

I FEROMONI NELLA DIFESA INTEGRATA DELLE COLTURE IN ITALIA: DAL MONITORAGGIO ALLA CONFUSIONE SESSUALE

F. MOLINARI¹ A. SCHIAPARELLI²

¹ Esperto di entomologia applicata

² Dottore Agronomo

alberto.schiaparelli@alice.it

Tra i mezzi di lotta ai fitofagi che maggiormente hanno rivoluzionato la difesa delle colture, i feromoni occupano un posto di rilievo. Esamineremo, iniziando dal monitoraggio, la loro evoluzione nei diversi settori applicativi fino a quello della lotta diretta contro specie chiave per le principali colture frutticole e per la vite, che ha subito negli ultimi dieci anni una crescita esponenziale grazie ai risultati positivi ottenuti e come risposta alle crescenti esigenze igienico-sanitarie e ambientali (Molinari e Schiaparelli, 2012).

MONITORAGGIO

Rappresenta storicamente il campo di impiego più diffuso, interessando tutte le principali colture e costituendo tuttora uno degli strumenti indispensabili, insieme ai modelli previsionali, per una razionale difesa integrata.

Le prime prove effettuate in Italia si possono far risalire agli inizi degli anni 70 ad opera di numerosi Autori tra i quali Maini (1973), Frilli (1974), Giunchi *et al.* (1975) che utilizzarono la trappola Pherocon IC, denominata *wing trap* (ad ala), innescata con i feromoni Codlemone, Orfamone, Grapamone e Anamone, della Società americana Zoecon, nata nel 1968, ora diventata Trécé Inc. e rappresentata in Italia dalla Sipcam fin dal 1972 (Formigoni, 1975) e dal 2012 anche dalla Certis Europe. Nel nostro Paese le ricerche in questo settore sono cominciate negli stessi anni presso l'Istituto Guido Donegani di Novara, allora della Montedison e proseguite fino ai giorni nostri nell'ambito di Isagro Ricerca, che ne ha ereditato e sviluppato il *know-how*. Contemporaneamente allo studio dei feromoni iniziò quello dei modelli di trappola che portò al brevetto, nel 1976, della Traptest, chiamata impropriamente a "pagoda". Questi modelli "omnidirezionali" si differenziano dagli altri con solo due aperture o "unidirezionali", indicati come a "delta" o a "tunnel", nei quali la più sottile traccia odorosa esercita un maggiore potere attrattivo verso certi insetti, come i maschi di carpocapsa (*Cydia pomonella*) (Accinelli *et al.*, 1998).

Oggi è possibile monitorare, con numerosi tipi di trappole a feromoni, un centinaio di specie di lepidotteri, oltre ad alcune cocciniglie, ditteri tripetidi e coleotteri, in agricoltura, selvicoltura (Schiaparelli *et al.*, 2004, 2007) e nelle industrie alimentari (Pagani *et al.*, 2009, 2010). I feromoni impiegati prevalentemente sono i sessuali ma non mancano quelli di aggregazione, in particolare per i coleotteri. Le società produttrici e/o distributrici sono numerose, con un'ampia offerta di feromoni e trappole.

Per alcuni fitofagi, per aumentare la capacità attrattiva, vengono impiegate trappole cromotropiche o cromoattrattive gialle o azzurre, innescate con feromone sessuale, come per la mosca delle olive (*Bactrocera oleae*) o con paraferomone (trimedlure) come per la mosca mediterranea della frutta (*Ceratitis capitata*); oppure di aggregazione, come per il tripide *Frankliniella occidentalis*, ad esempio con la trappola Trip Kit della Biogard o la Thripline ams, della Syngenta Bioline. Per il dittero drosophilide *Drosophila suzukii* sono disponibili, tra gli altri, i modelli Pherocon SWD, della Trécé, attivato con una miscela di sostanze volatili e DrosoTrap, della Biobest, contenente un'esca alimentare. Per i tripetidi mosca delle ciliegie (*Rhagoletis cerasi*) e mosca delle noci (*Rhagoletis completa*), le trappole gialle vengono

innescate con erogatori di sale ammoniacale. Per la piralide del mais (*Ostrinia nubilalis*), le trappole a “cono di rete”, come il modello Coretrap, della Riff98, sono innescate sia con lo specifico feromone (ceppo E, Z, EZ) che con fenilacetaldeide (PAA) (Maini e Burgio, 1999); per la diabrotica (*Diabrotica virgifera virgifera*) sono disponibili trappole gialle innescate con feromone sessuale; per la cimice asiatica (*Halyomorpha halys*) si cita il modello StinK Bug Trap, della Rescue, con feromone di aggregazione, distribuito dalla Serbios. Per gli adulti di elateridi (*Agriotes* spp.) vengono impiegate particolari trappole ad imbuto, come il modello Yatlorf, con feromone sessuale.

