

MARIO SOLINAS\*

## Il controllo delle infestazioni entomatiche con mezzi chimici

### PREMESSA

È noto che l'equilibrio biologico negli ecosistemi terrestri, naturali o antropizzati, rappresentati graficamente dalla cosiddetta "piramide ecologica", è assicurato dai meccanismi omeostatici a feed-back che regolano lo sviluppo della biomassa nei tre principali livelli trofici (1° - accumulatori: piante; 2° - consumatori primari: fitofagi; 3° - consumatori secondari: zoofagi).

Ecologicamente parlando, le infestazioni di insetti fitofagi alle colture, altro non sono che esplosioni demografiche di una o più specie di consumatori primari ("2° livello trofico"), provocate dall'alterazione dei rapporti naturali di biomassa tra consumatori primari e accumulatori vegetali (1° livello trofico) ovvero, più semplicemente, dalle modificazioni quali/quantitative arrecate alla fitomassa con la coltivazione. Modificazioni qualitative: sostituzione di un grande numero di piante spontanee locali con una o poche specie coltivate (e particolarmente idonee allo sviluppo demografico delle specie fitofaghe infestanti); e quantitative: eccezionale sviluppo della fitomassa che diventa risorsa alimentare sovrabbondante per detti fitofagi.

In quest'ottica, gli interventi in difesa delle colture dalle infestazioni di insetti fitofagi non mirano al fine (semplicistico e fallimentare, come dimostrato dall'uso indiscriminato di insetticidi chimici di sintesi nell'ultimo mezzo secolo: Solinas, 2003) di eliminare completamente e definitivamente tali insetti, bensì al controllo demografico dei medesimi, onde contenerli (o riportarli) al di sotto di determinati livelli (soglie economiche) di popolazione.

\* *Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali, Università degli Studi di Perugia*

## STATO DELL'ARTE

I metodi di difesa entomologica delle piante con mezzi chimici attualmente in uso sono tutti dichiaratamente basati su principi di “compatibilità ecologica” e di “sostenibilità economica”, ma ciò può essere ritenuto valido in riferimento alle modalità più che ai mezzi di intervento. Questi, infatti, si prestano con difficoltà a essere qualificati di per sé “ecocompatibili”, specialmente se si parla di insetticidi chimici di sintesi. È certamente più corretto definirli, eventualmente, “a basso impatto ambientale”. Ma anche questa definizione rimane generica, se mancano precisi punti di riferimento, ordinariamente rappresentati dai ben noti “effetti collaterali indesiderabili” dell’uso ripetuto di mezzi chimici sulle colture, e comunemente identificati come tossicità verso gli operatori dei trattamenti, residui tossici nelle derrate alimentari, resistenza e risorgenza demografica dei fitofagi dannosi, e riduzione dell’entomofauna utile.

I principi attivi chimici “tradizionali”, pur mostrando tra loro differente efficacia insetticida (talora più o meno volutamente scambiata per selettività) nei confronti dei diversi gruppi di insetti, esercitano tutti azione biotossica sostanzialmente universale. Le potenzialità innovative di questi mezzi, nel senso di una riduzione dell’impatto ambientale, sono dunque da ricercare soprattutto nelle possibilità che essi offrono di venire usati con strategie d’impiego che ne abbassano detto impatto adeguatamente, e compatibilmente con la sostenibilità economica dell’intervento. E ciò risulta sempre più fattibile mediante l’applicazione di strumenti affidabili di campionamento e monitoraggio in tempo reale dei livelli di popolazione dei fitofagi interessati e dei loro regolatori demografici naturali; come pure mediante particolari tecnologie formulative dei coadiuvanti (purtroppo, non sempre innocui, anzi talvolta più pericolosi del principio attivo stesso) per migliorare nel formulato caratteristiche importanti come ritenzione, bagnatura, distribuzione, penetrazione e assorbimento della sostanza attiva; e con l’introduzione nei formulati stessi di attrattivi specifici per il fitofago e/o repellenti per gli insetti utili.

