

УДК 595.7.084

©1997г О.З. ЗЛОТІН, Ю.Д. БОЙЧУК, О.В. БЕЗЪЯЗИЧНА

ДІАГНОСТИКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА З ВИКОРИСТАННЯМ КОМАХ ЯК БІОІНДИКАТОРІВ

Головною сучасною небезпекою для біосфери є посилення негативного антропогенного впливу на неї. Перш за все, воно виявляється в подальшому інтенсивному забрудненні довкілля пестицидами, солями важких металів, органічними сполуками та радіонуклідами. Зміни, що виникають внаслідок цього в екосистемах, істотні, тривалі у часі і в більшості випадків незворотні; спостерігаються значні зрушення біологічної рівноваги, в подальшому - зменшення біорізноманіття, порушення вікових циклів кругообігу речовин у біосфері.

Існуючі традиційні методи слідкування за станом навколишнього середовища не відповідають сучасним вимогам обліку ресурсів біосфери і потребують удосконалення. Як альтернатива цим методам, в умовах антропогенного впливу на природу, почала розвиватися концепція екологічного моніторингу.

Комахи є одним з важливих компонентів біотопів, на частку яких припадає 80 % видів тварин. Організація ентомологічного моніторингу, розробка об'єктивних критеріїв оцінки стану природних популяцій комах, допоможе здійсненню регіонального комплексного екологічного моніторингу.

В основі ентомологічного моніторингу лежить чітке уявлення про роль тих чи інших видів комах у певних екосистемах. В особливу групу контролю входять види, що найбільш чутливо реагують на антропогенні зміни в біогеоценозах (шкідники до цієї групи не належать).

Використовуючи ентомобіоіндикатори (їхні фізіологічні індикаторні ознаки) можна виявити зрушення в екосистемах на дуже ранніх стадіях, коли вони ще не проявилися у вигляді морфологічних і структурних змін. Це, як правило, дуже незначні зрушення, які не діагностуються іншими методами.

При ентомоіндикації стан екосистем визначається порівнянням стану індикаторів - відхиленням їх індикаційних ознак від фонового (оптимального стану). Різде відхилення фізіологічних індикаційних ознак і майже фонове значення екологічних свідчить про ранні негативні зрушення в екосистемах.

Ентомобіоіндикатори мають багато переваг перед іншими методами екологічного моніторингу. Вони сумують всі без винятку важливі дані про стан навколишнього середовища і відображають динаміку негативних впливів на нього. При їх використанні стає необов'язковим застосування трудомістких фізичних і хімічних методів для вимірювання біологічних параметрів. Комахи чутливо реагують на короткочасні і одноразові викиди токсикантів різного походження в навколишнє середовище, які не може зареєструвати автоматична система контролю. Ентомобіоіндикатори вказують місця скопичення різного роду забруднень в екосистемах, їх ступінь шкідливості для живих організмів і можливі шляхи надходження цих агентів в продукти харчування людини.

Види комах відрізняються між собою різною чутливістю до змін середовища, мають неоднакову здатність до біокумуляції різних речовин. Проводячи контроль середовища, відбирають види - біоіндикатори для тривалих спостережень. Відібрані за певними критеріями види не зможуть виконувати свої біоіндикаційні функції до тих пір, поки не будуть ретельно вивчені їхні морфологічні, біохімічні, генетичні та популяційні параметри.

Для отримання об'єктивних результатів ентомологічного моніторингу необхідно створити інтегровану програму досліджень по цьому питанню. Важливою умовою успішного розвитку порівняно нового напрямку слідкування за середовищем є розробка, уніфікація і оптимізація принципово нових методів визначення екологічних показників популяцій комах на різних фазах градаційного циклу. Першочерговим завданням є обґрунтування критеріїв і розробка методів кількісної оцінки антропогенного впливу за станом ентомофауни на екосистеми і ступеня трансформації останніх. Назріла істотна потреба для впровадження нових методів обробки і

аналізу отримуваної інформації на базі застосування сучасної комп'ютерної техніки, створення інформаційних банків.

