TECNICA DI CONFUSIONE SESSUALE NEI RIGUARDI DI LEPIDOTTERI DEI FRUTTIFERI CON IMPIEGO DI APPARECCHIATURA DI DIFFUSIONE TEMPORIZZATA

S. MAINI [(1)], C. ACCINELLI [(1)], F. SANTI [(1)], W. PRATIZZOLI [(2)], V. M. BUSCAROLI [(2)]
[(1)]Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, *Alma Mater Studiorum* – Università di Bologna, Viale G. Fanin 40127 Bologna – stefano.maini@unibo.it
[(2)]Riff98 s.coop., Via del Verrocchio, 6 – 40138 Bologna

RIASSUNTO

La confusione sessuale temporizzata si attua mediante l'istallazione nel frutteto di una centralina computerizzata che diffonde miscele feromoniche per il controllo di più specie di lepidotteri contemporaneamente. L'apparecchiatura permette di controllare l'erogazione di miscele feromoniche su una matrice mobile (filo poliammidico) che percorre in movimento tutto l'appezzamento interessato. La dose corretta di feromone sessuale sintetico, i tempi e il funzionamento del sistema sono controllabili a distanza tramite comandi inviati con *Short Message System* (SMS). Si riportano risultati nei confronti di *Cydia funebrana* nel susino e *Cydia pomonella*, *Cydia molesta* e tortricidi ricamatori in un pereto. I confronti tra catture di maschi nelle aree con la confusione sessuale temporizzata e frutteti trattati con insetticidi dimostrano l'efficacia nel disorientare i maschi delle diverse specie di lepidottero. I danni ai frutti sono rimasti entro le soglie e comparabili a quelli osservati con la difesa chimica.
Parole chiave: confusione sessuale temporizzata, *Cydia funebrana*, *Cydia pomonella*, *Cydia molesta*, Tortricidi ricamatori

SUMMARY

MATING DISRUPTION AGAINST ORCHARD MOTHS BY TIMED PHEROMONE-DISPENSING DEVICE

Timed mating disruption (TMD) is based on an automated device for dispensing sex pheromone blends into the orchards. The system permits to control different moth species in the same time by sexual confusion. The pheromone blends distribution is achieved through a timed dripping system that impregnate a filament (polyamide plaited) moving along a path within the orchard. The correct amount of synthetic sex pheromone blend, timing, and device setting are automatically regulated by Short Message System (SMS). TMD results against *Cydia funebrana* on plum and *Cydia pomonella*, *Cydia molesta* and leafrollers on pear orchard are reported. Comparisons between males caught in TMD and check orchards demonstrated the TMD efficacy in confusing males. Estimated values of fruit damage was under the economic thresholds and similar to control orchards managed with insecticides.
Keywords: timed mating disruption, *Cydia funebrana*, *Cydia pomonella*, *Cydia molesta*, leafroller moths

INTRODUZIONE

L'adozione di tecniche di lotta integrata (IPM) e biologica ai fitofagi si va sempre più affermando su maggiori superfici a frutteto. Questo comporta un minore impatto ambientale dovuto agli insetticidi e consente di ottenere marchi di qualità sul prodotto. Bisogna poi aggiungere che la gestione degli insetti fitofagi con soli mezzi chimici non è esente da problematiche di carattere tecnico. Recentemente si sono, infatti, evidenziati fenomeni di resistenza agli insetticidi che creano difficoltà nel controllo dei fitofagi in alcune aree frutticole.

In IPM l'adozione delle trappole sessuali per l'avvistamento dei maschi e per stabilire soglie d'intervento con insetticidi è tecnica nota. L'impiego dei feromoni come metodo di lotta è invece entrato a far parte della comune pratica di difesa solo recentemente.