Negli ultimi tempi, tuttavia, l’industria chimica sta cercando di produrre anche nuove molecole insetticide con potenzialità innovative basate su possibilità intrinseche di ovviare in tutto o in parte agli effetti collaterali sopra menzionati, e in particolare ai fenomeni della resistenza diretta e/o crociata agli insetticidi da parte dei fitofagi più dannosi. E ciò è reso possibile grazie all’applicazione da parte dei chimici delle importanti conoscenze di base accumulate soprattutto negli ultimi decenni sulla fisiologia biochimica degli

insetti (del sistema nervoso in particolare), unitamente a quelle più generali sulle “interazioni insetti-piante”.

Nonostante i grandi progressi dei mezzi biologici e biotecnici, e a parte gl’insetticidi organici di origine vegetale, il cui impiego è praticamente limitato alle cosiddette “agricolture alternative” (“agricoltura biologica”, in particolare), il modesto uso di oli minerali detti “di nuova generazione” ma sostanzialmente non nuovi, e i mezzi (metodi?) agroecologici (“Biodiversità vegetale e controllo dei fitofagi”, *sensu* Altieri et al., 2003), molto promettenti ma ancora in fase pionieristica, la difesa delle coltivazioni dalle infestazioni entomatiche risulta ancora in massima parte (oltre il 90% a livello mondiale) affidata agli insetticidi organici di sintesi, ai quali pertanto si continua a guardare in attesa di valide innovazioni.

Per i principi attivi dei gruppi tradizionali (fosfororganici, carbammati e piretroidi, principalmente), le potenzialità innovative risultano limitate alle strategie d’impiego dei medesimi soprattutto per cercare di contenerne i riflessi negativi sull’entomofauna utile, mentre rimangono grossi limiti, ad esempio, per quanto riguarda la resistenza dei fitofagi dannosi, data la comunanza dei meccanismi di azione dei fosfororganici e della maggioranza dei carbammati (e dunque la facilità di far emergere resistenze crociate) e le difficoltà di ricorrere al cambio frequente dei principi attivi, aggravate dalla drastica riduzione del numero di detti principi ancora disponibili (Direttiva europea 91/414).

Particolare interesse e notevoli aspettative destano un certo numero di principi attivi di recente formulazione, in quanto presentano bassa tossicità per mammiferi e altri gruppi animali “non target” e meccanismi di azione biotossica alquanto differenziati tra loro e rispetto ai gruppi insetticidi più comuni in commercio. Ciò che permette un più efficace controllo della resistenza normale ai singoli principi attivi (mediante l’uso alternativo dei medesimi) e minori rischi di resistenze crociate.

Si riporta appresso come esempio una breve rassegna di tali prodotti (in ordine alfabetico: Clorantraniliprole, Emamectina benzoato, Flonicamid, Metaflumizone, Spiromesifen), così come sono stati presentati alle Giornate Fitopatologiche 2008 (sia pure con un prudentiale “beneficio d’inventario” da parte del sottoscritto circa i giudizi di merito non sempre disinteressatamente espressi dagli oratori in quell’importante assise) e che meritano particolare attenzione per le riportate caratteristiche di basso impatto ambientale.

***Chlorantraniliprole*** (Bassi et al., 2008) è il primo membro di una nuova classe di insetticidi, le ammidi dell’acido antranilico (Cordova et al., 2006), scoperta e sviluppata dalla Dupont (Rynaxypyr®). Questo prodotto

ha un'azione biotossica nuova (gruppo 28 nella classificazione IRAC): bersaglio molecolare sono i canali ionici del calcio presenti sulle fibre muscolari, definiti "recettori rianodinici" (RyRs) per la loro affinità verso l'alcaloide di origine vegetale "rianodina". Il prodotto si lega ai citati recettori molecolari del reticolo sarcoplasmico, attivando il rilascio incontrollato degli ioni calcio nel citosol e quindi l'esaurimento del loro stock. Ciò provoca l'arresto immediato delle normali contrazioni muscolari, con sintomi di atassia seguiti da paralisi e morte. La paralisi è quasi immediata e determina la rapida interruzione dell'attività trofica, da pochi minuti a qualche ora dopo l'ingestione. La morte dell'insetto interviene normalmente 24-72 ore dopo l'assunzione della sostanza attiva (Cordova et al., 2006).

