

STEFANO MAINI, GIANUMBERTO ACCINELLI
Istituto di Entomologia "G. Grandi", Università di Bologna

Confusione-disorientamento e distrazione sessuale:
confronti tra erogatori di feromone di
Cydia molesta (Busck) (Lepidoptera Tortricidae) (*)

INTRODUZIONE

La confusione o disorientamento sessuale dei maschi è una tecnica che impiega feromone sessuale di sintesi ed è basata sul principio per cui in un ambiente con una elevata densità di feromone i maschi non riescono a localizzare le femmine rimanendo inibiti e più o meno inattivi (Birch e Haynes, 1984). Ne risulta una diminuzione degli accoppiamenti e quindi della densità di popolazione nella generazione successiva. A tale scopo vengono applicati, in campo, erogatori impregnati, in genere, con la miscela feromonica sintetica specifica per l'insetto che si vuole controllare. I meccanismi con cui tale tecnica agisce sono ancora, in parte, sconosciuti; fino ad oggi ne sono stati individuati sostanzialmente tre (Sanders, 1981; Sanders, 1995; Cardé, 1990):

- 1) "affaticamento" dei sensilli chemiorecettori olfattivi;
- 2) creazione di false piste;
- 3) camuffamento delle piste naturali.

1) Si ha affaticamento dei sensilli olfattivi presenti nelle antenne quando un maschio di lepidottero viene in contatto con una concentrazione relativamente alta di feromone, in questo caso i sensilli chemiorecettori non riescono a "smaltire" il quantitativo elevato di molecole di feromone. L'affaticamento dei sensilli avviene più velocemente se l'insetto subisce un trattamento intermittente con il suo specifico feromone rispetto ad una esposizione continua (Bartell e Lawrence, 1973, Kuenen e Baker, 1981).

L'insetto sottoposto a tale trattamento si comporta come se il feromone non fosse presente nell'ambiente (Kuenen e Baker, 1982). Cioè cessa di volare controvento verso la fonte di feromone e, in tunnel del vento, si posa su di una parete e non si muove. Ancora sconosciuto il comportamento dei maschi che

(*) Lavoro accettato il 16 novembre 2000.

pervengono all'affaticamento dei sensilli in campo, essi potrebbero rimanere inattivi o allontanarsi dalla zona in cui la concentrazione di feromone è alta. Da studi preliminari condotti in Australia su *C. molesta* sembra che i maschi rimangano, nelle zone trattate a confusione, completamente inattivi (Vickers *et al.*, dati non pubblicati in Cardé *et al.*, 1997).

2) Il meccanismo della creazione di false piste si basa sul principio per cui i maschi seguono le tracce di feromone rilasciate dagli erogatori invece che volare entro le scie di feromone emesse dalle femmine. Il successo di tale meccanismo dipende da tre fattori: le piste artificiali devono essere più potenti o al limite uguali a quelle naturali; il numero di piste artificiali deve essere molto elevato e il maschio deve impiegare molto tempo per seguire la falsa pista, in tal modo le probabilità che esso trovi e segua una pista naturale risulta molto bassa. Ovviamente maggiore è la popolazione e maggiore deve essere il numero degli erogatori e quindi delle scie odorose artificiali (Weeb *et al.*, 1990; Howell *et al.*, 1992). Si può quindi affermare che il maschio è in grado di orientarsi ma seguendo piste artificiali viene "distratto" e non trova più quelle naturali.

3) Se il numero di erogatori è elevato e se essi sono posti perfettamente controvento si crea una nube uniforme di feromone che sovrasta le scie emesse dalle femmine. La creazione di una nube uniforme di feromone è facilmente ottenibile in tunnel del vento; i maschi in questa condizione cessano di volare controvento e non seguono nessuna direzione preferenziale (Kennedy *et al.*, 1981; Willis e Baker, 1984). In campo è presumibile che un maschio, in questa situazione, cominci a volare controvento senza una direzione precisa fino a che non si avvicina ad una femmina in richiamo e ne riesca a percepire la scia. Maggiore è la densità della nube di feromone sintetico e minore è la distanza necessaria al maschio per localizzare la femmina. Difficilmente in campo si riesce a creare una situazione di questo tipo, il vento che passa tra la vegetazione crea, infatti, delle aree con diversa concentrazione di feromone anche se la vegetazione può assorbire e quindi rilasciarne una parte creando più siti di diffusione e quindi maggiore uniformità di erogazione (Sanders, 1995). Camuffamento e affaticamento generano in ogni caso un disorientamento dei maschi che porta generalmente alla cessazione del volo.