L'utilizzazione di tecniche di lotta alternative agli insetticidi, quali la confusione con feromoni sessuali pur essendo applicata da tempo anche nel nostro Paese (Rotundo e Viggiani,1989; Molinari e Cravedi, 1990; Pari *et al*. 1990), si è mantenuta per anni a livello sperimentale o su superfici abbastanza ridotte e ha incontrato, in particolare in aree frutticole come in Alto Adige, notevole successo da una decina d'anni (Waldner, 1997). La metodologia applicata che non permette agli insetti di accoppiarsi, *mating disruption* (Sanders, 1995) è comunemente indicata e tradotta in italiano col termine: confusione sessuale. In realtà e più precisamente, l'impedimento o riduzione degli accoppiamenti si ottiene, nei frutteti, anche impiegando trappole per catture in massa (Pasqualini *et al*., 1982) o per attrarre i maschi in punti trattati con insetticidi, *attract and kill* (Trematerra *et al*., 1999) oltre che confondendo o distraendo i maschi nella ricerca delle femmine. I maschi sono disorientati o confusi, quando, in genere, non "decollano" o non si mantengono in volo controvento (Birch e Haynes, 1984). Questo comportamento è imputabile probabilmente alla saturazione dei loro chemiorecettori olfattivi presenti nelle antenne (Judd *et al*., 2005). Il blocco si attuerebbe con molecole di feromone sessuale femminile sintetico o con paraferomoni (il maschio è quindi disorientato o confuso dalla presenza di alte dosi di molecole odorose nell'ambiente). Viceversa se i maschi continuano a volare, con classico movimento chemioclinotattico (Kennedy *et al*., 1981), verso una fonte di feromone (naturale o di sintesi) e mantengono, ovviamente, un "orientamento verso" - anche detto "tassìa" - si ottiene una distrazione sessuale che conduce, dopo molti tentativi andati a vuoto perché sono state seguite delle false piste - *false trail following* - all'impedimento della copula. In questo caso i maschi risultano semplicemente distratti ma continuano il volo alla ricerca del sesso opposto. Le femmine dei lepidotteri *target* rimarranno quindi, soprattutto in caso di scarsa densità, vergini non deponendo uova o si avranno deposizioni di uova sterili (maschio orientato ma distratto da presenza di false fonti di richiamo sintetico a bassa dose). La breve premessa sui metodi di lotta con feromoni sessuali si è fornita per chiarire e indicare che la confusione sessuale temporizzata o dinamica si prefigge lo scopo di impedire gli accoppiamenti distribuendo nel frutteto una dose relativamente elevata di feromone tale da confondere e non semplicemente distrarre i maschi.

La diffusione di miscele feromoniche contemporaneamente o a distanza ravvicinata nel tempo per più specie di lepidotteri tramite confusione temporizzata è dunque possibile senza per questo diminuire il potere disorientante nei riguardi dei maschi. Anche se il *blend* di componenti feromonici potrebbe non essere quello ideale, come nel caso di altri metodi di diffusione, la possibilità di agire su più specie di lepidotteri nel frutteto e di avere un rilascio in dosi e in momenti programmabili in funzione della reale presenza di adulti rende la tecnica più mirata e tempestiva rispetto alla confusione sessuale tradizionale.

In seguito alle prime sperimentazioni di questa tecnica iniziate nel 1996 e dei risultati incoraggianti ottenuti si è voluta approfondire e migliorare la confusione sessuale temporizzata. In questo lavoro sono sinteticamente descritti la messa in opera, le caratteristiche della centralina elettronica, nonché alcuni recenti risultati in campo.

Si precisa che il brevetto (di proprietà Isagro S.p.a) relativo alla centralina e al metodo di erogazione di feromoni sessuali tramite filo è stato depositato da Pratizzoli (1998).

MATERIALI E METODI

Centralina elettronica per il rilascio temporizzato di miscele feromoniche

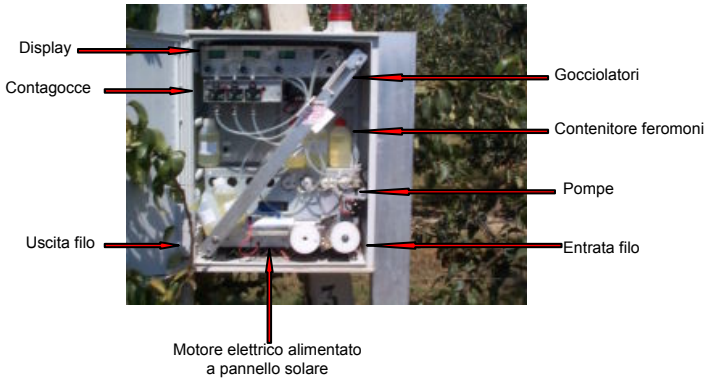
La strumentazione è alimentata da una batteria che può essere caricata da un pannello solare o da energia elettrica di rete. La centralina si controlla elettronicamente consentendo una programmazione di rilascio di miscela (dose, orario e giorno) in base alla situazione coltura/fitofago-*target* sul quale ottenere l'impedimento degli accoppiamenti (figura 1). I parametri operativi sono programmati tramite microprocessore e possono essere regolati manualmente o a distanza (*Global System for Mobile communication* GSM – telefonia mobile) poiché è dotata di canali di comunicazione SMS *Short Message System*. Eventuali problemi di funzionalità del sistema sono segnalati da messaggi di allarme.

