

На правах рукопису

ХАРСУН АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ

А. Харсун

УДК 577.1:595.9+616

АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПАСЛЬОНОВИХ
КУЛЬТУР ВІД КОЛСОРАДСЬКОГО ЖУКА

Спеціальність 06.01.11 - Захист рослин від шкідників
і хвороб

Автореферат дисертації
на здобуття наукового ступеня
доктора біологічних наук



Робота 00755788 (1) Інституту біологічного факультету
університету ім. Тараса Шевченка
в Лабораторії екології та токсикології біологічного факультету

Науковий консультант член-кореспондент Міжнародної Академії
інформатизації доктор біологічних наук Л.П. БУЧАЦЬКИЙ

ОФІЦІЙНІ ОПОНЕНТИ:

БРЮДВІЙ ВАСИЛЬ МИХАЙЛОВИЧ - академік Української екологічної
академії наук,
доктор біологічних наук, професор
ГВЄЗДЯК РОСТИСЛАВ ІЛЛІЧ - доктор біологічних наук, професор
СМІЛЯНЕЦЬ ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ - доктор біологічних наук

ПРОВІДНА УСТАНОВА: Уманська сільськогосподарська академія

Захист дисертації відбудеться "16" грудня 1994 р.
о 10 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.05.06
Національного аграрного університету /3-й навчальний корпус, ауд. 66/.

Прохання взяти участь в обговоренні дисертації при її захисті
або вислати Ваш відгук в двох примірниках на адресу:

252041, КИЇВ-41, вул. ГЕРОЇВ ОБРОНИ, 15,
Сектор захисту дисертацій

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці університету.

Автореферат розісланий "14" листопада 1994 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
доктор сільськогосподарських наук
професор

М. Д. М.М. ДОЛЯ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ. Інтенсивний розвиток сільського господарства нерозривно зв'язаний з застосуванням сучасних - екологічно чистих систем та методів захисту рослин. Такий підхід ґрунтується на цілеспрямованій інтеграції агротехнічних, хімічних, біологічних та інших способів пригнічення чисельності шкідників, а також використовується для боротьби з хворобами рослин та бур'янами.

У практичному втіленні названих завдань особливого значення набуває системна розробка перспективних методів та ефективних засобів боротьби з комахами - шкідниками сільськогосподарських культур, з одного боку, та комахами-переносниками різних трансмісивних хвороб рослин, з іншого боку.

Системний підхід до розробок, адаптованого до умов вирощування конкретних культур у окремому регіоні, інтегрованого захисту рослин включає ряд проміжних етапів. Серед них слід виділити комплексний захист на основі екологічно безпечної агротехніки та з використанням відносно стійких сортів. Для певного регіону, комплексна система може бути удосконалена елементами біологічного контролю сезонної щільності популяції найважливіших шкідників. Останній варіант системи захисту модернізується за рахунок математичного моделювання агроценозів з урахуванням очікуваних екологічних наслідків застосування добрив, засобів захисту рослин тощо. Як кінцевий результат прогнозується підсистема захисту окремої культури в оптимізованій сівозміні.

Територія нашої країни має дуже широкий спектр ландшафтно-кліматичних зон, де панує незліченне різноманіття фауни та флори. Значна частина організмів, з точки зору людини, є шкочинною - через те, що приносить істотну шкоду господарській діяльності людей та їх здоров'ю. Так, згідно з неповними але загально визначеними даними, втрати потенційного врожаю від шкідників, хвороб та бур'янів складають на сьогоднішній день біля третини валового збору. В окремі роки такі втрати значно вищі. Якщо названі втрати вважати невикористаним резервом можливостей для підвищення ефективності господарювання, то щорічно наша країна зможе додатково отримувати продукцію на мільярди суми. Значну шкоду приносять також і шкідливі членистоногі медичного та ветеринарного значення.

Боротьба із шкідливими членистоногими неямовірно складна задача державної системи заходів, що розробляються для прискореного зростання виробництва та поліпшення якості сільськогосподарської

спрямована продукції, а також на те, щоб запобігти небезпечному забрудненню навколишнього середовища отрутохімікатами та забезпечити надійну охорону здоров'я людей та тварин.

Багаторічне застосування хімічних засобів боротьби з шкідливими комахами дозволило повсюдно провести інтенсифікацію розвитку землеробства, значно підвищити врожайність, а також добитись певного зниження чисельності та щільності популяція переносників трансмісивних хвороб. Зворотньою стороною щорічного та багаторазового застосування інсектицидів стало забруднення біосфери їх залишками та дериватами, а також раптове виникнення резистентних до отрутохімікатів видів шкодочинних членистоногих. На теперішній час виявлено 300-500 видів резистентних та мультirezистентних видів шкідників. Спостерігається тенденція до подальшого зростання числа стійких проти пестицидів комах. Поява стійких до отрутохімікатів популяція шкідників значно ускладнює, а часто робить практично неефективною хімічну боротьбу з ними.

Методи боротьби з видами шкідливих членистоногих, що набули стійкості до практично всіх сучасних пестицидів, поки що не досконалі і направлені, головним чином, на застосування циклічних схем їх ротація та часте впровадження нових препаратів, що характеризуються оригінальністю своєї хімічної структури та механізмом токсичної дії. Раніше широко практикувалось підвищення доз препаратів та збільшення кратності сезонних обробок. Названі способи вирішують проблему захисту рослин частково, тимчасово, а іноді і не вирішують.

Стосовно розробки та впровадження екологічно безпечних методів боротьби з колорадським жуком, то у даному випадку, потрібно сказати ще більше. Боротьба з цими небезпечними для картоплі комахами ведеться у регіонах картоплярства майже півстоліття. Застосовувались практично всі з відомих інсектицидів. Але чисельність шкідника у більшості його ареалу не тільки не зменшилась, а навіть значно збільшилась. В популяції колорадського жука розвинулись резистентні та мультirezистентні форми. Хімічна боротьба з личинками цього шкідника не впливає на зменшення щільності його зимуючого запасу, який зумовлює щорічну загрозу врожаю картоплі. Створилась настільки складна і стабільна ситуація, що служби прогнозів завбачно не розробляють сезонних оперативних прогнозів динаміки шкодочинності колорадського жука, а тільки планують обсяги сезонних обробок та номенклатуру інсектицидів.

Потрібний якісно новий підхід до пригнічення чисельності популяції шкідливих членистоногих, які створили мультирезистентні форми. А оскільки оптимального варіанту ще не має, то слід запропонувати проміжну ланку, зокрема, спосіб застосування інсектицидів із специфічним для певних шкідників механізмом токсичної дії на фоні використання мікробної інфекції та сезонних випусків ентомофагів. Розроблені заходи повинні сприяти депресії популяції КЖ.

Для успішної розробки такого інтегрованого методу необхідно всебічно враховувати природно-кліматичні особливості регіону, екологію, фізіологію та токсикологію шкідника, а також прогноз сезонної шкодочинності популяції шкідника, картину розвитку фонового інфекційного процесу, що інтенсифікується за рахунок інсектицидів, і діяльність колонізованих та природних ентомофагів.

За результатами аналізу проблеми застосування інсектицидів, був зроблений висновок, суть якого полягає в тому, що їх безперервне, багаторічне та сезонно багатократне застосування, зокрема, проти популяції колорадського жука /КЖ/, не сприяло істотному зниженню щільності його зимуючого запасу. Навіть навпаки щорічна чисельність перезимованих жуків зростає, а шкодочинність збільшується. У зв'язку з цим, були проведені модельні досліді для кількісної оцінки механізмів контролю чисельності яйцекладок КЖ під час сезонної колонізації його природних ентомофагів - хижих клопів подізуса та периллоса. Показано, що на фоні попередніх обробок - до формування врожаю - хімічними та мікробіологічними препаратами, сезонна колонізація хижих клопів дає значне зниження чисельності яйцекладок КЖ, чим і пригнічує його шкодочинність. Передбачається, що сезонна колонізація ентомофагів КЖ у системі інтегрованого захисту картоплі та баклажанів може забезпечити достатню біологічну ефективність і у відповідних умовах може гарантувати захист врожаю. Під відповідними умовами тут розуміють достатні резерви біологічних агентів, котрі можна отримати за рахунок масового розведення ентомофагів на біофабриках. Для цього нами запропоновані сучасні підходи до електрифікації, механізації, автоматизації та комп'ютеризації біотехнологічних операцій розведення хижих клопів, що дало можливість розробити ключові параметри напівпромислової технології.

ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ. Основні завдання досліджень можна сформулювати таким чином:

I. Визначити закономірності динаміки щільності популяції КЖ у його

- ареалі та розробити модель прогнозування сезонної шкодочинності зимуючого запасу шкідника.
2. Розробити елементи екологічно безпечного захисту картоплі від КЖ в тому числі і із застосуванням ентомофагів методом сезонної колонізації.
 3. Створити напівпромислому біотехнологію розведення живих клопів - ентомофагів КЖ.
 4. Визначити метаболічні можі дії інсектицидів на членистоногих, що входять у трофічний ланцюг агроценозу картоплі.
 5. Створити модель спільної дії інсектицидів та біопрепаратів на фоні сезонної колонізації ентомофагів КЖ.
 6. Розробити прогнозну модель незворотнього пригнічення популяції КЖ у його ареалі до стану депресії, коли його шкодочинність стане нижчою за економічно допустимий рівень небезпечності зимуючого запасу імаго КЖ.

НАУКОВА НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТІВ. Удосконалена система інтегрованого захисту картоплі від КЖ у регіонах з високою чисельністю його зимуючого запасу.

Створена прогнозна модель сезонної динаміки чисельності імаго та яєць КЖ. Концептуально сформульована визначальна роль зимуючого запасу КЖ у зв'язку з потенційною сезонною шкодочинністю.

Встановлені закономірності сезонного зростання чисельності популяції шкідника при полівольтинному циклі життя.

Запропонована модель динаміки щільності популяції, що розвивається, де її щільність безперервно збільшується і пропорційна коефіцієнтові зростання, який дорівнює середньому приросту температури поділеному на середню швидкість зміщення фактора у широтному напрямку в ареалі.

Розроблена математична модель багатоваріантного довгострокового прогнозування шкодочинності популяції КЖ. Дана схема практичного використання такого прогнозування для створення короткострокового прогнозування та застосування на його основі оперативних заходів захисту проти КЖ.

Запропонована біотехнологія безперервного цілорічного отримання яєць КЖ - живлення для його ентомофагів.

Створена напівпромислова біотехнологія розведення периллюса ентомофага КЖ.

Механізм токсичної дії інсектицидів на комах ідентифікува-

ли на рівні окремих груп естераз деяких органів та тканин отруєного організму. Ідентифіковані ізоферментні структури естеразного комплексу - мішені застосування інсектицидів.

Виявлені деякі хімічні особливості спільної дії інсектицидів та мікробіопрепаратів на гемолімфу (гемоцити та плазму), гомогенати цілих тіл, голів, антен, кишечника та нервової системи а також мітохондрій та супернатанту. Встановлені спільні та відмінні риси у механізмі інгібіторної дії інсектицидів на ізоферменти різних груп естераз.

Запропонована модель способу визначення для інфікованих комах показника патогенності мікробіологічного препарату, який застосовується як самостійно, так і спільно зі специфічними інсектицидами.

Знайдена метаболічна залежність активності ферменту альдолази від інтенсивності розвитку інфекційного процесу і цей показник рекомендовано як діагностичну ознаку при тестуванні різних мікробіологічних препаратів на шкідливих комах.

Зроблено такі винаходи: спосіб фотостимуляції перильюса - основа його біотехнології; спосіб зворотної затримки розвитку комах - метод накопичення біоматеріалу ентомофага перед сезонною колонізацією; поточна лінія для виробництва ентомофагів; спосіб розведення ентомофагів на консервованих харчах - яйцях та лялечках КЖ; спосіб контролю агресивності комах; спосіб оцінки реактивності комах; два способи розведення *E. ovum putleyi* - яйцепаразита КЖ; спосіб фототермічної реактивації імаго КЖ; біотехнологія розведення перильюса - ентомофага яєць КЖ тощо.

Розроблені оригінальні методики: спосіб цілорічного отримання яєць КЖ; експрес-метод електрофорезу білків у поліакриламідному гелі; метод визначення числа молекул білків у окремих зонах на елфограмі; координатний метод виявлення локалізації амінокислот на елфограмах. Запропоновано ряд модифікацій аналітичних методик, що застосовуються для виконання експериментальної частини даної роботи.

АПРОБАЦІЯ РОБОТИ. Основні тези дисертаційної роботи доповідались на учених радах Інституту зоології АН Молдови (Кишинів, 1974-1978 рр.), річних наукових конференціях Адигейського педагогічного інституту (Майкоп, 1978-1980 рр.), на учених радах Інституту біологічних методів захисту рослин (Кишинів, 1971-1974, 1984-1991) на засіданнях лабораторії токсикології Інституту захисту

рослин УААН (Київ, 1980-1985), на кафедрі зоології та в Лабораторії екології і токсикології Київського університету ім. Тараса Шевченка (Київ, 1992-1994).

Результати досліджень за темою дисертації доповідались та обговорювались на:

- Всесоюзному симпозиумі по холодостійкості комах та кліщів (Тарту, 1971);
- на VIII науковій конференції паразитологів України (Біла Церква, 1975);
- на VIII Всесоюзній нараді по нематодних хворобах сільськогосподарських культур (Кишинів, 1976);
- на I Біофізичному з'їзді (Москва, 1982);
- на Всесоюзній конференції "Промислове розведення комах" (Москва, 1988, 1989);
- на II Краснодарській науково-практичній конференції "Перспективи застосування хімічних засобів захисту проти шкідників, хвороб рослин та бур'янів і охороні навколишнього середовища (Краснодар, 1991).

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО. Запропонована система інтегрованого захисту ранньої картоплі та баклажанів від колорадського жука у регіонах з високою щільністю його зимуючого запасу. Дана система включає обробку пестицидами - по жуках, що перезимували; на стадії яєць шкідника застосовують ентомофагів, проти личинок першого віку КЖ застосовують мікробіологічний препарат бітоксисацілін (БТБ-202), проти личинок II-III віку проводять обробки інсектицидами (при необхідності).

Розроблена біотехнологія цілорічного отримання яєць КЖ - живлення для його ентомофагів. Встановлено, що оптимальна модель способу полягає в тому, що яйцекладки одержують від реактивованих імаго КЖ, а протягом зимового сезону здійснюють не менше 10-14 циклів лабораторних реактивацій.

Створена напівпромислова біотехнологія розведення хижих клопів. Де впроваджені оптимальні змінні у добово-декадному ритмі параметри фототермічного та інших режимів абіоти для масового виробництва маточної культури та біоматеріалу.

Виявлені метаболічні механізми дії інсектицидів на членистоногих, що входять у трофічний ланцюг агроценозу картоплі. Показано, що використані інсектициди діють на обмінні процеси як шкідни-

ка, так і його ентомофагів. Встановлено, що деформація білкового спектру у різних органах та тканинах модельної комахи, зокрема, плодожерки яблуневої - результат спільної дії занижених доз інсектицидів та мікробіопрепарату. У даному випадку, первинним механізмом токсичної дії є незворотне пригнічення ферментних мішеней у різних органах і тканинах, унаслідок чого ослаблений організм шкідника більш піддатливий до інфікування та подальшої септицемії.

Естеразний комплекс у різних видів комах строго специфічний і проявляється у вигляді окремих груп ізоферментів естераз, які неоднаково (як за часом, так і по інтенсивності) інгібуються інсектицидами. Але є і естерази, що однаково інгібуються як у шкідників так і у їх ворогів, які входять у трофічні ланцюги агроценозів. Побічну, небажану дію на ентомофауну інсектициди здійснюють і через пригнічення ферментів рецепторного апарату самців та самок, зокрема, озимої совки.

Розроблена біохімічна модель патологічного процесу, яка відрізняється тим, що за рахунок використання графіка залежності числа отруєних комах від часу їх загибелі, можна вивести числовий показник феномену патогенності та вірулентності мікробіопрепаратів.

Біологічні методи боротьби з шкідниками картоплі, крім того, що вони забезпечують вирощування екологічно чистої продукції, дозволяють мати ще і значний економічний ефект по врожайності. Так, за нашими підрахунками передбачена економічна ефективність від застосування сезонної колонізації живих клопів проти КЖ на стадії яєць складає від 20 до 60 % вартості затрат, що ядуть на хімічну боротьбу з цими ж шкідниками. Річна економічна ефективність біокліматичного модуля у якому вирощують біоматеріал для сезонної колонізації складає 5-8 % вартості врожаю бульби картоплі, вирощених на одному гектарі.

ТЕОРЕТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ. Розроблено системний підхід до прогнозування шкодочинності комах. Для прогнозного описання щільності популяції КЖ, що розвивається в ареалі, можна застосувати експоненціальні, логістичні та інші рівняння. При цьому, коефіцієнт зростання чисельності у згаданих рівняннях - величина не постійна і не притаманна конкретному виду комах.

Завчасне довгострокове прогнозування чисельності шкодочинності популяції КЖ слід здійснювати на основі багатоваріантного прогнозування з врахуванням характеру настання та протікання сезону: раннього, нормального, пізнього, екстраординарного тощо.

Щільність популяції КЖ, що розвивається, пропорційна коефіцієнту зростання її чисельності, який дорівнює середній величині зростання температури, розділеній на середню швидкість її широтного зміщення в ареалі.

Розрахунки, зроблені на основі багаторічних експериментальних даних, показують, що за рахунок застосування методу харчових принад для зниження чисельності КЖ, наприклад, протягом 6-10 років, можна зменшити щільність зимуючого запасу популяції КЖ до нешкодочинного рівня; сформульована концепція і дано її агроекологічне обґрунтування.