Методологія такого моніторингу повинна базуватися на моделюванні досліджуваних процесів, використанні математичних методів прогнозу.

Для комплексної оцінки стану навколишнього середовища ми рекомендуємо (базуючись на особистих дослідженнях) проводити спостереження за комахами в наступних аспектах (Злотін, Бойчук, 1995):

- елементарною одиницею екологічного моніторингу повинна бути популяція;
- об'єктами ентомологічного моніторингу повинні бути не тільки окремі види, але і їхні екологічні угруповання, тісно пов'язані з певними типами біогеоценозів;
- досліджувані території повинні районуватися на ландшафтно-екологічній основі;
- пункти контролю мають відображати інформацію адекватно стану популяції в цілому, а не тільки вибрану її частину;
- якість прогнозів визначається тим, наскільки глибоко досліджувалася природна мінливість екологічних процесів;
- підвищує ефективність ентомологічного моніторингу поєднання ентомобіоіндикації з іншими методами оцінки стану середовища;
- природні цикли динаміки всього ентомокомплексу взятої екосистеми виявляють шляхом проведення тривалих, багаторічних спостережень за популяціями комах;
- як основний показник стану ентомофауни беруть інтегрований критерій - динаміку популяцій, точніше середній рівень чисельності ряду модельних видів, до якого входять основні таксономічні групи комах. Вибір останніх проводять на основі їхнього господарського значення, ступеня вивченості і функцій в біогеоценозі. Спостереження ведуть за трьома градаціями антропогенного навантаження - слабкому, середньому і сильному;
- ретельно збирають відомості про видовий склад ентомокомплексу і через кожні 5 років проводять повторну інвентаризацію ентомофауни;
- щорічно ведуть облік рідкісних і зникаючих видів комах, оцінюють їх чисельність в багаторічному розрізі;
- формують ентомологічні колекції для подальшого слідування за видовими змінами ентомокомплексу;
- складають фазові портрети комах і аналізують їх. Фазовий портрет - графічна інтерпретація щільності популяції і коефіцієнта розмноження. На основі фазових портретів переходять до імітаційного моделювання багаторічної динаміки окремих видів комах і популяцій комах в біогеоценозах;
- виконують кількісний аналіз популяцій комах на основі ентропійного показника їх видового різноманіття і чисельності окремих видів. Ентропійні показники можуть бути використані для аналізу структури ентомокомплексу в осередках різного типу і кількісної оцінки процесів, що визначають ландшафтно-екологічну специфіку багаторічної динаміки комах біогеоценозу, що досліджується;
- контроль за генетичною структурою природних популяцій проводять шляхом визначення співвідношення та динаміки фенотипів особин, які складають популяцію;
- застосовують методи оцінки популяцій за неадекватністю реакції на різні фактори середовища (чутливість до феромонів, інсектицидів, патогенів, термогігрофотофакторів);
- використовують біохімічні критерії оцінки імунної відповіді організму комах на негативні впливи зовнішнього середовища;
- проводять лабораторні штучні вигодівлі комах для оцінки життєздатності, визначення стадії розвитку і прогнозу змін чисельності.

У зв'язку з тим, що для популяцій комах найбільшу небезпеку становлять не тривалі, поступові зміни чисельності, а короточасні, що викликаються катастрофічними факторами, серед яких найбільш сильним елімінуючим фактором є інсектициди, важливим завданням було розробити універсальний біоіндикатор для визначення залишкових кількостей інсектицидів в навколишньому середовищі.

Для біологічних методів визначення залишків інсектицидів раніше був запропонований ряд видів комах - кімнатна муха *Musca domestica* L., плодова мушка-дрозофіла *Drosophila melanogaster* Mg., личинки японського жука *Popillia japonica* Newm, молоді прусаки *Blattella germanica* L., жуки малого борошняного хрущака *Tribolium confusum* Dav., медоносна бджола *Apis mellifera* L. та ін. Проте такий досить дорогий метод не знайшов широкого використання, оскільки потребує спеціального розведення культур комах на штучному кормі, клімакамер для їх утримання, ретельного догляду за культурою. Крім того, значна гетерогенність культур мала негативний вплив на точність визначення токсичних залишків.

