной системе мероприятий по защите с/х культур. – Кишинев, 1974. – С. 10–11.
14. Аністратенко В. О. Математичне планування експериментів в АПК / В.О. Аністратенко, В.Г. Федоров. – К.: Вища шк., 1993. – 375 с.
15. Бабидорич М.М. Влияние антропогенного фактора на численность энтомофагов сада / М.М. Бабидорич // Охрана живой природы. – М., 1983. – С. 16–17.
16. Беспалов І.М. Оптимізація конструкцій сажків для розведення членистоногих / І.М. Беспалов, Біллоусов Ю.В. // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 4. – С. 47–49.
17. Биологический метод защиты растений: тезисы докладов научно-производственной конференции, (Минск, 10 – 11 октября 1984 г.). – Минск, 1984. – 163 с.
18. Биометод защиты растений [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bizator.ru/advert/a727026.html>.

19. Биопрепараты и биологическая защита растений в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cleandex.ru/articles/2006/06/04/ecofriendly_materials3.
20. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк [та ін.]. – К: «Аграр Медіа Груп», 2010. – 403 с.
21. Богатирьев Д.В. Обґрунтування параметрів пневмоімпульсної машини для сепарації насіння за густиною: автор. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Д.В. Богатирьев. – Кіровоград, 2005. – 19 с.
22. Болотов А.С. Некоторые особенности движения сыпучего материала в центробежном поле сил / А.С. Болотов // Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. – зерноград: ВНИИМЭСХ, 1969. – Вып. XII. – С. 141–146.
23. Бондаренко Н.В. Биологическая защита растений (учебники и учебные пособия для высших учебных заведений) / Бондаренко Н.В. – М.: Агропромиздат, 1986. – 278 с. (Изд. 2-е, переработанное и дополненное).
24. Бондаренко Н.В. Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями растений / Н.В. Бондаренко. Москва: «Знание», 1981. – 252 с.
25. Брянский Л. Н. Краткий справочник метролога / Л.Н. Брянский, А.С. Дойников. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 79 с.
26. Бушуев Н.М. Семечистительные машины: теория, конструкция и расчет / Н.М. Бушуев – М.: МАШГИЗ, 1962. – 238 с.
27. Василенко П.М. Методика построения расчетных моделей функционирования механических систем (машин и машинных агрегатов) / П.М. Василенко, В.П. Василенко. – К.: Украинская ордена трудового красного знамени сельськогосподарська академія, 1980. – 135 с.

28. Василенко П.М. Теория движения частицы пошероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / Василенко П.М. – К.: УАСХН, 1960. – 283 с.
29. Васильев А.Л. Оценка действия демилина на трихограмму *Trichogramma jakarticum* Sor. (Hymenoptera, Trichogrammatidae) / А.Л. Васильев // Биологические средства защиты растений, технологии их применения и изготовления. – Санкт-Петербург, 2005. – С 192–196.
30. Васильев С.А. Машины для очистки и сортировки семян / Васильев С.А. – Москва, 1954. – 102 с.
31. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментальных исследований и обработки опытных данных / Веденяпин Г.В. – М.: Колос, 1973. – 199 с.
32. Волков В.А. Приближенный расчет движения тел в сопротивляющейся среде / Волков В.А. // Труды. – М. : Всесоюзный научно-исследовательский институт сельскохозяйственного машиностроения, 1959. Вып. № 24. – 17 с.
33. Воротынцева А.Ф. Авиационное расселение трихограммы / А.Ф. Воротынцева, А.К. Пасько, А.В. Барабаш [и др.] // Трихограмма (часть 2): Сб. статей ВНИИБМЗР. – Кишинев: «Штиинца», 1980. – С. 49–54.
34. Воротынцева А.Ф. Оценка результатов авиационного расселения трихограммы для борьбы с кукурузным мотыльком и капустной совкой / А.Ф. Воротынцева, Б.В. Пынзарь, И.Н. Боубэтрын и др. // Трихограмма (часть 2): Сб. статей ВНИИБМЗР. – Кишинев: «Штиинца», 1980. – С. 54–57.
35. Гладков Н.Г. Зерноочистительные машины. Конструкции, расчет, проектирование и эксплуатация / Гладков Н.Г. - М.: «Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы», 1961. – 368 с. (Издание второе, переработанное и дополненное).
36. Голуб Г.А. Агропромислове виробництво їстівних грибів / Голуб Г.А. // Механіко-технологічні основи. – К.: Аграрна наука, 2007. – 330 с. –

(Монографія / Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»).

