

I CARPOFAGI DELLE DRUPACEE



FABIO MOLINARI
Istituto di Entomologia
e Patologia vegetale,
Università Cattolica
del Sacro Cuore di Piacenza

Nella difesa antiparassitaria delle drupacee destano particolare preoccupazione gli insetti carpofagi, quelli cioè che si nutrono dei frutti. Lepidotteri e ditteri comprendono le specie principali, mentre altri ordini presentano importanza più occasionale, almeno nei nostri climi.

Tra i lepidotteri un posto di rilievo spetta a *Cydia molesta*, fitofago chiave del pesco, che manifesta ormai da diversi anni una crescente dannosità anche per le pomacee. Compie 4-5 generazioni in un anno: la prima comparsa degli adulti è più precoce rispetto alla carpocapsa, potendosi avere catture, anche se sporadiche, nel mese di marzo.

Cydia pomonella si nutre solo a spese dei frutti, mentre *C. molesta* sviluppa anche sui germogli, che su pesco vengono emessi in aprile. I danni sono progressivamente più gravi con l'avanzare delle epoche di raccolta delle diverse varietà, sia perché la prima e, in parte, la seconda generazione rivolgono i loro attacchi ai germogli, sia perché le generazioni successive si sovrappongono, causando una continua presenza di tutti gli stadi durante il periodo di maturazione delle varietà medio-tardive e tardive, a partire dalla seconda metà di luglio. I voli continuano fino a ottobre inoltrato



Larva di
Anarsia lineatella.
(Foto Arch. Univ.
Cattolica, Piacenza)

e gli ultimi attacchi interessano i germogli emessi dopo la raccolta dei frutti.

DIFESA: LE STRATEGIE

Per la difesa del pesco dalla cidia è possibile utilizzare diverse strategie, da quelle basate sul solo uso di insetticidi, all'impiego dei feromoni di sintesi per l'inibizione degli accoppiamenti degli adulti. Gli **insetticidi** disponibili hanno modalità di azione diverse: tra i prodotti ad azione neurotossica sono sempre meno usati quelli tradizionali (azinfos metile, clorpirifos metile, fosmet), dei quali alcuni utilizzano nuove formulazioni o nuovi siti di azione (fenitrothion, indoxacarb, thiacloprid);

gli inibitori di sintesi della chitina (triflumuron, teflubenzuron, lufenuron) sono ora i più diffusi; altri principi attivi, anche di origine naturale (*Bacillus thuringiensis*), hanno mostrato interessante efficacia.

I **nuovi insetticidi** sono in genere sempre più selettivi, meno tossici per l'uomo e più ecocompatibili, ma richiedono una maggiore precisione nella scelta del momento di applicazione. Le **trappole a feromoni** sono da anni un prezioso punto di riferimento; nel caso di *C. molesta* e di alcuni altri insetti, oltre ad evidenziare i momenti di maggiore presenza degli adulti, consentono di individuare soglie di intervento.



A cura di **RAFFAELLA QUADRETTI** - Centro Ricerche Produzioni Vegetali, Cesena

Attualmente la tendenza è di considerare le trappole come uno degli elementi di un sistema di avvertimento che si avvale anche di modelli previsionali, disponibili ormai per diversi fitofagi. Un sistema di previsione e avvertimento moderno, oltre a garantire la verifica e il confronto di più elementi conoscitivi, consente la gestione degli interventi di gestione fitosanitaria su un territorio. Particolarmente interessante è la possibilità di applicare il "metodo della confusione", cioè di inibire gli accoppiamenti applicando feromoni sessuali di sintesi con diverse modalità, che vanno dal posizionamento sulle piante di erogatori, all'applicazione, con le attrezzature convenzionali di distribuzione, di microcapsule simili a quelle utilizzate nella formulazione di alcuni insetticidi. Questo metodo ha mostrato una notevole efficacia nel controllo della cidia, ma al momento attuale è applicato solo su alcune migliaia di ettari di pesco, a causa di una maggiore incertezza nei risultati nei confronti di *Anarsia lineatella*, lepidottero gelechide che provoca danni simili alla cidia del pesco durante la stagione vegetativa.

ANARSIA LINEATELLA

Questo carpofoago presenta evidenti differenze morfologiche rispetto a *C. molesta*, e alcune sostanziali differenze nella biologia, soprattutto nella parte iniziale della stagione. Sverna da larva giovane e, in presenza di favorevoli condizioni ambientali, alla fine dell'inverno inizia a nutrirsi per completare lo sviluppo. L'attività trofica si rivolge prima alle gemme e successivamente ai primissimi germogli all'inizio dell'accrescimento, con danni anche ingenti soprattutto nelle piante giovani.

Il primo volo di adulti ha luogo quasi un mese dopo quello della cidia, seguito da altri due. Oltre al pesco, l'*Anarsia* danneggia anche albicocco, mandorlo e talora il susino.