Il prodotto ha una bassa solubilità in acqua (a 20°C: 1,0 mg/l) e nella maggior parte dei solventi organici.

Sulle piante trattate si comporta come citotropico transaminare e debolmente sistemico per via acropeta.

Gli insetti s'intossicano principalmente per ingestione e secondariamente per contatto.

Il prodotto ha una tossicità acuta molto bassa per i mammiferi (orale DL50 ratto: >5000 mg/kg; dermale DL50 ratto: >5000 mg/kg), non è irritante né sensibilizzante per gli occhi e per la pelle. Anche la tossicità cronica è molto bassa, come basso è il bioaccumulo potenziale (logaritmo del coefficiente di partizione ottanolo/acqua: 2,76); non ha potenziale mutagenicità (testi di Ames: negativi), né effetti embriotossici o cancerogeni.

La combinazione di bassa tossicità e basse dosi d'impiego (10-60 g di p. attivo/ettaro) offre margini di sicurezza in termini di esposizione degli operatori e di contaminazione alimentare.

Il prodotto risulta efficace contro importanti fitofagi appartenenti a diversi ordini d'insetti (lepidotteri, coleotteri, ditteri) in applicazioni fogliari su colture frutticole, orticole, vite e mais (Bassi et al., 2007).

I risultati dei test registrativi indicano un impatto molto basso del prodotto su mortalità e riproduzione di organismi utili quali lombrichi (*Lumbricus terrestris*), api, acari predatori (*Typhlodromus pyri*), imenotteri parassitoidi (Braconidae, Aphidiidae, Trichogrammatidae, Aphelinidae), coleotteri (Coccinellidae), neurotteri (Chrysopidae), eterotteri (Anthorcoridae, Nabidae, Lygaeidae), ditteri (Syrphidae), in condizioni di laboratorio e di campo, con risultati che indicano impatto basso o nullo in base alla classificazione OILB degli effetti (Marchesini et al., 2008).

Chlorantraniliprole ha una bassa tossicità acuta, cronica, alimentare e riproduttiva per la fauna selvatica (uccelli, pesci e mammiferi). Pure bassa è la

tossicità per alghe e piante acquatiche quali *Lemna* spp. È invece tossico per l'indicatore invertebrato acquatico *Daphnia magna*. Il prodotto e i suoi metaboliti non hanno effetti negativi sui microrganismi del suolo.

La via primaria di degradazione è chimica e dà luogo a un metabolita principale biologicamente inattivo e non lisciviabile. Il prodotto si degrada nel terreno secondo un'emivita variabile da < 2 a 12 mesi negli studi standard. La degradazione del prodotto nel terreno è positivamente correlata alla temperatura e non è influenzata dal pH. L'emivita risulta sempre più breve in presenza della coltura.

***Emamectina benzoato*** (Liguori et al., 2008) è un insetticida di derivazione naturale appartenente alla famiglia chimica delle avermectine e sviluppato da Syngenta Crop Protection AG (Affirm®). Le prime avermectine furono isolate già negli anni '70 dai prodotti di fermentazione del microrganismo del terreno *Streptomyces avermitilis*.

La sostanza attiva agisce stimolando il rilascio del neurotrasmettitore Acido Gamma-Amino-Butirrico (GABA) a livello delle cellule nervose inibitorie. Ciò causa un continuo flusso di ioni cloro nelle cellule del muscolo e il conseguente blocco della contrazione con conseguente arresto dell'alimentazione e paralisi nel giro di poche ore.

Per questo suo particolare meccanismo di azione biotossica, Emamectina benzoato non presenta resistenza crociata con gli insetticidi attualmente disponibili per la lotta contro i lepidotteri fitofagi (Reyes et al., 2007), verso i quali la forma salificata del prodotto (15-30 g di p.a./hl) manifesta una potente attività larvicida in diverse colture agrarie frutticole, orticole e vite (Dybas e Babu, 1988; Lasota e Dybas, 1991).