37. Голуб Г.А. Вплив крупності яєць зернової молі на якісні показники ентомологічного препарату трихограми [Електронний ресурс] / Г.А. Голуб, О.А. Марус, Н.В. Марус // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – № 7 (29). – 9 с. – Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11gga.pdf.
38. Голуб Г.А. Деякі аспекти теорії падіння тіл у повітряному середовищі / Г.А. Голуб, О.А. Марус // Міжвідомчий тематичний науковий збірник (Механізація та електрифікація сільського господарства). - Глеваха, 2010. - Вип. 94. - С. 84-88.
39. Голуб Г.А. Ефективність використання вдосконаленого калібратора яєць зернової молі / Г.А. Голуб, О.А. Марус // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2011. – Вип. 166, ч. 1. – С. 35 – 43.
40. Голуб Г.А. Моделювання руху матеріальних частинок з урахуванням опору повітря / Г.А. Голуб, О.А. Марус // Збірник наукових праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого (Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України). Дослідницьке, 2012. – Вип. 16 (30), книга 1. – С. 137-145.
41. Голуб Г.А. Оптимізація параметрів машин та обладнання / Г.А. Голуб, О.А. Марус // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2011. – Вип. 166, ч. 2. – С. 16 – 22.
42. Голуб Г.А. Техничко-економическая ефективность біотехнологического процесса производства энтомологического препарата трихограммы / Г.А. Голуб, О.А. Марус // Motrol. – Lublin, 2013. – Tom 15, № 3. – 395 с. – Р. 362-369.
43. Горбан В.П. К обоснованию конструкции контейнера для содержания имаго зерновой моли / В.П. Горбан, А.С. Абашкин, И.Г. Буриксон,

М.В. Падий // Трихограмма (часть 2): Сб. статей ВНИИБМЗР. – Кишинев: «Штиинца», 1980. – С. 46–49.

44. Горячкин В.П. Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин / Горячкин В.П. – Москва, 1936. – Т. 2. – 536 с.
45. Гринберг Ш.М. Биологическое обоснование применения трихограммы в борьбе со стеблевым мотыльком на кукурузе / Ш.М. Гринберг, И.Н. Боубетрин // Трихограмма в защите растений: Сб. науч. тр. ВИЗР. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 93–103.
46. Гринберг Ш.М. Основные проблемы при промышленном производстве трихограммы и пути их решения / Ш.М. Гринберг, А.Ф. Руснак, Г.Ф. Дюрич [и др.] // Биологическая регуляция численности вредных организмов. – 1986. – С. 197-213.
47. Гринберг Ш.М. Трихограмма не эффективна? Давайте искать причину / Гринберг Ш.М., Пынзарь Б.В., Боубэтрын И.Н. // Защита растений. – М., 1992. № 12. – С. 4–8.
48. Гринберг Ш.М. Трихограмма: проблемы, перспективы разведения и применения / Ш.М. Гринберг, Г.М. Цыбульская, Н.В. Бондаренко // Защита растений. – М., 1979. – № 9. – С. 20–23.
49. Двайт Г.Б. Таблицы интегралов и другие математические формулы / Двайт Г.Б. // Пер. с английского Н. Леви. – М.: Наука, 1977. – 224 с.
50. Дем'янчук Н.П. Біотехнологічні аспекти виробництва ентомологічного препарату трихограми (*Hymenoptera, Trichogrammatidae*) для біологічного захисту рослин: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с/г наук: спец. 03.00.20 «Біотехнологія» / Н.П. Дем'янчук. – Київ, 2007. – 20 с.
51. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Доспехов Б.А. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
52. Дринча В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки / Дринча В.М. – Воронеж, 2006. – 282 с.