Le centraline sono fornite dalla Lean s.r.l., Medolla (Modena).

Il filo che si muove nel frutteto è costituito da materiale poliammidico ed è prodotto dalla ditta Trem® (Trecciatura Emiliana, Osteria Grande, Bologna). Si costituisce un unico lungo circuito la cui velocità di scorrimento (dai 400 a 600 m h^{-1}) dipende dalla lunghezza totale del filo, dall'attrito su carrucole e passanti e dalla forma del tracciato. Il filo, in genere, si sistema oltre la chioma degli alberi. La centralina si posiziona in modo che il filo in uscita (appena impregnato di miscela feromonica) rimanga sottovento sia rispetto alla direzione della corrente d'aria dominante che può spirare nelle ore serali nel frutteto che al frutteto stesso.

Le dimensioni ottimali dell'appezzamento, preferibilmente di forma regolare, si aggirano tra i 2 e 3 ha.

Figura 1 – Centralina elettronica per rilascio temporizzato e calibrato di miscela feromonica



Miscele feromoniche rilasciate

Il feromone per *Cydia pomonella* (L.) era: E8, E10-12OH al 25% con stabilizzanti e solventi q.b. a 100%. La miscela per *Cydia molesta* (Busck) consisteva di tre componenti: Z8-12:Ac, E8-12:Ac, Z8-12OH in rapporto rispettivamente di 93: 6: 1, diffusi contemporaneamente. Per i ricamatori si è invece erogato un solo isomero (Z11-14:Ac) che fa parte della miscela naturale feromonica emessa dalle femmine di *Pandemis cerasana* (Hübner), *Archips podanus* (Scopoli) e *Argyrotaenia ljungiana* (Thumberg). Per *Cydia funebrana* (Treitschke) è stata diffusa la miscela (50:50) dei due componenti Z8-12:Ac e 12:Ac. Le miscele (componenti feromonici, solventi, antiossidanti e stabilizzanti) sono state preparate da Isagro Ricerca s.r.l., Novara.

Possono essere rilasciati da 5 a 15 g ha^{-1} $giorno^{-1}$ di miscela feromonica. La dose può essere stabilita in funzione delle caratteristiche del frutteto, della presunta infestazione dei fitofagi e in modo particolare dal rilevamento di catture in trappole "spia" poste nel frutteto in cui si è attuata la confusione. Il dosaggio medio è stato di 10 g ha^{-1} $giorno^{-1}$. In queste prove inoltre sono state poste trappole di controllo in frutteti nelle stesse aree ma trattati con insetticidi "difesa chimica".

Frutteti sperimentali

Le prove si sono svolte in frutteti a struttura regolare sottoposti negli anni precedenti a tecniche di lotta chimica tradizionale o IPM, con superficie tra 1,5 – 4 ha.

L'andamento degli sfarfallamenti dei diversi lepidotteri *target* si è seguito mediante trappole sessuali (Traptest® per *C. molesta* e ricamatori, Carpotrap® per *C. pomonella*) sia nei campi sottoposti a confusione temporizzata che negli appezzamenti limitrofi (ad almeno 200 m di distanza) con caratteristiche omogenee. La stima del danno dovuto alle larve è stata eseguita campionando 1000 frutti per coltura raccolti a caso, a inizio giugno, luglio e agosto.

Nel 2002 la confusione temporizzata si è applicata in un frutteto situato in prossimità di Nonantola (Modena) di susine ("Obilnya", "Goccia d'oro", "Angeleno", "La Roda", "Black Star") di 1,9 ha e il risultato del danno confrontato con frutteto con stesse varietà di 2,1 ha. Il percorso del filo è avvenuto tra i filari ad una altezza di oltre 3m.