Економічна ефективність сезонної колонізації хижих клопів найбільша при випусках цих комах під час яйцекладки КЖ. Виведена одиниця шкодочинності фітофага та агресивності ентомофага.

Показано, що наявність у спектрі світлового режиму лабораторної культури періоду еритемної УФ-радіації, дає перспективу мати бездіапаузу культуру цих хижих клопів.

ТЕЗИ, ЩО ВИНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ:

1. Біотехнологія цілорічного отримання яєць колорадського жука - універсального живителя для його ентомофагів.
2. Напівпромислова біотехнологія розведення маточної культури та біоматеріалу хижих клопів.
3. Підходи до визначення механізмів ентомопатогенної дії інсектицидів на фоні бактеріальної інфекції.
4. Система багатоваріантного довгострокового прогнозу шкодочинності популяції КЖ - концепція та агроекологічне обґрунтування.
5. Модель пригнічення популяції КЖ через боротьбу із її зимуючим запасом і доведенням щільності популяції до депресивного стану та осередкової локалізації при істотному зниженні шкодочинності.
6. Інтегрована система захисту ранньої картоплі та баклажанів від колорадського жука у регіонах з високою щільністю його зимуючого запасу.

СТРУКТУРА РОБОТИ. Матеріали дисертації (285 стор.) включають: вступ; шість глав, де висвітлено характеристику історичного нарису проблем, що досліджуються, основні матеріали та методи досліджень, аналіз отриманих експериментальних результатів; закінчення, висновки, практичні рекомендації, список робіт опублікованих по темі дисертації. Власні результати досліджень зведені у 21 таблицю та ілюструються 87 рисунками. У список опублікованих праць включено 85 робіт, в тому числі 50 статей, одну монографію, 4 брошури

та 10 авторських свідочств на винаходи. Посилання на цитовані роботи дані у тексті у квадратних дужках. У списку літератури 334 роботи.

З М І С Т Р О Б О Т И

І. ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Контроль динаміки щільності популяції колорадського жука здійснюють за допомогою екологічної та прогностичної оцінки особливостей шкодочинності його популяції за рахунок використання імітаційних моделей [Брежнев, Малініна, Курілов, 1984; Брежнев, Малініна, 1984; Іжевський, Лобанов, 1982; Коновалов, Малініна, 1978; Малініна, 1980, 1984; Kurth, Lehman, 1984; Ліховідов, Нестеров, Радул, Нагоненко, 1990]. Названі імітаційні моделі будують на базі матричних моделей Леслі [Малініна, 1980, 1984; Шаров, 1986; Вольвач, 1987], або з використанням алгоритму методу групового врахування аргументів (МГВА) [Івахненко та ін., 1970]. Для вивчення сезонної динаміки популяції використовують графічне моделювання [Вольвач, 1987], де сезонну динаміку популяції шкідника характеризують трьома графіками: сумою накопичення щільності і швидкістю та прискоренням накопичення згаданої суми.

Різка підвищення продуктивності праці при обробках масивів інформації для моделювання агроценотичних ситуацій дає використання систематизованої схеми розрахунків на основі використання такого програмного продукту як електронні таблиці (spread sheet calculation) [Литвин, 1991; Савельєв, Сазонов, Лук'янов 1991].

Оскільки фототермічний режим є визначальним для реалізації шкодочинної дії популяції КЖ, то біологічний (фізіологічний) час розвитку шкідника оцінюють інтегральним показником - накопиченням суми ефективних температур (СЕТ) у градусоднях [Макєєв, 1982; Хілков, 1982; Banning, 1936; Davidson, 1944; Wilde de, 1957; Winnig, 1951].

Значне місце у розробці екологічно безпечних методів боротьби з КЖ займає прогнозування, особливо рівня господарсько допустимого порогу його шкодочинності [Вольвач, Пуголюккіна, Ченкін, Єрохіна, 1987; Васильєв, 1988], агроекономічних нормативів та регламентів застосування інсектицидів [Васильєв, Кавецький, Бублик, 1989; Журавльов, 1987, 1989] та контроль і прогноз щільності популяції КЖ в його ареалі [Харсун, 1982].

Основні підходи до вивчення механізмів дії інсектицидів описані у роботах Одинцова (1972), Рославцевої (1976), Саніна (1976), О'Брайн (1984), Міхельсон, Зеймаль (1970), Нахманзон

(1964), Хадсон (1967), Salcald (1965), Menzel, Hoskins (1961), Napsch (1970), де показано, що мішенями фосфорорганічних інсектицидів є ізоферменти естераз. Аналіз механізмів дії сучасних інсектицидів із групи пиретроїдів (децис, карате, фастак, арріво тощо) показує, що комахи гинуть за рахунок токсичної дії радикалів ціану, фтору, хлору та броду, які входять у структуру молекули сполуки на основі якої створений препарат.

Метаболічні особливості токсичної дії інсектицидів на інфікований організм модельних комаш систематизовані і викладені у роботах Коппел, Мертинс (1980), Heimpel (1967), Dulmage (1975), Ziprin, Hartman (1971), Лізенко (1974), Федорінчик, Коростель (1973), Burgejson (1973), Bannet, Shotwell (1973), Pye (1972, 1974), Тошева-Цветкова (1978), Hoffman, Brehelin (1976). Автори встановили, що патологічні зміни у метаболізмі спостерігають майже у всіх органах та тканинах отруєних комаш, а також і інших організмів.

На основі літературних даних можна побудувати лише схематичну модель нормального ходу метаболізму та його патологічних відхилень в умовах експерименту. Основні риси такої моделі можна звести у певну систему:

1. При вивченні метаболізму онтогенетичного розвитку неотруєних комаш спостерігається прогресуюча інтенсифікація процесів в яких синтезуються білки. Кількість таких білків збільшується від ембріонального розвитку яйця до личинки (іноді до стадії лялечки). На наступних етапах індивідуального розвитку відмічається вираження спад білкового синтезу.

2. Найвища активність тест-ферментів, наприклад, оксидаз та естераз проявляється на стадії личинки.

3. У організмі комаш фосфорорганічні інсектициди пригнічують не тільки естерази, а і інші ізоферментні системи. Зокрема названі інсектициди впливають на функціонування одного із захисних механізмів - систему поліфенолоксидази-пероксидази.

4. Фосфорорганічні інсектициди пригнічують не тільки ферменти центральної та периферичної нервової системи комаш, а діють також на ізоферменти мітохондрія, міросом та інших органелл клітини різних органів та тканин отруєного організму.

5. Дія бактеріальних токсинів на організм комаш полягає у зміні фізико-хімічних та біологічних властивостей гемолімфи і захисних білків, пригніченні деяких ферментів, які беруть участь у передачі нервових імпульсів, а також позначається на функціонуванні

певних ферментних систем, що приймають участь у синтезі ДНК та РНД репродуктивних органів.

8. Практично не розроблені питання, що стосуються антиоксидантних та антиімуногенних факторів ентомопатогенів.

Таким чином, у проаналізованій нами літературі є лише деякі спроби вивчення особливостей динаміки інфекційного процесу, який викликається ентомопатогенними мікроорганізмами. Разом з тим, вмічена низька ефективність препаратів, виготовлених на їх основі. Тому спеціалісти господарств неохоче використовують, наприклад, бітоксинацилін, який не гарантує захист врожаю картоплі. Дані, де вивчалась дія сублетальних доз інсектицидів з бактеріальними препаратами (для підвищення їх токсичності для шкідників) дуже суперечливі. Але все таки це питання, на нашу думку, перспективне і без всякого сумніву вимагає всебічного детального обґрунтування.

Розробка елементів біологічного захисту картоплі від колорадського жука, зв'язана з проблемою боротьби з цим шкідником на ранніх картоплі та баклажанах, виключно актуальна. Так, за санітарно-гігієнічними вимогами, застосування інсектицидів на цих культурах повинно бути зведене до мінімального рівня (Філіпов, Яровий, 1973; Філіпов та ін., 1986, 1989).

Із ентомофагів КЖ перспективними вважаються хижі клопи з родини Pentatomidae (периллюс *Perillus bioculatus* Fabr. та подізаус *Podisus maculiventris* Say.), мухи доріфорофаги (Гусев, 1991), ящічка-паразити едовум, жури-лиці, павуки, кокцивелиди, хризопи тощо (Гусев, 1980, 1991).

В європейській частині на території країн СНД виявлено біля 20 видів хижих клопів підродини зсопід – роди пікромерус, арма та зікрона. Роль названих хижих клопів у регулюванні чисельності популяції КЖ досліджена мало.

Розробка екологічно безпечних систем захисту рослин але через застосування інтегрованої системи заходів для боротьби (Мертінс, Коппел, 1980). Інтегровані системи захисту картоплі від шкідників, хвороб рослин та бур'янів включають агротехнічні заходи та склад сортів і направлені на пригнічення шкодочинності названих факторів за рахунок застосування розумного поєднання хімічних та біологічних способів пригнічення шкодочинних агентів. Інтегровані системи захисту рослин розробляють для того, щоб відновити зруйновану біологічну рівновагу в агроценозі. Цього можна досягти за рахунок використання ідей та розробок екологічних підходів до регу-

ляції чисельності шкідників, відновлення природної дії паразитичних та хижих членистоногих, інтродукції та акліматизації ентомофагів тощо.

Без прогнозування і глибокого вивчення динаміки популяції КЖ при сучасних індустріальних технологіях вирощування картоплі на крупних плантаціях - з одного боку, та приватному секторі (де сконцентрована основна маса популяції КЖ) - з іншого боку, неможливо отримувати щорічно високі врожаї цієї культури. Висока щільність зимуючого запасу імаго КЖ є лімітуючим фактором для реалізації потенційного біологічного врожаю картоплі. Особливо це проявляється у регіонах картоплярства, де шкодочинність популяції КЖ збільшується за рахунок його полівольтинності (двох та більше генерація за сезон). За таких умов виростити повноцінний врожай картоплі не вдається [Патрон, 1985; Філіпсв, Яровия, 1971; Яровия, 1970].

Повсюдно, основним методом боротьби з КЖ є хімічний. Водночас, інтенсивне застосування отрутохімікатів веде до незворотнього порушення екологічної рівноваги в агроеносі, наприклад, при монокультурі картоплі, де багаторазово застосовувались різні пестициди, і як наслідок - товарні бульби містять певну дозу цих пестицидів та їх дериватів.

Іноді ця доза перевершує крайні допустимі концентрації, що встановлені санітарно-гігієнічними службами. Все це разом взяте і змушує розробляти екологічно безпечні, в тому числі і інтегровані технології вирощування екологічно чистих бульб картоплі.

Невід'ємним елементом екологічно безпечних технологій є біологічні методи пригнічення чисельності популяції КЖ [Філіпов та ін., 1986; Харсун та ін., 1991]. Але поки що ці методи знаходяться на стадії лабораторно-польових досліджень і не знайшли ще широкого розповсюдження. Значну частину своєї роботи ми присв'ятили дослідженням, що сприяють застосуванню ентомофагів КЖ, які найефективніші на стадії яєць цього шкідника. Вважаємо, що для оптимізації інтегрованого захисту картоплі від КЖ, необхідно розвивати прогностичні методи завчасної оцінки агроенотичної ситуації за рахунок логічного, імітаційного та математичного моделювання процесів, що регулюють щільність та структурно-віковий склад його популяції.

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИКА РОБОТИ.

Для виконання роботи розроблені методичні підходи до вивчення динаміки щільності популяції шкідника, створена модель сезонної

динаміки чисельності імаго і яєць КЖ та встановлені закономірності сезонного зростання щільності популяції шкідника у польово-тинному циклі [51].

Життєдіяльність досліджуваних об'єктів у лабораторних умовах підтримували за методиками [36-42], а також [Рубцов, 1958; Одинцов, 1972; Расніцин, 1982]. Використовували модифікований метод елек-електрофорезу у поліакриламідному гелі [Мауер, 1971; Reisfeld et al., 1962; Харсун, 1972]. Для ідентифікації у поліакриламідному гелі естераз використовували методи [Laufer, 1961; Matsumura, Brown, 1963; Берстон, 1965]. Мітохондрії виділяли за методом [7]. Проводили розділення гемолимфи комах на гемоцити та плазму і визначали у інфікованих комах активність альдолази гемолимфи та концентрацію іонів металів [26-28]. Для визначення локалізації амінокислот при двовимірному розділенні використовували метод [11]. Вивчення елементів патогенезу проводили на моделі гусениць плодожерки яблуневої [20, 27-30]. Для розведення периллюса розробили лабораторну та напівпромислову біотехнологію [56-65]. Розроблена система контролю основних екологічних режимів абіоти для трофічного ланцюга: картопля - колорадський жук - хижі клопи [45-49, 51, 56-65]. При створенні матеріальної бази та ресурсів, необхідних для життєзабезпечення периллюса було впроваджено наступне. Розроблена біотехнологія живильної бази для периллюса - цілорічне отримання яєць КЖ [45]. Розроблені оптимальні умови розведення хижих клопів. Уточнені основні дані про приміщення, необхідні матеріали, обладнання, інвентар, тепличний ґрунт, добрива, інсектициди, посадковий матеріал тощо [45, 52]. Розроблено лабораторний та польовий конвейер вирощування бадилля картоплі та баклажанів. Причому, проведено модельні розрахунки масобміну при формуванні оптимальних взаємовідносин трофічної системи: картопля - колорадський жук - хижі клопи, а також визначені затрати праці та робочої сили при розведенні периллюса [45]. Схеми польових досліджень виконували за методом [Доспехов, 1985].

Варіаційно-статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за допомогою дисперсійного аналізу [Плохінський, 1961; Доспехов, 1985], а для побудови таблиць виживання використовували методи [Варлі, Градуел, Хассел, 1978; Піанка, 1981; Менчер, Земшман, 1988; Мертінс, Коппел, 1980; Birch, 1948]. Математичну модель контролю та прогнозу щільності популяції КЖ синтезували по [51]. Для створення субмоделей враховували вікову структуру популяції

(Брежнев, Малініна, Курилов, 1984) та прогнозування її чисельності (Малініна, 1980). Для розробленої моделі визначали її достовірність (Welch et al., 1981) та достатню завчасність прогнозування (Воїнов, 1981).

3. НАПІВПРОМИСЛОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ РОЗВЕДЕННЯ ПЕРИЛЛОСА - ЕНТОМОФАГА КОЛІРАДСЬКОГО ЖУКА

Розроблено спосіб безперервного отримання яєць КЖ у лабораторно-польових умовах [44-49]. Згаданий спосіб можна використовувати у науково-дослідницьких лабораторіях, для вивчення біологічної ефективності ентомофагів КЖ та на біофабриках, де ведеться розведення маточної культури та біоматеріалу ентомофагів КЖ. Біоматеріал ентомофагів використовували для розробки екологічно безпечних методів пригнічення чисельності популяції КЖ. Для отримання яєць КЖ створено оригінальне обладнання - універсальний біокліматичний модуль [51, 58]. Такий біокліматичний модуль є уніфікованим блоком поточної лінії для виробництва масової культури хижих клопів, в тому числі і периллоса (рис. 1).

Основною способом цілорічного отримання яєць КЖ є реактивація діпаузних імаго КЖ. Крім того біотехнологія способу включає такий маршрут операція: посадка картоплі, збір імаго КЖ на картоплинні у польових умовах та лабораторії, введення їх у діпаузу, зберігання жуків у стані діпаузи, відокремлення жуків від субстрату, нагрівання комах від температури діпаузи до 12-13 °С, термічна та фототермічна реактивація за рахунок теплової та світлової енергії реактивації з початковою величиною 0,2-0,3 °С на одну хвилину фотоперіоду, опромінення комах силою світла величиною 100-250 Вт/м², отримання яєцькладок, тимчасове зберігання яєцькладок для годування ентомофагів, використання ентомофагів в агроценозі картоплі проти КЖ на стадії яєць тощо [44, 51, 58].