Il prodotto ha una solubilità scarsa in acqua (0,31 g/l a 25°C) ma notevole nei solventi organici (toluene 20,0 g/l; cicloesano 0,23 g/l).

Penetra negli insetti per contatto e per ingestione di tessuti vegetali avvelenati.

Viene assorbito rapidamente dalla vegetazione, manifestando proprietà translaminari, mentre la parte di prodotto che rimane sulla superficie delle piante trattate, viene rapidamente degradata per fotoossidazione fino a livelli non tossici (Ishaaya et al., 2002). La fotolisi è molto rapida anche nel terreno (emivita dichiarata: 5 giorni); ed essendo praticamente immobile non presenta rischi di percolazione nella falda.

Emamectina benzoato viene dato come mediocrementemente tossico per i mammiferi (DL50 orale acuta: 76-89 mg/kg ratto; DL50 dermale acuta: > 2000 mg/kg coniglio), ma notevolmente tossico per le api esposte direttamente al trattamento e per gli organismi acquatici.

Dato il rapido assorbimento nella vegetazione e la veloce fotodegradazione sulla superficie vegetale, il prodotto si presta bene all'impiego strategico per trattamenti selettivi nei confronti degli organismi ausiliari (entomoparassitoidi e predatori).

**Flonicamid** (Nieto J. e Simonetta F., 2008) è una nuova molecola della famiglia chimica delle piridinecarbrossamidi, proveniente dalla ricerca ISK (Morita et al., 2000; Laurentie e Morita, 2005) e commercializzata dalla ISK Biosciences Europe S.A. Il principio attivo non è neurotossico e agisce per un meccanismo d'azione non ancora bene identificato ma comunque non rappresentato da alcun'altra famiglia chimica di insetticidi, e pertanto particolarmente idoneo a essere utilizzato in strategie antiresistenza.

Risulta particolarmente attivo per contatto e per ingestione su insetti ad apparato boccale pungente succhiante (Afdi e Aleirodidi). L'esposizione a flonicamid provoca negli insetti bersaglio un'immediata cessazione dell'attività trofica (entro la prima ora dall'esposizione) e la conseguente morte per disidratazione (nei successivi 2-4 giorni seguenti al trattamento), sia negli stadi adulti che in quelli preimmaginali.

Flonicamid viene assorbito dalle piante trattate per via fogliare o radicale, e traslocato per via xilematica verso l'apice del germoglio. Ha dimostrato particolare efficacia nel controllo di alcune importanti specie di afidi non facili da contenere su melo (*Dysaphis plantaginea*) e su pesco-nettarine (*Myzus persicae* e *Myzus varians*).

Il prodotto è inodoro, relativamente solubile in acqua (5,2 g/l a 20°C), e alquanto fotostabile ( $\geq 3$  gg a 100.000 lux).

Flonicamid non ha dimostrato effetti negativi su di un'ampia varietà di artropodi utili, quali Imenotteri impollinatori (*Bombus terrestris* e *Apis mellifera*); e regolatori demografici naturali di afidi: Acari Fitoseidi (*Amblyseius degenerans*, *Phytoseiulus persimilis* e *Typhlodromus pyri*) su Tripidi; Eterotteri Antocoridi (*Anthocoris femoralis*) su Psilla; Imenotteri (*Aphidius colemani*) su Afdi; Coleotteri (*Atheta coriaria*) su Tripidi e (*Coccinella septempunctata*) su Afdi; Neurotteri (*Chrysoperla carnea*) su Afdi; Ditteri (*Episyrphus balteatus*) su Afdi; Eterotteri Miridi (*Macrolophus caliginosus*) su Aleirodidi.

Il prodotto presenta bassa tossicità verso i mammiferi (Orale DL50 ratto maschio: 884 mg/kg; Orale DL50 ratto femmina: 1768 mg/kg; Dermale DL 50 ratto >5000 mg/kg); non produce irritazione oculare né cutanea (su coniglio); non risulta teratogeno e non presenta mutagenicità (Ames Test: negativo).