53. Дубровін В.О. Особливості біотехнологічного процесу виробництва ентомологічного препарату трихограми / В.О. Дубровін, Г.А. Голуб, О.А. Марус // Науково-виробничий журнал «Техніка і технології АПК». – Біла Церква, 2012. – Вип. № 3 (30). – С. 27-30.
54. Дядечко М.П. Основи біологічного методу захисту рослин / [Дядечко М.П., Падій М.М., Шелестова В.С., Дегтярьов Б.Г.]. – К.: Урожай, 1990. – 268 с.
55. Дядечко М.П. Основи біологічного методу захисту рослин / Дядечко М.П. – К.: Урожай, 1979. – 156 с. – (Видання друге, перероблене і доповнене).
56. Дядечко М.П. Біологічний захист рослин / [Дядечко М.П., Падій М.М., Шелестова В.С.]. – Біла Церква, 2001. – 312 с.
57. Енкарзія. Технічні умови: ТУ У 01.2-00011050-253:2005. – Одеса: ІТІ "Біотехніка" УААН, 2005. – 14 с.
58. Ентомологічні препарати трихограми. Загальні технічні умови: ДСТУ 5016:2008. – К.: Держпоживстандарт України, 2009. – 10 с.
59. Зажигаев Л.С. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента / Зажигаев Л.С., Китьян А.А., Романников Ю.И. – М.: Атомиздат, 1978. – 232 с.
60. Заика П.М. Вибрационное перемещение твердых и сыпучих тел в сельскохозяйственных машинах / П.М. Заика, П.М. Авдеев. – Киев: УСХА, 1998. – 625 с.
61. Заика П.М. Вибрационные зерноочистительные машины / Заика П.М. // Теория и расчет. – Москва, 1967. – 144 с.
62. Заика П.М. Сеперация семян по комплексу физико-механических свойств / П. Заика, Г. Мазнев. – М.: «Колос», 1978. – 287 с.
63. Закон України від 27.04.2010 р. № 2154-VI / http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/SH000004.html.
64. Закс Л. Статическое оценивание / Закс Л. – М.: Статистика, 1976. – 597 с.

65. Заславский В.А. Экспериментальное исследование некоторых факторов, влияющих на плодовитость *Trichogramma evanescens* Westw. *Hymenoptera, Trichogrammatidae* / В.А. Заславский, Фу Кви. Май // Энтотомол. обозрение. – 1982. – Вып. 4. – С. 724–737.
66. Заянчкаускас П.А. Энтомопаразиты насекомых – вредителей сада Литвы / [Заянчкаускас П.А., Йонайтис В.П., Якимавичюс А.Б., Станёните А.П.]. – Вильнюс: Мокслас, 1979. – 164 с.
67. Зельдович Я.Б. Высшая математика для начинающих физиков и техников / Я.Б. Зельдович, И.М. Яглом. – М: Наука, 1982. – 512 с.
68. Зильберг Л.П. Плодовитость трихограммы / Л.П. Зильберг // Трихограмма. – Ч. 1. – Кишинев, 1980. – С. 44–47.
69. Капустина О.В. Действие некоторых пестицидов на трихограмму / Капустина О.В. // Труды ВИЗР. – Л., 1975. – 44 с.
70. Касандрова О.Н. Обработка результатов измерений / О.Н. Касандрова, В.В. Лебедев. – М.: Наука, 1970. – 104 с.
71. Келлер Б.А. Сорные растения СССР / [Келлер Б.А., Любименко В.Н., Мальцев А.И. и др.]. // Руководство к определению сорных растений СССР. – Ленинград: Ботанический институт Академии наук СССР, 1934. – 323 с.
72. Кику Б.Б. К обоснованию основных конструктивных элементов устройства для механизированного расселения трихограммы в капсулах / Б.Б. Кику, И.А. Коган // Трихограмма (часть 1): Сб. статей ВНИИБМЗР. – Кишинев: «Штиинца», 1980. – С. 66–71.
73. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины. / Кленин Н.И., Попов И.Ф., Сакун В.А. // Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. – М.: «Колос», 1970. – 456 с.
74. Коваленков В.Г. Повышение биоценотической роли природных энтомофагов, резистентных к пестицидам, применяемым в современных агробиозенозах Ставрополья / В.Г. Коваленков // Биологические средства

защиты растений, технологии их применения и изготовления. – Санкт-Петербург, 2005. – С 176–186.