Підготовку до діпаузи виконують у лабораторно-польових умовах у сажках обсягом 125±10 дм³, де для годівлі, на субстрат кладуть бадилля чи бульби картоплі. Зберігають жуків, які діпаузують у зимовищі при -1...+1 °С у ящиках з субстратом. Для отримання яєцькладок, особливо восени і взимку, жуків, що діпаузують, по три рази у місяць забирають із зимовища та реактивують. Для взяття партії комах, субстрат просівають через ґрунтові сита. Відбирають живих комах і переносять в умови термічної реактивації. Реактивацію ведуть за добово-декадним ритмом основних факторів абіоти, де температура у кожному циклі - протягом 10-20 днів -

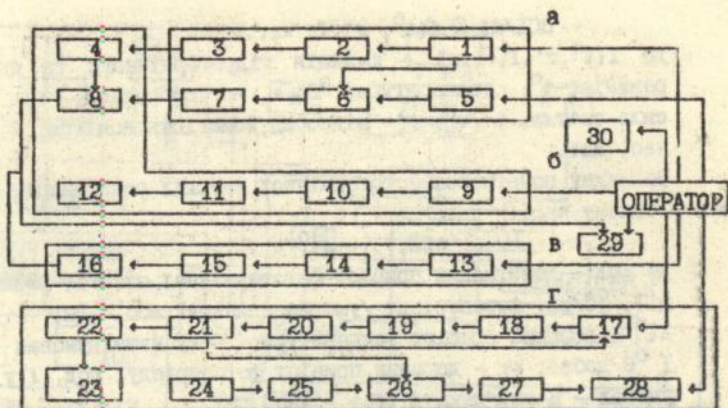


Рис. 1. ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПОТОЧНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МАСОВОЇ КУЛЬТУРИ ЗИМЬОГО КЛОПА ПЕРИЛЛОСА (58):

1 - картоплесховище, 2 - польовий конвейєр бадилля картоплі, 3 - збирання яйцекладок КЖ, 4 - сховище яйцекладок КЖ, 5 - отримання світлових бруньок на бульбах картоплі, 6 - тепличний конвейєр бадилля картоплі, 7 - збір яйцекладок КЖ у тепличних умовах, 8 - використання яєць КЖ для годування периллоса, 9 - збір імаго КЖ на картоплині, 10 - індукція діпаузи КЖ, 11 - зберігання імаго КЖ у зимовищі, 12 - шкіль цільорічної реактивації імаго КЖ, 13 - збір личинок КЖ у полі, 14 - отримання лялечок КЖ, 15 - консервування лялечок КЖ, 16 - використання лялечок КЖ для годівлі живих клопів, 17 - підготовка периллоса до зимівлі, 18 - зберігання периллоса у зимовищі, 19 - реактивація периллоса, 20 - отримання яйцекладок периллоса, 21 - отримання личинок периллоса, 22 - отримання імаго периллоса, 23 - зберігання резервних самців периллоса, 24 - операції зворотньої затримки розвитку яєць, личинок та імаго периллоса, 25 - операції збирання, фасування та транспортування біоматеріалу периллоса, 27 - сезонна колонізація периллоса на картоплі та баклажанах, 28 - збір елітних імаго у польових умовах, 29 - бездіпаузна культура периллоса, 30 - АРМ - технологічний маршрут операцій вирощування периллоса, та його контролю. Блоки поточної лінії: а - фітотрон; б - інсекторон для живителя (КЖ); в - приготування консервованого корму для ентомофагів; г - виробництво ентомофагів.

підвищується за законом синусоїди загасаючих коливань від температури діпаузи до 28 °С. У середині процесу реактивації одночасно з температурою збільшують фотоперіод від 14 до 15 год. При цьому, приріст фототермічної енергії активації (dGE/dt) можна виразити формулою:

$$dCE/dt = f(t^0, r', I, \tau, \dots), \quad /1/$$

де $f(t^0, r', I, \tau, \dots)$ - функція гідротермічного та світлового режимів; t^0 - температура, $^{\circ}\text{C}$; τ - фотоперіод, год.; I - сила світла, $\text{Вт}/\text{м}^2$; r' - відносна вологість повітря, %; t - час, дні.

Величину початкової фототермічної енергії реактивації записують у такому виді:

$$\Delta CE_{t(0)} = \Delta t^0 / \Delta \tau, \quad /2/$$

де ΔCE - початковий приріст фототермічної енергії реактивації, $^{\circ}\text{C}/\text{хв.}$ фотоперіоду /умовна одиниця/ або - Дж; Δt^0 - добовий приріст температури, $^{\circ}\text{C}$ (у наших умовах - $^{\circ}\text{C}/\text{доба}$); $\Delta \tau$ - добовий приріст фотоперіоду, год. (у наших умовах - 6 хв./день); $t(0)$ - час, дні.

При розрахунках величини фототермічної енергії активації беруть добовий приріст фотоперіоду в інтервалі 3-6 хв. Динаміку величини фототермічної енергії активації можна виразити та розрахувати за формулою:

$$CE_t = CE_{t(0)} e^{(r t t^0 \tau I)}, \quad /3/$$

де CE_t - величина фототермічної енергії на час t , Дж; $CE_{t(0)}$ - початкова величина фототермічної енергії реактивації, Дж; r - коефіцієнт приросту; t - час, дні; t^0 - температура, $^{\circ}\text{C}$; τ - фотоперіод на час t , год.; I - сила світла на час t , $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Повну енергію (ΣCE), яка йде на реактивацію імаго КЖ, з урахуванням послідовного та безперервного проходження спочатку фізичної, а потім фізіологічної реактивації, можна записати:

$$\sum_{t=1}^{t(n)} CE = k(t_1^0 - t_0^0)t_1 + E_{t(1)} e^{(r(t_n - t_1)(t_n^0 - t_1^0)\tau I)}, \quad /4/$$

де $k(t_1^0 - t_0^0)$ - інгредієнт CE , необхідної для фізичної реактивації, $^{\circ}\text{C}$; t_0^0 - температура нижнього порогу фізичної реактивації, $^{\circ}\text{C}$; t_1^0 - температура вище нижнього порогу фізичної реактивації, $^{\circ}\text{C}$; t_n^0 - температура фізіологічної реактивації, $^{\circ}\text{C}$; t_n - інтегральний час реактивації, дні; $(t_n - t_1)$ - час фізіологічної реактивації, дні; $E_{t(1)}$ - початкова енергія фізіологічної реактивації, дні; r - коефіцієнт приросту; t_1 - час фізичної реактивації, дні; τ - змінний фотоперіод, год.; I - енергетична освітленість, $\text{Вт}/\text{м}^2$; e - основа натурального логарифму; k - узгоджувачий коефіцієнт.

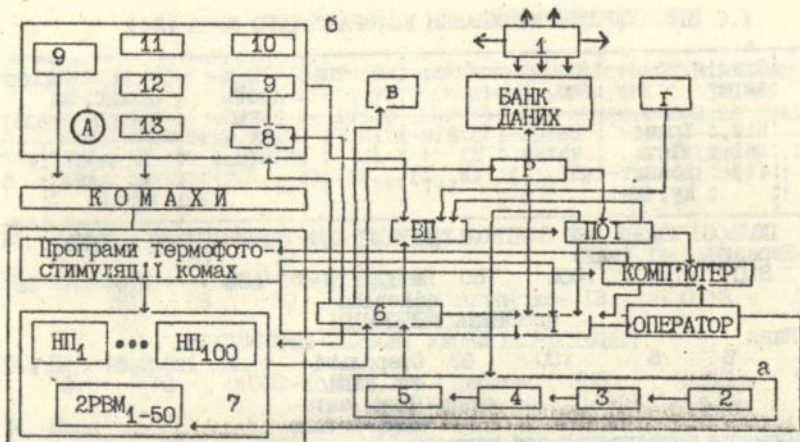


Рис. 2. ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УНІВЕРСАЛЬНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ РОЗВЕДЕННЯ ЕНТОМОФАГІВ [52]:

І - Енергоблок; а - система формування декадного ритму параметрів режимів роботи, 2 - пристрій для задання добового ритму естафетної системи; 3 - реле-формуваць подиніючих добових імпульсів; 4 - проміжне реле, 5 - кроковий шукач - ініціатор добово-декадного ритму; 6 - комутатор; 7 - автоматизована інформаційно-вимірвальна система мікроклімату з банком програм термофотостимуляції; 2РВМ - блок реле часу (показані номери пристроїв) та НІ - порядкові номери програм нормуючих перетворювачів; б - система освітлювачів; 8 - реле часу, 9 - УФ-світильники, 10 - ІК-лампи, 11 - люмінесцентні лампи, 12 - лампи розжарювання, 13 - бактерицидні лампи; ВП - вимірвальний пристрій, І - індикатор, Р - перетворювач, ПОІ - пристрій первинної обробки інформації; в - устаткування мікроклімату для обслуговуючого персоналу; г - резервний фототермостатований блок інсектоотронів; аероіонізація - А.

Експериментально показано, що оптимальна температура термічної реактивації - 5-11 °С, початку фототермічної - 12-13 °С. Початкова енергія фототермічної реактивації - 0,17-0,30 °С на одну хвилину фотоперіоду. Восени - на початку діпаузи КМ - фототермічна енергія стимулює лише 8-15 % імаго. Цієї кількості достатньо, щоб підтримувати необхідний рівень щільності маточних культур всього ентомофагів (едовум, периллос, подізус тощо).

Безперервність процесу цілорічного отримання яєць КМ створюється за рахунок ритмічності проведення окремих циклів реактивації імаго. На рис. 3 така ритмічність показана при порівнянні з циклом життєдіяльності популяції у природних умовах.

3. I. ТАБЛИЦЯ ВИЖИВАННЯ КОЛОРАДСЬКОГО ШУКА [34]

| N п/п | : Стадія роз- : витку | | : Кількість осо- : бин, екз. | | : Фактор: : смерт- : ності : ($d_x F$) | : Кіль- : кість : загиб- : лих, екз : (d_x) | : Доля загиблих : особин на : кожній стадії | |
|---|--------------------------|---|---|-------------------------------------|--|---|---|-----|
| | : Вік, : дні : (t) | : Трива- : лість : розвит- : ку, дні | : На по- : чатку : ($N_{t(0)}$) | : В кін- : ці : (N_{t+1}) | | | : Віднос- : ні оди- : ниці | : % |
| ПОЛЬОВІ УМОВИ ПРИ ПОЛІВОЛЬТИННОСТІ ТРИ ГЕНЕРАЦІЇ ЗА СЕЗОН | | | | | | | | |
| I. Перезимовані імаго | | | | | | | | |
| | 310 | 270 | 1000 | 750 | Не іденти- фіковано | 250 | 0,5 | 25 |
| ПЕРША ГЕНЕРАЦІЯ | | | | | | | | |
| 2. Яця | 5 | 5 | 100 | 93 | Стерильні- сть, каніба- лізм, енто- мофаги тощо | 7 | 0,07 | 7 |
| 3. Личинки першого-другого віку | 15 | 10 | 93 | 75 | Ентомофаги, хвороби, не- ідентифіко- вані фактори | 18 | 0,18 | 18 |
| 4. Личинки третього-четвертого віку | 35 | 20 | 75 | 50 | теж | 25 | 0,25 | 25 |
| 5. Передлячки, лялечки та імаго | 60 | 25 | 50 | 35 | Неідентифіко- вані фактори | 15 | 0,15 | 15 |
| ДРУГА ГЕНЕРАЦІЯ | | | | | | | | |
| 6. Яця | 4 | 4 | 100 | 93 | Стерильні- сть, каніба- лізм, енто- мофаги тощо | 7 | 0,07 | 7 |
| 7. Личинки першого-другого віку | 13 | 9 | 93 | 74 | Ентомофаги, хвороби, не- ідентифіко- вані фактори | 19 | 0,19 | 19 |
| 8. Личинки третього-четвертого віку | 33 | 20 | 74 | 51 | теж | 23 | 0,23 | 23 |
| 9. Передлячки, лялечки та імаго | 55 | 22 | 51 | 38 | теж | 15 | 0,15 | 15 |
| ТРЕТЯ ГЕНЕРАЦІЯ | | | | | | | | |
| 10. Яця | 4 | 5 | 100 | 94 | Стерильні- сть, каніба- лізм, енто- мофаги тощо | 8 | 0,08 | 8 |
| 11. Личинки першого-другого віку | 12 | 7 | 94 | 73 | Ентомофаги, хвороби, не- ідентифіко- вані фактори | 21 | 0,21 | 21 |

ЗАКІНЧЕННЯ ТАБЛИЦІ 3.1

| N п/п | Стадія роз- витку | | Кількість осо- бин, екз. | | На по- чатку ($N_{t(0)}$) | В кін- ці (N_{t+1}) | Фактор(кількість): смерт- ності (d_x) | Кількість: особин, що загинули, екз. $/d_x/$ | Доля відмерлих особин на кожній стадії | |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----|-----------------------------------|--|--|--|--|---|
| | Вік, дні (t) | Трива- лість розвит- ку, дні | | | | | | | Віднос- ні од. | * |
| 12. | Личинки третього-четвертого віку | | | | | | | | | |
| | 32 | 20 | 73 | 50 | | | 23 | 0,23 | 23 | |
| 13. | Передлялечки, лялечки та імаго | | | | | | | | | |
| | 60 | 28 | 50 | 37 | | Неідентифіко- вані фактори | I3 | 0,13 | 13 | |
| ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЬОВІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ | | | | | | | | | | |
| 14. | Перезимовані імаго | | | | | | | | | |
| | 310 | 270 | 1000 | 850 | | Не іденти- фіковано | 350 | 0,95 | 35 | |
| 15. | Яйця | | | | | | | | | |
| | 4 | 5 | 100 | 96 | | Стерильні- сть, каніба- лізм, енто- мофаги тощо | 6 | 0,06 | 6 | |
| 16. | Личинки першого-другого віку | | | | | | | | | |
| | 10 | 5 | 95 | 71 | | Ентомофаги, хвороби, не- ідентифіко- вані фактори | 24 | 0,24 | 24 | |
| 17. | Личинки третього-четвертого віку | | | | | | | | | |
| | 30 | 20 | 71 | 51 | | теж | 20 | 0,20 | 20 | |
| 18. | Передлялечки, лялечки та імаго | | | | | | | | | |
| | 45 | 15 | 51 | 37 | | Неідентифіко- вані фактори | I4 | 0,14 | 14 | |

3.2. БІОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦІЇ КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА [34]

| N п/п | ВАРІАНТ | Чиста швидкість розмноження (R_0) | Тривалість генерації $/T/$ | Біотичний потенціал (r_m) |
|----------|---|--|----------------------------------|-------------------------------------|
| I. | Імаго, що перезимували | | | |
| | (відкладки яєць в агро- ценозі картоплі) | 44,9 | 311 | 0,012 |
| 2. | Перша польова генерація | 52,4 | 61 | 0,065 |
| 3. | Друга польова генерація | 46,3 | 66 | 0,058 |
| 4. | Третя польова генерація | 48,1 | 60 | 0,064 |
| 5. | Імаго, що перезимували | | | |
| | (відкладки яєць в лабо- раторії) | 22,65 | 305,8 | 0,01 |
| 6. | Перша лабораторна генерація | 38,3 | 48,5 | 0,077 |
| 7. | Друга лабораторна генерація | 35,64 | 41,2 | 0,087 |

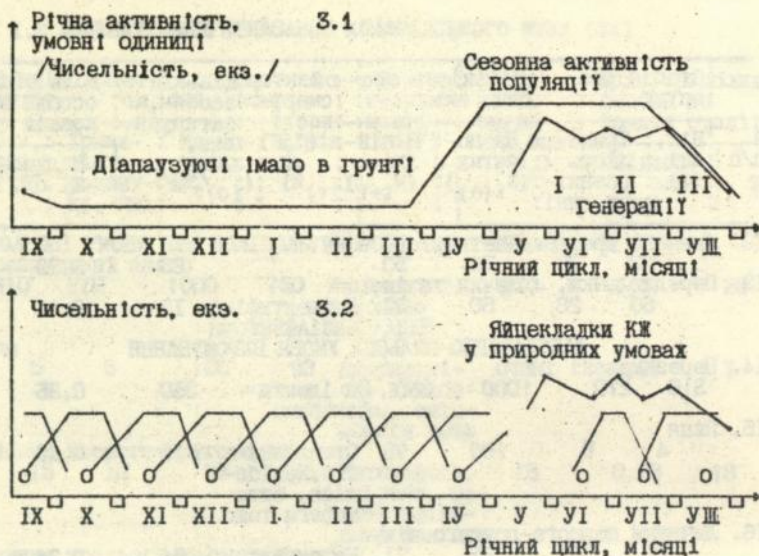


Рис. 3. ПОРІВНЯННЯ ЦІЛОРІЧНОГО РИТМУ ОТРИМАННЯ ЯЄЦЬ КЖ З ПРИРОДНИМ РИТМОМ ПОПУЛЯЦІЇ ШКІДНИКА [45]:

3.1 - Природний ритм життєдіяльності популяції КЖ в агроценозах картоплі в умовах степової зони України та Молдови при сезонній полівольтинності популяції КЖ (показано три піки яйцекладок);
 3.2 - цикли яйцекладок у штучних умовах. Кілочками відмічено строки посадки рослин картоплі у технологічному циклі.

Отримані яйцекладки згодують свіжими або зберігають як резервне живлення. Розроблено способи тимчасового та тривалого зберігання яйцекладок КЖ [62,65]. Тимчасово яйцекладки зберігають в холодильнику при 5-7 °С протягом 5-10 діб. Для тривалого зберігання яйцекладки КЖ консервують [62], після чого вони придатні для живлення ентомофагів КЖ, особливо у періоди, коли яйця відсутні у природних умовах.

В таблиці 3.1 дана порівняльна характеристика виживання КЖ у лабораторно-польових умовах та умовах близьких до природних [35]. На основі цих даних експериментально встановлено, що виживання в умовах близьких до природних складає приблизно 0,35 (долі одиниці) а у лабораторно-польових умовах в межах 0,35-0,37. Ці величини ми приймаємо за константи, які використовуємо для

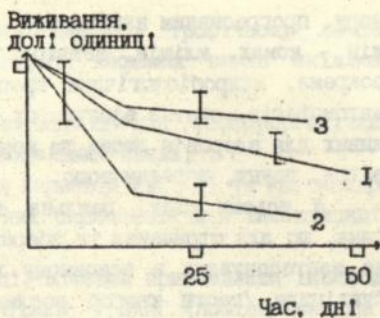
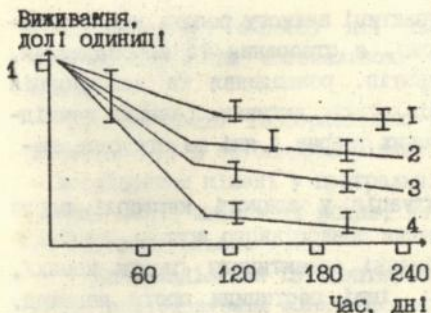


Рис. 4. ВИЖИВАННЯ ІМАГО КЖ ПІСЛЯ СТИМУЛЯЦІЇ ДІАПАУЗИ ТА ЗИМІВЛІ В РІЗНИХ СУБСТРАТАХ [44,45]: 1 - бульби картоплі, 2 - ґрунт, 3 - тирса, 4 - пісок.