Altri autori (Bartell, 1982; Molinari e Cravedi, 1990) indicano due ulteriori meccanismi:

4) Adattamento: disattivazione temporanea dei chemiorecettori olfattivi esercitata dal feromone artificiale. Tale meccanismo sarebbe temporaneo e la sua durata sarebbe molto minore rispetto all'affaticamento dei sensilli olfattivi.

5) Alterazione del rapporto tra i componenti principali della miscela feromonica: mediante la erogazione di uno solo dei componenti della miscela feromonica si può ottenere il disorientamento dei maschi. I maschi sono disorientati poiché percepiscono una miscela alterata rispetto a quella naturale. Tale tecnica potrebbe risultare più economica rispetto a quella che fa ricorso alla miscela feromonica completa, ma, da quanto ci risulta in bibliografia, non è stata applicata nella pratica di campo se non sporadicamente.

SCOPO DELLA RICERCA

La difesa delle drupacee, e da alcuni anni anche delle pomacee, da *C. molesta* ha un interesse economico rilevante ed inoltre va sottolineata una crescente richiesta di nuove strategie non basate unicamente sull'impiego di insetticidi. Attualmente l'unica alternativa ai trattamenti è offerta dai mezzi biotecnici quali i feromoni sessuali. Per *C. molesta* la confusione sessuale è stata ampiamente sperimentata fin dagli anni '70 in tutto il mondo (Rotschild, 1975). In Italia le prove sperimentali hanno quasi sempre fornito risultati positivi (Molinari e Cravedi, 1988; Rotundo e Viggiani, 1990; Rotundo e Viggiani, 1992; Cravedi *et al.* 1991; Pari *et al.*, 1992; Galliano e Vittone, 1993; Molinari e Cravedi, 1993; Fabi, 1994), solo in un caso tale tecnica non è risultata sufficiente a contenere l'infestazione (Niccoli *et al.*, 1989).

Gli erogatori per la confusione sessuale di *C. molesta* attualmente commercializzati in Italia, sono di diverso tipo e variano tra loro per forma, per materiali di costruzione e soprattutto per quantità di erogazione. In base a quest'ultima caratteristica gli erogatori si possono dividere in due gruppi:

A) erogatori che rilasciano una quantità elevata di miscela di feromone sintetico. Essi dovrebbero creare una nube uniforme di feromone e quindi mascherare le scie naturali emesse dalle femmine. A tale scopo la dose di feromone per ettaro è elevata; circa 100/150 g.

B) erogatori a carica ridotta di feromone. Tali diffusori dovrebbero creare numerose piste artificiali più attrattive delle scie emesse dalle femmine. Tale tecnica è di recente applicazione (Molinari *et al.*, 2000a; Molinari *et al.*, 2000b) e per il momento è stata denominata "disorientamento". La dose di feromone per ettaro è bassa: circa 20 g ma il numero di erogatori da porre in campo è elevato e si aggira intorno ai 2000 per ettaro (la quantità di erogatori può variare in funzione del grado di infestazione del frutteto e dalla grandezza e vigoria degli alberi).

Sostanzialmente con questi erogatori si possono attuare i due metodi, come riportato nell'introduzione, che si differenziano per il diverso meccanismo di azione. Il primo determina nei maschi uno stato di confusione in modo tale che essi non riescono a localizzare la fonte di feromone (erogatori A). Nel secondo metodo invece i maschi dovrebbero continuare a seguire controvento la traccia e orientarsi fino a raggiungere la fonte di emissione (erogatori B). Questo meccanismo, di "vero orientamento", è sfruttato anche da altre tecniche che utilizzano feromoni. È il caso del monitoraggio e dell'avvistamento con trappole a feromone o del metodo denominato *attract and kill*. Con tale tecnica, applicata a *Cydia pomonella* (L.), i maschi sono attirati verso particolari gocce disposte sopra le branche degli alberi e contenenti il feromone specifico per il fitofago che si vuole combattere unito ad un insetticida. I maschi che entrano in contatto con tali gocce sono uccisi per effetto dell'insetticida (Trematerra *et al.*, 1999; Charmillot *et al.*, 2000).