Nella difesa insetticida possono

giocare un ruolo importante, se applicati con criterio, gli interventi sulle larve svernanti alla ripresa dell'attività; tra i prodotti, oltre agli insetticidi di sintesi, particolarmente interessanti i risultati ottenuti con prodotti naturali, quali preparati a base di *B. thuringiensis*.

CYDIA FUNEBRANA

I frutti di susino vengono attaccati da *Cydia funebrana*, tortricide i cui adulti sono molto simili a quelli di *C. molesta*. *C. funebrana*, tipica del continente europeo, è stata decisamente favorita, aumentando la sua dannosità in seguito alla diffusione delle cultivar di susino cino-giapponesi tardive.

La prima delle tre generazioni passa spesso quasi inosservata, mentre a partire dal mese di giugno, la seconda e la terza, spesso sovrapposte, provocano danni alle varietà medie e soprattutto tardive.

L'andamento delle catture, con picchi di presenza non sempre identificabili chiaramente, pone problemi nella scelta dei momenti di intervento; un valido aiuto viene fornito dall'utilizzo di modelli previsionali, molto efficaci nella previsione dell'andamento della seconda generazione.

Il "metodo della confusione" ha spesso fornito risultati interessanti. Danni ai frutti sono provocati anche da diverse altre specie di lepidotteri polifagi, che trovano più o meno occasionalmente condizioni favorevoli. *Euzophera bigella* è un lepidottero piralide le cui larve, usualmente subcorticole su diverse specie vegetali, possono causare danni anche molto gravi a frutti di drupacee, pomacee e altre piante coltivate.

L'attacco ai frutti è inizialmente favorito dalla presenza di lesioni di varia origine (tipica situazione predisponente la presenza di danni da grandine), ma può verificarsi anche su frutti perfettamente sani. Le scarse conoscenze biologiche sull'insetto e la sua polifagia rendono difficili la previsione degli attacchi.

LE MOSCHE DELLA FRUTTA

Un discorso particolare è quello che riguarda i ditteri carpofoagi: la mosca del ciliegio (*Rhagoletis cerasi*) e la mosca della frutta (*Ceratitis capitata*).

La prima vive a spese di alcune specie del genere *Prunus* e, tra le specie coltivate, su ciliegio. Compie una sola generazione all'anno e sverna come pupa nel terreno; gli adulti depongono l'uovo nella polpa delle ciliegie in fase di invaiatura.

Non è facile ottenere una produzione esente da larve di mosca e da residui di antiparassitari. La mosca della frutta, a differenza delle specie precedenti, è un insetto estremamente polifago che nelle regioni meridionali può trascorrere l'inverno in attività, a spese di frutti invernali. Nel nord Italia le condizioni climatiche degli inverni più rigidi non consentono lo svernamento, ma con l'innalzamento delle temperature registrato negli ultimi anni la sua presenza è sempre più preoccupante, in particolare verso fine estate.

Compie diverse generazioni all'anno e le femmine vanno alla ricerca di frutti ormai prossimi alla maturazione, nei quali depongono diverse uova. I frutti vengono quindi infestati da individui provenienti spesso dall'esterno del frutteto, rendendo particolarmente difficile la previsione del danno e l'applicazione tempestiva di interventi di difesa, nel rispetto degli intervalli di sicurezza prima della raccolta.

Limitazione naturale. Alcuni dei carpofoagi citati sono soggetti a malattie o attacchi di parassitoidi, ma in generale il controllo naturale è ben lungi dal poter essere considerato significativo ai fini della difesa. L'attenzione nella scelta dei mezzi e delle strategie di difesa è comunque fondamentale per rispettare il più possibile gli antagonisti naturali; alcuni di essi esercitano una efficace azione di contenimento sulle popolazioni di fitofagi secondari. ■

I CARPOFAGI DELLE POMACEE

EDISON PASQUALINI
Dipartimento di Scienze
e Tecnologie Agroambientali (Dista),
Università di Bologna
MAURO BOSELLI
Servizio fitosanitario,
Regione Emilia-Romagna

L' **u**nica specie obbligatoriamente carpofoaga su pomacee è *Cydia pomonella*. Altre specie, soprattutto appartenenti all'ordine dei Lepidotteri, possono nutrirsi a spese dei frutti e provocare anche gravi danni o deprezzamenti, ma possono svilupparsi anche o esclusivamente su altri organi vegetativi (foglie, getti, ecc.). Oltre a *C. pomonella* si ricordano *Cydia molesta*, il gruppo dei ricamatori (*Pandemis cerasana*, *Archips podanus* e *Argyrotaenia pulchellana*), *Ostrinia nubilalis* ed *Euzophera bigella*. Altre specie possono aggredire i frutti, ma non possono essere catalogate come carpofoaghe.