Рис. 5. ВИЖИВАННЯ ПРИ ЛАБОРАТОРНОМУ РОЗВЕДЕННІ [44, 49]: 1 - колюрадського жука, 2 - периллюса та 3 - подізуса.

подальших розрахунків (табл. 2) біотичного потенціалу популяції (r_m), чистої швидкості розмноження (R_0), часу генерації (T) тощо. Вживання імаго КЖ після введення у діпаузу та зимівлі залежить від субстрату в якому вони знаходяться (рис. 4) і відрізняється від аналогічної характеристики його ентомофагів (рис. 5).

4. ПРИГНІЧЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДЛИВИХ КОМАХ

Довгострокове, на протязі останніх чотирьох десятиліть щорічне і сезонно багатократне застосування хімічних інсектицидів, особливо в умовах інтенсивних технологій вирощування монокультури - у нашому випадку - картоплі, привело до того, що отрутохімікати починають негативно впливати на екологію навколишнього середовища - тобто на всі ланки природи у якій ми живемо та на нас самих. Тому у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва, чільне місце займає проблема охорони оточуючого середовища від забруднень отрутохімікатами з тенденцією до створення екологічно чистих способів господарювання.

Практика захисту рослин не відмовиться від застосування інсектицидів - вони необхідні для гарантії отримання врожаю. Але самі інсектициди, їх виробництво, транспортування, зберігання, утилізація залишків, використання у полі тощо, повинно стати на якісно новий рівень - не впливати негативно на природу. З цієї точки

вору, прогресивним напрямком у практиці захисту рослин від шкідників - комах, кліщів, нематод тощо, є створення та впровадження, зокрема, мікробіологічних препаратів, розведення та колонізація ентомофагів, синтез ефективних біологічно активних речовин нешкідливих для здоров'я людей та корисних тварин і які не отруюють повітря, ґрунт, водоями тощо.

У всьому світі реальна ситуація у захисті картоплі зараз така, що для отримання та збереження повноцінного врожаю, необхідно застосовувати в основному хімічні інсектициди /проти комах/, фунгіциди /проти хвороб рослин/, інші пестициди проти нематод, бур'янів тощо. Названі речовини будуть застосовуватись ще довго і майбутніми поколіннями людей. Але, щоб їх надмірна кількість чи продукти розпаду не давали довготривалих негативних наслідків, то застосування їх треба строго контролювати на основі суворого дотримання встановлених санітарно-гігієнічних норм та правил. Слідкувати за тим, щоб не були порушені обґрунтовані граничні допустимі норми використання отрухохімікатів та неперевищена концентрація їх у вирощеній продукції, ґрунті, водоемах, повітрі тощо.

У даному блоці наших досліджень зроблена спроба розробити агроекологічні та фізіолого-біохімічні основи інтегрованого захисту картоплі, де для боротьби з шкідниками застосовують інсектициди (по потребі) на фоні штучно створеної бактеріальної інфекції та сезонної колонізації ентомофагів. Крім того, метою експериментальної та теоретичної роботи було не тільки встановлення впливу чинних факторів на пригнічення щільності популяції шкідника, а й розкриття на різних структурно-морфологічних та метаболічних рівнях сутності токсикогенних механізмів інсектицидних факторів. На нашу думку, практика захисту рослин, також зацікавлена в освітленні питання впливу залишків пестицидів та їх дериватів на природних та сезонно колонізованих ентомофагів.

У процесі проведення досліджень названих проблем, увага була спрямована на:

- виявлення екологічних закономірностей дії інсектицидів в організмі членистоногих, що вивчались на фоні бактеріальної інфекції;
- створення моделі патологічного процесу, який зумовлюється спільною дією інсектициду та біопрепарату;
- уточнення характеристики фізіолого-біохімічних процесів, що сприяють підвищенню патогенності біопрепаратів, які застосовують одночасно в понижених дозах інсектицидів;

- встановлення способу дії інсектицидів у трофічному ланцюзі членистоногих та антенальному апараті окремих видів шкідливих комах;
- ідентифікацію ізоферментних механізмів дії фосфорорганічних інсектицидів в онтогенезі різних модельних комах;
- дослідження мішені у центральній нервовій системі та мітохондріях деяких видів шкідливих комах, на які спрямована дія інсектицидів, що застосовуються.

Для розділення та ідентифікації мішеней прикладання інсектицидів застосовували електрофорез білків у ПААГ (поліакриламідному гелі) та гістохімічні методи їх ідентифікації (див. главу 2).

При ідентифікації естеразного комплексу в онтогенезі модельних комах показано, що кожній стадії розвитку кімнатних мух, кровососучих комарів та мошок, виявлено певну кількість зон загальноестеразної активності. Так, у кімнатних мух на стадії яєць виявлено 5 естеразних фракцій, у личинок - 18, у лялечок - 12 та у імаго - 10; у комарів на стадії яєць - 8, у личинок - 9, у лялечок - 10 та у імаго - 9; у мошок - на стадії личинок - 8, у лялечок - 9 та у імаго II. У всіх названих комах ідентифіковані ізоферменти ацетилхолінестерази (АХЕ), холінестерази (ХЕ), карбоксилестерази (КЕ) та арілестерази (АрЕ) [1-5, 21, 22].

У гомогенаті тіл злакової тлі ідентифіковано 7 зон з естеразною активністю, серед яких є ізоферменти АХЕ, ХЕ, КЕ та АрЕ. Механізм токсичної дії фосфорорганічних інсектицидів (ФОІ) на знайдені ізоферменти естераз аналогічний тому, що визначення на інших комах. Спроба виявити кількісну залежність ступеня пргнічення окремих естераз від концентрації застосованих інсектицидів не принесла успіху [6, 23, 24, 25].

Кожному виду досліджених нами комах властиво характерне розміщення, інтенсивність забарвлення, рухливість та число зон ізоферментів естераз, а також величина їх молекулярних мас. Так, АХЕ і ХЕ, головним чином, малорухливі, КЕ - мають середню рухливість, а АрЕ - найбільш рухливі із естераз. Всі ферменти рухались у напрямку позитивно зарядженого електроду. Молекулярна маса малорухливих ізоферментів складала ~1 млн. - ~500 тисяч, середньорухливих - ~300-100 тис. і швидкорухливих - ~80-60 тис. одиниць [7, 8].

При хроматографії на колонках ДЕАЕ-целюлози та сефадексі G-100 гомогенатів тіл комах було одержано від трьох до п'яти

білкових фракцій. Деякі фракції мали широку субстратну специфічність і реагували як з ацетилхоліном (субстрат на АХЕ), так і з фенілацетатом (субстрат на АрЕ). отримати окремі фракції з активністю лише АХЕ або АрЕ не вдалось [5,10].

Проведено вивчення деяких біохімічних показників у трофічному ланцюзі: картопля - колорадський жук - ентомофаги у зв'язку з застосуванням інсектицидів. Зокрема, показано, що залишкові кількості фосфор- та хлорорганічних інсектицидів, які використовують для боротьби з личинками КЖ проявляють несприятливий вплив на ентомофагів - жужелиць, кокцинелід, павуків тощо. З одного боку, загибель названих ентомофагів зумовлена підвищеною активністю їх при пошуках живителя і, внаслідок цього - частіших контактів з інсектицидами, а з другого боку - живленням тканинами отруєного організму самого живителя, що вже накопичив у собі певну дозу інсектициду. Нами встановлено, що у дослідженому трофічному ланцюзі у кожного виду членистоногих є деякі зони естераз з однаковими R_f , які аналогічно пригнічуються інсектицидами [13].

Вплив інсектицидів на рецепторний апарат комах, що йде через порушення звичайних шляхів взаємодії між видами (а також і всередині виду) можна прослідкувати при частковому розриві інформаційних зв'язків між особинами різних статей. Так, зважаючи на ту роль, яку відіграють антени у комах, ми зробили спробу з'ясувати вплив ФОІ на загальні естерази антенального апарату. Показано, що інсектициди повністю пригнічували загальноестеразну активність в антенах самців та самок озимої совки. У антенах самок та самців цієї комахи виявлено спектр естераз, який, імовірно, зв'язаний з рецепторним апаратом. Всі ідентифіковані естерази в межах однієї години інгібувались чидіалем та карбофосом [15]. Таким чином, подібне порушення зв'язку може спричинити роз'єднання інформаційних каналів у середині виду, а також і між різними видами, які входять у трофічний ланцюг. Але все таки, для визначення ще глибших порушень інформаційних шляхів, дослідження слід перенести у екологічну площину.

Проаналізуємо дані по токсикології ізоферментів естераз центральної нервової системи (ЦНС) та мітохондрій комах. Ізоферменти естераз ЦНС личинок кімнатних мух і мітохондрій голів імаго мух мали електрофоретичну рухливість та молекулярні маси аналогічні відповідним естеразам гомогенату тканин, але ізоферменти всіх есте-

раз мітохондрій диференціювались більш чітко. У безмітохондріальній фракції (супернатант) голів мух ХЕ не виявлено. Серед інших відмінностей між зимограмами естераз мітохондрія та супернатанту, характерним було більше число зон ізоферментів у мітохондріях [7]. Розроблено методику визначення числа молекул ферменту у зоні на елфограмі [14].

У процесі вивчення ФОІ на різних стадіях розвитку модельних комах, відмічена аналогічність електрофоретичної картини та певна послідовність пригнічення естераз. Так, раніше інших пригнічувалась активність АХЕ та ХЕ, потім послаблювалась активність КЕ, а ізоферменти Аре інгібувались дуже слабо. При застосуванні дуже високих концентрацій вивчених ФОІ, активність ізоферментів всіх названих груп естераз зникала. Токсична дія цих інсектицидів на ізоферменти ЦНС та мітохондрія імаго мух значно відрізнялась від подібної на гомогенати тлЯ [4,5,7,10-12,17]. На естеразах мітохондрія голів кімнатних мух показано, що найбільш чутливими до токсичної дії ФОІ є естерази з великими молекулярними масами [10,22].

Механізм токсичної дії ФОІ на комах визначається, з одного боку, їх фізико-хімічними (стеричними) параметрами, а з другого боку, характером мішені ізоферменту. Наприклад, найбільш стійкими до ФОІ є швидко рухливі ізоферменти Аре. Базуючись на цих даних, показана можливість теоретичного прогнозування інсектицидності [Hansch, 1970].

Характерна реакція гемолімфи комах на інсектицидне отруєння на фоні бактеріальної інфекції. Як зразок такого захворювання вивчали бацильоз гусениць V віку плоджерки яблуневої, заражених високими дозами *Bacillus thuringiensis*. У досліджах використовували препарати карбофосу та фозолону. Суміш цих інсектицидів та бакпрепарату готували безпосередньо перед застосуванням [20,27, 28, 55]. Комах заражали індивідуально per os за допомогою мікрошприца. Об'єм суспензії вибирали такий, щоб у одну гусеницю ввести 50000-300000 спор. Споры *Bacillus thuringiensis* отримували із комерційного препарату ентобактерину методом центрифугування [26-28]. Патологічні зміни у гемолімфі визначали методом електрофорезу у ПААГ [26] і хромато-електрофорезом амінокислот [14]. Ідентифікацію естераз на елфограмах проводили по методу [Hunter, Marker, 1957], активність ферменту альдолази визначали за методикою, що прикладається до набору реактивів (ІУ8-09-3031-75).

Дослідження моделі ентомопатогенного процесу виконували за такою методикою. Після відбракування недорозвинутих та травмованих гусениць, в одну чашку Петрі переносять 20 здорових особин. Дослід складався з таких варіантів: контроль; зараження дозою 50000 спор на гусеницю; 300000 спор/гус.; 60000 спор/гус.+інсектицид у сублетальній дозі ($5 \cdot 10^{-5}$ М); 300000 спор/гус.+інсектицид ($5 \cdot 10^{-5}$ М); еталон - гусениці оброблені інсектицидом у летальній ($3 \cdot 10^{-4}$ М) дозі. Кожний варіант ставили у трох повтореннях - по 40 особин у одному. Загибель обліковували через 12, 24, 36, 48, 120, 168, 240 год. та через 30 діб від моменту зараження. Основними критеріями ентомобацильозу були: втрата рухливості, зміна кольору, смерть тощо.

Проведено електрофоретичне вивчення білків та амінокислот гемолімфи і гомогенату тіл гусениць V віку. Такі гусениці не харчуються, що полегшує інтерпретацію отриманих результатів. У гемолімфі здорових комах виявлено 12-14 базових зон білків та 14 амінокислот, а у гомогенаті тіл - 6-8 зон білків та 12 амінокислот. Через 36-48 годин після інфікування, число середньорухливих фракцій білків як у гемолімфі, так і у гомогенаті тіл значно зменшується. Встановлено, що при однаковій дозі ентомопатогена, хід хвороби визначається індивідуальними властивостями експериментальних комах і проявляється певними симптомами ентомобацильозу. У особин з чітко вираженими симптомами хвороби спостерігають такий спектр білків гемолімфи: на 6-12 годину після інфікування число та характер розміщення зон білків практично не відрізняється від контрольного, на 24-36 год. - різко зменшується число повільно- та середньорухливих зон білків. У деяких гусениць - із слабо вираженими симптомами ентомобацильозу - спектр білків гемолімфи змінюється аналогічно, а після выздоровлення певної частини комах - відновлюється до вихідного стану.

При вивченні загальної естеразної активності у хворих та здорових комах показано, що інсектицидні добавки знижують активність цього ферменту і таким чином сприяють ослабленню захисної реакції гусениць проти ентомопатогену. У процесі розвитку захворювання комах, активність альдолази гемолімфи та гомогенату тіл до 36-48 год. зростає, а потім - у переживаючих комах - повертається до норми. На нашу думку, показник активності альдолази можна використовувати як основну діагностичну ознаку при тест-дослідженнях патогенності мікробіопрепаратів. При ентомобацильозі порушується також баланс іонів металів (табл. 4.1).

4. I ВМІСТ ІОНІВ МЕТАЛІВ У ГЕМОЛІМФІ ТА ГОМОГЕНАТІ ТІЛ ЗДОРОВИХ ТА ЗАРАЖЕНИХ ЕНТОМОПАТИЛЬНОМ ГУСЕНИЦЬ ПЛОДОЖЕРКИ ЯБЛУКЕВОЇ

| N п/п: | Варіанти дослідів | Вміст іонів металів (мг/г сирої ваги) | | | | | |
|--|------------------------------|---------------------------------------|--------|---------|---------|---------|--------|
| | | Калія | Натрія | Кальція | Магнія* | Залізо* | Мідь* |
| КОНТРОЛЬ | | | | | | | |
| 1. | Гемолімфа здорових комах | 3,175 | 0,825 | 0,835 | 1,010 | 0,084 | 0,0063 |
| 2. | Гомогенат тіл здорових комах | 3,103 | 0,804 | 0,817 | 0,982 | 0,086 | 0,0063 |
| ЗАРАЖЕННЯ (доза 300000 спор/гус.; 38 година після зараження) | | | | | | | |
| 3. | Гемолімфа | 3,140 | 0,813 | 0,839 | 1,005 | 0,083 | 0,0070 |
| 4. | Гомогенат тіл | 3,137 | 0,815 | 0,817 | 0,983 | 0,086 | 0,0057 |
| ЗАРАЖЕННЯ (доза 300000 спор/гус.+фозалон $5 \cdot 10^{-5}$ М; 38 година після зараження) | | | | | | | |
| 5. | Гемолімфа | 3,141 | 0,813 | 0,838 | 1,005 | 0,081 | 0,0067 |
| 6. | Гомогенат тіл | 3,147 | 0,814 | 0,820 | 0,981 | 0,084 | 0,0053 |
| | НІР ₀₅ , мг/г = | 0,24 | 0,067 | 0,084 | 0,093 | 0,0073 | 0,0005 |
| | НІР ₀₅ , % = | 7,5 | 8,3 | 10,1 | 9,4 | 8,8 | 7,7 |

* Дані отримані на атомно-адсорбційному спектрофотометрі С-302; інші - на фотометрі ПФМ.

При вивченні складу металів у процесі інсектицидного отруєння та на фоні бактеріальної інфекції, показано (табл. 4.І.), що вміст іонів калію у гемолімфі хворих комах зменшується, а у гомогенаті тіл - зростає. Аналогічно змінюється і концентрація іонів натрію. Концентрація іонів міді у гемолімфі хворих комах має тенденцію до збільшення, а у гомогенаті тіл - до зменшення. Дані по збільшенні концентрації іонів міді у гемолімфі мають кореляційну залежність з підвищенням альдолазної активності.

Розроблена модель [20,55] патологічного процесу, що викликається ентомопатогенними бактеріями. Виведено кількісний показник патогенності мікробіологічних препаратів для комах. На основі графічного моделювання інфекційного процесу виведена формула залежності вірулентності препарату від застосованої дози та встановлено показник патогенності - ПП(доза). За еталон вірулентності беруть число (100 одиниць = вся шкалі ПП(доза)) загублених комах при дії летальної дози інсектициду [20,55].

ПП(доза) = (величина вимірюваного кута * 100) / (90° - α^К), /5/
де α^К - кут відхилення при наявності загубелі у контролі;

Для контролю та кожного варіанту будуть криві загибелі комах на протязі досліду. Щоб визначити ПП(дозу), необхідно виміряти кут між лінією контролю та точкою максимальної смертності відповідного варіанту (20, 55).

