



MINISTERUL AGRICULTURII ȘI DEZVOLTĂRII RURALE

DIRECȚIA PENTRU AGRICULTURĂ JUDEȚEANĂ IAȘI
B-dul Ștefan cel Mare și Sfânt, nr. 13
IAȘI, cod poștal - 700064

Telefon: 0232/255958
E-mail: dadr.is@madr.ro
www.dajiasi.ro

UTILIZAREA ȘI BENEFICIILE CAPCANELOR CU FEROMONI

INTRODUCERE

Reproducerea reprezintă una dintre funcțiile esențiale ale organismelor vii, având ca scop transmiterea materialului genetic de la o generație la alta. În ecologie și biologia evoluției, succesul reproductiv al unui individ se reflectă în numărul de urmași fertili integrați în populație. Indivizii care dețin trăsături avantajoase adaptativ au o probabilitate mai mare de supraviețuire și reproducere, iar în timp frecvența acestor caractere crește în fondul genetic al populației.

Competiția pentru reproducere generează o presiune evolutivă suplimentară: accesul la parteneri. Astfel apare selecția sexuală, un mecanism particular al selecției naturale, care favorizează indivizii capabili să își maximizeze șansele de împerechere (Darwin, 1871). Selecția sexuală include atât competiția directă între indivizi de același sex, cât și evoluția unor semnale care cresc atractivitatea față de sexul opus. Manifestările selecției sexuale diferă considerabil între specii. La unele specii, masculii concurează prin confruntări fizice, unde forța, dimensiunea sau rezistența devin factori favorizanți. În alte cazuri, selecția este mediată de semnale non-agresive, precum coloritul, bioluminescența, sunetele sau ritmurile de semnalizare. În numeroase ecosisteme, selecția sexuală nu se bazează însă predominant pe semnale vizuale sau acustice, ci pe un limbaj chimic: feromonii.

REZULTATE

Feromonii – limbaj chimic intraspecific

Feromonii sunt semnale chimice utilizate pentru comunicarea între indivizi ai aceleiași specii (comunicare intraspecifică). Termenul a fost introdus formal de Karlson și Lüscher, descriind feromonii ca substanțe eliberate în exterior de un individ și care, la recepție, produc un răspuns specific la conspecifici (Wyatt, 2014).

În cazul insectelor, feromonii pot acționa:

- la distanță (molecule volatile, detectate în aer, care formează „pluma feromonală”);
- la distanță mică (orientare fină);
- prin contact (molecule prezente pe cuticulă sau depuse pe substrat).

În practică (protecția plantelor), cele mai utilizate sunt semnalele de tip „releaser“ (comportamentale) pentru că pot fi exploatate direct în monitorizare și control comportamental (Wyatt, 2014; Witzgall et al., 2010).

Tipuri de feromoni la insecte

Feromonii nu reprezintă un singur „tip de miros“, ci un set de semnale cu funcții distincte, cu relevanță ecologică și aplicativă în protecția plantelor (Wyatt, 2014; Cardé & Millar, 2004; Witzgall et al., 2010; Coman et al., 2025). Pentru compoziții feromonale specifice speciilor și informații despre semiochimicale utilizate în atracție/repulsie poate fi consultată baza de date The Pherobase.

Feromonii sexuali

În cazul multor specii de insecte, femelele emit feromoni sexuali, semnale chimice care circulă în aer și care îi anunță pe masculii din zonă că sunt receptive. Aceste molecule nu sunt hormoni în sensul biologic clasic (care acționează în interiorul organismului), ci semnale chimice transmise între indivizi din aceeași specie, motiv pentru care sunt numite semnale intraspecifice.

Eficiența semnalului emis de femelă este un factor decisiv în succesul reproductiv. Cu cât pista chimică este mai clară, mai stabilă în aer și detectabilă de la distanțe mai mari, cu atât cresc șansele ca masculii să localizeze femela rapid, iar cei care ajung primii au prioritate la împerechere.