La terminologia per distinguere le due diverse tecniche di confusione e di disorientamento è ambigua. Questi due termini, infatti, in genere sono usati come

sinonimi. In inglese il secondo metodo è indicato come *false trails following* cioè “seguire false piste” (Sanders, 1995). Per noi il termine più appropriato per tale tecnica è “distrazione sessuale” in quanto, come già descritto, i maschi non sono propriamente confusi bensì orientati verso la fonte artificiale e pertanto “distratti” nella loro scelta direzionale. Non rimangono inattivi o inibiti come accade invece nella confusione.

Lo scopo di questa sperimentazione è stato quello di mettere a confronto alcuni tra i diffusori più utilizzati in Italia per la confusione sessuale di *C. molesta*, analizzandone le differenze o in caso contrario riscontrandone le eventuali analogie. In particolare modo si è voluto osservare se gli erogatori appartenenti al primo gruppo potessero, con il progressivo esaurirsi della carica feromonica, comportarsi come i diffusori del secondo gruppo che creano, come appunto descritto, delle false scie che vanno a competere con quelle prodotte dalle femmine distraendo i maschi. Altro scopo della sperimentazione, sebbene con interesse minoritario rispetto al primo, è stato quello di verificare se trappole non innescate fossero in grado, per pura casualità o per motivi legati a fattori cromatici o per altro ancora, di catturare dei maschi come sostenuto da alcuni operatori e tecnici agricoli.

Per poter confrontare le catture ottenute con gli erogatori in prova sono state utilizzate trappole innescate con il normale *dispenser* (innesco standard) impiegato per il monitoraggio di *C. molesta* presumendo che l'attrazione dell'innesco standard sia paragonabile o di poco superiore a quella di una femmina vergine.

MATERIALI E METODI

La sperimentazione è stata effettuata nel biennio 1998/99 in due pescheti di circa 2 ettari ciascuno in cui veniva applicata la protezione integrata secondo il Regolamento CEE n° 2078/92 ed erano seguiti da un tecnico specializzato. Nel 1998 il pescheto era situato nel comune di Cotignola (RA) mentre nel secondo anno l'appezzamento era sito nel comune di Imola (BO). Gli appezzamenti sono stati scelti in quanto, negli anni precedenti, si erano manifestate consistenti infestazioni di *C. molesta* nonché per la loro sufficiente ampiezza.

Le trappole scelte per lo svolgimento delle prove sono state del tipo maggiormente presente sul mercato e cioè le Traptest® Isagro, del modello normalmente utilizzato per il monitoraggio; questa è costituita da una struttura di laminato plastico “microonda” a fondo collante vischioso, più i relativi accessori per l'installazione (filo metallico ricoperto e giunti plastici).

Per valutare le differenze tra i vari erogatori in prova essi sono stati sospesi all'interno delle Traptest, tranne l'erogatore standard (n° 1) posizionato come di norma sul fondo adesivo.

Nel 1998 i diffusori sperimentati nelle trappole sono stati quattro tipi diversi, il n° 3 e n° 4 appartengono al primo tipo di erogatore (confusione o disorientamento), mentre il n° 2 sarebbe utilizzato per la distrazione. Nel 1999 è stata valutata anche la capacità attrattiva di un nuovo erogatore per la distrazione sessuale (erogatore n° 5):

1) STANDARD – Questo diffusore è costituito da una capsula in lattice di gomma naturale 11 mm di diametro. È impregnato da una quantità di feromone sessuale sintetico pari ad 1 mg di miscela dei componenti in rapporto: (93) Z8 dodecenil acetato, (6) E8 dodecenil acetato, (1) Z8 dodecanolo. Questa dose di feromone, associata alla particolare conformazione della capsula, è stata appositamente studiata per far sì che la quantità emanata sia corrispondente a quella rilasciata da una femmina. Viene, infatti, utilizzata per il monitoraggio in ragione di 1-2 trappole/ha ed è prodotta da Isagro.

2) PIASTRINA – I diffusori a piastrina, di dimensioni 25 x 25 mm, sono costituiti da una carta filtrante rivestita su entrambe le facce con un film tristrato di polietilene-alluminio-poliestere fatto aderire termicamente. Il feromone sessuale di sintesi, 5 mg di (93) Z8 dodecenil acetato, (6) E8 dodecenil acetato, (1) Z8 dodecanolo, addizionato di 25 mg di dodecanolo come sinergico e regolatore di rilascio, in soluzione di diclorometano, viene fatto assorbire dai bordi della piastrina. Una volta evaporato il solvente, il feromone si diffonde lentamente sempre dai bordi dell'erogatore, essendo le superfici maggiori impermeabilizzate. Tali diffusori sperimentali non sono in commercio ed erano prodotti da Isagro Ricerca.