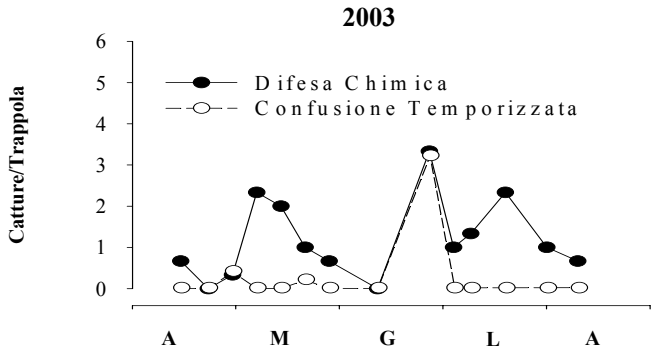
Nel 2004 e 2005 la confusione temporizzata ha interessato un pereto di circa 3 ha ("William" e "Abate") in provincia di Ravenna. Il percorso del filo è stato di circa 50 cm sopra chioma.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Confusione temporizzata su susino

In figura 2 si possono osservare gli andamenti delle catture dei maschi di *C. funebrana* nel frutteto trattato con feromone sessuale e in quello di controllo. Per un'errata sistemazione del feromone nella centralina si è osservato un picco di cattura che ha costretto ad effettuare un intervento insetticida e tuttavia non è stato compromesso l'esito finale con danni sotto la soglia. Nel campo a confusione temporizzata i frutti attaccati hanno evidenziato un risultato analogo a quello osservato nel frutteto fuori prova. In questo ultimo, però erano stati eseguiti 8 trattamenti insetticidi contro uno solo nei susini trattati con confusione sessuale temporizzata.

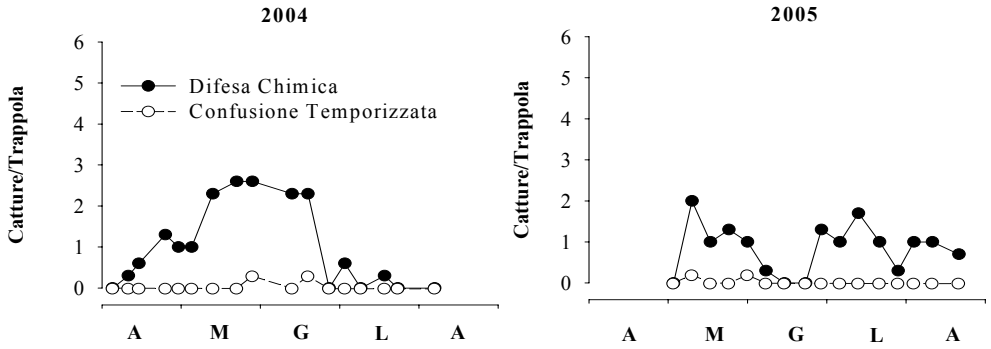
Figura 2 – Andamenti delle catture di *Cydia funebrana*



Confusione temporizzata su pero

Sia nel 2004 che nel 2005 le catture di maschi di *C. pomonella* nell'area interessata dalla confusione temporizzata sono state praticamente azzerate (figura 3). Tuttavia, oltre ai lavaggi per limitare i danni da *Cacopsylla pyri* (L.), nel momento in cui le trappole spia hanno segnalato alcune catture, si è intervenuti con 4 trattamenti di un preparato a base di virus. Per quanto riguarda le altre specie di lepidotteri, la confusione ha dimostrato la validità e non si sono attirati maschi a differenza di quanto avvenuto nel frutteto fuori prova in cui si sono verificate diverse catture che hanno richiesto 7 trattamenti insetticidi nel 2004 e 5 nel 2005. Il danno da *C. pomonella* e altri lepidotteri nel frutteto a confusione si è mantenuto in entrambe le stagioni sotto lo 0,5%. Questi risultati confermano altri riscontri positivi ottenuti sempre con confusione sessuale temporizzata in anni precedenti (dati non pubblicati; Rama *et al*., 2002).

Figura 3 – Andamenti delle catture di *Cydia pomonella*



CONCLUSIONI

La confusione temporizzata si è confermata come una strategia flessibile e "mobile". Si sono potute constatare, infatti, diverse opportunità applicative:

1) la possibilità offerta dal sistema computerizzato di impiegare diverse miscele feromoniche contemporaneamente sullo stesso supporto di diffusione;

2) il controllo dei parametri che possono essere "mirati" in funzione delle ore in cui gli adulti sono attivi in volo (tali dati comportamentali relativi alle diverse specie sarebbero tuttavia ancora da studiare);

3) dosaggi delle miscele feromoniche basati sui periodi di massime catture in aree vicine non sottoposte al metodo di confusione;

4) aumento dell'erogazione in caso di eventuali catture in trappole poste nell'area interessata dalla confusione temporizzata;

5) possibilità di diffusione costante per tutto periodo di sfarfallamento dei lepidotteri.

Il sistema, inoltre, potendo essere controllato a distanza si differenzia rispetto ad altre tecniche messe a punto recentemente: "*puffers*". Anche con questa modalità di diffusione si ottengono dei risparmi di miscela feromonica e, rispetto alla confusione temporizzata, permette di coprire vastissime aree (Elkins *et al*., 2005).