Запропоноване графічне моделювання інфекційного процесу може служити методом визначення показника патогенності у процесі селекції вірулентних штамів у лабораторних умовах, а в умовах виробництва біопрепаратів дасть можливість встановлювати їх ефективність. Розроблений метод може бути використаний для експрес-оцінки якості біопрепаратів після їх транспортування, зберігання тощо. На нашу думку, рентабельним для виробництва та ефективним у застосуванні може бути мікробіопрепарат з ПП(дозою) більше 70 виведених нами одиниць.

Для визначення біофізичних характеристик ентомопатологічного процесу, була зроблена спроба ультразвукового діагностування хворих комах (29,30) та вимірювання ємності і імпедансу тканин (з використання голчатого електродного датчика та моста змінного струму R-5010) здорових та хворих комах. Ця робота продовжується.

Розглядаючи механізм дії ентомопатогенних мікроорганізмів, можна резюмувати наступне: вірулентність цих препаратів на початкових стадіях інфекційного процесу (I-II година після зараження) недостатня для створення та реалізації фізіолого-біохімічного потенціалу токсичності та формування інтенсивного інфекційного процесу. Тому, для послаблення та зменшення сили захисних бар'єрів комахи використовуються ФОІ у сублетальній дозі.

5. ПІДХОДИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРИЛЛЮСА ПРОТИ КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА

Біотехнологію розведення хижих клопів здійснюють в універсальному біокліматичному модулі поточної лінії (рис. 1 та 2). Технологічний цикл виробництва ентомофагів починається із створення достатньої кормової бази (бадья картоплі) для живлення фітофага та підтримання його культури. Розведення хижих клопів складеться з двох взаємозв'язаних процесів - утримання високопродуктивної маточної культури та виробництва на її основі біоматеріалу для сезонної колонізації в агроценози картоплі або баклажанів.

Для успішного розведення периллюса обсяг маточної культури не

повинен бути меншим за 10-15 % загальної чисельності популяції, що розводять. Збереження культури може бути гарантоване, якщо після найбільш несприятливої перезимівлі залишається 50-100 здорових імаго, при співвідношенні статей 1:1.

Основні фактори техноценозу вирощування периллюса зведені у таблиці 5.1 та 5.2, а дані про вплив абіотичних і біотичних факторів систематизовані у табл. 5.3 та 5.4. Аналіз приведених табличних даних показує, що ключовим фактором, який забезпечує здійснення розробленого способу є збагачення світлового режиму еритемним УФ-опроміненням в дозі 0,01-0,03 мєр.год/м² [46,47,57].

У весняно-літній період у лабораторних чи/або лабораторно-польових умовах утримують 3-4 генерації периллюса маточної культури. Комах останньої генерації - починаючи з личинок завбачливо готують до діапаузи. Індукція діапаузи периллюса може яти або в умовах природного ритму фототермічних факторів абіоти, або модельних - лабораторних умовах. У лабораторних умовах створюють добово-декадний ритм фототермічних факторів абіоти, де знижується температура, скорочується фотоперіод і зменшується інтенсивність освітлення (табл. 5.2). Вважається, що формування стійкої діапаузи починається на стадії, що випереджує ту, на якій комаха зимує [Данилевський, 1961, 1972]. Умови діапаузи приведені у табл. 5.2.

Реактивацію перезимованих імаго периллюса проводять в умовах аналогічних тим, що застосовують для колорадського жука з доповненням світлового режиму УФ-опроміненням (табл. 5.1). Самок і самців периллюса реактивують окремо, а потім об'єднують для спаровування. Самки починають відкладати яйця через 6-8 діб після спаровування, а іноді і раніше. Кількість яєць у одній кладці сильно варіює - від 1 до 50-60. Одна самка може дати 6-11 яйцекладок.

При підтриманні маточної культури яйцекладки зразу ж ставлять на інкубацію, а для напрацювання біоматеріалу їх розвиток можна затримувати на певний термін (табл. 5.2) [56].

При змінній температурі 20-28 °С яйця розвиваються за 4-8 днів. Для утримання личинок різного віку нами розроблені спеціальні мікроконтейнери [58], що спрощує догляд при розведенні в універсальному модулі. Щільність особин периллюса в умовах вирощування є найважливішим із параметрів, що контролюються. Так, щільність личинок другого віку не повинна перевершувати 100 екз. на 1 дм³, личинок третього-четвертого віку - 30-100 екз./дм³, а личинок п'ятого віку та імаго - 4-5 особин/дм³.

6.1 КОМПЛЕКС ЗБАЛАНСОВАНИХ ЖИТТЄВО ВАЖЛИВИХ ФАКТОРІВ, ЩО ФОРМУЮТЬ У ДОБОВО-ДЕКАДНОМУ РИТМІ АБІОТУ ЕКОЛОГІЧНОГО ОПТИМУМУ ДЛЯ РОЗВЕДЕННЯ ПЕРИЛЛОСА В ШТУЧНИХ УМОВАХ [43,45,59]

| N п/п | :Фактор абіоти : (режим) та :одиниця вимі- :ру : | Добове значення параметра режиму абіоти протягом дводекадної ритміки процесу | | | | Інтервал зміни па- раметра у декадному ритмі |
|----------|--|--|-------|-----------|-------|--|
| | | I декада | | II декада | | |
| 1. | Час розвитку, дні | I-5 | 6-10 | 11-15 | 16-23 | 20-23 |
| 2. | Температура, °C в т.ч. вдень вночі | 18-25 | 19-25 | 20-26 | 20-26 | 18-26 |
| | | 20-25 | 22-25 | 22-26 | 22-26 | |
| | | 18-20 | 19-20 | 20-22 | 20-26 | |
| 3. | Відн. вологість повітря, % | 65-80 | 65-80 | 65-80 | 65-80 | 65-80 |
| 4. | Фотоперіод, год. | 15 | 15.15 | 15.30 | 16 | 15-16 |
| 5. | Освітленість, клк | 3 | 3 | 4 | 4 | 3-4 |
| 6. | Енергетична осві- тленість, Вт/м ² | 200 | 200 | 250 | 250 | 200-250 |
| 7. | Ерiтємна УФ-радi- ація, мєр.год/м ² | 0,01 | 0,015 | 0,02 | 0,03 | 0,01-0,03 |
| 8. | Аєроiонiзація, вон/см ³ | 1000 | 1000 | 2000 | 2000 | 1000-2000 |

6.2 БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРИ РОЗВЕДЕННІ МАТОЧНОЇ КУЛЬТУРИ ТА НАПРАЦЮВАННІ БІОМАТЕРІАЛУ (личинок I-II віку) ПЕРИЛЛОСА [59]

| N п/п | : ПОКАЗНИК | Трива- лість | Темпє- рату- ра, | Вiдн. : воло- гiсть, | Фото- перi- од, | Маса живлення* | Вихiд- єнто- мофага, |
|----------|------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|
| | | : ста- дiї, днi | : °C | : % | : год. | : на 100 особин на 10 дiб | : % |
| | | | | | | Імаго:Явця:Лич.: | |

І М А Г О

| | | | | | | | | | |
|-----|---|---------|---------|-------|-------|----|-----|------|-------|
| 1. | Індукція діпаузи | 30-40 | 28-10 | 40-85 | 16-12 | 10 | 10 | 8-10 | 95 |
| 2. | Діпауза | 200 240 | +I-(-I) | 80 | - | - | - | - | 90-75 |
| 3. | Реактивация | 20-30 | I-24 | 40-85 | 12-16 | 10 | 6-7 | 8-10 | 85-70 |
| 4. | Підготовка до спаровування | 5-10 | 18-26 | 60-85 | 16 | - | 10 | 8-10 | 85-70 |
| 5. | Спаровування | 2-3 | " | " | " | " | " | " | " |
| 6. | Утримання запліднених самок та одержання яєць | 20-30 | " | " | " | " | " | " | " |
| | Я Я Ц Я | | | | | | | | |
| 7. | Затримка розвитку | 10-20 | 15-16 | " | " | " | " | " | 80-90 |
| 8. | Інкубація яєць | 4-8 | 26 | " | 16 | " | " | " | " |
| | Л И Ч И Н К И | | | | | | | | |
| 9. | I-II віку | 8-10 | 18-26 | 65-80 | 14-16 | - | 1-5 | - | 70-75 |
| 10. | III-IV віку | 15-18 | 18-26 | 65-80 | 15-16 | " | 3-5 | 8-1 | 55-60 |
| 11. | Молоді імаго | 4-6 | " | " | " | " | 3-8 | 8-1 | 95-90 |
| 12. | Резервні самці | 10-16 | " | " | " | " | " | " | " |

* Маса живлення виражають в грамах (зага 100 імаго КМ - біля 10 г).

Б.3 ТАБЛИЦЯ ВИЖИВАННЯ* ПЕРИЛЛОСА У РІЗНИХ УМОВАХ РОЗВЕДЕННЯ [34]

| ЧАСОВИЙ ІНТЕРВАЛ: | Число самок в межах інтервалу часу, екз. | | Виживання | Пло-ді- | | | |
|-------------------|--|-------------|-----------|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Трива-лість, дні | Середина, дні (t) | на по-чатку | в кінці | середня: (l _t) | чість (m _t) | l _t m _t | t ₁ t ₂ |

ЛАБОРАТОРНЕ РОЗВЕДЕННЯ

| Імаго, що перезимували | | | | | | | | |
|------------------------|-----|----|----|----|-------|----|------|-----|
| 280-295 | 287 | 50 | 45 | 47 | 0,17 | 15 | 2,55 | 732 |
| 295-298 | 297 | 45 | 37 | 41 | 0,15 | 11 | 1,65 | 490 |
| 299-301 | 300 | 37 | 32 | 34 | 0,12 | 16 | 1,92 | 576 |
| 302-305 | 302 | 32 | 27 | 29 | 0,1 | 13 | 1,3 | 393 |
| 306-309 | 307 | 27 | 21 | 24 | 0,09 | 5 | 0,45 | 138 |
| 310-313 | 311 | 21 | 17 | 19 | 0,07 | 7 | 0,49 | 152 |
| 314-316 | 315 | 17 | 12 | 14 | 0,05 | 6 | 0,4 | 126 |
| 317-318 | 317 | 12 | 11 | 11 | 0,04 | 5 | 0,2 | 63 |
| 319-322 | 321 | 11 | 9 | 10 | 0,035 | 13 | 0,45 | 144 |
| 323-326 | 325 | 9 | 1 | 5 | 0,018 | 18 | 0,3 | 97 |

При повноцінному освітленні

| | | | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|--------|------|------|-----|
| 27-29 | 28 | 79 | 79 | 79 | 0,2 | 0,7 | 0,14 | 4 |
| 30-32 | 31 | 79 | 79 | 79 | 0,2 | 23,0 | 4,6 | 143 |
| 33-35 | 34 | 76 | 76 | 78 | 0,197 | 18 | 3,6 | 122 |
| 36-38 | 37 | 76 | 63 | 65 | 0,174 | 20 | 3,5 | 129 |
| 39-41 | 40 | 63 | 54 | 58 | 0,147 | 9,7 | 1,4 | 56 |
| 42-44 | 43 | 54 | 47 | 50 | 0,126 | 8 | 1,0 | 43 |
| 45-50 | 47 | 47 | 33 | 40 | 0,1 | 14 | 1,4 | 92 |
| 51-55 | 52 | 33 | 16 | 24 | 0,06 | 17 | 1,0 | 53 |
| 56-60 | 58 | 16 | 7 | 12 | 0,03 | 6 | 0,18 | 10 |
| 61-64 | 62 | 7 | 0 | 3 | 0,0076 | - | - | - |

ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЬОВЕ РОЗВЕДЕННЯ

Культура чернівецької популяції

| | | | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|------|------|------|-----|
| 27-29 | 28 | 50 | 45 | 45 | 0,25 | 17,0 | 4,25 | 123 |
| 30-33 | 31 | 45 | 43 | 44 | 0,24 | 21,0 | 5,04 | 158 |
| 34-38 | 35 | 43 | 40 | 41 | 0,22 | 18 | 4,0 | 130 |
| 37-40 | 39 | 40 | 38 | 38 | 0,21 | 23 | 4,8 | 188 |
| 41-44 | 42 | 38 | 34 | 35 | 0,19 | 18 | 3,0 | 128 |
| 45-48 | 47 | 34 | 29 | 32 | 0,18 | 18 | 3,24 | 152 |
| 49-54 | 52 | 29 | 10 | 18 | 0,09 | 49 | 4,4 | 229 |
| 55-60 | 57 | 10 | 0 | 5 | 0,03 | 37 | 1,1 | 63 |

ПОЛЬОВА КУЛЬТУРА

Перша генерація

| | | | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|------|------|------|-----|
| 27-29 | 28 | 50 | 50 | 50 | 0,2 | 0,3 | 0,06 | 1,7 |
| 30-33 | 31 | 50 | 47 | 48 | 0,19 | 4,0 | 0,8 | 24 |
| 34-38 | 35 | 47 | 45 | 46 | 0,18 | 13,4 | 2,4 | 84 |
| 37-40 | 39 | 45 | 44 | 44 | 0,17 | 39,3 | 6,7 | 261 |
| 41-44 | 42 | 44 | 30 | 35 | 0,15 | 27,3 | 4,1 | 172 |
| 45-48 | 47 | 30 | 21 | 24 | 0,10 | 19 | 2,0 | 89 |
| 49-54 | 52 | 21 | 0 | 10 | 0,02 | 18 | 0,4 | 19 |

*Виживання розраховують по [51].

Окрижених імаго розділюють на самців та самок і тримають окремо до спаровування. Дорослих клопів вводять у діапаузу неспарованими. Окремо тримають і резервних самців, яких використовують для повторного спаровування незапліднених самок.

Контроль розведення периллоса [59] здійснюють щоденно і дані зводять у таблиці виживання (табл. 5.3 та 5.4). На основі аналізу отриманих даних встановлюють оптимальні режими розведення (табл. 5.1). Для маточної культури визначають основні біологічні характеристики: чисту швидкість розмноження, час генерації та біотичний потенціал (табл. 5.4). Ці показники визначають для того, щоб орієнтуватись у кратності збільшення дочірніх генерацій. Враховуючи сезонну циклічність у розведенні ентомофага, біотичний потенціал та інші показники, можна розрахувати потребу у біоматеріалі для сезонної колонізації [34, 35, 44, 45, 47-51, 54].

Щоб техноценоз не впливав на якість культури периллоса дотримуються основних правил селекції. Для маточної культури відбирають крупних та здорових комах - елітних особин. Для племінної культури використовують тільки яйця, які відкладені у період з 8-го по 15-й день від початку кладки яєць. Для часткового ослаблення інбридінгу, до маточної культури відбирають 200-400 самок із різних сімей (сажків). Для маточної культури ведуть племінну книгу. У цьому напрямку досліджень зроблені тільки перші кроки. Тому тут доцільно застосовувати принцип Галілео Галілея "...Вимірюя все доступне до вимірювання і роби досяжним все недоступне йому..."

Для розведення комах використовують вітчизняні термостатовані камери та холодильники-термостати, у середині яких (для полегшення операція дезінфекції та стерилізації) розміщують поліетиленовий мішок, де є отвори для введення ліній комунікації для приладів, пристроїв та обладнання. У такіх поліетиленовіх камері розміщені УФ-освітлювачі (типу ЛЗ-ІБ), лампи розжарювання, аеріонізатори, контрольно-вимірювальні прилади з датчиками тощо. Рядом з термостатованими камерами розташовують пульт управління фототермічним режимом, аеріонізацією тощо. Як на нашу думку, у сучасній технічній ентомології ще недостатньо розроблена техніка, біотехнологічні режими розведення та ефективний контроль за фізіологічним станом комах, яких розводять. Тому ми частково постарались заповнити цю прогалину.

5.4. БІОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОПУЛЯЦІЇ ПЕРИЛЛОСА [33,35]

| N п/п | ВАРІАНТ | Чиста швидкість розмноження: (R_0) | Тривалість генерації: /T/ | Біотичний потенціал: (r_m) | Ефективність розведення популяції |
|--------------------------------|---|--|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| ЛАБОРАТОРНЕ РОЗВЕДЕННЯ | | | | | |
| 1. | Імаго, що перезимували | 9,7 | 300 | 0,0075 | Депресія |
| 2. | При неповноцінному освітленні | 0,66 | 39,5 | -0,01 | Вимирання культури |
| 3. | При неповноцінному освітленні з додавкою мінімальної дози ерітємної УФ-радіації | 1,26 | 37,5 | 0,007 | Депресія |
| 4. | При повноцінному освітленні | 13,22 | 49,3 | 0,052 | Нормальний розвиток |
| ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЬОВЕ РОЗВЕДЕННЯ | | | | | |
| 5. | Імаго зібрані в полі | 9,89 | 37,4 | 0,061 | теж |
| 6. | теж | 11,3 | 34,5 | 0,07 | теж |
| 7. | Імаго чернівецької популяції | 28,7 | 41,0 | 0,082 | Еталон лабораторного розведення |
| ПОЛЬОВА КУЛЬТУРА ПЕРИЛЛОСА | | | | | |
| 8. | Перша генерація | 16,5 | 39,45 | 0,071 | теж |
| 9. | Друга генерація | 15,24 | 42,25 | 0,064 | теж |

Для розрахунків R_0 , T та r_m із табл. 5.3 беруть дані, які використовують у формулах: $R_0 = \sum t_t m_t$; $T = \sum t_t m_t / R_0$; $r_m = \ln R_0 / T$.

6. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗУ СЕЗОННОЇ ДИНАМІКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ КОЛЕСАДСЬКОГО ЖУКА

Така система може забезпечити контроль популяції КЖ в ареалі його існування з поступовим зниженням її шкодочинності до рівня економічного порогу шкодочинності (ЕПШ). ЕПШ для перезимованих жуків складає 0,5-2,0 % заселених кущів площі картоплі з бадиллям висотою 15-20 см [Поляков та ін., 1975, 1984].