La Trécé Inc. ha sviluppato e prodotto per il monitoraggio di entrambi i sessi di carpocapsa l'erogatore Pherocon DA Combo impregnato con una miscela di codlemone (feromone sessuale) e decadienoato di etile (estere di pera, cairomone), sostanza volatile specie-specifica per maschi e femmine. Le trappole innescate con questo erogatore risultano utili in particolare nel controllo dei frutteti in confusione sessuale potendo rilevare tempestivamente l'eventuale presenza di femmine e valutare la necessità di effettuare trattamenti (Guarnone *et al.*, 2008). Negli USA questo cairomone è proposto in formulazione liquida, con il marchio Cidetrak DA MEC, per la miscela con insetticidi aumentandone l'efficacia attraverso una modifica del comportamento degli adulti (minore ovideposizione) e delle larve (movimenti rallentati nella ricerca dei frutti, con conseguenti minori penetrazioni e maggiore esposizione al chimico). Negli ultimi anni sono comparse sul mercato trappole a feromoni elettroniche nelle quali il riconoscimento degli insetti catturati avviene a distanza grazie alla presenza nella trappola di fotocamere che trasmettono le immagini via internet a una piattaforma web dove sono analizzate e conteggiate automaticamente o archiviate sul server. I dati possono essere letti in tempo reale su un monitor o smartphone. Un esempio di questa nuova tecnologia è rappresentato dalla TrapView, della Pessl Instruments. Recentemente al modello standard con feromone è stata aggiunta una fonte di luce ultravioletta che ne aumenta l'attrattività verso gli insetti con fototropismo positivo, appartenenti a diversi ordini quali ditteri, coleotteri, lepidotteri. Nelle coltivazioni erbacee, la piralide del mais è uno di questi e per il suo monitoraggio è stata valutata per due anni la trappola TrapView Aura in confronto con quella luminosa.

Un prototipo di trappola elettronica per il monitoraggio dei maschi di carpocapsa, in fase avanzata di sviluppo con valutazioni di campo, è quello progettato dalla società italiana Lean che utilizza un dispositivo che fotografa automaticamente, ad orari e date prestabilite, gli insetti catturati sul fondo collato di trappole standard. Le immagini sono trasmesse e visionate da remoto su smartphone o tablet, oltre che su monitor, dove vengono identificate e valutate al fine di ottimizzare eventuali interventi. Il dispositivo si presta ad essere applicato per il monitoraggio di altre specie di fitofagi. Lo studio di un prototipo di trappola elettronica automatica per il monitoraggio da remoto della carpocapsa è stato anche svolto dall'Università di Bologna modificando il modello tradizionale e confrontandone l'efficienza (Guarnieri *et al.*, 2011.)

CATTURA MASSALE (*mass trapping*)

E' una modalità di utilizzo degli attrattivi, non necessariamente di natura feromonica, che deriva dal principio del monitoraggio. Utilizzando trappole altamente efficienti si tende a catturare un numero di insetti significativo con il risultato di ridurre la popolazione presente. Il metodo ha trovato pratica applicazione per alcune specie dannose in selvicoltura (processionaria del pino, coleotteri scolitidi), frutticoltura (lepidotteri cossidi), orticoltura (es. nottua mediterranea, *Spodoptera littoralis* e tignola del pomodoro, *Tuta absoluta*) e nelle industrie alimentari (tignole delle derrate). Si impiegano modelli a imbuto o a bacinella, questi

ultimi di fattura industriale o artigianale, contenenti acqua insaponata e innescati con feromone integrato, a volte, da lampade per un effetto attrattivo addizionale, come la Ferolite, della Russell IPM. Le trappole per la cattura di massa sono state introdotte in Italia dalla Montedison verso la metà degli anni 80, prima la Mastrap e successivamente la Mastrap L, usata principalmente per la lotta alla processionaria del pino (*Traumatocampa pityocampa*), al rodilegno giallo (*Zeuzera pyrina*) e rosso (*Cossus cossus*; Pasqualini *et al.*, 1984) il cui feromone era stato identificato e sintetizzato in quel periodo (Capizzi *et al.*, 1983). Negli anni seguenti numerosi sono stati i tipi di trappole per la cattura di massa dei fitofagi menzionati distribuiti da diverse società. Ad esse si sono aggiunte quelle per il punteruolo rosso delle palme (*Rhynchophorus ferrugineus*) come RhynchoTrap e PunchTrap, con feromone di aggregazione e attrattivo alimentare. La cattura di massa, per alcune specie e in particolari situazioni colturali, può essere realizzata con trappole per il monitoraggio, posizionate in un numero adeguato per ettaro, che contengono attrattivi alimentari: è il caso, ad esempio, della DrosoTrap e VasoTrap, con componenti di colore rosso, per *D. suzukii* e dei diversi modelli per *C. capitata* come CeraTrap e TapTrap.

METODO ATTRATTICIDA (*attract and kill*)

Il metodo prevede che un insetto, una volta attratto, sia ucciso mediante un insetticida. A dire la verità, anche con il sistema delle catture di massa gli insetti attratti vengono eliminati, perché trattenuti dal fondo collato o imprigionati in un contenitore nella trappola.

Concettualmente si tende ad attribuire una maggiore efficacia potenziale a questo tipo di approccio. I migliori risultati si ottengono nella lotta ai ditteri tripetidi: attualmente sono disponibili tre sistemi a pannelli, di cui due per la lotta alla mosca delle olive, Eco-Trap della Vioryl, distribuito da CBC (Europe)-Divisione Biogard e Magnet Oli della Suterra e un altro per la mosca mediterranea della frutta, Magnet Med, sempre della Suterra, distribuito da Gowan Italia. Rispetto al *mass trapping*, il fatto che con l'uso di pannelli con feromone-attrattivo alimentare-insetticida, distribuiti in numero sufficientemente elevato per ettaro, vengano nei ditteri attratti entrambi i sessi, spiega la maggiore validità del metodo.