LA CARPOCAPSA (*Cydia pomonella*)

C. pomonella è la sola specie chiave delle pomacee ed è attualmente in fase recrudescenza per probabili condizioni climatiche favorevoli e per possibili cause di resistenza ad alcuni dei più comuni insetticidi. È di origine euro-siberiana e vive in tutto il mondo in zone coincidenti con quelle di diffusione del melo selvatico. È specie strettamente carpofoaga e gli ospiti primari sono il melo, il pero e il cotogno; quelli secondari comprendono il noce, l'albicocco e, più raramente, il susino e il pesco. Fra gli ospiti eccezionali si possono ricordare il kaki, il sorbo, il nespolo, l'arancio, il melograno, il melone e il castagno (Balachowsky, 1966). *C. pomonella* può compiere fino a cin-



Ovo di carpocapsa prossimo alla schiusa (stadio di "testa nera") deposto sulla pagina inferiore di una foglia di pero. (Foto Boselli)

que generazioni in funzione delle zone climatiche in cui vive. Nella pianura padana ne compie tre in un anno (grafico 1, pag.92), di cui due complete e una parziale (Briolini et al., 1971) e sverna come larva matura in diapausa in un bozzolo tessuto nel tronco o nel terreno.

L'incrisalidamento avviene in marzo-aprile e i primi adulti compaiono tra la metà di aprile e i primi giorni di maggio. Le uova (vedi foto) sono deposte singolarmente sulla vegetazione. Relativamente alla loro localizzazione, su pero, in prima generazione più dell'85% di esse è deposto su ramo fruttifero (foglia e borsa fruttifera) il resto sui frutti (figura 1, pag.93). In seconda e terza generazione la percentuale di uova deposte sui frutti sale al 50%. Su melo, invece, la percentuale di uova deposte su frutto in seconda e terza generazione può arrivare anche all'80%.

Le larve neonate sono soggette a una sorta di "vagabondaggio" prima di penetrare nei frutti ancora nello stadio di larva di prima età. La larva vi penetra scavando una galleria diretta ai semi dei quali si nutre. I danni possono essere molto elevati e i frut-

ti colpiti possono cadere al suolo precocemente.

LA DIFESA

Tenuto conto delle informazioni delle trappole sessuali (soglia = 2 adulti/trappola/1-2 settimane) e del modello previsionale, la difesa mira in particolare al più elevato contenimento possibile della prima generazione, per la quale si ritiene che danni anche minori dell'1% costituiscano il limite massimo tollerabile per un programma di difesa accettabile per contenere le generazioni successive.

Gli **insetticidi** maggiormente consigliati appartengono a numerosi gruppi chimici: IGR (*Chitin synthesis inhibitors* e *Moulting accelerating compounds*) (Pasqualini et al., 2001; Civolani et al., 2001), fosfororganici (Pasqualini e Civolani, 2002), neonicotinoidi (Civolani e Pasqualini, 2003), di origine naturale (Boselli e Vergnani, 2001).

Sono inoltre molto utilizzati i feromoni sessuali di sintesi, applicati nel 2004 in Emilia-Romagna su circa 2.700 ettari, secondo varie tecniche (confusione e distrazione) mentre altre sono allo studio.



Adulto di *Cydia molesta*.
(Foto Arch. Univ. Cattolica, Piacenza)

C. pomonella è vittima di molti parassitoidi oofagi del genere *Trichogramma*, oppure ovo-larvali, quali *Ascogaster quadridentatus* (Hymenoptera Braconidae) o larvali come *Pristomerus vulnerator*, *Trichomma enecator*, *Ephialtes caudatus* (Hymenoptera Icneumonidae), *Elodia tragica* (Diptera Tachinidae). I predatori hanno meno importanza e fra questi si segnalano alcune specie di Miridi, Crisopidi, ecc.

Per quanto riguarda il futuro, una sostanza volatile emessa di frutti maturi - ethyl (2E, 4Z)-2,4-decadienoate derivato dalle pere - che agisce come caïromone (sostanza ad azione intraspecifica che avvantaggia la specie che la riceve) è allo studio per impieghi nel monitoraggio degli adulti (maschi e femmine), oltre che per impieghi diretti (distribuzione delle

uova, disorientamento delle larve) o migliorativi di prodotti specifici (Light et al., 2001; Ioriatti et al., 2003; Pasqualini et al., 2004).