Esito favorevole hanno dato anche i test sulla tossicità verso organismi acquatici come pesci (Trota arcobaleno - *Oncorhynchus mykiss*: CL50, 96 h >100

mg/l; Pesce Persico - *Lepomis macrochirus*: CL50, 96 h >100 mg/l; Cipriodonte - *Cyprinodon variegatus*: CL50, 96 h >120 mg/l), Daphnia (*Daphnia magna*: EC50, 48 h >100 mg/l), alghe (EC50, 72 h >100 mg/l), Lenticchia d'acqua (*Lemna* sp.: EC50, 7 giorni >119 mg/l); e verso uccelli selvatici (Germano reale: acuta LD50, 2621 su maschio e 1591 su femmina mg/kg p.c.; Germano reale: dieta CL50 >5000 mg/kg dieta).

Flonicamid si degrada nel suolo a opera di batteri con una emivita di 1,1 giorni. Il principio attivo per le sue caratteristiche non presenta rischi di contaminazione delle acque superficiali e di falda.

**Metaflumizone** (Marchi et al., 2008) è un nuovo insetticida appartenente alla famiglia chimica dei semicarbazoni (Jose et al., 2007), cosviluppato dalle industrie Basf e Nihon Nohyaku, caratterizzato da un'azione biotossica non riscontrata finora in altri prodotti. Il sito bersaglio del principio attivo non è stato ancora identificato, tuttavia è stata evidenziata la sua azione sul sistema nervoso dell'insetto, dove blocca i canali del sodio della membrana neuronale, provocando inattivazione dei neuroni con conseguente "paralisi rilassata" dell'insetto. Questo cessa di alimentarsi dopo 15 minuti - 12 ore dall'applicazione e muore nel giro di 1-72 ore.

Sperimentazioni condotte in laboratorio e in campo avrebbero evidenziato l'assenza di fenomeni di resistenza crociata con altre famiglie chimiche, quali carbammati, fosfororganici, piretroidi, neonicotinoidi, benzoiluree, ossadiazine e spinosine.

Si tratta di un insetticida ad ampio spettro di azione e media persistenza (attività residuale fino a 7-10 giorni), particolarmente efficace nel controllo della Dorifora della patata (*Leptinotarsa decemlineata*) su patata e melanzana, di *Heliothis* sp. su melanzana, di *Heliothis armigera*, *Pieris brassicae* e *Plutella xylostella* su cavoli, di *Heliothis armigera* su pomodoro, di *Agrotis* spp., *Heliothis armigera* e *Autographa gamma* su lattuga.

Metaflumizone viene assorbito prontamente dai tessuti della pianta trattata, mentre presenta scarsa mobilità all'interno della medesima. Inoltre presenta un'elevata affinità per lo strato ceroso che riveste la superficie della pianta.

La tossicità acuta del prodotto verso i mammiferi è abbastanza bassa (orale DL50 (ratto) >2000 mg/kg (maschi/femmine; dermale DL50 (ratto) >4000 mg/kg (maschi/femmine), e non risulta irritante cutaneo (coniglio), né cancerogeno, teratogeno o mutageno. Test su Germano hanno riportato (acuta orale DL50 > 2000 mg p.a./kg bw).

Studi condotti in laboratorio e in pieno campo ne hanno dimostrato un basso impatto verso lombrichi (CL50, 14 g > 1000 mg p.a./ kg suolo), insetti

impollinatori (*Apis mellifera*: 48 h contatto DL50 (protocollo US EPA)\* > 106 µg p.a./ape; 96 h contatto DL50 (protocollo EU)\*\* > 1,65 µg p.a./ape; 96 h orale DL50 (protocollo EU) > 2,43 µg p.a./ape), e regolatori demografici naturali (*Amblyseius sp.*, *Crysopa sp.*, *Geocoris sp.*, *Nabis sp.*, *Orius sp.*, *Trichogramma sp.*).