Possiamo citare in questa sezione anche l'esca Adress, della Syngenta, capsula contenente un gel a base di lufenuron e sostanze attrattive per la lotta alla *C. capitata*, che induce sterilità negli adulti che se ne nutrono; si utilizza in associazione con appositi supporti plastici

(Di Franco *et al.*, 2009). Per questa specie si cita, di recente registrazione, la Decis Trap, della Bayer CropScience, costituita da un contenitore di colore giallo contenente un dispenser di attrattivi alimentari, il cui coperchio ha la parete impregnata con deltametrina (Caponero *et al.*, 2015); simile è anche la trappola Ceratipack, distribuita dalla Serbios.

Per i lepidotteri la questione è oggetto di discussione; sono stati sperimentati diversi prodotti soprattutto per carpocapsa (Trematerra *et al.*, 1999). Una formulazione da distribuire in gocce con un dosatore, il Sirene della Ciba, è stata registrata ma non commercializzata.

INIBIZIONE DEGLI ACCOPPIAMENTI (*mating disruption*)

E' questo il sistema più "elegante", come afferma Arn (1990), per utilizzare i feromoni nella difesa delle colture. Si tratta di diffondere nell'aria una quantità di feromone relativamente elevata in modo che i maschi vengano "confusi" nella fase di localizzazione delle femmine (da cui il termine di confusione sessuale) che in natura avviene soprattutto grazie all'emissione del feromone da queste ultime.

L'attività di ricerca italiana sui feromoni per la lotta diretta ai fitofagi fu condotta all'Istituto Donegani dalla fine degli anni 70. Furono provate sia formulazioni in polvere bagnabile, da applicare con atomizzatore (Palvarini *et al.*, 1982; Maini *et al.*, 1982), sia erogatori a basso

dosaggio (Capizzi *et al.*, 1986). Le formulazioni in polvere bagnabile e gli erogatori a basso dosaggio furono presto abbandonati, le prime per la breve persistenza e i secondi per il notevole numero per ettaro necessario.

In Italia le esperienze ripresero nella seconda metà degli anni 80 (Molinari e Cravedi, 1988; Boscheri *et al.*, 1989; Pari *et al.*, 1990; Niccoli *et al.*, 1990; Serrati *et al.*, 1990; Domenichini *et al.*, 1990; Michelatti *et al.*, 1990), tutte con erogatori a elevato rilascio introdotti da società come Basf, CBC (Europe) e Consep; a riguardo si citano anche quelle di Isagro Ricerca effettuate in diversi ambienti con l'erogatore Ecopom (Rama, 1997).

Nel corso degli anni seguenti il metodo si è esteso in modo disomogeneo nelle regioni italiane e sono state proposte sul mercato differenti soluzioni tecniche. Allo stato attuale sono registrati più di una trentina di prodotti, quasi tutti adatti per combattere lepidotteri carpofagi dei fruttiferi e della vite, ai quali si sono aggiunti recentemente quelli contro le tignole delle derrate, da impiegare in magazzini e molini.

Modalità di funzionamento

E' possibile inibire gli accoppiamenti rilasciando il feromone con diverse modalità: si può scegliere di diffondere nell'ambiente elevate quantità da pochi punti di erogazione (metodo della confusione sessuale) o basse quantità da molti punti (metodi del disorientamento o distrazione sessuale e della irrorazione di formulati microincapsulati). Altri sistemi più recenti per attuare la confusione sessuale sono l'autoconfusione e l'impiego di bombole aerosol.

Il metodo della confusione sessuale con erogatori, come è noto, è stato il primo ad essere introdotto in fitoiatria ed è quello che ha avuto la maggiore espansione.

Erogatori a elevato rilascio (confusione sessuale)

Sono quelli che diffondono quantità di feromone relativamente elevate; ciascuno ne libera alcuni milligrammi al giorno, che rappresentano una dose orientativamente centinaia di volte superiore a quella emessa da una femmina. L'effetto, ottenuto posizionando da 300 a 1000 punti di rilascio per ettaro, è complesso, ma fondamentalmente i maschi si trovano in un ambiente con forti sbalzi di concentrazione che provocano l'assuefazione all'attrattivo e la saturazione del sistema di percezione ed elaborazione del segnale. Gli erogatori hanno un contenuto che permette una lunga durata di rilascio, fino a 5-6 mesi. Applicati su superfici sufficientemente ampie, comunque superiori a un ettaro, nel giro di alcuni giorni distribuiscono il feromone in modo uniforme e impediscono gli accoppiamenti anche con popolazioni alte.

Tra i primi ad essere introdotti in Italia, in fruttiviteicoltura, registrati dal 2003, troviamo i prodotti Isomate e Isonet della Shin-Etsu, distribuiti da CBC (Europe) - Divisione Biogard; i Rak della Basf; i CheckMate della Consep Membranes, diventata Suterra nel 2001 e che nel 2006 ha acquisito AgriSense, società con esperienza anche nel settore alimentare e civile; i Cidetrak della Trécé Inc., distribuiti da Certis Europe e registrati nel 2012. Quest'ultima società prevede la prossima registrazione di Cidetrak EGVM per la confusione sessuale della tignoletta della vite (*Lobesia botrana*).