TIGNOLA ORIENTALE DEL PESCO (*Cydia molesta*)

Da oltre 15 anni questa specie attacca con frequenza i pereti (specialmente le varietà Abate, Kaiser, ecc.) e meleti (in particolare Golden Delicious, Stayman, ecc.). Su melo e pero i danni possono essere molto gravi, poiché le uova vengono deposte direttamente sui frutti e in particolare quando sono vicini alla maturazione. Un problema aperto per *C. molesta* è relativo al monitoraggio degli adulti. Le trappole a feromoni, infatti, possono catturare adulti anche da grandi distanze, fornendo quindi informazioni non esatte rispetto al frutte-

to nel quale sono collocate. In questo ambito sono molto attive le indagini sia sull'attrattività di dosi ridotte di feromone, per limitare l'area esplorata (ipotizzando quindi di catturare maschi interni al frutteto sorvegliato, sebbene anche questa soluzione non garantisca l'assenza di femmine), sia sul ruolo delle sostanze volatili emesse dalle piante e del loro impiego nella cattura degli adulti (compreso le femmine) (Natale et al., 2003, 2004).

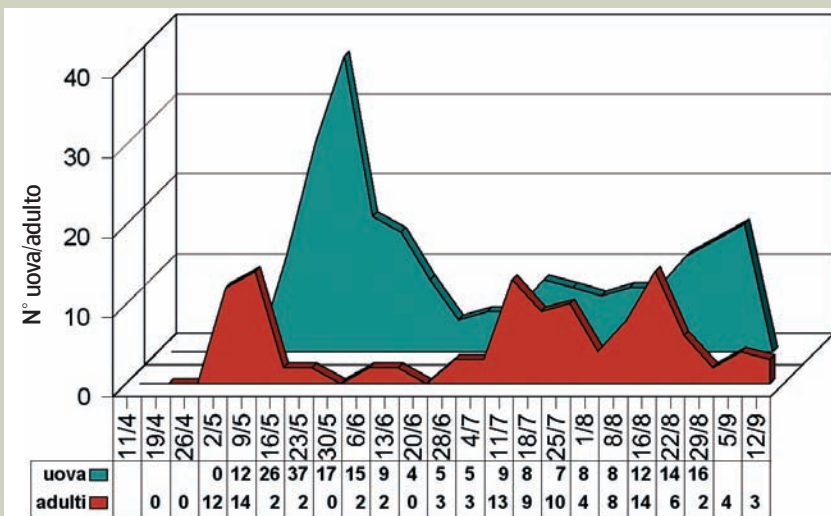
C. molesta è una specie ostica da contenere e i tradizionali insetticidi faticano a tenere a freno le popolazioni, che sono spesso imprevedibili e aggressive, in particolare dal mese di agosto in poi, sulle varietà più prossime alla raccolta. In ogni caso alcuni insetticidi offrono sufficienti garanzie, ovviamente se applicati sullo stadio target prevalente e non in funzione del solo periodo di carenza. I prodotti autorizzati appartengono a diversi gruppi, fra cui quelli a base di *Bacillus thuringiensis*, agli esteri fosforici (phosmet, azinphos-methyl, chlorpyrifos), agli IGR (triflumuron, teflubenzuron), alle spinosine (spinosad), ai neonicotinoidi (thiacloprid) e agli eteri piretroidi (etofenprox).

La confusione sessuale è applicata, con buoni risultati, da pochi anni su alcune centinaia di ettari. Alcune ricerche all'avvio, su pesco per il momento, sono orientate agli studi sull'impiego simultaneo di feromoni sessuali e attrattivi alimentari.

I RICAMATORI

Diverse sono le specie di tortricidi ricamatori che attaccano le pomacee. Quella più comune e dannosa è *Pandemis cerasana*, che svolge due generazioni per anno e sverna come larva giovane. I trattamenti, quando necessari (la soglia è il 10% di organi occupati), vengono applicati in prefioritura con prodotti di varia origine diretti alle larve svernanti, per esempio indoxacarb e tebufenozide, mentre contro quelle della prima generazione (soglia di 15 adulti per trappola in due settimane o 5% di germogli infestati) si possono anche utilizzare preparati a base di *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki* o *B. thuringiensis* ssp. *aizawai* (Boselli et al., 1996; Pasqualini et al., 1997; Caroli e Boselli 1998) oppure lo spinosad, in aziende con

Graf. 1 - Andamento delle catture di adulti di *Cydia pomonella* (monitorate con trappole a feromoni) e delle uova (campionate con controlli visivi su 100 mazzetti fiorali)*.



* Pero (cv Kaiser), anno 2005 - Località San Giovanni in Persiceto (BO).

simultanea elevata presenza di carpocapsa. Recentemente (Civolani e Pasqualini, 2004) sono state condotte prove sull'attività di tebufenozide, methoxyfenozide, lufenuron e indoxacarb nella difesa dalle larve svernanti di *P. cerasana*. Le indagini sono state condotte su pero per due anni (2001-2003). I risultati hanno evidenziato buoni livelli di attività di tutte i principi attivi sperimentati, con una leggera prevalenza per methoxyfenozide. Nel periodo di applicazione, in genere, è stata osservata una maggiore attività dei prodotti in pre-fioritura.