Нами вперше для біологічних методів визначення залишкових кількостей інсектицидів запропоновано використання шовковичного шовкопряда як високочутливого до токсичної дії, зручного у роботі біоіндикатора, який не має означених вад. Як відомо, шовковичний шовкопряд є єдиним видом комах з детальною дослідженістю біології і екології, можливістю цілорічного розведення в лабораторних умовах. Вид в умовах техноценозу представлений численими породами і гібридами, включаючи породи, мічені за статтю. Удосконалені методи тривалої затримки розвитку гусени дають унікальну можливість одержувати необхідну кількість високооднорідного біоматеріалу (одного часу виходу із гусени, можлива диференціація за статтю, використання різних порід і гібридів) у будь-який час протягом року без спеціального розведення у культурі; на період досліджень біоіндикатор не потребує корму (Злотин, 1989).

Визначення токсичних залишків запропоновано проводити на гусені першого віку, відразу після виходу із гусени. В дослідях використовують метод «сухої плівки», при якому біоіндикатор контактує з плівкою токсичних речовин, яку одержують випаровуванням екстрактів, що містять інсектициди. Такий метод якнайбільш підходить для визначення сучасних інсектицидів, 95 % із яких мають виражену контактну активність. Для приваблення гусені шовковичного шовкопряда і забезпечення тривалого контакту з обробленими екстрактом поверхнями, запропоновано використовувати екстракт листків шовковиці.

Дослідження по визначенню чутливості відродженої гусені шовковичного шовкопряда до токсичної дії були проведені на двох групах інсектицидів, які в наш час найбільш поширено використовуються в сільському господарстві України - синтетичних піретроїдах (препарати децис, фастак, карате, рипкорд, арріво) і фосфорорганічних (препарати фозалон, метафос, фосфамід), що були взяті в концентраціях значно менших максимально допустимого рівня за санітарно-гігієнічною регламентацією. Статистичну обробку даних проводили методом пробіт-аналізу.

Токсикологічні експерименти підтвердили виняткову чутливість відродженої гусені шовковичного шовкопряда до присутності в екстрактах найменших кількостей інсектицидів (від 0,01 мг/кг для синтетичних піретроїдів, і 0,1 мг/кг для фосфорорганічних препаратів). Чутливість різних порід і гібридів шовковичного шовкопряда дещо відрізняється, але у межах однієї породи або гібриду спостерігається чітка залежність динаміки загибелі гусені від концентрації інсектицидів, що надає можливість з достатнім ступенем точності визначати кількість токсичних залишків, виходячи з загибелі в еталонних зразках, що містять відому кількість інсектицидів (Злотин, Без'язична, 1994).

При використанні шовковичного шовкопряда як біоіндикатора вперше з'являється можливість одержання однорідного біоматеріалу певної статі - окремо ліній самиць і самців, завдяки породам, міченим за статтю на стадії яйця. Нами експериментально встановлено, що самці шовковичного шовкопряда більш чутливі до дії інсектицидів, ніж самиці.

Суттєвий вплив на хід визначення залишків інсектицидів мають наступні фактори:

- умови і час проведення досліджень, тривалість контакту біоіндикатора з токсичною речовиною;
- наявність коекстрактивних речовин, екстрагованих з дослідних зразків, що можуть впливати на показник токсичності інсектицидів для біоіндикатора;
- можливість випадкового забруднення контрольного, або дослідного зразків при відборі проб, підготовці до аналізу, екстракції, або самому визначенні;
- ступінь однорідності і чутливості біоматеріалу.

При використанні шовковичного шовкопряда для біоіндикації інсектицидів, велике значення мають спостереження за різницею, відміченою в характері отруєння гусені, а також часі настання загибелі, в залежності від групи інсектицидів.

У дослідях з розчинами фосфаміду загибель гусені наступала внаслідок прискореної втрати рідини через кишковий тракт, розмір гусені наполовину зменшувався, вона майже муміфікувалася.