Le specie attualmente controllate con questa tecnica sono: *Cydia pomonella*, *Cydia molesta*, *Cydia funebrana*, *Lobesia botrana*, *Eupoecilia ambiguella*, *Zeuzera pyrina*, *Synanthedon tipuliformis*, *Anarsia lineatella*, tortricidi ricamatori. Per questi ultimi e nelle zone dove è prevalente la capua (*Adoxophyes orana*), la CBC (Europe) ha ottenuto un'autorizzazione in deroga negli ultimi due anni per il formulato Isomate C LR MAX. La stessa società prevede entro la primavera 2016 la registrazione di Isonet T per la confusione della tignola del pomodoro (*T. absoluta*) (Sannino *et al.*, 2014) e di Isonet LA Plus per le tignole della vite

(*L. botrana*, *E. ambiguella*) e l'eulia (*Argyrotaenia ljugiana*) nelle zone del Trentino dove è presente questo tortricide; in seguito anche quella di Isomate OFM Rosso Flex BIO, per la tignola orientale del pesco (*C. molesta*), caratterizzato dall'essere biodegradabile e compostabile.

Suterra ha in sviluppo diffusori per altre specie di insetti, come CheckMate VBM-XL, per la cocciniglia cotonosa della vite (*Planococcus ficus*) (Guario *et al.*, 2014), sperimentato in Puglia negli ultimi anni e che ha avuto nel 2015 un'autorizzazione in deroga.

Basf ha registrato a fine 2012 il Rak 2 MAX, una nuova formulazione, migliorata nella durata e costanza dell'erogazione, per il controllo di *L. botrana*.

Recentemente Suterra e Trécé Inc., alle quali si è aggiunta la Russell IPM con il diffusore Dismate PE, hanno introdotto prodotti per la confusione sessuale delle tignole delle derrate (*Ephesia* spp., *Cadra* spp., *Plodia interpunctella*), distribuiti con gli stessi marchi da società del settore, come Colkim, Copyr, Hi-Pro-Chem. Esperienze di confusione sessuale contro la tignola grigia della farina (*E. kuehniella*) sono state fatte impiegando un diffusore a "stringa" installato sotto gli impianti in un reparto di un'industria alimentare (Süss *et al.*, 2015).

Una menzione merita infine l'innovativo dispositivo per la "confusione sessuale temporizzata", che utilizza come diffusore un filo scorrevole al di sopra della chioma degli alberi che viene impregnato di miscele feromoniche per più specie durante il passaggio in una centralina controllata elettronicamente, con la quale è possibile programmare, manualmente o a distanza, i dosaggi e i momenti della giornata in cui è richiesto un maggiore rilascio (Rama *et al.*, 2002; Maini *et al.*, 2006).

Autoconfusione sessuale

Il meccanismo di azione è particolarmente suggestivo: il concetto è quello di attrarre i maschi verso capannine, simili alle comuni trappole con un erogatore di feromone al centro; invece del fondo collato, la base è costituita da un piano con pozzetti riempiti di polvere di cera, carica elettrostaticamente e contenente il feromone. I maschi non vengono catturati, ma attraversando la capannina aderisce sul loro corpo una certa quantità di polvere esca che, emettendo feromone, li rende incapaci di percepire i richiami (da cui il termine autoconfusione); viene ipotizzato anche che i maschi cosparsi di esca, volando, fungano da punti di rilascio che potrebbero distrarre gli altri maschi che non sono stati attratti dalle trappole (Howse, 2004). Dal 2008 sono registrati dalla Exosect Ltd. prodotti per carpocapsa, Exosex CM e per tignola orientale del pesco, Exosex OFM; il numero di capannine Exosex è di 25-30 per ettaro. Inoltre per la tignoletta della vite è disponibile dal 2012, Exosex GVM LB, costituito da compresse alloggiare in un supporto da appendere nel vigneto. La stessa società ha introdotto un metodo analogo anche contro le tignole delle derrate, con il diffusore Exosex SP Tab, distribuito da Hi-Pro-Chem.

Formulati in bombole aerosol

In Italia è stato registrato da Suterra, nel 2013, CheckMate Puffer CM-O per *C. pomonella*, su pomacee e noce. Si tratta di un formulato in bombole spray da inserire in un dispositivo elettronico temporizzato in grado di rilasciare il feromone in dosi e momenti prestabiliti; consigliato in numero di 2-3 Puffers per ettaro e per superfici/compressori di almeno 4-5 ettari. I programmi di sviluppo di questa innovativa tecnologia, in continua espansione, i cui primi risultati positivi sono stati verificati su ampie aree del Trentino-Alto Adige (Angeli *et al.*, 2012), prevedono il suo utilizzo su altri fitofagi, come *L. botrana*, con il CheckMate Puffer LB (Boselli, 2014), registrato recentemente; *C. molesta*, con il CheckMate Puffer OFM, valutato su vasta scala in Emilia-Romagna, Piemonte, Basilicata e di cui è attesa a breve la

registrazione. In stato avanzato di sviluppo è il CheckMate Puffer CM-OFM su carpocapsa e tignola orientale del pesco.