LA PIRALIDE DEL MAIS (*Ostrinia nubilalis*)

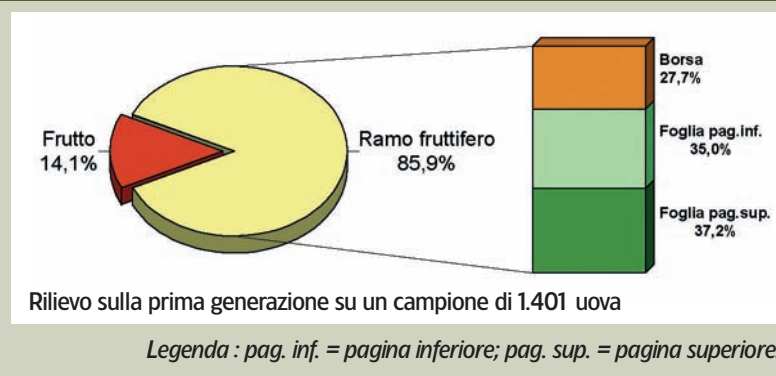
Occasionalmente può aggredire i frutti delle pomacee, ma anche pesco, vite e actinidia. Provoca danni molto evidenti e caratterizzati da gallerie ampie, dirette e profonde senza rosura. I danni si evidenziano soprattutto nelle vicinanze di campi di mais o altre colture ospitanti e in genere sono limitati o maggiormente presenti nei fila-

ri di bordo. I rimedi sono affidati alla tempestività di intervento con prodotti larvicidi.

TIGNOLA SUBCORTICALE O DELLA FRUTTA (*Euzophera bigella*)

È una specie secondaria e occasionale. In genere non attacca i frutti, se non precedentemente lesionati da eventi climatici (grandine) o da altre specie fitofaghe, quali quelle sopra ricordate. Le larve vivono in genere in siti attaccati da Sesidi, cancri rameali, *Erwinia* o nelle aree degli innesti a corona. La buona cura di queste ultime situazioni è in genere sufficiente

Fig. 1 - Localizzazione delle uova di *Cydia pomonella*. Rilievi eseguiti in un pereto (cultivar Abate Fétél) negli anni 1999-2002 a San Giovanni in Persiceto (BO).



per non incorrere in ulteriori danni. Per concludere, in linea generale per la gran parte delle specie citate e comunque per quelle di primaria importanza, ci si avvale di tutti gli strumenti di sorveglianza disponibili per rendere massima l'efficacia ed efficienza degli insetticidi, quando sono necessari. Fra questi strumenti si ricordano le trappole sessuali per il monitoraggio, i

modelli previsionali fenologici di sviluppo a ritardo variabile, oltre ai campionamenti visivi per le specie dannose e per i rispettivi principali antagonisti naturali.

Ovviamente si decidono gli interventi al superamento delle soglie economiche di danno, tenendo conto di tutte le informazioni possibili rispetto alla tempistica di applicazione dei differenti prodotti insetticidi, della loro persistenza e del relativo intervallo fra applicazioni successive, della loro selettività e ripercussioni sulle popolazioni delle specie utili, oltre che di un appropriato pH dell'acqua di distribuzione. ■

LA RESISTENZA DI *CYDIA POMONELLA* AGLI INSETTICIDI

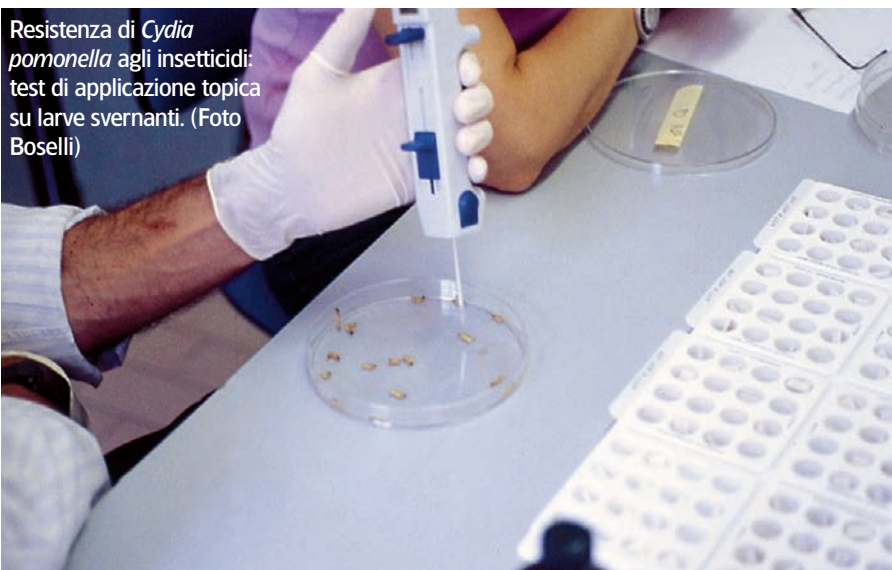
ALDA BUTTURINI
Servizio Fitosanitario,
Regione Emilia-Romagna

L'importanza economica di *Cydia pomonella* ha da sempre reso l'insetto bersaglio di numerosi interventi insetticidi. Fino alla seconda metà degli anni '90 la difesa fitosanitaria adottata assicurava all'agricoltore la quasi totale assenza di danni alla raccolta, ma in tempi successivi qualcosa è cambiato.