3) AMPOLLA BASF (RAK 5-6) – Questo diffusore, lungo 8,5 cm e largo 3 cm, è costituito da uno stampo realizzato in polietilene che presenta nella metà superiore un uncino per l'applicazione sui rami o sui fili. Nella metà inferiore vi sono invece due involucri (doppia ampolla) al cui interno sono contenuti i feromoni sessuali di *C. molesta* (ampolla A) e di *A. lineatella* (ampolla B); in particolare nella ampolla A (da noi messa in campo) sono presenti lo Z8 e l'E8-dodecenil acetato nel rapporto di 95:5. La ditta produttrice consiglia una applicazione in campo di circa 500 diffusori/ha.

4) HERCON DISRUPT – È stato fornito da Intrachem Italia ed ha una tipologia di costruzione (foglio tristrato) simile a quella della piastrina Isagro, pur differendo nelle dimensioni (5 cm x 7,5 cm) e nel metodo di utilizzo. È infatti impiegato per la confusione sessuale come alternativa alla ampolla della Basf e viene consigliato con una densità di impiego di 270 diffusori/ha che consente un dosaggio di 67,5 g/ha di feromone. Ogni erogatore contiene 250 mg di feromone presumibilmente in miscela 95:5.

5) ECODIAN® ISAGRO – Tali erogatori sono realizzati in materiale biodegradabile Mater-Bi® (Brevetto Novamont SPA) ed impregnati di feromone specifico in quantità di 10 mg per diffusore. La peculiarità di questi *dispenser* rispetto alla piastrina è quella di essere biodegradabili e di avere una forma a gancetto studiata per una agevole applicazione ai rami. Sono consigliati come minimo l'impiego di 2000 diffusori/ha.

In entrambi gli anni di sperimentazione sono stati disposti quattro blocchi randomizzati; nel 1998 per ogni blocco sono state installate 5 trappole mentre nel 1999 le trappole montate erano 6. Ognuna era innescata con uno dei diffusori (4 nel 1998, 5 nel 1999) in prova ed una trappola (testimone) era prevista senza innesco. I quattro blocchi sono stati distanziati di oltre 40 m uno dall'altro, mentre al loro interno, le varie trappole sono state poste ad una distanza di circa 30 tra loro ad un'altezza di 1,5-2 m da terra. Nel dispenser Rak 5-6 della Basf è stata

asportata l'ampolla B relativa al feromone di *A. lineatella* per evitare eventuali problemi nel conteggio delle catture di *C. molesta*. Gli inneschi, così come i fondi collanti, sono stati sostituiti ogni quaranta giorni, come indicato dalle rispettive ditte produttrici, eccetto l'ampolla Basf che si è mantenuta per tutta la durata della prova. I controlli sono stati effettuati a cadenza settimanale e nel 1998 sono iniziati il 13 maggio e sono terminati il 7 ottobre, nel 1999 sono iniziati l'8 luglio e sono terminati il 14 settembre. L'analisi statistica è stata effettuata tramite analisi della varianza a due vie seguita dal test di Tukey ($P < 0,05$) per la separazione delle medie.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Il confronto tra i diversi tipi di erogatori ha evidenziato una notevole differenza nel numero delle catture (Fig. I) e nella capacità di disegnare le curve di volo (Fig. II). In particolare l'Ampolla Basf ha confermato, per tutta la durata degli