L'impatto su organismi acquatici è stato saggiato con i risultati appresso indicati su: Trota arcobaleno (acuta 96 h CL50, solo acqua, > 343 ppb); Pesce gatto (acuta 96 h CL50, esposizione acqua/sedimento, > 300 ppb (acqua) > 1 ppm (sedimento); Carpa (acuta 96 h CL50, esposizione acqua/sedimento, > 300 ppb (acqua) > 1 ppm (sedimento); Daphnia (acuta 48 h CE50 > 331 ppb); Alga verde (acuta 96 h CE50 > 313 ppb).

Su tutte le colture saggiate, anche a dosi tre volte superiori a quella in etichetta, non ha procurato sintomi di fitotossicità.

La solubilità in acqua di metaflumizone (E/Z)-isomeri) è molto bassa ( $1,79 \times 10^{-3}$  mg/l, a 20 °C), per cui esso risulta poco mobile nel suolo, e presenta una emivita di 4,3-27 giorni.

***Spiromesifen*** (Rofeni et al., 2008) è un nuovo principio attivo dotato di attività insetticida e acaricida, appartenente alla classe chimica degli acidi tetronici spiro ciclici (Bretschneider et al., 2005), scoperto e sviluppato dalla Bayer CropScience AG.

La molecola si distingue per un meccanismo d'azione innovativo, che inibisce la biosintesi dei lipidi negli artropodi bersaglio. Il prodotto non evidenzia resistenza crociata con gli acaricidi e insetticidi attualmente in commercio (Nauen e Konanz, 2005), per cui viene presentato come particolarmente interessante nelle strategie antiresistenza.

Gli insetti, in particolare Aleurodidi multi resistenti e acari Tetranychidi dannosi alle colture orticole in serra, assumono il principio attivo per ingestione e per contatto. Una notevole efficacia è stata evidenziata contro gli stadi giovanili di Aleurodidi, ma anche contro acari Tetranychidi, verso i quali è prevalente l'attività di contatto contro uova, stadi giovanili e femmine adulte (Nauen et al., 2005).

Data la destinazione ufficiale limitata all'impiego in serra, nelle condizioni di "buona pratica agricola", spiromesifen può essere considerato a basso/nulla rischio di effetti indesiderabili a carico degli organismi non target normalmente presenti negli ecosistemi agrari, quali uccelli, mammiferi, lombrichi, artropodi entomofagi e microrganismi presenti nel suolo (Nicolaus et al., 2005).

Sono stati comunque effettuati e con esiti relativamente tranquillizzanti i

normali test di tossicità per: - Mammiferi: acuta (orale: (DL50) ratto > 2500 mg/kg peso corporeo; dermale: (DL50) ratto > 2000 mg/kg peso corporeo; irritazione cutanea coniglio: non irritante; irritazione oculare coniglio: non irritante); e a lungo termine e dello sviluppo (non cancerogeno, non teratogeno e non mutageno); - uccelli (Quaglia - *Colinus virginianus* (DL50) > 2000 mg/kg peso corporeo; NOEC, 20 settimane via dieta: 720 mg/kg dieta); - organismi acquatici (Trotta arcobaleno - *Oncorhynchus mykiss* (CL50, 96 h) 0,0155 mg/l; Alghe - *Pseudokirchneriella subcapitata* (cronica, ErC50, 72 h > 0,094 mg/l); Daphnia - *Daphnia magna* (EC50, 48 h) > 0,0923 mg/l); e Lombrichi (*Eisenia fetida* (CL50, 14 gg > 1000 mg/kg substrato).

Per verificare l'impatto del prodotto con gl'impollinatori spesso impiegati in serra per il pomodoro (*Bombus terrestris* in particolare), sono state condotte alcune prove in diverse condizioni colturali, le quali hanno evidenziato che un doppio trattamento con spiromesifen non determina effetti negativi sulla sanità delle colonie, né sull'efficienza di impollinazione di detti pronubi (Bielza et al., 2005).

Nessun effetto avverso sarebbe stato riscontrato, alle dosi di impiego consigliate, su artropodi utili né su microrganismi del terreno. E non si sarebbe mai manifestata fitotossicità sulle colture trattate sopra menzionate.