A partire dal 1997 sono pervenute, dalle zone di maggiore produzione di mele e pere dell'Emilia-Romagna, frequenti segnalazioni da parte di tecnici e agricoltori di anomali danni alla raccolta, di gravità tale da compromettere pesantemente il reddito aziendale. Mediamente le aziende segnalate in quegli anni registravano danni del 30%, fino ad arrivare in alcuni casi all'80%.

In un primo tempo la soluzione adottata dalle aziende è stata l'incremento del numero degli interventi insetticidi, tanto che in molti casi si è passati dagli usuali 4-5 interventi, ai 9-10 per stagione. Fin da subito, però, all'aumento dei trattamenti non è sempre corrisposto un controllo ottimale dei danni e le conseguenze sono state l'aumento dei costi della difesa, degli effetti negativi sulle popo-

Resistenza di *Cydia pomonella* agli insetticidi: test di applicazione topica su larve svernanti. (Foto Boselli)



Tab.1 - Test di laboratorio su *Cydia pomonella* effettuati nel periodo 1999-2004.

STADIO TARGET	TIPOLOGIA DI TEST	NUMERO ANALISI
Adulto	Applicazione topica	28
Larva	Applicazione topica	107
Larva	Dipping test (per immersione)	6
Larva	Incorporazione sostanza attiva in dieta	9
Uova	Prima o dopo la deposizione	12

lazioni di insetti utili, dei livelli di contaminazione ambientale e dei rischi per gli operatori esposti, dell'accumulo di residui sulle produzioni, oltre che la diffusione di un generale allarmismo tra gli operatori agricoli.

In questa situazione, per certi versi drammatica, alcuni aspetti sono apparsi subito chiari: la presenza dell'insetto ha raggiunto sul territorio regionale livelli numerici molto più alti che in passato; le sostanze

attive normalmente utilizzate, quali fosfororganici e regolatori della crescita, non sono sempre in grado di contenere efficacemente il fitofago; l'aumento del numero dei trattamenti non è risolutivo; il mancato controllo del fitofago non riguarda l'intero territorio e sembra essere legato alla storia fitoiatrica della singola azienda.

Le cause che hanno condotto all'incremento dei danni da carpocapsa sono da ricercare in parte nelle condizioni climatiche favorevoli all'insetto e in parte nella riduzione di efficacia dei trattamenti insetticidi. Nel primo caso è probabile che gli inverni particolarmente miti e le primavere calde degli ultimi anni abbiano favorito l'aumento numerico delle popolazioni; i prodotti fitosanitari, in tali condizioni, non sono infatti in grado di garantire il totale abbattimento della popolazione.

Più grave è invece la perdita di effi-

cacia dei prodotti a causa della comparsa di popolazioni di carpocapsa resistenti alle sostanze attive normalmente impiegate. Poiché la resistenza di *Cydia pomonella* a fosfororganici, regolatori della crescita e piretroidi è nota sia in Europa che negli Stati Uniti fin dagli inizi degli anni '90, è sorta la necessità di verificare anche nei frutteti dell'Emilia-Romagna, la presenza di popolazioni dell'insetto resistenti ai diversi prodotti fitosanitari impiegati.

IL MONITORAGGIO, STRUMENTO DI PREVENZIONE

Il monitoraggio della resistenza degli insetti nelle aziende è una delle misure da adottare nell'ambito di una corretta strategia di prevenzione e contenimento del fenomeno. Gli obiettivi sono quelli di accertare la presenza del fenomeno in un determinato territorio, identificare le sostanze attive coinvolte, disporre di dati oggettivi per lo studio di strategie adeguate, diagnosticare in tempo utile la perdita di efficacia delle sostanze attive (comprese quelle di nuova introduzione), orientare la scelta dei prodotti alternativi e verificare infine l'eventuale recupero di sensibilità alle sostanze attive.

Per condurre una corretta azione di monitoraggio è necessario pertanto disporre di metodologie affidabili e facilmente applicabili per l'esecuzione di saggi in vivo e/o di analisi biochimiche e genetiche.

I TEST DIAGNOSTICI...