La rândul lor, masculii depind de performanța sistemului olfactiv. Dacă femela este „emițătorul“, masculul funcționează ca un „receptor biologic“ care detectează și urmărește semnalul. Cu cât antenele olfactive sunt mai sensibile și mai eficiente în interpretarea direcției semnalului, cu atât masculul își crește avantajul în cursa reproducerii. Competiția există astfel pe două planuri: masculii concurează pentru a găsi sursa semnalului, iar femelele concurează indirect prin calitatea și momentul emiterii

feromonilor, pentru a deveni femela detectată cu prioritate. În final, reproducerea este câștigată de indivizii care comunică chimic mai eficient, iar acest lucru decide cine își transmite genele mai departe în populație.

În majoritatea aplicațiilor agricole, feromonii sexuali sunt utilizați pentru atragerea masculilor în capcane (monitorizare) sau pentru perturbarea orientării (dezorientare sexuală) (Wyatt, 2014; Witzgall et al., 2010; Coman et al., 2025).

Feromonii de agregare. Feromonii emiși de insecte sunt diverși ca mesaj și efect, fiecare fiind rezultatul unei adaptări evolutive fine. Pe lângă feromonii sexuali care ajută la întâlnirea partenerilor pentru împerechere, o altă categorie importantă este cea a feromonilor de agregare, utilizați în practică mai ales în silvicultură. Feromonii de agregare funcționează ca un semnal de „convocare“, atrăgând un număr mare de indivizi ai aceleiași specii (masculi și femele) spre o zonă favorabilă, de regulă un arbore sau un areal potrivit pentru hrănire și colonizare. Avantajul evolutiv este clar: insectele care se adună rapid pe o gazdă cu resurse bune au șanse mai mari să copleșească apărarea gazdei prin atac sincronizat, să își instaleze galeriile sau cuiburile și să își asigure reproducerea. În natură, acest comportament de atac în masă decide cine reușește să ocupe habitatul înaintea concurenților. Feromonii de agregare sunt importanți în special la unele coleoptere (ex. gândaci de scoarță) și pot fi exploatați în monitorizare prin atracțanți și capcane adecvate (Cardé & Millar, 2004; Wyatt, 2014). Capcanele folosite în ferme sau păduri speculează exact acest comportament. Ele nu doar „imită un miros“, ci transformă atracția chimică într-un instrument de măsurare a presiunii populației. Când insectele se adună pe capcană, fermierul sau consultantul vede cât de mare e pericolul, când începe zborul și cât de repede crește populația, ceea ce ajută la decizii reale: dacă e nevoie de intervenție, în ce perioadă și cu ce intensitate. În cazul feromonilor de agregare, capcana devine un indicator al atacului în grup, arătând exact dinamica unei specii care în natură ar concura să colonizeze gazda cu prioritate.

Feromoni de marcarea (marking pheromones). Feromonii de marcarea semnaleză utilizarea unei resurse și contribuie la reglarea densității populației la nivel micro-ecologic. Ei pot avea mai multe funcții:

- feromoni de marcarea a ovipoziției, care descurajează depunerea suplimentară de ouă în același loc și reduc competiția larvară;
- feromoni de marcarea a hranei sau a gazdei, care indică faptul că o resursă a fost deja exploatată sau ocupată (Wyatt, 2014).

Un exemplu relevant în pomicultură este musca cireșelor (*Rhagoletis cerasi*). După depunerea oului, femela aplică pe suprafața fructului un semnal chimic de marcarea a ovipoziției (oviposition marking pheromone – OMP). Acest semnal este perceput de alte femele și reduce probabilitatea ca ele să depună ouă în același fruct. Din perspectivă ecologică, mecanismul limitează competiția dintre larve și crește șansa de supraviețuire a descendentei primei femele. Din perspectivă aplicativă, înțelegerea acestor semnale deschide direcții interesante pentru strategii comportamentale de tip „push“, bazate pe imitarea sau amplificarea mecanismelor naturale de evitare.