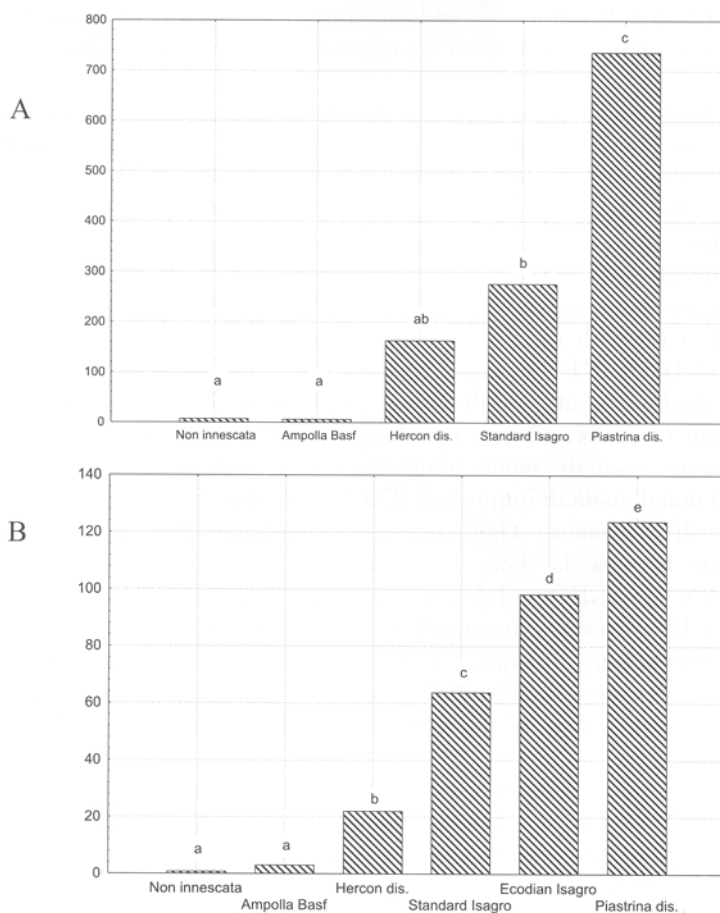


Fig. I. - Capacità attrattiva dei diffusori da impiegare per il metodo della confusione e distrazione sessuale (A= 1998, B= 1999). A lettere diverse corrispondono differenze significative per $P < 0,05$ (test di Tukey).