Questa tecnica è stata introdotta a fine 2015 anche da CBC (Europe) con la formulazione aerosol Isomate CM Mister per il controllo di carpocapsa, dotata di un innovativo meccanismo temporizzato di erogazione, con sensore di temperatura minima programmabile. Altri sistemi analoghi sono attualmente in valutazione, come quello della SemiosBIO Technologies nel quale l'emissione di feromone avviene superata una certa soglia di catture rilevate con trappola di monitoraggio elettronica (Gilbert *et al.*, 2013).

Erogatori a basso rilascio (disorientamento o distrazione sessuale, *false trail following*)

Un'altra tipologia sono gli erogatori che rilasciano quantità di feromone più simili a quelle emesse dalle femmine, con i quali si ottiene il cosiddetto disorientamento o distrazione o metodo delle false tracce. In questo caso i maschi non perdono la capacità di percepire il feromone, ma vengono costantemente “distratti” dal relativamente elevato numero di punti attrattivi (2000-3000 per ettaro) che competono con le femmine (Maini e Accinelli, 2000).

Questi erogatori hanno una durata più limitata nel tempo che va da un mese e mezzo a due; sono particolarmente vantaggiosi su appezzamenti di dimensioni contenute, poiché l'inibizione degli accoppiamenti avviene a livello locale grazie all'attrazione dei *dispenser*. Interessante è l'uso in strategie integrate con insetticidi in concomitanza con le diverse generazioni del fitofago (Angeli *et al.*, 2003; Molinari *et al.*, 2005). Erogatori di questo tipo sono gli Ecodian, di Isagro, in materiale biodegradabile e compostabile (Mater-Bi), introdotti in frutticoltura dal 1999 contro i principali fitofagi e distribuiti da Sumitomo Chemical Italia e recentemente anche da Gowan Italia con il marchio Adivenir. La Società Isagro prevede la registrazione entro la primavera 2016 di Ecodian SL, un sistema basato su un filo diffusore di cellulosa rivestito di Mater-Bi, a basso rilascio di feromone, per applicazioni in floricoltura e orticoltura contro *S. littoralis*, in serra o in pieno campo (Reggiori *et al.*, 2010; Lanzoni *et al.* 2012).

Tra i prodotti registrati nel recente passato, anche se non entrato in commercio, si cita Ecotape FTF della Certis Europe, per *C. pomonella*: si tratta di un nastro adesivo continuo di materiale plastico, da fissare lungo i filari, sul quale sono presenti punti di emissione di feromone.

Formulazioni “*sprayable*”

Dal 2007 sono disponibili due formulati della Suterra, CheckMate CM-F per il controllo di *C. pomonella* e CheckMate OFM-F per *C. molesta*: si tratta dei primi prodotti registrati in Europa in forma liquida in cui sono sospese microcapsule contenenti il feromone; l'applicazione viene fatta con le attrezzature convenzionali utilizzate per i normali agrofarmaci con i quali sono miscibili (Demaria *et al.*, 2010). La Bayer ha messo in commercio nel 2015 Charan OFM, per *C. molesta* e Charan CM per *C. pomonella*, analoghi ai formulati Suterra.

Sulla vegetazione vengono distribuite le microcapsule che costituiscono un grandissimo numero di punti di diffusione del feromone, che risulta quindi distribuito in modo uniforme, come una “nebbia” che può mascherare i richiami naturali. La dimensione delle capsule non consente una durata di azione molto prolungata: questa può essere considerata soddisfacente per un mese, ma distribuendo la metà della dose ogni 15 giorni si ottiene un rilascio più uniforme nel tempo.

Queste formulazioni offrono soprattutto una notevole versatilità d'impiego, potendo adeguare i tempi e le dosi in funzione della necessità e la loro integrazione con gli insetticidi nei programmi di difesa può costituire una scelta da valutare quando sia utile l'uso del feromone soltanto in un periodo della stagione.

Espansione del metodo

Dopo le prime esperienze di campo, la tecnica della confusione sessuale ha avuto nell'ultimo decennio una rapida crescita favorita da diverse cause tra le quali l'insorgenza di resistenza ad alcuni insetticidi, la revoca di numerose sostanze attive in seguito alla revisione europea, la richiesta della GDO di alimenti con residui inferiori, in valore e numero, rispetto a quelli ammessi dalla normativa.

L'Alto Adige rappresenta un caso emblematico: all'inizio degli anni 90, i servizi di assistenza tecnica constatarono che i soli mezzi chimici non erano più in grado di garantire la protezione dei meleti dalla carpocapsa, divenuta resistente a molti insetticidi. Grazie ad una efficiente organizzazione territoriale è stato avviato un programma di sviluppo del metodo che dai 232 ettari coperti nel 1993 si è gradualmente allargato agli attuali 16.000, corrispondenti all'86% della superficie.