Feromoni de alarmă. Feromonii de alarmă sunt semnale chimice eliberate în situații de pericol și care declanșează reacții rapide de evitare sau dispersie la indivizi ai aceleiași specii (Wyatt, 2014). Un exemplu familiar vine din experiența noastră: mulți dintre noi am gustat o zmeură sau o cireșă „vizitată“ de o ploșniță și ne amintim mirosul înțepător, respingător. La ploșnițe, precum *Halyomorpha halys*, compușii volatili eliberați când insecta este deranjată au rol defensiv față de prădători, dar pot funcționa și ca feromoni de alarmă, determinând dispersia rapidă a conspecificilor. Astfel, ceea ce percepem ca „miros neplăcut“ este, în realitate, parte dintr-un sistem de comunicare chimică menit să crească șansele de supraviețuire ale speciei.

Feromoni de recunoaștere (identitate și apartenență). Semnale chimice, frecvent percepute prin contact direct, care permit recunoașterea speciei, a partenerului, a apartenenței la colonie sau a statutului social al individului (Vasian et al., 2018; Wyatt, 2014). Un exemplu clasic este cel al albinelor (*Apis mellifera*), unde indivizii sunt capabili să recunoască dacă o albină aparține sau nu coloniei lor. Această recunoaștere se bazează în principal pe profilul chimic de la suprafața corpului (hidrocarburi cuticulare), care funcționează ca o „semnătură“ specifică stupului. Albinele străine sunt detectate la intrarea în colonie și pot fi respinse de albinele gardian.

Feromoni de reglare socială (regină–lucrătoare–puiet). Feromoni specifici eusocialității care influențează organizarea coloniei și dezvoltarea reproductivă a indivizilor (Wyatt, 2014). Un exemplu reprezentativ este cel al albinelor (*Apis mellifera*). În colonie, matca este singura femelă cu aparat reproducător complet dezvoltat și capabilă să depună ouă. Lucrătoarele sunt, din punct de vedere genetic, tot femele, însă dezvoltarea și activitatea ovarelor lor sunt inhibitate prin semnale chimice produse de regină. Acești feromoni mențin coeziunea socială și stabilitatea funcțională a stupului.

Când au fost descoperiți feromonii și cum a început folosirea lor

Cu mult înainte ca știința să aibă metodele necesare pentru a izola și descrie feromonii, oamenii au observat comportamente greu de explicat la insecte și au început să își pună întrebări despre felul în care masculii își găsesc femelele. Observațiile empirice ale mai multor naturaliști au arătat, cu mult înainte ca fenomenul să fie înțeles chimic, că la unele insecte masculii reușeau să își schimbe comportamentul în prezența unei femele, chiar atunci când aceasta nu putea fi detectată prin văz sau auz. În unele dintre aceste observații, femelele erau plasate în recipiente sau cutii care limitau complet contactul vizual și izolau orice posibil indiciu sonor, iar masculii aceleiași specii ajungeau totuși să se agite în jurul aceluși loc, insistând în mișcare, ca și cum ar fi știut că acolo se află o parteneră. La acel moment, totul părea inexplicabil. Întrebarea era simplă și puternică: „Cum a putut masculul să identifice prezența femelei, dacă nu o vede și nu o aude?” Un reper major în ecologia chimică este izolarea și caracterizarea bombykolului, feromon sexual la *Bombyx mori*, publicată de Butenandt și colaboratorii săi (Wyatt, 2014). Biologic, feromonii sexuali influențează direct succesul reproductiv: femela optimizează compoziția și momentul emiterii, iar masculul depinde de sensibilitatea și performanța sistemului olfactiv pentru detectare și orientare (Coman et al., 2025). Această descoperire a demonstrat pentru prima dată că insectele folosesc un limbaj chimic real, bazat pe molecule volatile din aer și a deschis drumul utilizării feromonilor ca instrument în protecția culturilor, prin monitorizare și controlul comportamentului dăunătorilor.