Аналіз показує, що фактична щільність зимуючого запасу імаго КЖ складає 3-8 екз./м², тобто у 30-60 разів (а часто і більше) перевищує господарсько-допустиму шкодочинність КЖ. Величина, що дорівнює 60 одиницям шкодочинності є верхньою точкою на шкалі шкодочинності /для даного зимуючого запасу/ запропонованія нами [51]. Таке перевищення шкодочинності є її інтегральною величиною у тому разі, коли спостерігають дружний масовий вихід імаго КЖ з ґрунту.

Але через те, що жуки, які зимували, виходять з ґрунту у інтервалі 20-40 діб /у середньому 30/, то середній показник шкодочинності буде біля 1,7 одиниць шкодочинності за день. Таке значення ми отримуємо з формули:

$V_{\text{мін.}} = V_{\text{макс.}} / t$, або $V_{\text{мін.}} = 80 \text{ екз./м}^2 : 30 \text{ діб} = 2 \text{ екз./м}^2$, /6/
де $V_{\text{мін.}}$ - мінімальна шкодочинність жуків, що перезимували, і приблизно еквівалентна ЕПШ; $V_{\text{макс.}}$ - максимальна шкодочинність з щільністю 3-8 екз./м² - приблизно дорівнює 30-80 одиницям шкодочинності за шкалою рекомендованою нами; t - часовий інтервал, дні.

Шкодочинність КЖ зумовлюється фототермічними особливостями регіону. Так, найбільшу шкодочинність спостерігають при 2-3 літніх генераціях, наприклад, в південних та південно-західних областях України та Молдові. Для описання динаміки накопичення СЕТ для цих регіонів ми пропонуємо спеціальну формулу. Якщо променеву енергію передати у формі її еквівалента /СЕТ/, то одержують таку математичну модель:

$$E_t = E_{t(0)} e^{rt}, \quad /7/$$

де E_t - СЕТ в будь-який період часу, градусодні; $E_{t(0)}$ - СЕТ на початку стійкого переходу температури повітря вище 10 °С; t - час обліку, дні; r - коефіцієнт приросту.

Таким чином, у практичних розрахунках агрогенотичну світлову опроміненість можна замінити на її тепловий еквівалент - СЕТ. У такому випадку, вихідні дані для прогнозування сезонної СЕТ беруть з [51]. Зокрема для кожного сезону користуються уже розрахованим коефіцієнтом приросту СЕТ (табл. 8.1).

У агрогнозі картоплі, коли температура повітря підвищиться вище 10 °С, створюються оптимальні (або близькі до них) гідро- та фототермічні умови для початку розвитку популяції КЖ. Для моделювання зростання чисельності імаго КЖ, які вже вийшли з ґрунту, можна застосовувати розрахунки за способом, запропонованим [Вольтерра, 1976] з використанням рівняння:

$$dN = rN(dt), \quad /8/$$

де N - чисельність КЖ, екз./м²; r - коефіцієнт приросту щільності КЖ; t - час обліку, дні.

При прогнозуванні захисних заходів враховують кількість, якість та кратність застосування інсектицидів, а також оптимальні періоди найбільшої чутливості до інсектицидів окремих стадій розвитку популяції КЖ.

В.І. КОЕФІЦІЄНТИ ПРИРОСТУ СЕТ ПРИ СТИЯКОМУ ПЕРЕХОДІ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ВИЩЕ 10 °С НА ПІВДНІ УКРАЇНИ ТА У ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЗОНІ МОЛДОВИ [51].

| Часовий інтервал, дні : | Рання весна : | Нормальна весна : | | Пізня весна | | | |
|-------------------------|---------------|-------------------|-------|-------------|-------|-------|-------|
| t | \bar{t}_1 | E_t | \ln | r_1 | E_t | \ln | r_1 |
| 1-15 | 8 | 102 | 2,32 | 0,29 | 106 | 2,92 | 0,37 |
| 16-30 | 23 | 466 | 3,68 | 0,179 | 426 | 3,7 | 0,16 |
| 31-45 | 38 | 827 | 4,42 | 0,12 | | | |
| 46-60 | 53 | | | | 698 | 4,2 | 0,079 |
| 61-75 | 68 | | | | | | 560 |
| 76-90 | 83 | 1298 | 4,86 | 0,07 | 1008 | 4,61 | 0,056 |
| 91-105 | 98 | | | | | | 783 |
| 106-120 | 113 | 1750 | 5,16 | 0,05 | 1178 | 4,77 | 0,042 |
| 121-135 | 123 | | | | | | 964 |
| 136-150 | 143 | 2068 | 5,32 | 0,037 | | | |
| 151-165 | 158 | 2200 | 5,39 | 0,034 | 1294 | 4,87 | 0,031 |

- 1 - Дата стіякого переходу температури повітря вище 10 °С - початок виходу імаго КЖ з ґрунту;
- 2 - $E_t = E_{t_0} e^{rt}$ розраховують за даними [51], градусодні;
- 3 - $\ln(E_t/E_{t_0})$, де $E_{t_0} = 10$ °С у період стіякого переходу температури повітря вище 10 °С;
- 4 - розраховують за формулою: $r_1 = \ln(E_{t_1}/E_{t_0})/t_1$

При синтезі будь-якої прогностичної моделі слід мати на увазі, що система прогнозування боротьби з КЖ - це, понад все, інформаційна система, яка забезпечує можливість ефективних заходів для захисту картоплі, баклажанів, помідорів тощо.

Традиційно прийнято, що прогнозування у захисті рослин зв'язане з вибором певної стратегії та тактики проведення конкретних захисних заходів відповідно до специфіки мікроклімату регіону або ще меншій одиниці площі ареалу.

Основним завданням даного розділу нашої роботи було обґрунтування перспективних способів достовірного прогнозування із застосуванням математичних моделей обробки вихідних даних.

Через те, що завчасно та точно передбачити погодні умови неможливо, тому ми змушені були розробляти різні варіанти імовірного прогнозування ситуації абіоти. Зокрема, для підготовки до боротьби з КЖ, використовують прогнози оперативні або короткострокові, які визначають завчасність захисту від КЖ на найближчі періоди його шкодочинності, наприклад, на період весняного місячного інтервалу

6.2. БАГАТОВАРІАНТНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ЩІЛЬНОСТІ ІМАГО КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА НА ПЛАНТАЦІЯХ КАРТОПЛІ/БАКЛАЖАНІВ ПРИ РІЗНИХ СТРОКАХ ПОЧАТКУ ВЕСНЯНОГО СЕЗОНУ [51].

| ЧАСОВИЯ ІНТЕРВАЛ: | | Рання весна | | Нормальна весна | | Пізня весна | |
|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Дні* | Середина ін-тервала | $\gamma_1^{жж}$ | Щільність, екз./м ² | $\gamma_1^{жж}$ | Щільність, екз./м ² | $\gamma_1^{жж}$ | Щільність, екз./м ² |
| /t/ | /t ₁ / | | ДП ^{3ж} : КП ^{4ж} | | ДП ^{3ж} : КП ^{4ж} | | ДП ^{3ж} : КП ^{4ж} |
| 1-5 | 2 | -0,22 | 0,2-0,8 ^{5ж} | -0,12 | 0,5-2 | -0,92 | 0,1-1 |
| 6-10 | 8 | 0,133 | 2-5 | 0,277 | 3-2 | 0,277 | 4-5 |
| 11-15 | 13 | 0,116 | 3-6 | 0,126 | 4-5 | 0,174 | 6-7 |
| 15-20 | 18 | 0,067 | 4-6 | 0,087 | 4-6 | 0,077 | 4-5 |
| 21-25 | 23 | 0,048 | 4-2 | 0,075 | 5-7 | 0,057 | 5-6 |
| 26-30 | 28 | 0,016 | 2-1 | 0,071 | 7-8 | 0,019 | 5-4 |
| 31-35 | 33 | 0,001 | 0-1 | 0,060 | 7-8 | 0,040 | 4-5 |
| 36-40 | 38 | 0,001 | 0-1 | 0,056 | 7-9 | 0,064 | 5-6 |
| 41-45 | 43 | 0,001 | 0-1 | 0,023 | 2-3 | 0,064 | 10-12 |
| 46-50 | 48 | 0,001 | 0-1 | 0,068 | 2-3 | 0,072 | 20-30 |
| 51-55 | 53 | 0,001 | 0-1 | 0,064 | 20-25 | 0,081 | 20-25 |
| 56-60 | 58 | 0,025 | 1-5 | 0,039 | 8-10 | 0,056 | 20-30 |
| 61-65 | 63 | 0,025 | 4-6 | 0,035 | 10-30 | 0,034 | 8-10 |
| 66-70 | 68 | 0,033 | 8-9 | 0,054 | 30-35 | 0,057 | 40-47 |
| 71-75 | 73 | 0,022 | 5-6 | 0,051 | 40-45 | 0,043 | 20-25 |
| 76-80 | 76 | 0,001 | 0-1 | 0,023 | 6-7 | 0,050 | 40-45 |
| 81-100 | 90 | 0,01 | 1-10 | 0,02 | 7-80 | 0,03 | 15-20 |
| 101-150 | 125 | 0,001 | 2-0 | 0,005 | 3-2 | 0,016 | 7-8 |

* Інтервал, що прогнозують, дні;

^{жж} Коефіцієнт приросту $\gamma_1 = \ln(N_t / N_0) / t_1$;

^{3ж} Прогнозування за формулою $N_{t_1} = N_0 e^{\gamma_1 t_1}$ дає багатоваріантний довгостроковий прогноз;

^{4ж} Уточнення прогноз складають після стійкого переходу температури повітря вище 10 °С;

^{5ж} Прогноз щільності розраховують на основі багаторічних середньостатистичних даних.

сезонної шкодочинності, на період після застосування захисних заходів (період очікування) тощо. Крім того, ще прогнозують із значним терміном завбачення - на значно віддалений період у майбутньому - це довгострокові чи наддовгострокові прогнози. З урахуванням результатів ретроспективного аналізу довгострокових прогнозувань планують достатні запаси інсектицидів, мікробіологічних препаратів тощо, обсяг технічних засобів для їх

застосування, транспортування, зберігання, підготовки до використання, утилізації відходів та ін., а також ресурси праці, техніки безпеки, медичну допомогу при випадкових отруєннях, профілактику нещасних випадків і т.п. Завсачливо планують також і багаторічну циклічність ротація інсектицидів - це для випередження неодмінного виникнення мультирезистентних форм КЖ.

Для підвищення достовірності прогнозування, ми розробили модель імовірного прогнозу. Так, після закінчення поточного сезону, на основі щільності запасу імаго КЖ, що готується до зимівлі, складають чотири варіанти (можна і більше) моделей прогнозів довгострокового характеру: рання весна, нормальна весна, пізня весна, нетиповий (екстраординарний) сезон тощо (табл. 6.2).

Рано навесні багатоваріантний довгостроковий прогноз деталізують (корегують) і перетворюють один із його варіантів в оперативний прогноз. Першу корекцію найбільш адекватного прогнозу (одного з названих у табл. 6.2 варіантів) проводять на початку стійкого переходу температури нагрівання повітря вище 5°C - це сигналізація строків започаткування посадок картоплі. Другу корекцію у вибраній варіант прогнозу вносять після стійкого переходу температури повітря вище 10°C - сигналізація виходу перезимованих імаго КЖ з ґрунту. Третю корекцію прогнозування визначає розтягнуття або стиснуття інтервал ящечкладок шкідника. Поява ящечкладок КЖ свідчить про те, що настав час сезонної колонізації його ентомофагів, а початок линяння личинок на другий вік зв'язують з негайною першою обробкою мікробіологічними чи хімічними інсектицидами. Оптимальний час обробки визначають за структурно-віковим складом популяції КЖ. У цей час на 1 м^2 картоплі (на 4-6 кущах) повинно бути приблизно 20 % імаго, 30 % яець, 30 % личинок першого віку і 20 % личинок другого віку. Своєчасна і якісна обробка інсектицидом значно знижує чисельність імаго та личинок. У подальшому, личинки, що народжуються з яець, а також імаго-імігранти гинуть за термін очікування (період ефективної дії інсектициду в агроценозі). Приведений структурно-віковий склад популяції КЖ є найбільш вразливим періодом розвитку популяції і - завдяки саме цьому - оптимальним строком застосування інсектицидів. У більшості випадках, після такого застосування інсектицидів, для захисту врожаю достатньо однієї обробки.

МОДЕЛЬ ПРИГНІЧЕННЯ ПОПУЛЯЦІЇ КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА ЗА РАХУНОК БОРІТЬБИ З ЙІ ЗИМУЮЧИМ ЗАПАСОМ.

Сформована за 35-40 років стійка щільність зимуючого запасу імаго КЖ стала постійною величиною (практично вона щорічно зростає) і може бути прийнята за фонову щільність. На основі фонові щільності розраховують прогнози шкодочинності, біотичний потенціал жуків, міграційні процеси, динаміку заселення агроценозів картоплі та ін. Фоновий рівень щільності імаго КЖ, що зимують, дуже сильно залежить від природно-кліматичних та мікро-кліматичних умов, але повсюдно в ареалі КЖ він перевищує ЕПШ у 40-60 разів [51]. Статистичних даних по зміні щільності зимуючого запасу імаго КЖ ще недостатньо. Все таки, тут слід зауважити, що у багаторічному циклі, виживання перезимованих жуків коливається у межах 30-90 % (у середньому біля 60 %). При несприятливих умовах виживають не менше 30 % імаго, а при сприятливих - не менше 90 % [53].

Метою даної роботи є розробка методичного підходу до зниження зимуючого запасу популяції КЖ до нешкодочинного рівня - до ЕПШ.

Щільність популяції КЖ, особин, що харчуються - є еквівалентом її шкодочинності [51, 53]. Відомо, що велику шкоду бадиллю картоплі завдають як імаго, так і, головним чином, личинки. Так, у південній та південно-західній частинах ареалу популяції КЖ шкодочинність дуже висока, тому, що вона є наслідком багатократної репродуктивної діяльності шкідника, а саме: полівольтинність досягає 3-4 генерація (правда, не щорічно). В інших частинах фактично безмежного ареалу популяції КЖ його шкодочинність значно менша і майже еквівалентна щільності першої генерації.

Шкодочинність КЖ першої генерації визначається щільністю та біотичним потенціалом зимуючого запасу імаго. Зимуючий запас жуків формується в основному з імаго останніх літніх генерація і, частково, з імаго перших літніх генерація, у яких літня ділауза продовжується за несприятливих умов (відсутність харчу, спека тощ) у зиму. За нашими підрахунками, зимуючий запас імаго КЖ створює постійну - щорічну загрозу високої шкодочинності.

Методична частина експериментальної роботи включає досліді, що проводились напротязі 1983-1992 рр. у регіонах з різною полівольтинністю популяції КЖ. Шкодочинність при полівольтинності 2,5-3,5 генерації за сезон вивчали у центральній зоні Молдови, а при 1,0-1,5 генерації - у центральній частині України.

6.3 ЗМІНА ЩІЛЬНОСТІ ЗИМУЮЧОГО ЗАПАСУ ІМАГО КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА
У ЗОНАХ З РІЗНОЮ ПОЛІВОЛЬТИННІСТЮ ЙОГО ПОПУЛЯЦІЇ ПРИ
ЗАСТОСУВАННІ МЕТОДУ ХАРЧОВИХ ПРИНАД.

| Роки: | Гене- рація | Щільність* імаго (екз./м ²) (х±ш) | | | | |
|-------------------|------------------------|---|-------------------------|-------------------|-------------------|---------|
| | | 2,5 - 3,5 генерації | | I-1,5 генерації | | |
| | | Контроль | Принади | Контроль | Принади | |
| 1983- -1985 | ПЗ** I II III | 5±1 30±10 42±12 20±5 | 28±6 30±10 15±5,5 | 3±0,2 15±4 | 4,2±0,5 12±3,5 | 3,8±0,4 |
| 1986- -1988 | ПЗ I II III | 6±1,2 25±8 36±11 21±7 | 24±5 30±8 16±4 | 2,8±0,5 17±7 | 4,7±1,0 10±5 | 3,1±0,2 |
| 1989- -1991 | ПЗ I II III | 6,5±1 26±9 40±10 18±10 | 20±6 35±12 15±7 | 2,3±0,2 18±5,7 | 5,2±1,5 7±2 | 2,6±0,3 |
| НІР ₀₅ | | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 0,45 | |

* Середні дані за три роки; ** Жуки, які перезимували.

Висновки по табл. 6.3: незалежно від регіону і полівольтинності відмічено тенденцію до безперервного росту щільності зимуючого запасу імаго КЖ у контролі та його зниження при застосуванні методу харчових принад.