75. Коваленков В.Г. Трихограмма в интегрированных системах защиты сельскохозяйственных культур на Ставрополье / В.Г. Коваленков, Н.В. Тюрина, Л.И. Павлова // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. – Краснодар, 2008. – Вып. № 5. – С. 246–250.
76. Коваленков В.Г. Трихограмма заслуживает большего внимания / В.Г. Коваленков // Защита и карантин растений. – М., 1999. № 11. – С. 10.
77. Коваленков В.Г. Трихограмма эффективна в интегрированной системе / В.Г. Коваленков // Защита растений. - М., 1993. № 10. – С. 16–19.
78. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины / Кожуховский И.Е. // Конструкция, расчет и проектирование. – М.: Машиностроение, 1965. – 200 с.
79. Копченова И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах / И.А. Копченова, И.А. Марон. – М.: Наука, 1972. – 367 с.
80. Костадинов Д. Смена природного хозяина и формирование лабораторной популяции *Trichogramma embryophagum* (Htg.) / Д. Костадинов // Применение трихограммы в интегрированных системах защиты растений. – София: Земиздат, 1980. – С. 12–27.
81. Костандян С.А. Применение трихограммы (*Trichogramma evanescens* Westw) против хлопковой совки (*Chloridea obsoleta* Hb/F) в Азербайджанской ССР / С.А. Костандян // Биологический метод борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур. – М.: Издательство Всесоюзной академии с/х наук им. В.И. Ленина, 1937. – С. 26–36.
82. Кот Я. Биология и экология *Trichogramma* spp. / Я. Кот, Т. Плевка // Биологические средства защиты растений. М.: Колос, 1974. – С. 159–171.
83. Кот Я. Влияние инсектицидов на обыкновенную трихограмму / Я. Кот, Т. Плевка, Т. Куперек // Тез. докл.: Научно-методическое совещание по проблеме «Токсикологические исследования средств защиты растений и их

применение с учетом сохранения сельскохозяйственных животных и полезных организмов». – Л., 1970. – С. 20–21.

84. Кукибный А.А. Метательные машины / Кукибный А.А. – Москва: «Машиностроение», 1964. – 196 с.
85. Лабутова Н.М. Агробιοтехнологии: альтернатива минеральным удобрениям и пестицидам [Электронный ресурс] / Н.М. Лабутова / ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. Режим доступа: http://student.km.ru/ref_show_frame.asp?id=F276E48DA9BD4E2A8E2969CE1D60AAC0.
86. Лузгин М.С. Совершенствование технологических процессов розведения зерновой моли и трихограммы в условиях биофабрики / М.С. Лузгин // Биологические средства защиты растений, технологии их применения и изготовления. - Санкт-Петербург, 2005. – С 160–167.
87. Лурье А.Б. Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин / А.Б. Лурье, А.А. Громбчевский. – Л.: «Машиностроение», 1977. – 527 с.
88. Макаренко Г.Н. Влияние качества яиц зерновой моли на разведение златоглазки обыкновенной / Г.Н. Макаренко // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. - Ленинград, 1975. – Вып. № 4. – С. 162–165.
89. Малис А.Я. Машины для очистки зерна воздушным потоком / А.Я. Малис, А.Р. Демидов. – М.: «Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы», 1962. – 176 с.
90. Малхорта М. Маркетинговые исследования / М. Малхорта, К. Нэреш. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2002. – 960 с.
91. Маркова Е.В. Планирование эксперимента в условиях неоднородностей / Е.В. Маркова, А.Н. Лисенков. – М.: Наука, 1973. – 120 с.
92. Марус О.А. Вплив електростатичного поля на якісні показники зернової молі / О.А. Марус // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2011. – Вип. 166, ч. 2. – С. 158 – 165.

93. Марус О.А. Дослідження впливу параметрів калібратора на ймовірність отримання крупних яєць молі зернової / О.А. Марус // Агроекологічний журнал. – Київ, 2010. – С. 143–146.
94. Марус О.А. Дослідження ефективності калібратора яєць фітофагів / О.А. Марус // Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – 2008. – № 12, Т. 2. – С. 426–430.
95. Марус О.А. Дослідження параметрів пневматичного калібратора яєць зернової молі / О.А. Марус, Г.А. Голуб // Всеукраїнський науково-технічний журнал промислова гідравліка і пневматика. – Вінниця, 2011. – Вип. 3 (33). – С. 115 – 118.
96. Марус О.А. Дослідження параметрів руху яєць зернової молі у вертикальному каналі патрубку калібратора яєць фітофагів / О.А. Марус, Г.А. Голуб // Motrol. – Lublin, 2010. – Том 12 В. – С. 64 – 71.
97. Марус О.А. Обґрунтування біотехнологічного процесу виробництва трихограми з пневматичним калібруванням яєць зернової молі / О.А. Марус // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Біологія, біотехнологія, екологія». – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011. – Вип. 158. – С 66-74.
98. Марус О.А. Оптимізація параметрів калібратора яєць фітофагів / О.А. Марус // Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи. Матеріали Міжнародної наук.-практ. конф. (27 – 28 вересня 2010 р.). К, 2010. – Ч. 1. – С. 60–61.
99. Марус О.А. Обґрунтування параметрів пневматичного калібратора яєць зернової молі в процесі виробництва трихограми / О.А. Марус, Г.А. Голуб // Збірник наукових праць НААН «Інститут механізації тваринництва» (Механізація, екологізація, та конвертація біосировини у тваринництві). – Запоріжжя, 2011. – Вип. 1 (7). – С. 59-64.
100. Марус О.А. Порівняльна оцінка способів калібрування яєць зернової молі / О.А. Марус, Г.А. Голуб // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка

- «Механізація сільськогосподарського виробництва». – 2008. – Вип. 75, Т. 1. – С. 95–100.
101. Марус О.А. Техніко-економічна ефективність виробництва і внесення ентомологічного препарату трихограми / О.А. Марус // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2013. – Вип. 185, ч. 1. – С. 248 – 256.
102. Марус О.А. Траєкторія руху яєць зернової молі в повітряному потоці / О.А. Марус, Г.А. Голуб // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2009. – Вип. 134, ч. 3. – С. 24 – 33.
103. Машины для послеуборочной поточной обработки семян / [З.Л. Тиц, В.И. Анискин, Г.А. Баснакьян и др.] // Теория и расчет машин, технология и автоматизация процессов. – М.: «Машиностроение», 1967. – 447 с.
104. Медони Л.Ф. Характеристика имаго трихограммы в связи с её обновлением / Л.Ф. Медони, Ф.М. Ермичева, В.А. Шляхтич // Трихограмма. Ч. 1. – Кишинев: Штиинца, 1980. – С. 33–38.
105. Мейер Н.Ф. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми / Мейер Н.Ф. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной и колхозно-кооперативной литературы, 1931. – 120 с.
106. Мейер Н.Ф. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми / Н.Ф. Мейер // Биологический метод борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур. – М.: Издательство Всесоюзной академии с/х наук им. В.И. Ленина, 1937. – С. 3–12.
107. Мейер Н.Ф. Трихограмма (Экология и результаты применения в борьбе с вредными насекомыми) / Мейер Н.Ф. – М.: Государственное издательство колхозной и совхозной литературы, 1941. – 175 с.
108. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рощин П.М. – Л.: Колос, 1972. – 200 с.

109. Мельничук М.Д. Ефект медового підживлення імаго на життєздатність трихограми / М.Д. Мельничук, Н.П. Ясинська // Наукові доповіді НАУ. – 2007. – №7. – Режим доступу до журн.: <http://www.nd.nauu.kiev.ua>
110. Мельничук М.Д. Основи технології біологічного захисту рослин у сучасному землеробстві / М.Д. Мельничук, І.П. Григорюк, Л.П. Ющенко [та ін.] // Біоресурси і природокористування. – Київ, 2010. – Т. 2, № 1 – 2. С. 5–11.
111. Методические указания по промышленному производству трихограммы на биофабриках. Всесоюзный научно – исследовательский институт биологических методов защиты растений: [утвердил профессор Н.М. Голышин]. – Москва, 1983. – 76 с.
112. Митков А.Я. Статистические методы в сельхозмашиностроении / А.Я. Митков, С.В. Кардашевский. – М.: Машиностроение, 1978. – 390 с.
113. Насекомые. Центр "Биотехника". ЭНТОМОАКАРИФАГИ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.centrbio.com/nasekomye.php>.
114. Нелюбов А.И. Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин / А.И. Нелюбов, Е.Ф. Ветров. – М.: Машиностроение, 1977. – 190 с.
115. Новожилов К.В. Путисохранения энтомофагов при химических обработках / К.В. Новожилов, В.А. Шапиро // Биологические средства защиты растений. М.: Колос, 1974. – С. 21–34.
116. Ортега Дж. Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений / Дж. Ортега Дж., У. Пул; пер. с англ. А.А. Абрамова. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
117. Пат. 83949 Україна, МПК⁵¹ А 01 К 67/00. Пристрій для виробництва ентомологічного препарату трихограми / Таргоня В.С., Ясинська Н.П., Мельничук М.Д. та ін. – № а 2007 03029; заявл. 22.03.07; опубл. 26.08.08, Бюл. № 16.
118. Пат. 84969 Україна, МПК⁵¹ А 01 К 67/033. Спосіб селекції трихограми / Ясинська Н.П., Мельничук М.Д., Таргоня В.С. та ін. – № а 2007 03035; заявл. 22.03.07; опубл. 10.12.08, Бюл. № 23.