În România, activitatea Centrului de Producție Feromoni, din cadrul Institutului de Cercetări în Chimie „Raluca Ripan” (UBB) este prezentată ca având un portofoliu de peste 60 de produse, iar producția de produse feromonale este menționată ca fiind unică în țară (Universitatea Babeș-Bolyai, 2021). Pe pagina Centrului este menționat explicit că prima marcă de produs feromonal înregistrată în 1980 a fost atraPOM, utilizată pentru viermele merelor (*Cydia pomonella*) (Centrul de Producție Feromoni ICCRR–UBB, n.d.). În literatura internațională, *Cydia pomonella* reprezintă un model major pentru aplicarea feromonilor în monitorizare și dezorientare sexuală, bazat pe feromonul sexual.

Feromonii sexuali – utilizarea acestora în protecția plantelor

Capcanele cu feromoni – monitorizare + captura în masă (mass trapping)

Capcanele feromonale sunt utilizate în protecția plantelor pentru monitorizarea zborului, a debutului activității adulților și a dinamicii populației, sprijinind decizii de management integrat (Witzgall et al., 2010; EPPO, 2019; Coman et al., 2025). În ultimii ani, capcanele au evoluat spre sisteme digitale, cu camere și transmisie de date, care pot sprijini numărarea și identificarea semi-automată a capturilor și pot crește rezoluția temporală a monitorizării (Preti et al., 2021).

În anumite sisteme, densități adecvate de capcane pot contribui la reducerea populației adulte înainte de împerechere. Eficiența depinde de biologia dăunătorului, tipul culturii și densitatea capcanelor (Coman et al., 2025).

Structura unei capcane feromonale

O capcană feromonală este formată din două componente principale: dispozitivul fizic de captare – partea vizibilă, construită pentru a reține insectele atrase. În funcție de model, aceasta poate fi: panouri, plăci sau benzi adezive cu clei, care capturează insectele la contact; capcane tip „pâlnie”, „delta”, „cutie”, prevăzute cu orificii sau fante de intrare și un sistem intern, care împiedică ieșirea insectelor după ce au intrat.

Momeala cu feromon – sursa de semnal chimic. Aceasta poate fi introdusă în capcană sub mai multe forme, cel mai des sub forma unui dop, capsule sau septuri impregnate cu feromon, care se plasează în interiorul capcanei sau direct pe suprafața adezivă, în cazul panourilor simple cu clei; sub forma unor dispenserii cu eliberare controlată, care difuzează treptat feromonul în aer, asigurând o durată de acțiune mai lungă și o distribuție constantă a semnalului.

Cum funcționează în teren

După amplasare, feromonul creează un „nor” de semnal chimic care atrage insectele din specia țintă. Insectele intră în capcană ghidate de acest semnal și sunt reținute de sistemul de captare. Capcanele sunt utilizate în principal pentru monitorizare. Aceste date permit adoptarea unor decizii precise de management integrat: momentul optim al tratamentelor, evaluarea presiunii de infestare, verificarea eficienței măsurilor aplicate și reducerea intervențiilor inutile. În unele situații, când sunt puse în număr suficient de mare, capcanele cu feromoni pot fi folosite și pentru captură în masă, reducând direct populația de adulți înainte ca aceștia să se împerecheze sau să depună ouă. Totuși, rolul lor cel mai important rămâne monitorizarea, pentru că transformă zborul insectelor în date reale, măsurabile, care arată presiunea din teren.

Pentru ca o strategie de captură în masă să funcționeze, numărul de capcane trebuie adaptat, iar acesta depinde de:

- tipul exploatației (livadă, seră, solar, cultură de câmp);
- biologia dăunătorului vizat,
- raza de acțiune a momelii feromonale.