Методика дослідів описана у роботах [49,53]. Зимуючий запас визначали методом розкопів та розробленим нами методом ідентифікації імовірної величини зимуючого запасу, за окремими параметрами динаміки заселення картоплі перезимованими жуками [51]. Для принад використовували завчасно пророщені бульби картоплі, котрі розкладали по периметру дослідних ділянок перед міграцією імаго. Створені скупчення жуків на принадах знищували механічним та іншими способами, в тому числі і з допомогою мікробіологічних препаратів. Отримані результати зведені у табл. 6.3 де також приведені висновки по статистичній обробці щільності зимуючого запасу популяції КЖ. У результаті аналізу даних табл. 6.3 визначено певну тенденцію до зростання зимуючого запасу КЖ у його ареалі. Щорічне застосування принад сприяє зниженню чисельності зимуючого запасу. Таке зниження могло бути ще більшим, якби не велика міграція жуків із сусідніх плантацій картоплі. На основі багаторічних експериментальних даних зроблені попередні прогнозні розрахунки (табл. 6.4) імовірної зміни щільності імаго КЖ при

6.4 ПРОГНОЗНІ РОЗРАХУНКИ ЗМІНИ ЩІЛЬНОСТІ ІМАГО КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА ПРИ РІЗНИХ РІВНЯХ СМЕРТНОСТІ ЙОГО ЗИМУЮЧОГО ЗАПАСУ [53].

| ВАРІАНТ | Вживання (%) зимуючого запасу, що прогнозується | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|--------|
| | Глибина прогнозування, роки | | | | | | | | | | | |
| | I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1. Ефект дії принади (смертність 10 %) на фоні природної загибелі* | 50 | 46 | 32 | 28 | 24 | 20 | 16 | 12 | 8 | 4 | I | >I |
| 2. Контроль (природна загибель) | 60 | 62 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 | 73 | 74 | 75 | 77 | 78 |
| | 1,0 | 1,03 | 1,06 | 1,09 | 1,12 | 1,15 | 1,18 | 1,2 | 1,24 | 1,27 | 1,3 | 1,32** |
| 3. Ефект дії принади (смертність 20 %) на фоні природної загибелі | 50 | 28 | 22 | 18 | 14 | 10 | 8 | 4 | 1 | | | >I |
| 4. Контроль (природна загибель) | 60 | 62 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 | 73 | 74 | 75 | | |
| | 1,0 | 1,03 | 1,06 | 1,09 | 1,12 | 1,15 | 1,18 | 1,2 | 1,24 | 1,27 | | |
| 5. Ефект дії принади (смертність 30 %) на фоні природної загибелі | 50 | 16 | 12 | 8 | 4 | 1 | | | | | | >I*** |
| 6. Контроль (природна загибель) | 60 | 62 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 | | | | | |
| | 1,0 | 1,03 | 1,06 | 1,09 | 1,12 | 1,15 | 1,18 | | | | | |

* Середні багаторічні дані (смертність зимуючого запасу біля 40 %);

** Відносні одиниці (у сучасних умовах щільність зимуючого запасу зростає);

*** Щільність нижче економічного порогу шкодочинності.

різних рівнях смертності його зимуючого запасу. Якщо врахувати те, що у середньому виживають біля 80 % жуків, що зимують і те, що за рахунок харчових принад можна знижувати щільність зимуючого запасу до 10 % за осінне-весняний період - то можна (з певною долею імовірності) прогнозувати ефект дії харчової принади. У табл. 6.4 ми прогнозуємо три варіанти вживання зимуючого запасу - при 10 %, 20 % та 30 % його смертності на фоні природної загибелі. На основі прогнозів табл. 6.4 можна зробити висновок, що систематична боротьба із зимуючим запасом імаго КЖ протягом 6-7 років може знизити його шкодочинність до рівня ЕІІІ. Тобто виїти на рівень культури захисту картоплі від КЖ, який панує у розвинутих європейських країнах, Канаді та США. Для реалізації наведеної програми розроблена модель широтно-довготривалого зміщення сезонної активності КЖ у його зрізлі [31].

АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ ТА БАКЛАЖАНІВ ВІД КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА У РЕГІОНАХ З ВИСОКОЮ ЩІЛЬНІСТЮ ЙОГО ЗИМУЮЧОГО ЗАПАСУ [50].

У більшості регіонах, де вирощується картопля та баклажани, отримання рентабельного врожаю неможливо без хімічного захисту культур від КЖ. При цьому, згідно до "Списку..." (дозволені для використання пестицидів) витрачається 2-5 кг/га препаратів - у основному фосфорорганічних, або препаратів деяких інших класів сполук, аналогічних за ефективністю.

Новим напрямком до зниження пестицидних навантажень на агроценози є використання високоефективних пиретроїдних препаратів: дельтаметохтору, карате, фастака, цимбуша тощо, у поєднанні з обробками мікробіологічними препаратами та випусками ентомофагів [50].

На даному етапі, метою наших досліджень [50] була спроба розробити елементи екологічно безпечного захисту ранньої картоплі та баклажанів від КЖ на основі застосування пиретроїдів, ентомофагів (хижик клопів периллюса та подізуса) і мікробіологічного препарату (типу БТБ-202 чи новодор).

Досліди проводили протягом 1987-1991 рр. в умовах максимально наближених до польових, на ізольованих ділянках із застосуванням загальноприйнятих агротехнічних заходів.

У запропонованій нам системі [50] боротьби з КЖ основне інсектицидне навантаження сприймають імаго (восени та весною); а при застосуванні засобів захисту проти яєць та личинок враховують структурно-віковий склад популяції. Так, якщо плантація заселена перезимованими жуками, кількість яких перевищує 2 екз./м², проводять інсектицидну обробку пиретроїдами. Ефективність такої обробки складає 75-90 %.

Через 10-15 днів - після закінчення періоду очікування та пові перших яєцькладок - проводять сезонну колонізацію ентомофагів. Наприклад, заселення клопів починають випуском 1/3 норми (20 тис. особин на 1 га) при щільності яєцькладок КЖ 0,1-1 екз./м² культури, що захищається (табл. 6.5).

Відмічено, що при несприятливих умовах, коли оптимальні строки колонізації ентомофагів були упущені і вже з'явилися личинки КЖ першого віку, то випуски ентомофагів як периллюса, так і подізуса не давали позитивного ефекту. У такому випадку, при появі личинок першого віку застосовують мікробіопрепарати - БТБ (5-6 кг/га) або новодор (4-5 кг/га). Перед застосуванням

6.5 СЕРЕДНІ БАГАТОРІЧНІ ДАНІ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБЛІКУ ДИНАМІКИ НАКОПИЧЕННЯ СУМАРНОГО ВИХОДУ ТА ШВИДКОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ДАНОЇ СУМИ ПЕРЕЗИМОВАНИХ ІМАГО КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА ТА ЯЙЦЕКЛАДОК ПЕРШОЇ ГЕНЕРАЦІЇ, А ТАКОЖ РЕЗУЛЬТАТИ СЕЗОННОЇ КОЛОНІЗАЦІЇ ХИЖОГО КЛОПА ПЕРИЛЛОСА

| Середній часовий інтервал між двома обліками, дні (t) | Щільність комах на 10-ти кущах, екз. | | Динаміка щільності популяції | | | | Щільність яйце-кладок КЖ після випусків периллоса, экз./м ² | | |
|---|--------------------------------------|-------------|------------------------------|-------------------|-------|--------------------|--|------|-----|
| | Імаго | Яйце-кладки | Перезимовані імаго | | | | I | II | III |
| | | | y | y' | y | y' | | | |
| | | | | | | | | | |
| 1* | 3±0,05 | - | 1,2** | 1,2 ^{3*} | - | - | - | - | |
| 5 | 10±1 | - | 5,2 | 4,0 | - | - | - | - | |
| 11 | 10±1,5 | - | 5,6 | 4,4 | - | - | - | - | |
| 16 | 12±1 | 0,07±0,001 | 14,0 | 4,8 | 0,03 | 0,03 ^{4*} | 0,075 | - | |
| 24 | 15±1,3 | 0,45±0,02 | 20,0 | 6,0 | 0,21 | 0,18 | 0,05 | - | |
| 30 | 21±2,2 | 4,20±0,1 | 28,4 | 8,4 | 1,9 | 1,69 | 0,1 | 0,1 | |
| 37 | 20±2 | 10,50±1,2 | 36,4 | 8,0 | 6,1 | 4,2 | 0,08 | 0,1 | |
| 44 | 7±1 | 21,50±2,5 | 39,2 | 2,8 | 14,7 | 8,6 | 0,1 | 0,5 | |
| 46 | 4±0,3 | 11,20±1,4 | 40,8 | 1,6 | 19,23 | 4,5 | 0,5 | 0,5 | |
| 50 | 2±0,1 | 3,50±0,2 | 41,0 | 0,2 | 20,6 | 1,43 | - | 0,36 | |
| 55 | 1±0,1 | 2,00±0,1 | 41,1 | 0,1 | 21,4 | 0,8 | - | 0,3 | |
| 60 | 1±0,1 | 0,50±0,01 | 41,6 | 0,1 | 21,6 | 0,2 | - | 0,1 | |

y - Накопичення суми щільності популяції КЖ, екз. на 1 м²;

y' - швидкість накопичення суми, екз./м²;

* Дата стійкого переходу температури повітря вище 10 °C;

** Накопичення суми щільності розраховують по [51];

3* Швидкість накопичення суми щільності розраховують по [51];

4* Розрахунки проводять по [51].

біопрепаратів спостерігають наступне структурно-вікове розподілення популяції КЖ: імаго I-3 % (\bar{x} =1,5), яйця 45-50 % (\bar{x} =47,5), личинки першого віку 30-40 % (\bar{x} =35), а другого віку I4-I8 % (\bar{x} =16). Другу обробку біопрепаратами проводять при масовому відродженні личинок, коли личинки першого віку складають 55-75 % (\bar{x} =65), другого віку I5-20 % (\bar{x} =17,5), яйця 14-18 % (\bar{x} =16), імаго I-2 % (\bar{x} =1,5).

Якщо кількість личинок перевищує економічний поріг шкодочинності то застосовують інсектициди (по потребі).

За результатами багаторічних досліджень може бути запропонована така схема захисту равної картоплі та баклажанів від КЖ [50]: I. По перезимованих жуках, що заселяють бадялля картоплі чи баклажанів застосовують одну обробку пиретроїдами із розрахунку 0,15-0,3 л/га.

2. При появі перших явцекладок проводять сезонну колонізацію хижих клопів - 30-80 тис. особин на 1 га (перший випуск). У подальшому, при сприятливих умовах чисельність ентомофага доповнюють, за 3-4 випуски, до 120 тис. особин на 1 га.
3. По личинках молодшого віку застосовують мікробіопрепарати із розрахунку 4-6 кг/га.
4. При потребі, по личинках застосовують інсектициди.
5. Проти імаго літніх генерація, що готуються до зимівлі застосовують інсектициди.

ЗАКІНЧЕННЯ

Аналіз втрат врожаю картоплі від членистоногих та хвороб показує, що вони прямо зв'язані з динамікою шкодочинної дії агента і корелюють із сезонною зміною фототермічного та водного режимів в ареалі картоплярства.

З урахуванням цього, автором запропонована концепція зниження чисельності популяції КЖ до рівня економічно допустимого порогу шкодочинності. Сутність концепції полягає у тому, що за певний термін, шкодочинність популяції КЖ (у теперішній час вона повсюдно в 30-60 разів перевищує ЕПШ) може бути доведена до економічно незначного рівня.

Для реалізації названої концепції, автором розроблені екологічно безпечні (для сучасного рівня стандартів захисту рослин) способи зменшення чисельності шкідника. Зокрема, при високому рівні агротехніки, рекомендується гнучка комплексна система пригнічення чисельності популяції КЖ за рахунок застосування ентомофагів та мікробіологічних препаратів, і лише при потребі, за допомогою хімічних інсектицидів. Визначені метаболічні межі спектру дії інсектицидів на членистоногих, що входять у трофічні рівні агроценозу картоплі.

При ідентифікації естеразного комплексу в онтогенезі модельних комах показано, що кожній стадії їх розвитку притаманна певна кількість зон загальноестеразної активності ізоферментів естераз, характерне розташування, інтенсивність забарвлення, рухливість та число фракція ізоферментів, а також величина молекулярних мас. Ізоферменти естераз центральної нервової системи та мітохондрія голів імаго кімнатних мух мали біохімічні і біофізичні показники аналогічні відповідним ферментам гомогенату тіл. В агтенах самок і самців озимої совки виявлено спектр

естераз, який зв'язаний, певно, з атрактант-рецепторним апаратом. Токсична дія інсектицидів у трофічному ланцюзі агроценозу картоплі проявляється не тільки пригніченням естеразного комплексу КЖ, а і інгібуванням цих же ферментів його ентомофагів. Дослідження, на рівні ізоферментів естераз, механізму дії фосфорорганічних інсектицидів показало, що вони повністю тормозили активність всіх ізоферментів АХЕ і ХЕ, а також більшість ізоферментів КЕ. Спільним у механізмі інгібіторної дії інсектицидів було те, що вони мало пригнічували активність ізоферментів АРЕ. Ступінь пригнічення естеразної активності залежить від величини молекулярної маси ізоферменту. Механізм токсикогенної дії інсектицидів обумовлюється, з одного боку, їх стеричними параметрами, а, з другого боку, властивостями ізоферментів з тієї, чи іншої групи естераз.

Для поліпшення агроекологічної ситуації, обґрунтовано рекомендується зменшення інсектицидного навантаження на агроценоз монокультури картоплі. Для цього визначені певні закономірності динаміки щільності популяції КЖ у регіонах з різною польовільгинністю шкідника та найдовшкільніші місця у сезонному розвитку шкідника для ефективного застосування засобів захисту. Запропонована модель довгострокового багатоваріантного прогнозування піків сезонної (субмоделі) шкодочинності личинок та зимуючого запасу імаго КЖ. Модель включає широтве і довготве змінення шкодочинності популяції КЖ в ареалі, вплив природно-кліматичних та мікрокліматичних умов, а також синхронність проведення захисних заходів.

На основі розробленої концепції, моделі пригнічення чисельності популяції КЖ, певних технічних засобів для її реалізації та фінансування, може бути створена деталізована державна (міждержавна) програма боротьби з КЖ в Україні. Реалізація такої програми, при сприятливих обставинах, займе 6-10 років. Кошти на її впровадження будуть не значно перевищувати вартість затрат на щорічний сучасний захист картоплі від КЖ. І ці затрати повністю окупляться через 6-8 років, коли чисельність популяції шкідника в ареалі буде доведена до депресивного стаду і створить не суцільний ареал, а осередковий, де у вогнищах буде незначна чисельність шкідника. Депресивний стан популяції КЖ можна буде успішно контролювати, оскільки площа осередків заселених шкідником може бути доведена до 1-2 % від площі, яку вони займають на теперішній час.

1. Розроблена поточна лінія і біотехнологія для виробництва масової культури хижого клопа периллюса - ентомофага яєць КЖ. Поточна лінія складається з окремих біокліматичних модулів, які є її уніфікованими блоками. В залежності від виробничих потреб, у окремому господарстві можна встановлювати від одного до декількох уніфікованих модулів із спільним блоком управління і таким чином регулювати продуктивність виробництва ентомофагів: потребу в маточній культурі та біоматеріалі для сезонної колонізації.

2. Для вирощування ентомофагів створена ефективна бістехнологія цілорічного отримання яєць КЖ - універсального живителя для багатьох ентомофагів. Основою такої технології є розроблений спосіб реактивації діпаузних імаго КЖ. Реактивацію ведуть за умовами добово-декадного ритму термічного та світлового факторів. Розрахована енергія термічної та фототермічної реактивації, з урахуванням послідовного та безперервного проходження спочатку фізичної, а потім фізіологічної реактивації. Створені математичні моделі даних процесів.

3. Для контролю максимального виходу яєць живителя запропоновано метод побудови таблиць виживання і встановлено основні біологічні характеристики популяції КЖ: чисту швидкість розмноження, час генерації та біотичний потенціал (для лабораторної культури та польової популяції).

4. Розроблені оптимальні параметри техноценозу вирощування хижого клопа периллюса: комплект обладнання, універсальні сажки, щільність при вирощуванні у сажках, інтервали температури, світла (фотоперіод, освітленість, енергетична освітленість, ерітемна УФ-радіація), аеріонізація тощо.

5. У техноценозі периллюса контролюють індукцію діпаузи, діпаузу, реактивацію перезимованих імаго, підготовку до спаровування, спаровування, утримання запліднених самок та одержання яєць, затримку розвитку (яєць, личинок та імаго), інкубацію яєць, утримання личинок та імаго тощо.

У біотехнології периллюса окремо підтримують розведення маточної культури та напрацювання біоматеріалу для сезонної колонізації. Удосконалено спосіб сезонної колонізації хижих клопів в агороценозі картоплі та баклажанів.

6. Розроблені підходи до вивчення механізмів ентомопатогенної дії інсектицидів на фоні бактеріальної інфекції. Виявлено метаболі-

чні закономірності дії інсектицидів в ареалі на членистоногих агроценозу картоплі. Уточнені характеристики фізіолого-біохімічних факторів, що сприяють підвищенню патогенності біопрепаратів. Встановлені ізoferментні мішені токсичної дії інсектицидів на різних видах модельних комах. Показано, що фосфорорганічні інсектициди пригнічують активність малорухливих високомолекулярних ізoferментів естераз, наприклад, АХЕ та ХЕ.

7. При вивченні механізмів ентомопатогенної дії мікробіологічних препаратів встановлено, що у процесі інфекції деформується спектр білків та амінокислот, як гомогенату тіл, так і гемолімфи. Розроблена модель патологічного процесу, що викликається ентомопатогенними бактеріями і виведено формулу показника патогенності біопрепарату. Установлено залежність активності ферменту альдолази від ступеня розвитку патологічного процесу.

8. Розроблена і експериментально обґрунтована концепція зниження шкодочинності популяції КЖ до рівня ЕПШ. Концепція включає систему довгострокового багатоваріантного прогнозування шкодочинності популяції КЖ на основі експоненціальних рівнянь, які описують динаміку сезонної суми ефективних температур та чисельність КЖ.

Запропоновано вихідну узагальнену схему багатоваріантних прогнозувань кількості імаго КЖ на плантаціях картоплі або баклажанів при різних строках початку весняного сезону (рання весна, нормальна весна, пізня весна, екстраординарний сезон тощо).