In Piemonte e in Trentino la superficie a melo interessata dalla confusione rappresenta rispettivamente il 54% (con 2.800 ha) e il 67% (con 7.100 ha) della totale. In Trentino-Alto Adige si sono osservati attacchi su melo anche di tignola orientale del pesco che ha portato a utilizzare dagli anni 2000, su una parte della superficie, la confusione impiegando diffusori combinati per i due fitofagi.

In Trentino i feromoni vengono utilizzati per difendere dalle tignole il 95% della produzione viticola, coprendo 9.700 ha: un grande progresso dai 14 ettari del 1991.

Nella coltura del pesco i feromoni hanno mostrato notevole efficacia soprattutto nei confronti di *C. molesta* e in due delle principali regioni produttrici, la superficie interessata ha raggiunto il 58% (con 14.000 ha) in Emilia-Romagna e il 67% (con 4.300 ha) in Piemonte; anche in Calabria risultano trattati circa 1.200 ha, pari al 28% della superficie regionale.

A livello nazionale, nel 2012, i feromoni sono applicati, come mezzo diretto di lotta, su una superficie di circa 73.000 ettari, suddivisa in 33.000 ha a melo, 22.000 ha a pesco e 18.000 ha a vite, di cui 14.500 a uva da vino. Il valore del mercato è stimato in 17 milioni di euro al consumo (Schiaparelli, 2013).

LA CONFUSIONE SESSUALE NEL FUTURO DELLA DIFESA INTEGRATA

La confusione sessuale e più in generale i sistemi di inibizione degli accoppiamenti non sono più considerati in alternativa agli insetticidi, ma come una delle soluzioni da preferire per soddisfare i "principi generali di difesa integrata", elencati nell'Allegato III della Direttiva 128/2009/CE sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, recepita con il DL n. 150 del 14/8/2012 e applicati dal gennaio 2014 nell'ambito del Piano d'Azione Nazionale (PAN) (AA.VV., 2014).

Tra le problematiche aperte relative a questo metodo si ricorda che il minor numero di trattamenti insetticidi può favorire la comparsa o l'aumento delle popolazioni di fitofagi secondari non più controllati; che l'opportunità di avere diffusori multispecie con diverse miscele di componenti pone la necessità di trovare materiali che garantiscano un rilascio costante per tutta la stagione e in tutti gli ambienti; che disporre di erogatori biodegradabili e compostabili risolverebbe il problema dello smaltimento a fine stagione.

L'obbligo, nell'ambito del processo di revisione europea, di preparare anche per i feromoni da utilizzare nella lotta diretta agli insetti, un *dossier* simile a quello richiesto per gli altri prodotti fitosanitari, costituisce un limite allo sviluppo di queste metodologie. Allo stato attuale, l'*iter* per la revisione, iniziato nel 2005 e relativo ai feromoni appartenenti al gruppo dei "Feromoni dei lepidotteri a catena lineare" (*Straight-Chained Lepidopteran Pheromones* o SCLPs) si è concluso con la loro iscrizione, per 10 anni dall'1/9/2009, nell'allegato I della Direttiva 91/414/CEE, ora trasferito nel Reg. (UE) 540/2011, avvalendosi di una procedura

semplificata (Reg. CE 2229/2004) e in attesa del parere dell'EFSA. Il giudizio dell'EFSA è stato pubblicato nel gennaio 2014 (EFSA *Journal* 2014, 12 (1): 537 pp.) e i SCLPs sono stati approvati con il Reg. (UE) 918/2014 del 22 agosto che ha modificato il Reg. (UE) 540/2011 per quanto riguarda le condizioni di approvazione della sostanza attiva.

In Italia, i nuovi prodotti fitosanitari con feromoni devono ottenere la registrazione dal Ministero della Salute secondo il Reg. (CE) 1107/2009. Per i formulati già autorizzati è previsto che vengano riesaminati entro il 31/8/2015 alla luce dei principi uniformi e tenendo conto della valutazione dell'EFSA. Il DM 24/4/2012 del Ministero della Salute li ha ri-registrati provvisoriamente fino al 31/8/2019, data di scadenza dell'approvazione della sostanza attiva.