119. Пат. № 89928 Україна, МПК⁵¹ A01K67/00. Калібратор яєць фітофагів / І.П. Старчевський, В.М. Бельченко, В.О. Дубровін та ін. // промислова власність. – № а200904564; заявл. 08.05.09; опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.
120. Пат. № 89930 Україна, МПК А 01 К 67/033. Спосіб калібрування яєць фітофагів / Марус О.А., Голуб Г.А., Дубровін В.О. та ін.; промислова власність. – № а200904970; заявл. 20.05.09; опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.
121. Петрович Й.М. Організація виробництва: підруч. [для студ. екон. спец.] / Й.М. Петрович, Г.М. Захарчин. – Львів: «Магнолія плюс», 2004. – 399 с.
122. Показники якості трихограми / [Шелестова В.С., Мельничук С.Д., Гончаренко О.І., Дрозда В.Ф.] // Методичні рекомендації до застосування трихограми проти шкідників сільськогосподарських культур. – Київ, 2004. – 59 с.
123. Потапов Г.П. К определению высоты лопаток дисков центробежных разбрасывателей / Потапов Г.П. // Тракторы и сельхозмашины. – М.: 1968. № 5 – с. 29–31.
124. Практикум по сельскохозяйственным машинам и орудиям: теорія и расчет сельскохозяйственных машин. – Минск: Белорусский інститут механизации сельского хозяйства, 1972. – 144 с.
125. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для нормального распределения. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 20 с.
126. Проспект оборудования механизированой линии для разведения трихограммы [редактор Т.А. Тихонова]. - Москва «Колос», 1980. – 24 с.
127. Пукинская Г.А. Биологическая оценка элементов технологии массового разведения зерновой моли (*Sitotroga cerealella* ol.) / Г.А. Пукинская, Г.В. Гусев // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. – Ленинград, 1975. – Вып. № 4. – С. 48–55.
128. Роль дочерних поколений трихограммы в снижении численности вредителей / Ш.М. Гринберг, И.Н. Боубетрын, Б.В. Пынзарь, Л.П. Зильберг

- // Биологический метод борьбы с вредителями овощных культур. – Москва: Агропромиздат. – 1989. – С. 66–74.
129. Рукавишников Б.И. Биологические методы борьбы с вредными насекомыми / Б.И. Рукавишников, И.М. Эдельман // Итоги науки и техники; энтомология. – М.: 1972. – Т. 1. – 201 с.
130. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента / Румшинский Л.З. – М.: Наука, 1971. – 192 с.
131. Руснак П.П. Економіка підприємства / [Руснак П.П., Андрійчук В.Г., Ільєнко А.А. та ін.]. – Біла Церква: Білоцерківський державний аграрний університет, 2003. – 255 с.
132. Рыжкова Е.Ю. Применение трихограммы в борьбе с комплексом вредителей полевых культур (рекомендации) / Рыжкова Е.Ю. – М: Агропромиздат, 1990. – 46 с.
133. Сазонова И.Н. Проблемы селективной токсичности и механизма действия инсектицидов и акарицидов на членистоногих / И.Н. Сазонова // Проблемы избирательного действия инсектицидов и акарицидов: Сб. тр. – Л.: ВИЗР, 1986. – С. 23–32.
134. Сельскохозяйственные машины, теория и технологический расчет / [Турбин Б.Г., Лурье А.Б., Григорьев С.М. и др.]. – Л.: «Машиностроение», 1967. – 584 с.
135. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / П.В. Сисолін, М.М. Петренко, М.О. Свірень. – Київ: Фенікс, 2007. – 432 с.
136. Складов Н.А. Рекомендации по сокращению объемов применения пестицидов в яблоневых садах интенсивного типа и методика анализа фитосанитарного состояния насаждений / Складов Н.А. // ВАСХНИЛ. – Кишинёв, 1986. – 40 с.
137. Сорокина А.П. Влияние абиотических факторов и вида хозяина на длительность преимагинального развития видов рода *Trichogramma* Westw.