Fino a pochi anni fa la resistenza ai prodotti fitosanitari è stata sottovalutata o non adeguatamente affrontata e, di conseguenza, anche i test diagnostici necessari al monitoraggio del fenomeno sono stati in genere scarsamente sviluppati. Per questo motivo, la Regione Emilia-Romagna ha finanziato al Centro ricerche produzioni vegetali una serie di progetti di ricerca (legge regionale 28/98) per la messa a punto di "saggi in vivo" per il monitoraggio del territorio. Il lavoro è stato svolto dai ricercatori di Dista (Università di Bologna), Centro Agricoltura Ambiente, cooperativa Terremerse e Servizio fitosanitario regionale, grazie anche alle collaborazioni intraprese con struttu-

Tab. 2 - Risultati dei test in laboratorio su *Cydia pomonella*.

SOSTANZE ATTIVE	ANALISI	NUMERO ANALISI CON RIDUZIONE DI SENSIBILITÀ	PERCENTUALE ANALISI CON RIDUZIONE DI SENSIBILITÀ (%)
Azinphos-metile	26	22	84,6
Chlorpyrifos	33	15	45,5
Chlorpyrifos-metile	2	2	100
Phosalone	3	3	100
Diflubenzuron	27	13	48,1
Tebufenozide	20	14	70
Methoxifenozide*	4	4	100
Triflumuron	3	0	0
Flufenoxuron	8	0	0
Thiacloprid	13	5	38,5
Imidacloprid	3	2	66,7
Spinosad	11	3	27,3
Deltametrina	3	3	100
Siglato Syngenta	4	0	0
Indoxacarb	1	1	100
Fenoxicarb°	1	1	100

* In corso di registrazione

° Non impiegabile in Italia se non con specifiche autorizzazioni

re di ricerca italiane e straniere (Istituto agrario di S. Michele all'Adige, Inra - Avignone, Rac-Changins, Svizzera) e il prezioso contributo dei tecnici dei programmi di produzione integrata.

I test prevedono il trattamento in laboratorio di adulti, larve e uova con "dosi discriminanti" delle diverse sostanze attive, allo scopo di evidenziare l'eventuale riduzione di sensibilità degli insetti, attraverso il confronto tra la mortalità ottenuta sulla popolazione esaminata e la mortalità ottenuta su un ceppo sensibile di riferimento. La "dose discriminante" è la quantità di sostanza attiva che provoca la mortalità di almeno il 90% degli individui appartenenti ad una popolazione che sicuramente non ha sviluppato resistenza. I risultati dei test mettono quindi in risalto gli eventuali cambiamenti avvenuti in una popolazione in termini di suscettibilità, ma non indicano il grado di efficacia della sostanza attiva nelle applicazioni di campo, sebbene vi sia frequentemente una stretta relazione tra i due dati. Le ricerche per migliorare l'attendibilità e la scelta dei test più rappresentativi sono tuttora in corso e prevedono anche la conduzione di prove di campo per verificare la corrispondenza tra i risultati ottenuti nei test e l'efficacia dei formulati in

campo.

È auspicabile lo sviluppo di strumenti complementari ai saggi in vivo per l'individuazione rapida delle popolazioni insensibili, quali analisi biochimiche e analisi genetiche in grado di evidenziare i meccanismi implicati nella detossificazione e metabolizzazione degli insetticidi.

... E I CONTROLLI SU 36 POPOLAZIONI DI CARPOCAPSA

Parallelamente allo studio e sperimentazione dei metodi di analisi, sono state monitorate 36 popolazioni di carpocapsa prelevate in altrettante aziende nel periodo 1999-2004 e situate nelle province di Bologna (17), Ravenna (12), Ferrara (3), Forlì - Cesena (1), Modena (2), Reggio Emilia (1).

Nella maggior parte delle aziende si erano verificati un aumento considerevole delle catture nelle trappole a feromoni e danni consistenti alla raccolta, nonostante l'elevato numero dei trattamenti. In totale sono state effettuate 162 analisi, utilizzando prevalentemente una tipologia di test che prevede l'applicazione dei prodotti tecnici delle diverse sostanze attive su larve svernanti raccolte in campo (tabella 1).

Le sostanze attive impiegate sono

state 16, ma l'attenzione si è focalizzata principalmente sui fosfororganici azinphos methyl e chlorpyrifos, sui regolatori della crescita diflubenzuron, tebufenozide e flufenoxuron e sulle nuove sostanze attive recentemente registrate, come thiacloprid e spinosad.

Nella tabella 2 sono indicati il numero di analisi effettuate e la percentuale di casi nei quali si è osservata una diminuzione significativa della mortalità rispetto ai testimoni sensibili.