Nu există un număr universal valabil, fiecare specie și fiecare fermă cer o densitate proprie de capcane, iar scopul final este mereu același: să prindem inteligent și să decidem informat, nu să tratăm la întâmplare.

Principii de amplasare corectă a capcanelor: se instalează în zone reprezentative ale parcelei sau livezii, nu doar la margine; se poziționează la înălțimea preferată de zbor a speciei (diferită între molii, gândaci sau alte insecte); se ține cont de direcția curenților de aer dominanți, astfel încât semnalul feromonal să fie purtat prin cultură și nu dispersat rapid în afara acesteia; se evită amplasarea în zone cu vânt puternic constant sau expunere excesivă la soare, unde feromonul se degradează mai repede și insectele tranzitează fără a se orienta; se verifică periodic, de regulă săptămânal sau chiar mai des în perioadele critice; momelile se înlocuiesc conform duratei de activitate a fiecărui tip de dispenser.

Dezorientarea sexuală (mating disruption)

Dezorientarea sexuală se bazează pe saturarea mediului cu feromon sintetic pentru a perturba orientarea masculilor și a reduce întâlnirea cu femelele reale. Principiile, reușitele și constrângerile acestei strategii sunt prezentate în sinteza clasică Witzgall et al. (2010) și standardele EPP0 (EPP0, 2019; EPP0, 2025). Practic, masculii multor insecte își găsesc femelele urmărind câmpul volatil tridimensional al feromonului sexual, detectat cu antenele lor olfactive. Ca să înțelegem mai simplu, să ne imaginăm un mascul într-o cameră complet întunecată, unde singurul reper este un mic LED aprins – el se va orienta după acea lumină slabă, pentru că nu are alt punct de ghidare, dar dacă iluminăm întreaga cameră cu o lumină mult mai intensă decât LED-ul, reperul real se pierde „în zgomot“, iar orientarea către sursă devine imposibilă. Confuzia sexuală se bazează pe distribuția feromonilor sexuali sintetici printr-o rețea densă de puncte de eliberare, pentru a crea în cultură un nor chimic aproape uniform, care bruiază calculul direcției. Masculii percep semnalul, intră în comportament intens de căutare, dar primesc micro-reperi contradictorii, ceea ce scade drastic întâlnirile cu femelele reale, reduce împerecherea și, implicit, numărul de ouă fertile din generațiile următoare. În natură, feromonii sexuali reprezintă un avantaj evolutiv, facilitând localizarea rapidă a partenerilor și reproducerea eficientă. În agricultură, același mecanism este convertit într-un instrument de management comportamental: nu eliminăm insecta prin efect toxic, ci îi limităm reproducerea prin alterarea canalului de comunicare chimică intraspecifică, reducând presiunea populației fără a afecta organismele non țintă și fără a introduce reziduuri în recoltă. Această strategie nu înlocuiește monitorizarea clasică, ci o potențează. Capcanele feromonale amplasate corect rămân esențiale pentru a cuantifica dinamica zborului, debutul activității adulților, vârful de generație și pragurile de alertă, în timp ce confuzia sexuală reduce „motorul“ reproducerii. Folosite complementar, cele două componente susțin una dintre cele mai precise și eficiente abordări din managementul integrat al dăunătorilor, fundamentată pe biologia reală a speciei, microclimatul local și pragurile de risc, nu pe intervenții calendaristice sau dependența exclusive de insecticide.

Digitalizarea capcanelor și aportul AI în decizie

Protecția plantelor intră într-o etapă în care decizia este tot mai puțin reactivă și tot mai mult predictivă. Capcanele feromonale evoluează rapid spre sisteme digitale, iar inteligența artificială devine stratul de interpretare care transformă datele brute din teren în informații cu valoare operațională imediată.