LAVORI CITATI

- AA.VV., 2014. Difesa fitosanitaria in produzione integrata. Manuale dei metodi e delle tecniche a basso impatto (a cura di A. Butturini e T. Galassi). Edagricole, Bologna, 397 pp.
- Accinelli G., Maini S., Capizzi A., 1998. Effetti del tipo di trappola e dell'innesco feromonico sulla cattura di *Cydia pomonella*. *Informatore Fitopatologico*, 48 (1-2), 70-75.
- Angeli G., Berti M., Maines R., Ioriatti C., 2003. Utilizzo delle tecniche di disorientamento e "attract and kill" nella difesa del melo da *Cydia pomonella* (L.) e *Cydia molesta* (Busck) *Informatore Fitopatologico*, 53 (9), 45-50.
- Angeli G., Rizzi C., Baldessari M., Thomann M., Botzner B., Panizza C., Zaffoni M., 2012. Il sistema di confusione sessuale "PUFFER CM" per la difesa della carpocapsa del melo. *Atti Giornate Fitopatologiche*, "Uso di attrattivi nella difesa dagli insetti", I, 343-349.
- Arn H., 1990. Pheromones: Prophecies, economics, and the ground swell, in: "Behavior modifying chemicals for insect management: applications of pheromones and other attractants", Ridgway RL, Silverstein RM, Inscoe MN (eds.), 717-722. Marcel Dekker, New York.
- Boscheri S., Paoli N., Österreicher J., Waldner W., 1989. Esperienze con la biotecnologia della "confusione" nella difesa dalla carpocapsa e dalle ricamatrici presso l'azienda Datumhof-Settequerce. *Frutta e Vite*, 14 (2), 909-911.
- Boselli M., 2014. Tre anni di sperimentazione con feromoni in aerosol (CheckMate Puffer LB) per la lotta alla tignoletta della vite. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I, 167-176.
- Capizzi A., Tonini C., Arsur E., Guglielmetti G., Massardo P., Piccardi P., 1983. Sex pheromones components of the goat moth *Cossus cossus* (L.). *J. Chem. Ecol.*, 9, 191-200.
- Capizzi A., Arsur E., Spinelli P., 1986. I feromoni: esperienze applicative con un nuovo tipo di erogatore. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I, 177-186.
- Caponero A., Lacertosa G., Quinto G. R., 2015. Decis Trap sistema attrattivo contro la mosca della frutta. *L'Informatore Agrario*, 28, 52-55.
- Demaria D., Cigolini M., Vittone G., Molinari F., 2010. Management of Oriental Fruit Moth and Codling Moth with spray application of microencapsulated sex pheromone. *IOBC Working Group "Integrated Plant Protection in Fruit Crops", 7th International Conference on Integrated Fruit Production*, Avignon, France, 27-30 October 2008. *IOBC/wprs Bulletin* 54, 653-656.
- Di Franco F., Liguori R., Benfatto D., 2009. Le esche attrattive sterilizzanti, un efficace metodo di lotta contro *Ceratitis capitata* Wied. su agrume. *Proceedings XXII CNIE*, Ancona, 15-18 giugno 2009, 204.
- Domenichini P., Castagna G., Abbiati C., Pedron S., Pezzini G., 1990. Prime conclusioni dopo 5 anni di esperienze realizzate con il metodo della confusione sessuale M.D.T. (*Mating Disruption Technique*) applicato contro la *Cydia molesta* Busck del pesco con erogatori a base di fibre di plastica cave. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I, 237-246.

- Formigoni A., 1975. Sviluppo e possibilità di impiego di alcuni feromoni in fitoiatria. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 447-452.
- Frilli F., 1974. L'impiego degli attrattivi sessuali di sintesi per il controllo di *Cydia molesta*. *Entomologica*, 10, 31-56.
- Gilbert M., Eby C., Maas C., Judd G., 2013. Semiosbio precision pest management system: real-time mating disruption. In: *Abstracts of Conference "Future IPM in Europe"*, Riva del Garda (Trento), 19-21 March 2013, 8.
- Giunchi P., Gelosi A., Pollini A., 1975. Osservazioni sull'impiego di alcuni attrattivi sessuali di sintesi. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 433-466.
- Guario A., Cavicchi V., Lasorella V., Antonino N., Grande O., Convertini S., 2014. La confusione sessuale per il controllo di *Planococcus ficus* su vite da tavola, in Puglia: primi approcci di un biennio di sperimentazione. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 177-182.
- Guarnieri A., Maini S., Molari G., Rondelli V., 2011. Automatic trap for moth detection in integrated pest management. *Bulletin of Insectology*, 64 (2), 247-251.
- Guarnone A., Dal Pane M., Capella A., 2008. Pherocon DA Combo: nuovo erogatore per il monitoraggio di maschi e femmine di *Cydia pomonella* (Lepidoptera, Tortricidae). *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 43-50.
- Howse P., 2004. Prevention of mating by Auto confusion TM—New pest management technology using electrostatic powders. *IOBC Working Group "Use of pheromones and other semiochemicals in integrated control"*, In: *Program and abstracts. 6th International Conference on Integrated Fruit Production*, Baselga di Piné (Trento), 26-30 September 2004, 156-157.
- Lanzoni A., Bazzocchi G., Reggiori F., Rama F., Sannino L., Maini S., Burgio G., 2012. *Spodoptera littoralis* male capture suppression in processing spinach using two kinds of synthetic sex-pheromone dispensers. *Bulletin of Insectology*, 65 (2), 311-318.
- Maini S., 1973. Prova preliminare con attrattivi sessuali nei confronti della Piralide. *Informatore Fitopatologico*, 23 (9), 11-14.
- Maini S., Bortolotti A., Pasqualini E., 1982. Attempts to control *Laspeyresia pomonella* L. by mating disruption. *IOBC-WPRS "Meeting on the application of the mating disruption technique in fruit orchards and vineyards"*, Nyon (CH), September, 2829.
- Maini S., Burgio G., 1999. *Ostrinia nubilalis* Lepidoptera Pyralidae on sweet corn: relationship between adults caught in multibaited traps and ear damages. *Journal of Applied Entomology*, 123, 179-185.
- Maini S., Accinelli G., 2000. Confusione-disorientamento e distrazione sessuale: confronti tra erogatori di feromone di *Cydia molesta* (Busck) (Lepidoptera:Tortricidae). *Bollettino dell'Istituto di Entomologia "Guido Grandi" dell'Università degli Studi di Bologna*, 54, 113-122.
- Maini S., Accinelli C., Santi F., Pratizzoli W., Buscaroli V.M., 2006. Tecnica di confusione sessuale nei riguardi di lepidotteri dei fruttiferi con impiego di apparecchiatura di diffusione temporizzata. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I, 141-146.
- Michelatti G., Schreiber G., Ugolini A., Bosso A., Bussi C., 1990. Un biennio di prove di lotta contro *Cydia pomonella* L. e *Argyrotaenia pulchellana* Hw. condotte con il metodo della confusione sessuale in frutteti del Piemonte. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I, 171-180.
- Molinari F., Cravedi P., 1988. Esperienze sul metodo della confusione nella lotta contro *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera, Tortricidae). *Atti XV CNIE*, L'Aquila, 13-17 giugno 1988, 965-972.
- Molinari F., Cravedi P., 2005. Il disorientamento per il controllo dei lepidotteri carpofagi. *L'Informatore Agrario*, 61 (13), 63-65.