9. Створена модель пригнічення популяції КЖ за рахунок боротьби з її зимуючим запасом. Установлено, що щільність популяції КЖ - не тільки особин, що живляться, а і зимуючого запасу, є еквівалентом її шкодочинності. Застосування харчових принад для зниження чисельності імаго КЖ, що готуються до діапаузи (восени) та імаго, які перезимували, сприяє зниженню обсягу зимуючого запасу.

Для створення програми боротьби з КЖ у його ареалі, зроблені прогнозні розрахунки поступового зниження кількості імаго при різних рівнях штучно створеної смертності його зимуючого запасу. Програма враховує широтне зміщення настання періоду шкодочинності популяції КЖ. Розроблена модель широтно-довготного зміщення сезонної активності популяції КЖ у його ареалі.

10. Запропонована інтегрована система захисту картоплі та баклажанів від КЖ у регіонах з високою щільністю його зимуючого запасу. Згадана система включає такі захисні заходи: по перезимо-

ваних жуках, що заселяють бадилля картоплі або баклажанів застосовують одну обробку пиретроїдами; при появі перших яйцекладок КЖ проводять сезонну колонізацію хижих клопів периллюса або подізуса, у розрахунок 20-60 тис. особин на 1 га (перший випуск); при невеликій чисельності яець застосовують ще 2-3 випуски ентомофагів; по личинках молодшого віку проводять обробку мікробіологічними препаратами (4-6 кг/га); при потребі, по личинках старшого віку застосовують інсектициди; проти імаго літніх генерацій, що готуються до зимівлі, використовують харчові принади або інсектициди.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

За результатами досліджень у практику можна рекомендувати:

1. Інтегровану систему захисту картоплі та баклажанів від КЖ у регіонах з високою щільністю його зимуючого запасу. Ця система дозволяє вирощувати екологічно чисту продукцію.

2. Багатоваріантне довгострокове прогнозування шкодочинності популяції КЖ, яке забезпечує підвищення імовірності завчасної та достовірної оцінки сезонної шкодочинності КЖ і дозволяє скорочувати число хімічних обробок.

3. Макет біофабрики для напівпромислового розведення хижого клопа периллюса - ентомофага яець КЖ. Запропонована біотехнологія хижих клопів стимулює розробку біологічних методів боротьби з цим шкідником. Встановлені ключові фактори управління розведенням периллюса, що підвищує продуктивність розведення та агресивність ентомофага.

4. Аналітичні експрес-методи для інтенсифікації лабораторних робіт (експрес-метод електрофорезу білків при патогенезі інфікованих комах, визначення числа молекул білків у зоні на елфограмі, координатний метод визначення локалізації амінокислот при двовимірному розділенні тощо).

5. Систему експрес-оцінки ефективності мікробіопрепаратів - при їх виробництві та перед застосуванням у господарствах. Для чого використовують модель ентомопатогенного процесу, показник патогенності біопрепарату та динаміку тест-ферменту альдолази.

6. Потужність одного модуля напівпромислової біотехнології безперервного отримання яець КЖ дає можливість підтримувати масове розведення периллюса для захисту 2-5 га картоплі - за 2-3 випуски при сезонній колонізації.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Мікроелектрофоретичне розділення та ідентифікація естераз центральної нервової системи личинок *Musca domestica* L. / ОДИНЦОВ В.С., ХАРСУН А.И., ПЕТРЕНКО В.С. // ДАН УССР. - 1971. - № 3. - С. 261-264.
 2. Сравнительное изучение эстераз у представителей различных семейств двукрылых / ОДИНЦОВ В.С., ХАРСУН А.И., ПЕТРЕНКО В.С. // Журнал эволюц. биохим. и физиол. - 1971. - т. VII. - № 4. - С. 346-349.
 3. Ферменты-мишени воздействия фосфорорганических инсектицидов при метаморфозе мух. / ОДИНЦОВ В.С., ПЕТРЕНКО В.С., ТЕРТЫШНЫЙ В.Н., ХАРСУН А.И. - // Физиологически активные вещества. Респ. жонвед. сб. - 1972. - вып. 4. - С. 23-28.
 4. ХАРСУН А.И. Действие фосфорорганических инсектицидов на изоферменты эстераз насекомых отр. Двукрылых. // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Кишинев. - 1972. - 18 с.
 5. ХАРСУН А.И., ЛИПУГА Н.И. Изучение механизма действия некоторых фосфорорганических инсектицидов на эстеразы личинок комнатных мух. // Физиологически активные вещества. - К. - 1972. - С. 35-40.
 6. ХАРСУН А.И., САНИН В.А., ПРОТОПОПОВА Г.В. Изоферменты эстераз злаковой тли *Shysaphis graminis* Rond. // ДАН УССР. - 1972. - № 3. - С. 844-847.
 7. ХАРСУН А.И. Изоферменты эстераз митохондрий комнатных мух. // Изв. АН МССР (сер. биол.). - 1974. - № 5. - С. 65-70.
 8. ХАРСУН А.И. Изоферменты эстераз в онтогенезе комнатных мух. // Изв. АН МССР (сер. биол.). - 1974. - № 4. - С. 18-24.
 9. ХАРСУН А.И. Изучение действия фосфорорганических инсектицидов на изоферменты эстераз кровососущих комаров и мошек. // VIII научная конференция паразитологов УССР. - К. - 1975. - С. 312.
 10. ХАРСУН А.И. Арилэстеразы паразитических насекомых. // Паразиты животных и растений. - Кишинев. - 1975. - С. 169-179.
- II. ХАРСУН А.И. Координатный метод определения локализации аминокислот при двухмерном разделении. // Изв. АН МССР (серия биол.). - 1975. - № 6. - С. 80.

12. ХАРСУН А.И. Действие фосфорорганических инсектицидов на изоферменты эстераз кровососущих комаров и мошек. //Паразиты теплокровных животных Молдавии. - Кишинев.- 1976.- С. 72-76.

13. ХАРСУН А.И.,КАРПЕНКО Н.Г. Изучение трофической цепи некоторых паразитических членистоногих в связи с применением инсектицидов. //Паразиты теплокровных животных Молдавии. - Кишинев.- 1976.- С. 68-71.

14. ХАРСУН А.И. Определение числа молекул в зонах на элфограмме. //Изв. АН МССР (серия биол.).- 1976.- N 2.- С. 82.

15. ХАРСУН А.И. Бёлки антенн озимой совки как вероятные рецепторы. //Изв. АН МССР (серия биол.).- 1976.- N 5.- С. 90-91.

16. ХАРСУН А.И.,ВИНОКУРОВ Н.Б. Сезонная динамика амилазной активности коциднеллид. //Изв. АН МССР (серия биол.).- 1976.- N 4.- С. 65-70.

17. ХАРСУН А.И.,ВИНОКУРОВ Н.Б. Паразиты, хищники и болезни коциднеллид. //Экто- и эндопаразиты животных Молдавии. - Кишинев.- 1977.- С. 76-99.

18. ХАРСУН А.И. Определение молекулярного веса и числа молекул во фракциях элфограмм пораженных тканей. //VIII Всесоюз. конференция фитогельминтологов. - Кишинев.- 1976.- С. 38-39.

19. ХАРСУН А.И.,СПАССКИЙ А.А. Некоторые вопросы биохимии паразитизма бактерий у насекомых. //Успехи соврем. биол. - 1976.- т. 83.- N 3.- С. 432-441.

20. ХАРСУН А.И. Определение показателя патогенности бакпрепаратов для инфицированных насекомых. //Доклады ВАСХНИЛ.- 1977.- N 6.- С. 21-22.

21. ХАРСУН А.И. Действие фосфорорганических инсектицидов на изоферменты эстераз насекомых отр. Двукрыльц. //Дис. ... канд. биологич. наук. - Кишинев.- 1972.- 160 с.-Деп. в ВИНТИ.- 1972. N 378 деп.

22. ХАРСУН А.И. Биохимия насекомых.- Кишинев.- 1976.- 332 с.

23. ХАРСУН А.И.,ТРЕГУБЕНКО Е.С. Лабораторное и полупромышленное разведение паразитов тлей и их хозяев. //Изв. АН МССР (серия биол.).- 1976.- N 1.- С. 62-66.

24. ХАРСУН А.И.,ТРЕГУБЕНКО Е.С. Влияние биологических

факторов на полупромышленное разведение паразитов тлей. //Изв. АН МССР (серия биол.).- 1976.- № 3.- С. 51-55.

25. ХАРСУН А.И., ТРЕГУБЕНКО Е.С. Биологические особенности перепончатокрылых паразитов тлей. //Экто- и эндопаразиты животных Молдавии. - Кишинев.- 1977.- С. 99-117.

26. ХАРСУН А.И., КУТАХ Г.И. Некоторые биохимические и физико-химические методы экспресс-анализа. - М. - 1980.- 60 с. - Депонировано в ВИНТИ.- 1980.- № 2018-80 деп.

27. ХАРСУН А.И., КУТАХ Г.И. Биохимическое изучение совместного действия инсектицидов и микробиопрепаратов. - М. - 1981.- 10 с. - Деп. в ВИНТИ.- 1981.- № 500-81 деп.

28. ХАРСУН А.И., КУТАХ Г.И. Белки гемолимфы гусениц яблонной плодовой в процессе токсикоза на фоне энтомобактериоза.- М. - 1981.- 8 с. - Деп. в ВИНТИ.- 1981.- № 499-83 деп.

29. ХАРСУН А.И. Ультразвуковая дефектоскопия ранних стадий инсектицидного отравления на фоне бактерицидной инфекции. //I Всесоюз. биофизич. съезд. Тезисы докладов и стендовых сообщений. М. - 1982.- т. III.- № 2302.- С. 320.

30. Ультразвуковая дефектоскопия - способ раннего обнаружения поврежденных посевов. /СОЛОМКИН В.И., КУТАХ Г.И., ХАРСУН А.И. //I Всесоюз. биофизич. съезд. Тезисы докладов и стендовых сообщений. - М.- 1982. - т. III. - № 2285.- С. 80.

31. ХАРСУН А.И., СПАСКИЙ А.А., ФИЛИППОВ Н.А. Закономерность сезонного смещения в ареале онтогенеза колорадского жука. //Интегрированная защита с.-х. растений. - Кишинев.- 1986.- С. 48-63.

32. ХАРСУН А.И., ШИЛОВСКАЯ Н.А. Таблицы выживания *Agria sutor* при разведении лабораторной культуры. //Тезисы I Всесоюзной конф. "Промышленное разведение насекомых"- М. - 1986.- С. 50.

33. ХАРСУН А.И., ШИЛОВСКАЯ Н.А., КОЛЕСНИЧЕНКО Л.И. Таблицы выживания периллуса при лабораторном разведении. //Тезисы I Всесоюзной конф. "Промышленное разведение насекомых" - М. - 1986.- С. 51.

34. ХАРСУН А.И., БОЙКО Н.Г. Обоснование оптимальной нормы выпуска периллуса для защиты раннего картофеля от колорадского жука. //Картоплярство. Респ. межвод. темат. науч.-технич. сборник. - К. - 1987. - вып. 18. - С. 30-34.

35. ХАРСУН А.И., БОЯКО Н.Г., ЕРХАН П.Г. Биотическая потенция колорадского жука и энтомофага хищного клопа периллуса. //Картоплярство. Респ. межвед. темат. науч.-технич. сборник. - К. 1990.- вып. - 21. - С. 51-57.

36. ХАРСУН А.И., ХЛИСТОВСКИЙ Е.Д. *Agma sylvos F.* //Культуры насекомых и клещей в СССР. - М. - 1988. - С. 67.

37. ХАРСУН А.И. *Perillus bioculatus Fabr.* //Культуры насекомых и клещей в СССР. - М. - 1988. - С. 72.

38. Колорадский жук - *Leptinotarsa decemlineata.* /ХАРСУН А.И., КЛИМЕЦ Е.П., ОБЧИННИКОВА Н.А., МОГИЛЬСКАЯ Г.В. //Культуры насекомых и клещей в СССР. - М. - 1988. - С. 119.

39. ХАРСУН А.И., СОКОЛОВА З.И., РАСНИЦЫН С.П. *Culex pipiens molestus Forsk.* //Культуры насекомых и клещей в СССР. - М. 1988. - С. 76.

40. Комнатная муха *Musca domestica L.* /ХАРСУН А.И., СИМОНЕНКО Н.И., ЧЕРНЫШ С.И., ДАНИЛИКИНА Е.Н. и др. //Культуры насекомых и клещей в СССР. - 1988. - С. 281.

41. ХАРСУН А.И. *Schönbaueria mathissenii End.* //Культуры насекомых и клещей в СССР. - 1988. - С. 283.

42. ХАРСУН А.И. *Diaeretiella rapae M'Int., Lisiphlebus fabarum March.* //Культуры насекомых и клещей в СССР. - 1988. - С. 232, 233.

43. ХАРСУН А.И. Диурально-декадная ритмичность абиссы для лабораторной культуры хищного клопа периллуса - энтомофага яиц колорадского жука. //Тезисы докл. II Всесоюзн. конф. по промышленному разведению насекомых. - М. - 1989. - С. 71.

44. ХАРСУН А.И. Круглогодичный цикл получения свежих яиц колорадского жука. //Тезисы докл. II Всесоюзн. конф. по промышленному разведению насекомых. - М. - 1989. - С. 101-102.

45. ХАРСУН А.И. Круглогодичное получение яиц колорадского жука (Методические рекомендации). - Кишинев. - 1990. - 18 с.

46. ХАРСУН А.И., КИРИЯК В.М., ЕРХАН П.Г. Энергетическая освещенность - ключевой фактор выживаемости периллуса. //Сборник научных трудов Кишиневского с/х института. - Кишинев. - 1991. - С. 48-53. Депонат Молд. ИНИТИ.

47. ХАРСУН А. И., КИРИЯК В.М., ЕРХАН П.Г. Вистехнология полу-

промислового виробництва периллюса - ентомофага яєць колорадського жука. //Сборник научных трудов Кишиневского с/х института. - Кишинев.- 1991.- С. 54-58. Депонат Молд.ИНИТИ.

48. ХАРСУН А.І. Реактивація імаго колорадського жука в біотехнології його ентомофага - периллюса. //Картоплярство. Респ. міжвід. темат. наук. збірник. - К. - 1993.- № 24.- С. 67-69 .

49. ХАРСУН А.І., ПЕНТКОВСКАЯ Э., БОНДАРЕНКО Л.М. Колонізація на картоплі хижих клопів проти колорадського жука. //Картоплярство. Респ. міжвід. темат. наук. збірник.- К. - 1993. - № 24.- С. 70-72 .

50. ХАРСУН А.И., ИСАЧЕНКО Т.П., ВОЛКОТРУБ Э.Н. Элементы экологически безопасной защиты посевов раннего картофеля и баклажан от колорадского жука в зонах с высоким зимующим запасом. //Тезисы II Краснодарской науч.-практической конф. "Перспективы применения новых химич. средств защиты против вредителя, болезней растений и сорной растительности и охрана окружающей среды".- Краснодар.- 1991.- с. 73-74.

51. ХАРСУН А.І. Контроль та прогноз щільності популяції колорадського жука. - К. - 1992.- 80 с.

52. Методичні рекомендації по розведенню великої воскової молі універсального живителя ентомофагів. /ХАРСУН А.І., ПАДІЯ М.М., ПЕНТКОВСКАЯ Э., ЕРХАН П.Г.- К.- 1992.- 32 с.

53. ХАРСУН А.І., ХАРСУН В.А. Зниження чисельності зимуючого запасу імаго колорадського жука удосконаленням методом харчових принад. //Картоплярство. Респ. міжвід. темат. наук.-техніч. збірник. - К.- 1994. - вип. 28 - С. 98-101.

54. Елементи напівпромислової технології розведення клопа периллюса - ентомофага колорадського жука. /ХАРСУН А.І., БУЧАЦЬКИЙ Л.П., ПАДІЯ М.М., ХАРСУН В.А. //Картоплярство. Респ. міжвід. темат. наук.-техніч. збірник. - К. - 1994. - вип. 28 - С. 101-103.

55. KHARSUN A.I. Pathogenicity index of microbiological preparations used to control harmful arthropodae. //Soviet agricultural sciences (Doklady VASKHNIL).- 1977.- № 6.- p. 27-29.

АВТОРСЬКІ СВДОЦТВА

56. ХАРСУН А.И. Способ обратимой задержки развития периллюса. Охраняемый документ Госкомизобретений СССР № 4725346/13(104172).

57. ХАРСУН А.И., ЕРХАН П.Г. Способ фотостимуляции периллюса. А. с. СССР N 1738195.

58. ХАРСУН А.И. Поточная линия для производства энтомофагов. Охранный документ Госкомизобретения СССР N 4771007/15(137499).

59. ХАРСУН А.И. Способ разведения периллюса. А. с. СССР N 1738190.

60. ХАРСУН А.И. Устройство для изучения подвижности насекомых. А. с. N 1788102.

61. ХАРСУН А.И. Устройство оценки реактивности периллюса. Охранный документ Госкомизобретения СССР N 4815591/15(029800).

62. ХАРСУН А.И. Способ разведения яиц паразитов колорадского жука. А. с. СССР N 1717037.

63. ХАРСУН А.И. Способ реактивации имаго колорадского жука. Охранный документ Госкомизобретения СССР N 4883312/13(042180).

64. ХАРСУН А.И. Способ разведения яиц паразитов колорадского жука. Охранный документ Госкомизобретения СССР N 4918275/13(018890).

65. ХАРСУН А.И. Биотехнология разведения периллюса - энтомофага яиц колорадского жука. Охранный документ Госкомизобретения СССР N 4928722/13(030245).

AB 31.265