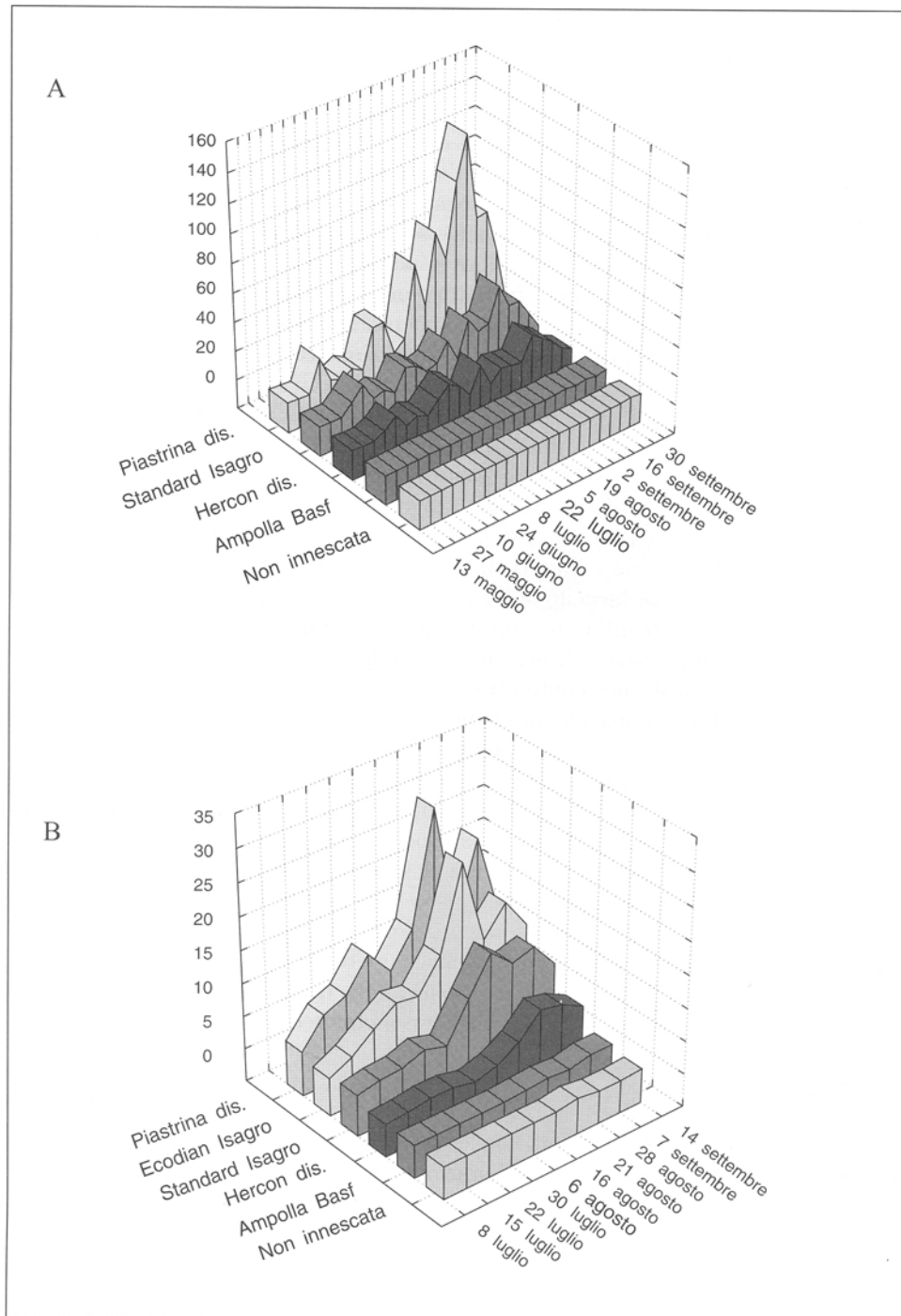


Fig. II. - Andamenti delle catture dei maschi di *C. molesta*, ottenuti negli anni 1998 (A) e 1999 (B), nelle trappole innescate con i diversi diffusori da impiegare per il metodo della confusione e distrazione sessuale.

sfarfallamenti, di non creare delle piste riconoscibili dai maschi. Tale erogatore ha infatti catturato in totale solo 29 maschi in 4 mesi nel primo anno e 2 nel secondo. La scarsità di catture è imputabile quindi alla quantità elevata di feromone nelle ampole. Per questa sua caratteristica tale *dispenser* risulta idoneo per la confusione sessuale propriamente detta. L'Hercon disrupt ha invece dato risultati più variabili: nel primo anno l'analisi statistica delle catture non ha evidenziato differenze sia rispetto all'erogatore standard, che all'ampolla mentre nel secondo tale differenza sussiste anche se ci sono state parecchie catture. Il meccanismo di azione di questo erogatore si pone tra i diffusori a confusione vera e propria e quelli a "distrazione". In particolare pare abbia una azione disorientante al momento della messa in campo, successivamente permetterebbe l'orientamento dei maschi come i *dispenser* per la distrazione (Fig. II). La Piastrina Isagro ha invece confermato di creare piste artificiali efficaci; tale diffusore ha, infatti, catturato in maniera significativamente superiore rispetto all'innesco Standard nei due anni di prova. Ecodian ha dimostrato la stessa attività della Piastrina, anche se le catture effettuate nel 1999 sono state leggermente inferiori nei confronti di quest'ultimo erogatore. L'analisi statistica evidenzia una differenza tra Ecodian e Standard. Ecodian ha il vantaggio, rispetto agli altri erogatori in prova, di essere biodegradabile. Questa sua caratteristica permette a Ecodian di avere un impatto ambientale minimo e, se lasciato sulla pianta, inizia a disgregarsi per poi cadere a terra non interferendo sulla crescita dei rami. Le trappole senza innesco hanno catturato una quantità esigua di maschi, e quindi si esclude una capacità cromotattiva della Traptest® nei confronti di *C. molesta*. La tecnica che potrà essere adottata per distrarre i maschi ottenendo gli stessi risultati di efficacia della confusione-disorientamento, da più anni applicata, necessita di conferme sperimentali anche se i risultati di campo sono incoraggianti (Molinari *et al.*, 2000a, 2000b). Tuttavia è chiaro che la distrazione può essere più versatile della confusione in quanto, un'eventuale situazione di rischio (elevata popolazione del fitofago, dispersione delle tracce causata dal forte vento o precoce esaurimento del feromone dagli erogatori) è tempestivamente segnalata da trappole innescate con la capsula Standard per monitoraggio. Se queste ultime trappole catturano, significa che anche le piste naturali sono competitive con le scie rilasciate dai diffusori del metodo di distrazione. In caso quindi di catture si può tempestivamente intervenire con un rimedio biologico o chimico.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia sentitamente il Dott. Giacomo Accinelli della Cooperativa P.E.M.P.A. di Imola (BO) per la preziosa collaborazione nella realizzazione delle prove ed il Dott. Giovanni Confalonieri della Isagro Ricerche che, durante una discussione relativa a *mating disruption*, ha concordato sull'adozione del termine "distrazione sessuale".

La ricerca è stata in parte finanziata da un contributo del CNR.