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Affinché il controllo delle infestazioni d'insetti sulle colture, possa essere davvero "ecologicamente compatibile" e insieme "economicamente sostenibile", non c'è dubbio che si dovrà fare sempre più affidamento sull'estensione massima e generalizzata dell'uso di mezzi e metodi più *secundum natura* (biologici, biotecnici, agroecologici), con ricorso agl'insetticidi chimici di sintesi sempre più limitato ai casi di estrema e accertata necessità.

Ma intanto, nonostante i grandi progressi dell'ecologia chimica (interazioni insetti-piante) e di quella comportamentale (etologia entomologica) degli ultimi decenni, le conoscenze necessarie per assicurare maggiore successo e quindi un più ampio ricorso al biologico, al biotecnico e all'agroecologico, risultano ancora insufficienti per garantire i risultati applicativi sperati e ragionevolmente attesi, capaci di conquistare la piena fiducia dell'agricoltore.

E la logica e pratica conseguenza di questa situazione è che ancora oggi, oltre il 90% (a livello mondiale) delle infestazioni entomatiche viene controllato facendo ricorso agl'insetticidi chimici di sintesi.

Pertanto, non può essere sottovalutato l'attuale impegno dell'industria dei

fitofarmaci a produrre nuove molecole intrinsecamente capaci di ridurre (se non proprio ovviare) i noti effetti collaterali indesiderabili degli insetticidi chimici di sintesi.

Bisogna anche aggiungere però, che non sempre i passi sono diretti nel verso giusto, come purtroppo si è notato anche recentemente nell'importante assise nazionale sopra menzionata, dove sono stati enfatizzati risultati di prove sperimentali per riaffermare unicamente il potere insetticida di prodotti, dei quali è già stata evidenziata a livello internazionale (Buffin, 2003) una grave pericolosità ambientale e per la salute umana, sia del principio attivo (mi riferisco in particolare a imidacloprid e relativi metaboliti di degradazione) che di coadiuvanti (es. naftalene e silice) dei formulati commerciali impiegati.

#### RIASSUNTO

Dopo una breve introduzione sul significato ecologico delle infestazioni di insetti fitofagi e sugli interventi umani in difesa delle coltivazioni, seguita da un quadro sommario dell'attuale importanza dell'impiego dei mezzi chimici insetticidi in agricoltura, viene riportata una breve rassegna esemplificativa di prodotti chimici di sintesi intrinsecamente capaci di ridurre se non evitare la resistenza degli insetti, con un impatto ambientale (dettagliatamente dichiarato) sostenibile.

#### ABSTRACT

*Pest insect outbreaks and control.* After a brief introduction on a general ecological significance of the insect pest outbreaks and control, as well as of current actual importance of the insect chemical control on crops, a survey is reported of some relatively new synthetic chemical compounds having intrinsic environmentally friendly properties and especially preventing a serious problem such as pest insect resistance to insecticides.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ALTIERI M.A., NICHOLLS C.I., PONTI L. (2003): *Biodiversità e controllo dei fitofagi negli agroecosistemi*, Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Firenze. ISBN 88-900627-8-9.
- BASSI A., ALBER R., WILES J.A., RISON J.L., FROST N.M., MARMOR F.W., MARCON P.C. (2007): *Chlorantraniliprole: a novel anthranilic diamide insecticide*, Proceedings of XVI International Plant Protection Congress, 1, pp. 52-59.