- (Hymenoptera, Trichogrammatidae) / А.П. Сорокина // Биологические средства защиты растений, технологии их применения и изготовления. - Санкт-Петербург, 2005. – С 148–155.
138. Теленга Н.А. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми сельскохозяйственных и лесных культур / Теленга Н.А. – К.: Издательство Академии наук Украинской ССР, 1955. – 87 с.
139. Теленга Н.А. Руководство по размножению и применению трихограммы для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур / Н.А. Теленга, В.А. Щепетильникова. – К.: Издательство Академии наук Украинской ССР, 1949. – 99 с.
140. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах. – М.: «Машиностроение», 1978. – 567 с.
141. ТОВ "Агробіохімпродукт" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrobiohimprodukt.com.ua>.
142. Трихограмма [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nagrjadke.ru/trixogramma/>.
143. Трихограмма *Trichogramma evanescens* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ivanov-petrov.livejournal.com/791798.html>.
144. Тряпицын В.А. Паразиты и хищники вредителей сельскохозяйственных культур / Тряпицын В.А., Шапиро В.А., Щепетильникова В.А. – Л.: Колос, 1982. – 254 с.
145. ТУ У 01.2-00011050-252:2005 "Галиця афідіміза. Технічні умови" ІТІ "Біотехніка" УААН: 2005. – 13 с.
146. У біологічному протиборстві / [М.Д. Зерова, А.Г. Котенко, В.Г. Толканіц та ін.]. – К.: Урожай, 1988. – 191 с.
147. Фадеев Ю.Н. Биологическая защита культурных растений / Ю.Н. Фадеев, Н.А. Прилепская // Новое в жизни, науке, технике. – М.: Знание, 1984. – Вып. № 5 – 62 с.

148. Фітосейулюс. Технічні умови: ТУ У 01.2-00011050-251:2005. – Одеса: ІТІ "Біотехніка" УААН, 2005. – 12 с.
149. Фурсов В.Н. Выявление, определение и районирование хозяйственно важных видов яйцеедов рода *Trichogramma* Westw. в агробиоценозах Украины / В.Н. Фурсов, Н.А. Сторожева // Препр. АН УССР. Ин-т зоол. – 1990. – № 26. – 47 с.
150. Харченко Г.Л. Оценка целесообразности применения биопрепаратов против садовых листоверток / Г.Л. Харченко // Материалы Всероссийского научно-производственного совещания. – 1994. – С. 83–85.
151. Химическая и биологическая защита растений / [Хижняк П.А., Бегляров Г.А., Стативкин В.Г., Никифоров А.М.]. – Москва: «Колос», 1971. – 122 с.
152. Хлистовский Е.Д. Методические указания по длительному хранению криоконсервированных яиц зерновой моли для разведения трихограммы / Хлистовский Е.Д., Геннадиев В.Г., Попов Л.А. – М.: Колос, 1984. – 15 с.
153. Цыбульская Г.Н. Применение трихограммы в борьбе с вредителями полевых культур на Украине / Г.Н. Цыбульская // Биологические средства защиты растений. М.: Колос, 1974. – С. 172–181.
154. Шапиро И.Д. Значение паразитов и хищников / И.Д. Шапиро // Экологические основы защиты растений от вредителей при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям на примере зерновых и зернобобовых культур. – Л.: ЛСХИ, 1988. – С. 50–65.
155. Шелестова В.С. Агробіоценотичні основи регуляції чисельності листокруток в плодкових насадженнях Лісостепу України і прогноз динаміки їх популяції шляхом моделювання: Автореф. дис. д. с.-г. наук, НАУ. – К., 1995. – 43 с.
156. Шумаков Е.М. Насекомые защищают растения / Е.М. Шумаков, В.А. Щепетильникова. – М.: Знание, 1970. – 46 с.
157. Шумаков Е.М. О работе славянского паразитария / Е.М. Шумаков // Биологический метод борьбы с вредителями сельскохозяйственных

- культур. – М.: Издательство Всесоюзной академии с/х наук им. В.И. Ленина, 1937. – С. 46–51.
158. Щепетильникова В.А. Влияние температуры и влажности на развитие трихограммы / В.А. Щепетильникова // Биологический метод борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур. – М.: Издательство Всесоюзной академии с/х наук им. В.И. Ленина, 1937. – С. 12–16.
159. Щепетильникова В.А. Применение трихограммы в СССР / В.А. Щепетильникова // Биологические средства защиты растений. М.: Колос, 1974. – С. 138–158.
160. Brar K.S. Effect of insecticides on *Trichogramma chilonis* Ishii (Hym.: Trichogrammatidae), an egg parasitoid of sugarcane borers and cotton bollworms / K.S. Brar, G.C. Varma, M.R. Shenhmar // Entomol. – 16 (1). – 1991. – P. 43–48.
161. Brunner J.F. Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hym.: Eulophidae), and *Trichogramma platneri* (Hym.: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington / J.F. Brunner, J.E. Dunley, M.D. Doerr, E.H. Beers / J. Econ. Entomol. – 2001. – 94 (5). – P. 1075–1084.
162. Bull D.L. Effects of different pesticides on parasitism of host eggs by *Trichogramma pretiosum* Riley / D.L. Bull, V.S. House // Southwest. Entomol. 8. – 1983. – P. 46–53.
163. Consoli F.L. Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae) / F.L. Consoli, R.P. Parra, S.A. Hassan // J. Appl. Entomol. – 1998. – 122 (1). – P. 43–47.
164. Dubrovin V. Dependence of entomological product trichogramma quality indexes on grain moth eggs' largeness / V. Dubrovin, G. Golub, O. Marus // Proceedings of the union of scientists (fifth conference energy efficiency and agricultural engineering). - Ruse, 2013. – С. 452 – 460.