RIASSUNTO

Diversi sono i meccanismi utilizzati per confondere i maschi di *Cydia molesta*. In base al tipo di effetto i diffusori di feromone sessuale si possono dividere in due categorie: quelli che orientano i maschi verso la fonte di emissione e quelli che, creando una nube odorosa uniforme, non permettono di seguire alcuna pista. Per verificare questi meccanismi e per suddividere gli erogatori commerciali (Ampolla Basf, Hercon disrupt Intrachem, Ecodian Isagro, Erogatore standard Isagro) in base alla loro funzione, nel biennio 1998-99, è stata valutata in campo la risposta dei maschi a questi diversi diffusori di feromone. A tal fine questi erogatori sono stati posti in Traptest® e settimanalmente si sono registrate le catture. I diffusori contenenti una elevata dose di miscela feromonica hanno confermato il loro effetto disorientante; al contrario quelli con una carica minore hanno fatto registrare catture molto elevate dimostrando la capacità attrattiva e la probabile azione di competizione con le femmine. In base ai dati ottenuti si suggerisce di utilizzare il termine confusione o disorientamento per la tecnica che impiega erogatori che effettivamente disorientano i maschi, mentre si può indicare distrazione sessuale, quando i dispenser permettono ai maschi di orientarsi facendoli però seguire false piste.

PAROLE CHIAVE: *Cydia molesta*, confusione sessuale, distrazione sessuale, erogatori di feromone.

Mating Disruption-Confusion Method and Sexual Distraction:
Comparison Among Different Dispenser Types for
Cydia molesta (Busck) (Lepidoptera Tortricidae)

The mechanisms of mating disruption for *Cydia molesta* males are various. The pheromone dispensers, according with their effects, can be categorised into two groups: the first one permits the orientation of males towards the pheromone release point, the other, creating an uniform pheromone cloud, does not allow the male to follow any pheromone plumes. In the years 1998-99 a study was carried out for the validation of these mechanisms and for the subdivision of the commercial pheromone dispenser (Ampolla Basf, Hercon disrupt Intrachem, Ecodian Isagro, Standard Dispenser Isagro) according to their function. Sticky traps (Traptest®) were baited with different dispenser types and, every week, the males trapped were counted. As we presumed the dispensers with a high concentration of sex pheromone blend had a disorienting effect on the males. On the contrary the traps baited with dispensers with a low dose caught a high number of males. It means that these dispensers permit the orientation of the males to the pheromone release point and could be competitors with wild females. For this reason we suggest to use the term mating disruption or confusion for the techniques that really disrupt the male orientation and distraction for the techniques in which the males can maintain the orientation but following false trails.

KEY WORDS: *Cydia molesta*, sexual confusion, sexual distraction, pheromone dispensers.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BARTELL R.J., LAWRENCE L. A., 1973. - Reduction in responsiveness of males of *Epiphyas postvittana* (Lepidoptera) to sex pheromone following brief pheromonal exposure. - *J. Insect Physiol.*, 19: 845-855.
- BARTELL R.J., 1982. - Mechanism of communication disrupt by pheromone in the control of Lepidoptera: A review. - *Physiol. Ent.*, 7: 353-364.
- BIRCH M.C., HAYNES K.F., 1984. - Introduzione ai feromoni. - Clesav Ricerche Milano: 95 pp.
- CARDÉ R.T., 1990. - Principles of mating disruption. - In: Behavior-Modifying Chemicals for Insect Management, Ridgway R.L., Silverstein R.M. Inscoc, eds., Marcel Dekker, New York: 47-71.
- CARDÉ R.T., MINKS A.K., 1997. - Insect pheromone research new direction. - Chapman and Hall, New York, NY: 688pp.
- CHARMILLOT P.J., HOFER D., PASQUIER D., 2000. - Attract and kill: a new method for control of the codling moth *Cydia pomonella*. - *Ent. Exp. Appl.*, 94 (2): 211-216.