La riduzione di sensibilità è presente nel 65,6% dei campioni analizzati per le sostanze attive appartenenti al gruppo dei fosfororganici e nel 50,8% dei campioni trattati con regolatori della crescita; la sensibilità delle popolazioni ai nuovi prodotti recentemente registrati sembra essere ancora buona, anche se in alcuni casi si è registrata una leggera riduzione di mortalità.

Tra le popolazioni analizzate in laboratorio si può distinguere un gruppo che è risultato scarsamente sensibile sia all'azione dei regolatori della crescita, sia dei fosfororganici e, nei casi più gravi, di alcune sostanze attive da poco introdotte in commercio o mai utilizzate: si è in presenza, in questi casi, di resistenza crociata (un singolo meccanismo conferisce resistenza a più classi di insetticidi) o di resistenza multipla (diversi meccanismi di insensibilità possono coesistere nello stesso insetto). In linea generale tali aziende avevano adottato una difesa mista fosfororganici-regolatori della crescita.

In un altro gruppo di aziende la resistenza dell'insetto in laboratorio ha riguardato solo i fosfororganici: si tratta di aziende che in passato hanno basato la loro difesa quasi esclusivamente su tali sostanze attive.

La valutazione della corrispondenza tra il dato ottenuto in laboratorio e l'attività del prodotto in campo è stata effettuata nel 2004 in due aziende del Ravennate: il risultato del test di applicazione topica sulle larve svernanti indica una buona corrispondenza con il dato di campo per quanto riguarda i regolatori della crescita, mentre per i fosfororganici la riduzione di sensibilità ottenuta in laboratorio non sempre è

Tab. 3 - Modalità d'azione delle sostanze attive inserite nei disciplinari di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna per la difesa delle pomacee da *Cydia pomonella*. Classificazione IRAC - v. 4.2.1 (2005).

SITO D'AZIONE PRIMARIO	GRUPPO MOA	SOTTOGRUPPO CHIMICO	SOSTANZA ATTIVA
Inibitori acetilcolinesterasi	1B	Fosfororganici	Azinphos methyl Chlorpyrifos Fenitrothion Phosmet Diazinone
Modulatore del canale del sodio	3	Piretroidi	Etofenprox (melo)
Antagonista dei recettori nicotinici acetilcolinesterasi	4A	Neonicotinoidi	Thiacloprid (melo)
Antagonista dei recettori nicotinici acetilcolinesterasi (diversi dal gruppo 4)	5	Spinosine	Spinosad
Inibitori della biosintesi della chitina, tipo 0, lepidotteri	15	Benziluree	Diflubenzuron Flufenoxuron (melo) Lufenuron Teflubenzuron Triflumuron

apprezzabile in campo.

Saranno perciò necessarie ulteriori verifiche per la taratura dei test di laboratorio. In linea generale si può comunque affermare che anche nei nostri frutteti sono presenti popolazioni resistenti, ma le caratteristiche e l'incidenza del fenomeno possono essere diversi da caso a caso.

LE REGOLE PER UNA MAGGIORE EFFICACIA DEGLI INTERVENTI

La prima regola per mantenere nel tempo l'efficacia dei prodotti fitosanitari è la prevenzione che, per essere efficace, deve essere progettata con piani di difesa a lungo termine.

Sulla base delle conoscenze e delle ipotesi attualmente disponibili, la prevenzione si basa sulla integrazione dei mezzi chimici con i sistemi alternativi disponibili, quali la confusione e la distrazione sessuale e il virus della granulosi; la finalità è di diminuire l'apporto di sostanze di sintesi e la selezione di individui resistenti esercitata dalle stesse all'interno del frutteto.

Altre misure di prevenzione consistono nell'alternanza dei principi attivi a diverso meccanismo d'azione (tabella 3), in modo da esporre una sola generazione all'anno alla

stessa classe e minimizzare di conseguenza la selezione causata dalle sostanze attive di ogni gruppo chimico e nell'introduzione di sostanze attive con nuovi meccanismi d'azione, come spinosad e thiacloprid. È importante inoltre individuare prontamente le anomalie relative all'efficacia degli interventi o al progressivo aumento delle catture nelle trappole e ricercare le possibili cause.

Nei casi di presunta o accertata resistenza alle sostanze attive, la scelta dei mezzi di difesa deve essere valutata attentamente insieme al tecnico. Innanzitutto è necessario abbandonare subito l'impiego delle sostanze attive non più efficaci, anziché diminuire gli intervalli di intervento e/o aumentare i dosaggi. Così facendo si contribuirebbe pesantemente alla selezione di ulteriori individui resistenti, incrementandone la presenza nel frutteto.

Nella difficile situazione delle aziende con resistenza a quasi tutta la gamma delle sostanze attive, si consiglia l'impiego delle sostanze attive più efficaci e/o di nuova introduzione unitamente al virus e alla confusione sessuale, nella speranza di ripristinare col tempo una situazione di normalità. ■