In prospettiva, la disponibilità di un unico supporto di diffusione "dinamico" e temporizzato potrebbe essere utile non solo per confondere i maschi ma anche le femmine di *C. pomonella* utilizzando un cairomone che, pure in Italia, è attualmente allo studio (Pasqualini *et al*., 2005).

Un fattore ancora limitante della confusione temporizzata è il costo elevato. L'entità corretta non è semplice da calcolare soprattutto se si considera che, con una dimensione di scala

maggiore, potrebbe diminuire in modo notevole. Nel calcolo inoltre si dovrebbero considerare i benefici che con questi sistemi innovativi si producono all'ambiente, produttori e consumatori.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dr. Franco Rama (Isagro Ricerca s.r.l., Novara) per i suggerimenti forniti. Le prove sono state, in parte, finanziate dalla Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Bologna (Progetto PIU' – Piccole Imprese e Università).

LAVORI CITATI

Birch M.C., Haynes K.F., 1984. Introduzione ai feromoni. Clesav, Milano, 95 pp.

Elkins R.B., Klonsky K.M., De Moura R.L., 2005. Cost of production for transitioning from conventional codling moth control to aerosol-released mating disruption ("puffers") in pears. *Acta Horticulturae*, 67, 1,559-563.

Judd G.J.R., Gardiner M.G.T., De Lury N.C., Karg G., 2005. Reduced antennal sensitivity, behavioural response, and attraction of male codling moths, *Cydia pomonella*, to their pheromone (*E,E*)-8,10-dodecadien-1-ol following various pre-exposure regimes. *Ent. Exp. et Appl*., 114, 65-78.

Kennedy J.S., Ludlow A.R., Sanders C.J., 1981. Guidance system used in moth sex attraction. *Nature*, 288, 475-477.

Molinari F., Cravedi P., 1990. Il metodo della confusione sessuale nella difesa contro *Cydia molesta* (Busk) e *Anarsia lineatella* Zell. *Informatore fitopatologico*, 40 (3), 31-36.

Pari P., Spada G., Garaffoni M., Guardigni P., Canestrale R., Minguzzi R., Ravaioli M, Carli G., 1990. Il metodo della confusione sessuale nella difesa contro *Cydia molesta* (Busk) ed *Anarsia lineatella* Zeller nei pescheti dell'Emilia Romagna. *Informatore Fitopatologico*, 40 (10), 35-42.

Pasqualini E., Bortolotti A., Maini S., Baronio P., Campadelli, 1982. Impiego di feromoni sintetici nella lotta contro *Cossus cossus* L. (Lepidoptera, Cossidae). *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 37, 123- 135.

Pasqualini E., Schmidt S., Espinha I., Civolani S., De Cristofaro A., Molinari F., Villa M., Ladurner E., Sauphanor B., Ioriatti C., 2005. Effects of the kairomone ethyl (2*E*, 4*Z*)-2,4-decadienoate (DA 2313) on the oviposition behaviour of *Cydia pomonella*: preliminary investigations. *Bulletin of Insectology*, 58 (2), 119-124.

Pratizzoli W., 1998, World Patent WO 98/20730; US patent 6,298,596 B1.

Rama F., Reggiori F., Pratizzoli W., 2002. Timed mating disruption: a new pheromone-dispensing device for the protection of orchards from *Cydia pomonella*, *C. molesta* and leafrollers. *In*: Pheromones and other semiochemicals in Integrated Production. IOBC/WPRS Working Group, Erice (Trapani) 22-27 September 2002. [online] www.phero.net/iobc/sicily/proceedings/rama.pdf

Rotundo G., Viggiani G., 1989. Esperienze sul controllo dell'Anarsia e della Tignola orientale con il metodo della confusione sessuale. *Informatore Agrario*, 45 (40), 67-68.

Sanders C. J., 1995. Mechanism of mating disruption in moth. *In*: Insect pheromone research new direction (Cardè R. T., Minks A.K. coord.), International Thomson Publishing, 333-346.

Trematerra P., Sciarretta A., Tamasi E., 1999. Sul metodo attratticida impiegato nel controllo di *Cydia pomonella*. *Informatore Fitopatologico*, 49 (5), 41-44.

Waldner W., 1997. Three years of large scale control of codling moth by mating disruption in the South Tyrol, Italy. *Bull. IOBC/WPRS*, 20 (1), 35-44.