- CRAVEDI P., MOLINARI F., ARZONE A., ALMA A., GALLIANO A., 1991. - Applicazione sperimentale su base comprensoriale del metodo della confusione sessuale contro *Cydia molesta* (Busk) su pesco. - *Inf.tore Fitopat.*, 41 (12): 27-31.
- FABI R., 1994. - Confusione sessuale: una proposta innovativa nella difesa del pescheto. - *Inf. Fore Agrario*, Verona, 50 (8): 119-122.
- GALLIANO A., VITTONI G., 1993. - Application experience of the mating disruption method on a territorial scale. - *Bull. IOBC-SROP*, 16 (4): 22-24.
- HOWELL J. F., KNIGHT A.L., UNRUH T.R., BROWN D.F., KRYSAN J.L., SELL C.R., KIRSCH P.A., 1992. - Control of codling moth in apple and pear with sex pheromone mediated mating disruption. - *J. Econ. Entomol.*, 85: 918-925.
- KENNEDY J.S., LUDLOW A.R., SANDERS C.J., 1981. - Guidance system used in moth sex attraction. - *Nature*, 288: 475-477.
- KUENEN L.P.S., BAKER T. C., 1981. - Habituation versus sensory adaptation as the cause of reduced attraction following pulsed and constant sex pheromone pre-exposure by *Trichoplusia ni*. - *J. Insect Physiol.*, 27: 721-726.
- KUENEN L.P.S., BAKER T. C., 1982. - The effects of pheromone concentration on the fly behaviour of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta*. - *Physiol. Entomol.*, 7: 423-434.
- MOLINARI F., CRAVEDI P., 1988. - Esperienze sul metodo della confusione sessuale nella lotta contro *Grapholita molesta* (Busk) (Lepidoptera Tortricidae). - Atti XV cong. naz. ital. ent., 13-17 giugno: 956-972.
- MOLINARI F., CRAVEDI P., 1990. - Il metodo della confusione sessuale nella difesa contro *Cydia molesta* (Busk) e *Anarsia lineatella* Zell. - *Inf.tore Fitopat.*, 40 (3): 31-36.
- MOLINARI F., CRAVEDI P., 1993. - Mating disruption of *Cydia molesta* (Busk) and *Anarsia lineatella* Zeller in Italy. - *Bull. IOBC-SROP*, 16 (4): 25-28.
- MOLINARI F., CRAVEDI P., RAMA F., REGGIORI F., DAL PANE M., BOSELLI M., 2000a. - L'uso del "Disorientamento" per il controllo di *Cydia molesta* inserito nelle strategie di difesa integrata delle pomacee. - *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1: 333-340.
- MOLINARI F., CRAVEDI P., RAMA F., REGGIORI F., DAL PANE M., GALASSI T., 2000b. - L'uso dei feromoni secondo il metodo del "Disorientamento" nella difesa del pesco da *Cydia molesta* e *Anarsia lineatella*. - *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1: 341-348.
- NICCOLI A., SACCHETTI P., LUPI E., 1990. - Il metodo della confusione nel controllo di *Cydia molesta* (Busk) e *Anarsia lineatella* Zell. in un pescheto della Toscana. - *Redia*, 73 (2): 531-541.
- 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. - *Inf.tore Fitopat.*, 40 (10): 35-42.
- ROTUNDO G., VIGGIANI G., 1989. - Esperienze sul controllo dell'*Anarsia* e della Tignola orientale con il metodo della confusione sessuale. - *Inf.tore Agrario*, 45 (40): 67-68.
- ROTHSCHILD G. H. L., 1975. - Control of Oriental fruit moth *Cydia molesta* (Busk) with synthetic female pheromone. - *Bull. Entomol. Res.*, 65: 473-490.
- SANDERS C. J., 1981. - Disruption of spruce bud-worm mating: State of the art. - In: Management of Insects Pests with Semiochemicals. Mitchell E. R., (ed.), Plenum Press, New York: 339-349.
- SANDERS C. J., 1995. - Mechanism of mating disruption in moth. - In: Insect pheromone research new direction. Cardè R. T., Minks A.K. (eds.), International Thomson Publishing: 333-346.
- TREMATERRA P., SCIARRETTA A., TAMASI E., 1999. - Sul metodo attratticida impiegato nel controllo di *Cydia pomonella*. - *Inf.tore Fitopat.*, 49 (5): 41-44.
- WEEB R.E., LEONHARDT B. A., PLIMMER J.R., TATMAN K.M., BOYD V.K., CHOEN D.L., SHWALBE C.P., DOUGLASS L.W., 1990. - Effect of racemic disparlure released from grids of plastic ropes on mating success of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) as influenced by dose and population density. - *J. Econ. Entomol.*, 83: 910-916.
- WILLIS M.A., BAKER T.C., 1987. - Comparison of manoeuvres used by walking versus flying *Grapholita molesta* males during the pheromone-mediated upwind movement. - *J. Insect Physiol.*, 33: 875-883.

Autore a cui inviare la corrispondenza:

Stefano Maini, Istituto di Entomologia "G. Grandi" Università di Bologna, via F. Re, 6, 40126 Bologna
e-mail: smaini@agrsci.unibo.it