Capcanele digitale de ultimă generație sunt proiectate să furnizeze imagini și date de capturi într-un flux continuu. Peste acest flux, modelele AI de tip computer vision pot număra automat insectele capturate și pot identifica specia țintă pe baza caracterelor morfologice vizibile în imagini, folosind rețele neuronale antrenate pe seturi de imagistică, etichetate și validate taxonomic. Algoritmii pot integra apoi dinamica zborului cu datele climatice locale (temperatură, umiditate, viteza vântului, precipitații) și cu fenologia culturii, generând rapoarte, alerte și recomandări adaptate specific fiecărei ferme. Valoarea AI în acest context vine din două atribute esențiale: precizia și viteza. Analiza este realizată în timp real, iar fermierul nu mai depinde exclusiv de observațiile discontinue din câmp, ci de un sistem care îi oferă trasabilitate pe generații, vârful de zbor, ferestre critice de reproducere și perioade de risc maxim de infestare. Chiar și în acest model digital, specialistul sau consultantul rămâne un nod critic al deciziei agronomice. Rolul său nu este diminuat, ci reconfigurat: el validează ipotezele generate de AI, ajustează recomandările în funcție de contextul local al fermei și traduce decizia în acțiuni corecte de implementare: alegerea soluțiilor de control, momentul aplicării și poziționarea lor în tehnologia de cultură. Energia expertului se mută dinspre verificări manuale repetitive spre optimizarea strategiei și managementul riscului. Capcanele cu

feromoni, conectate cu AI, nu reprezintă doar un instrument de detecție, ci un sistem de cunoaștere continuă a dăunătorului. În practică, această combinație înseamnă mai puțin scouting la întâmplare, timing mai bun al intervențiilor, costuri reduse, mai puține tratamente inutile și un control al populației bazat pe biologia reală a insectei, nu pe calendar. Este un pas decisiv către protecția plantelor ghidată de date, în care decizia se bazează pe semnal, context și predicție, nu doar pe reacție.

Motivul pentru care feromonii sunt acceptați în agricultura ecologică

Sistemele de captare utilizate frecvent în protecția culturilor (panouri colorate adezive, capcane luminoase, atractanți alimentari sau volatili generic) funcționează pe stimuli fizici sau chimici cu spectru larg. Din această cauză, ele pot captura atât insecte dăunătoare, cât și insecte utile, inclusiv polenizatori sau entomofauna cu rol de control biologic. În agricultura ecologică, unde conservarea biodiversității funcționale este un principiu de bază, selectivitatea instrumentelor de monitorizare devine esențială. Capcanele cu feromoni se disting prin selectivitate biologică ridicată (semnal intraspecific) și lipsă de toxicitate, fiind compatibile cu principiile agriculturii ecologice și ale managementului integrat al dăunătorilor (Witzgall et al., 2010; European Commission, 2024; Coman et al., 2025). Mai mult, feromonii nu au acțiune toxică. Ei intervin exclusiv asupra comportamentului (orientare, localizare și reproducere) fără a afecta fiziologia plantelor sau viabilitatea organismelor non-țintă. Din această perspectivă, feromonii sunt compatibili cu agricultura ecologică și cu managementul integrat al dăunătorilor, deoarece nu reduc diversitatea ecologică prin mortalitate accidentală și nu dezechilibrează relațiile dintre specii. Un alt argument major pentru acceptarea lor în sistemele ecologice este profilul de siguranță pentru mediu.

Feromonii utilizați în capcane sunt:

- netoxici pentru sol, apă și aer;
- lipsiți de efecte de fitotoxicitate;
- nu generează reziduuri în recoltă, fie că este vorba de fructe, legume sau struguri.

Selectivitatea biologică, lipsa toxicității și absența reziduurilor fac din feromoni unul dintre puținele instrumente de protecția plantelor care controlează specia, nu ecosistemul. Această abordare face ca impactul asupra mediului să fie minim, iar precizia de control să fie maximă, exact ceea ce agricultura ecologică își propune să atingă: intervenții limitate, inteligente și direcționate, bazate pe biologia reală a dăunătorului, nu pe eliminarea întregii entomofaune.