165. Gill J.S. Deterious effect of synthetic pyrethroids on *Trichogramma achaeae* Nagaraja and Nagarkatti (Hym.: Trichogrammatidae) / J.S. Gill, G.C. Varma, B.S. Sekhon // Punjab Agr. Univ. – 1992. – 29(4). – P. 467–472.
166. Hafez M.B. The side – effects of plant extracts and metabolites of *Reynoutria sachalinensis* (F. sehmidt) Nakai and conventional fungicides on the benefit organism *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym.: Trichogrammatidae) / M.B. Hafez, A. Schmitt, S.A. Hassan // J. Appl. Entomol. –1999. – 123(6). – P. 363–368.
167. Hagley A.C. Effect of pesticides on parasitism of artificially distributed eggs of the codling moth, *Cycida pomonella* (Lep.: Tortricidae) by *Trichogramma* spp. (Hym.: Trichogrammatidae) / A.C. Hagley, J.E. Laing // Proceedings of the entomological society of Ontario 120. – 1989. – P. 25–33.
168. Harmond J. Seed cleaning and handling / J. Harmond, L. Klein, R. Brandenburg. – Washington, 1961. – 87 c.
169. Hassan S.A. Guideline for testing the side effect of pesticides on the egg parasite *Trichogramma cacoeciae* / S.A. Hassan / Segyentiol testing scheme: laboratory contact test 1 – on adults, 2 – on pupae within host, semifield persistence test // Bulleton crop (section regionale oust paleoartique 11(4). – 1988. – P. 3–19.
170. Knutson A. The Trichogramma Manual / A. Knutson // A Guide to the Use of Trichogramma for Biological Control with Special Reference to Augmentative Releases for Control of Bollworm and Budworm in Cotton. – Texas A&M University System, College Station, 1998. – 42 p.
171. Kot J. Factors effecting the efficiency of *Trichogramma* colonization / J. Kot // 20 Int. Congr. Entomol., Firenze Ang., 1996. – P. 25–35.
172. Kot J. Relationships in parallel development of host and parasite resistance to a common taxicat / J. Kot, T. Plewka, T. Krukieriek – Institute of Ecology, Polish Academy of Sciences, PL-480, E21-Ent-19, FG-Po-203, Final Technical Report, 1971. – 246 p.

173. Quednau W. Die biologische Kriterien zur Untersuchung von *Trichogramma* Arten / W. Quednau // Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz. Stuttgart. 1956. – Bd. 63. – Hf. 6. – S. 333–344.
174. Smartmotion [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://smartmotion.in.ua/index.php/shop/all-categories/kvadrokopter-dlya-vneseniya-trikhogrammy>.
175. Smith S.M. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes and potential of their use / S.M. Smith // Annu. Rev. Entomol. Vol. 41. – Palo Alto (Calif.), – 1996. – P. 375–406.
176. Sweetman H. The principles of biological control. Interrelation of hosts and pests and utilization in regulation of animal and plant population / H. Sweetman. – Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown company publishers, 1958. – 575 p.
177. Vieira A. Effects of conventional pesticides on the preimaginal developmental stages and on adults of *Trichogramma cordubensis* (Hym.: Trichogrammatidae) / A. Vieira, L. Oliveira, P. Garcia // BioconT. Science and Technol. – 2001. – 11, № 4. – P. 527–534.
178. WWW.aeromex.com ООО НПФ «Аэромех» Сепараторы аэродинамические семейства САД.

Наукове видання

**Марус Олег Анатолійович,
Голуб Геннадій Анатолійович**

**ВИРОБНИЦТВО ТРИХОГРАМИ.
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ**

Монографія

За авторською редакцією

Підписано до друку 1.07.15 Формат 60x84\16
Ум. друк. арк. 13,5. Обл.-вид.арк. 6,4
Наклад 100 прим. Зам. № 7538

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041
тел.: 527-81-55

Видавець і виготовлювач Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4097 від 17.06.2011