- Molinari F., Schiaparelli A., 2012. I feromoni nella difesa integrata delle colture in Italia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, "Uso di attrattivi nella difesa dagli insetti", I, 335-342.
- Niccoli A., Sacchetti P., Lupi E., 1990. Il metodo della confusione nel controllo di *Cydia molesta* (Busck) e *Anarsia lineatella* Zell. in un pescheto della Toscana. *Redia*, 73 (2), 531-541.
- Pagani M., Savoldelli S., Schiaparelli A., 2009-2010. Manuale pratico per il monitoraggio e riconoscimento degli insetti infestanti le industrie alimentari. Vol. 1 (130 pp.): Thysanura, Blattaria, Dermaptera, Psocoptera, Lepidoptera; Vol. 2 (150 pp., con CD-Rom): Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Cenni sugli acari delle derrate. Edizioni Sinergitech, Forlì.
- Palvarini A., Dal Moro A., Maccone S., 1982. Controlled release technologies for pheromones. *JUPAC, The 5th International Congress of Pesticide Chemistry*, Kyoto, 29 August - 4 September 1982, 367-372.
- Pari P., Spada G., Garaffoni M., Guardigni P., Canestrà R., Minguzzi R., Ravaioli M., Carli G., 1990. Il metodo della confusione sessuale nella difesa contro *Cydia molesta* (Busck) ed *Anarsia lineatella* Zeller nei pescheti dell'Emilia-Romagna. *Informatore Fitopatologico*, 40 (10), 35-42.
- Pasqualini E., Gavioli F., Baronio P., Malavolta C., Campadelli G., Maini S., 1984. Studio sulla possibilità di realizzazione del metodo della cattura in massa per *Cossus cossus* L. (Lep. Cossidae). *Bollettino dell'Istituto di Entomologia "Guido Grandi" dell'Università degli Studi di Bologna*, 39, 187-199.
- Rama F., 1997. Ecopom dispenser for mating disruption in apple orchards. *IOBC/wprs Bulletin*, 20 (1), 65-72.
- Rama F., Reggiori F., Praticelli W., 2002. Timed mating disruption: a new pheromone-dispensing device for the protection of orchards from *Cydia pomonella*, *C. molesta* and leafrollers. *Working Group "Pheromones and other semiochemicals in Integrated Production"*. *IOBC/wprs*, Erice (Trapani), 22-27 September 2002.
- Reggiori F., Rama F., Albertini A., Bozzano G., Crotti A., Restuccia P., Mancini G., 2010. Controllo di *Spodoptera littoralis* (BSDV.) per mezzo di un erogatore biodegradabile di feromone sessuale. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I, 171-178.
- Sannino L., Piro F., Proto S., Savino F., Griffo R., Conte A., Punzi F., 2014. Efficacia di Isonet T, un nuovo sistema per il contenimento di *Tuta absoluta* mediante confusione sessuale. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I, 193-200.
- Schiaparelli A., Reggiori F., Rama F., Ponti G. L., 2004. Feromoni e Trappole. Guida per un corretto impiego in frutticoltura e viticoltura (libro + CD-Rom), Edizioni L'Informatore Agrario, Verona, 188 pp.
- Schiaparelli A., 2007. Diffusione delle trappole a feromoni nel settore agricolo e forestale. *Informatore Fitopatologico*, 12, 37-56.
- Schiaparelli A., 2013. Confusione sessuale in Italia: in crescita da 20 anni. *L'Informatore Agrario*, 21 (suppl.), 5-15.
- Serrati L., Salgarollo V., Ferlito A., 1990. Ulteriori acquisizioni nell'impiego del metodo della "confusione" nella lotta contro *Cydia molesta* (Busck) e *Anarsia lineatella* Zeller. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I, 225-236.
- Süss L., Cassani G., Rosazza F., Capizzi A., 2015. Una tecnica alternativa di confusione sessuale nella lotta contro *Ephestia kuehniella* Zell. (Lepidoptera Pyraloidea, Phycitidae). *Tecnica Molitoria*, 66 (6), 422-427.
- Trematerra P., Sciarretta A., Tamasi E., 1999. Sul metodo attratticida impiegato nel controllo di *Cydia pomonella* L. *Informatore Fitopatologico*, 49 (5), 41-44.