Capcanele cu feromoni cresc riscul de acumulare a dăunătorilor în cultură? Mīt vs. realitate. Îngrijorarea este justificată: introducerea unui semnal de atragere poate crea impresia că aducem dăunătorii spre cultură. În majoritatea sistemelor agricole bazate pe feromoni sexuali, momeala este însă utilizată fie pentru interceptarea masculilor și transformarea zborului în date cuantificabile (monitorizare), fie pentru scăderea ratei de împerechere prin captură în masă și/sau confuzie sexuală. Aceste utilizări sunt considerate aplicații standard ale feromonilor în protecția plantelor (Witzgall et al., 2010; Coman et al., 2025). Clarificarea esențială este următoarea: feromonii sexuali sintetici folosiți în capcane atrag exclusiv masculii speciei țintă. Femelele nu sunt atrase de feromonii sexuali și nu își modifică direcția de zbor în funcție de aceste momeli. Pagubele economice în culturi (fructe, frunze sau lăstari în livezi și organe aeriene la legume) sunt provocate de larve, iar acestea provin din ouăle depuse de femele, după împerechere. Feromonii din capcane sunt formulați și dozați pentru a genera un semnal mult mai puternic și mai stabil decât cel emis natural de femele. Acest lucru face ca masculii din cultură și din proximitatea ei să fie interceptați eficient de capcană, urmând un stimul chimic pe care îl recunosc, dar care îi conduce într-un punct de captare, nu spre femela reală. Prin urmare, chiar dacă un număr mare de masculi este „chemat“ din zonă, ei ajung să fie capturați sau dezorientați, ceea ce duce la scăderea ratei de împerechere.

CONCLUZII

Feromonii transformă biologia dăunătorului în avantaj operațional: monitorizarea devine măsurare, iar măsurarea devine decizie. Capcanele feromonale și confuzia sexuală susțin un management integrat fundamentat pe semnal și fenologia reală a speciei, cu selectivitate ridicată și fără reziduuri (Witzgall et al., 2010; Coman et al., 2025). Calea spre o agricultură mai curată nu înseamnă să tratăm mai mult, ci să înțelegem mai bine.

Când folosim ceea ce știm despre biologia dăunătorilor (reproducere, orientare și momentele lor de vulnerabilitate) putem reduce numărul aplicărilor de pesticide fără a pierde controlul în cultură. Rețelele de monitorizare sunt instrumentul esențial: transformă semnalul din câmp în decizii precise, la momentul potrivit. Agricultura viitorului va fi câștigată de cei care aleg informația înaintea reacției, prevenția înaintea excesului, iar biologia insectei înaintea calendarului de tratamente.

BIBLIOGRAFIE

1. Cardé, R. T., & Millar, J. G. (Eds.), 2004. *Advances in Insect Chemical Ecology*. Cambridge University Press; Cambridge.
2. Coman, L., Mara, A., Bunescu, H., Vasian, I., Gorgan, M., & Florian, T., 2025. The role, importance and use of insect pheromones in plant protection. *Hop and Medicinal Plants*, 33(1–2), 1–13. Editura AcademicPres, Cluj Napoca.
3. Preti, M., Verheggen, F., & Angeli, S., 2021. Insect pest monitoring with camera-equipped traps: strengths and limitations. *Journal of Pest Science*, 94, 203–217. Editura: Springer Nature, Heidelberg.
4. Vasian, I., Oprean, I., Florian, T., & Oltean, I., 2018. *Ecomoni utilizați în protecția plantelor*. Editura Bioflux, Cluj Napoca.
5. Witzgall, P., Kirsch, P., & Cork, A., 2010. Sex pheromones and their impact on pest management. *Journal of Chemical Ecology*, 36(1), 80–100. Editura Springer, New York.
6. Wyatt, T. D., 2014. *Pheromones and Animal Behavior: Chemical Signals and Signatures* (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge.

Materialul este diseminat prin site-ul instituției.

30.03.2026

Elena Georgescu