- BASSI A., VERGARA L., ALBER R., SBRISCIÀ FIORETTI C., WILES J. (2008): *Chlorantranilprole (Rynaxypyr) un nuovo insetticida: Proprietà generali e attività su Spodoptera littoralis*, Atti Giornate Fitopatologiche, 2008, 1, pp. 9-16.
- BIELZA P., CONTRERAS J., QUINTO V., IZQUIERDO J., MANSANET V., ELBERT A. (2005): *Effects of Oberon® 240 SC on bumblebees pollinating greenhouse*, «Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer», 58, pp. 469-484.
- BRETSCHNEIDER T., FISCHER R., BENET-BUCHHOLZ J. (2005): *Spiromesifen (Oberon®) - discovery, synthesis and X-ray structure*, «Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer», 58, pp. 307-318.
- BUFFIN D. (2003): Pesticides News, «The Journal of Pesticide Action Network UK», 62, Quarterly/December 2003, pp. 22-23.
- CORDOVA D., BENNER E.A., SACHER M.D., RAUH J.J., SOPA J.S., LAHM G.P., SELBY T.P., STEVENSON T.M., FLEXNER L., GUTTERIDGE S., RHOADES D.F., WU L., SMITHY R.M., TAO Y. (2006): *Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation*, «Pesticide Biochemistry and Physiology», 84, 196: 214A.
- DYBAS R.A., BABU J.R. (1988): *4"-deoxy-4"-methylamino-4"-epiavermectin B1 hydrochloride (MK-243): a novel avermectin insecticide for crop protection*, Brighton Crop Protection Conference: Pests and Diseases, 1, pp. 57-64.
- ISHAAYA I., KONTSEDALOV S., HOROWITZ A.R. (2002): *Emamectin, a novel insecticide for controlling field crop pests*, «Pest Management Science», 58, pp. 1091-1095.
- JOSE L., ARMES N.J., FARLOW R., ALDRIDGE K., ROBIN F., TEDESCHI L. (2007): *Metaflumizone a new broad-spectrum insecticide for crop protection*. XVI International Plant Protection Congress. Session, 2A-8.
- LASOTA J.A., DYBAS R.A. (1991): *Avermectins: a novel class of compounds: Implications for use in arthropod pest control*, «Annu. Rev. Entomol.», 36, pp. 91-117.
- LIGUORI R., CESTARI P., SERRATI L., FUSARINI L. (2008): *Emamectina benzoato (AF-FIRM): Innovativo insetticida per la difesa contro i lepidotteri fitofagi*, Atti Giornate Fitopatologiche, 2008, 1, pp. 3-8.
- MARCHESINI E., MORI N., PASINI M., BASSI A. (2008): *Selettività di Rynaxypyr™ su artropodofauna utile in agroecosistemi diversi*, Atti Giornate Fitopatologiche, 2008, 1, pp. 71-76.
- MARCHI A., GENTILI E., TARLAZZI S., M. MANARESI M. (2008): *Metaflumizone (AL-VERDE®): nuovo insetticida ad ampio spettro per la difesa di patata e colture orticole*, Atti Giornate Fitopatologiche, 2008, 1, pp. 23-28.
- NAUEN R. e KONANZ S. (2005): *Spiromesifen (Oberon®) as a new chemical option for resistance management in whiteflies and spider mites*, «Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer», 58, pp. 485-502.
- NAUEN R., SCHNORBACH H.J., ELBERT A. (2005): *The biological profile of the insecticide Oberon®*, «Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer», 58, pp. 417-440.
- NICOLAUS B., ROMIJN C., BOWERS L. (2005): *Ecotoxicological profile of the insecticide Oberon®*, «Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer», 58, pp. 353-370.
- NIETO J., SIMONETTA F. (2008): *Flonicamid (TEPPEKI) nuovo insetticida sistemico per il controllo di Afidi e Mosca bianca*, Atti Giornate Fitopatologiche, 2008, 1, pp. 17-22.
- REYES M., FRANCK P., CHARMILLOT P.J., IORIATTI C., OLIVARES J., PASQUALINI E., SAUPHANOR B. (2007): *Diversity of insecticide resistance mechanisms and spectrum in European populations of the Codling moth, Cydia pomonella*, «Pest Management Science», 63, pp. 890-902.

- ROFFENI S., ARCANGELI G., GOLLO M., GUALCO A., MEYER J., CANTONI A. (2008): *Spiromesifen (OBERON): Nuovo insetticida per il controllo di alcuni artropodi dannosi delle colture orticole*, Atti Giornate Fitopatologiche, 2008, 1, pp. 29-34.
- SOLINAS M. (2003): *Evoluzione dei mezzi di difesa fitosanitaria: La difesa entomologica*, «I Georgofili. Quaderni», 2003, I, pp. 85-102.