В залежності від концентрації інсектицидів (від 0,05 мг/л до 1,0 мг/л), загибель наставала за 1 - 2 доби, або розтягувалася до 3 - 4 діб. Отруєння гусені мало незворотний, поступовий характер, починалося повільно, темп загибелі зростав прямопропорційно вмісту токсичних сполук. Під дією синтетичних піретроїдів з перших годин спостерігалася збудження гусені, виділення із кишкового тракту рідини, втрата рухомості, тіло гусені втрачало пружність, приймало характерну S-подібну форму. В залежності від концентрації інсектицидів спостерігалися зворотні та незворотні форми отруєння. Загибель наставала протягом 2 - 8 годин. Відмічена різниця в картині загибелі гусені може бути використана для можливої ідентифікації невідомих залишків інсектицидів та встановлення їх належності до тієї чи іншої хімічної групи.

Висока чутливість запропонованого біоіндикатора, зручність у роботі, можливість одержання біоматеріалу протягом року без спеціального розведення в культурі, утримання без корму дуже вигідно характеризує запропонований метод біоіндикації для проведення широкого контролю за станом навколишнього середовища на предмет виявлення можливого інсектицидного

забруднення в системі екологічного моніторингу за станом популяції комах.

Як правило, залишки інсектицидів в об'єктах довкілля є багатокомпонентною сумішшю продуктів розкладу і метаболітів різноманітних препаратів, які відносяться до різних класів органічних сполук. Це найбільш актуально для об'єктів, які є кінцевими резервуарами інсектицидів - ґрунту, води, рослинного і тваринного світу. Кінцеві продукти метаболізму можуть містити реакційно здатні групи, які дають ті ж самі хімічні реакції, як і вихідні сполуки, але в той час вони можуть мати значно меншу токсичність. З іншого боку, інсектициди можуть претворюватися у більш токсичні метаболіти, які не мають взаємодії з реагентами, що застосовують для визначення похідних речовин при хімічних методах, що призводить до помилок в ході хімічного аналізу залишків інсектицидів. У цьому випадку застосування біологічних методів встановить реальну токсичність залишків інсектицидів в об'єктах довкілля. Причому, якщо загальна токсичність залишків інсектицидів низька, можна обмежитися тільки біологічними випробуваннями. При виявленні значної кількості залишків токсичних речовин, обов'язково потрібно проводити контрольні аналізи, засновані на інших принципах.

Здійснення ентомологічного моніторингу в системі комплексного екологічного моніторингу сприятиме оперативній і надійній індикації небажаних відхилень, що виникають в навколишньому середовищі під впливом антропогенних факторів. Отримувана інформація допоможе своєчасному прийняттю екологічно обґрунтованих заходів по нормуванню допустимих параметрів навантажень на екосистеми, збереженню їх стабільності та оптимізації загального екологічного стану в Україні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Злотін О.З., Бойчук Ю.Д. Ентомоіндикація стану навколишнього середовища в системі комплексного екологічного моніторингу // Зб. наук. праць природничого ф-ту ХДПУ ім. Г.С. Сковороди. - 1995. - Вип.1. - С. 57 - 60.
- Злотин А.З. Техническая энтомология. - Киев: Наук. думка, 1989. - 183 с.
- Злотін О.З., Без'язична О.В. Новий тест-об'єкт для біологічної оцінки залишкових кількостей інсектицидів // Доповіді АН України. - 1994. - № 3. - С. 175 - 177.

Харьковский госпедуниверситет им. Г.С.Сковороды, Украина

O.Z. ZLOTIN, Yu.D. BOYCHUK, O.V. BEZYAZYCHNAYA

DIAGNOSTICS OF ENVIRONMENTAL ECOLOGICAL CONDITION BY USING INSECTS AS BIOINDICATORS

Kharkov State Pedagogical University, Ukraine

SUMMARY

Some problems of organizing regional complex entomological monitoring are considered in the article. Several concrete objective criteria to estimate environmental pollution by the state of natural populations of insects have been worked out, and an effective bioindicator for determining insecticide residues in biocenoses is presented.