

I feromoni di attrazione sessuale nella lotta contro gli insetti

La difesa delle colture agrarie dagli insetti nocivi comporta difficoltà e gravi problemi che spesso non vengono debitamente valutati e tenuti in considerazione non solo da chi non è direttamente interessato alla agricoltura, ma purtroppo anche dagli stessi coltivatori. Questi ultimi, salvo lodevoli eccezioni, credono di risolvere tutto con l'uso dei veleni; cioè vedono gli insetti solamente come esseri maligni cui bisogna sempre dare battaglia con ogni mezzo, perché ritenuti in blocco nemici del loro interesse principale, che è la massima produzione e il guadagno.

Solo in un secondo tempo nascono gli interrogativi sulla più o meno forte presenza di residui tossici nel prodotto venduto e consumato, sorgono i problemi della rarefazione di insetti utili come pronubi ed entomofagi, si evidenziano i fenomeni di resistenza nelle schiere dei fitofagi, mentre, nel contempo, i danni alle colture si mantengono ingenti.

Come si può agire allora per proteggere la nostra salute e contemporaneamente mantenere i campi poco infestati?

Per soddisfare queste esigenze, biologi e studiosi di tutto il mondo sono, da diversi anni, alla ricerca incessante di tecniche alternative alla lotta chimica per il controllo delle popolazioni di Artropodi nocivi.

La lotta biologica, i cui primi esperimenti riusciti furono compiuti già alla fine del secolo scorso, fu pressoché accantonata quan-

do venne scoperta la potente azione insetticida dei composti organici di sintesi, tipo DDT e affini ottenibili industrialmente a basso costo, che sembravano avere per «sempre» risolto il problema della difesa delle colture dagli Esapodi dannosi. In questi ultimi anni, anche a seguito dei ripetuti allarmi pubblicati in numerosissime riviste scientifiche e parascientifiche sui pericoli di accumulo e di avvelenamento generale causati dall'abuso di insetticidi non degradabili, si è ripreso ed enormemente ampliato il campo di studio delle tecniche biologiche di lotta. I metodi che oggi si stanno sperimentando, si differenziano in modo sostanziale sia dalla lotta biologica tradizionale, che si avvaleva dell'impiego, moltiplicazione e diffusione di predatori e parassiti a scapito dei fitofagi dannosi, sia dalla lotta microbiologica effettuata impiegando protozoi, virus, batteri e funghi patogeni per l'insetto da combattere.

Le nuove tecniche si basano infatti sulla applicazione nella pratica fitosanitaria delle ultime scoperte, veramente eccezionali, inerenti alla fisiologia e alla biochimica degli insetti. Nell'ambito di queste metodologie moderne, che hanno dato, o promettono, risultati positivi e di sicura applicazione anche in avvenire, meritano di essere citate: la «tecnica del maschio sterile», la diffusione in seno alle popolazioni naturali di geni letali o comunque portatori di caratteri svantaggiosi per la specie, l'impiego di ormoni che interferiscono direttamente sulla fisiologia dell'insetto indesiderato, nonché l'uso di feromoni che agiscono sul suo comportamento.

(*) Istituto di Entomologia, via Filippo Re 6, Bologna (ricevuto: novembre 1973).

Personalmente mi sono interessato di questo ultimo settore ed è pertanto su di esso che desidero soffermarmi, visto anche che nel nostro Paese siffatte ricerche sono appena agli inizi (cfr. Mellini, 1969).

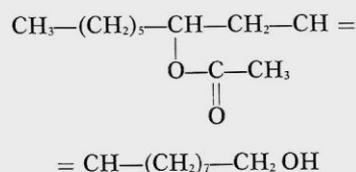
I feromoni sono sostanze elaborate da particolari ghiandole esocrine, dette appunto ghiandole a feromoni; essi non agiscono sull'individuo che li ha prodotti, bensì sugli altri rappresentanti della medesima specie. Non sono conosciute ancora tutte le funzioni esercitate da queste sostanze secrete da svariatissime ghiandole, ma senz'altro è appropriato il termine loro conferito, e spesso adottato, di messaggeri chimici. I feromoni che ci interessano qui sono quelli di attrazione sessuale emessi dalle femmine e rientranti nella categoria dei feromoni olfattivi. Chiaramente la funzione di questi odori consiste nel rendere possibile l'incontro dei due sessi. Quando poi il maschio ha raggiunto la femmina, affinché avvenga la copula, influisce lo stesso feromone di attrazione sessuale, ma in concentrazione elevata, oppure intervengono altri feromoni, denominati afrodisiaci, emessi da ambedue i sessi, ma più frequentemente dal maschio, che, in questo modo, stimola la femmina, già raggiunta, ad essere fecondata. Tuttavia esistono, come si è detto, e meritano un cenno, anche se sommario, molti altri feromoni con funzioni diverse da quelle legate all'incontro dei sessi. Sempre al gruppo degli «olfattivi» appartengono i feromoni «traccia» emessi da diverse specie di Imenotteri Formicidi e Apoidei per segnare il percorso che collega il nido alle zone dove il cibo è abbondante. Questi insetti sociali secernono anche feromoni che segnano la territorialità, altri che determinano aggregazione nonché feromoni di allarme che agiscono in funzione della concentrazione: se è bassa allarmano e attirano le operaie sul luogo del disturbo, se è alta le rendono aggressive. Sempre negli insetti sociali (Isotteri e Imenotteri: Formicidi, Vespidi e Apidi) altri tipi di feromoni acquistano un'importanza enorme per inibire lo sviluppo delle gonadi e regolare così l'entità numerica degli individui appartenenti alla casta feconda. Il passaggio del feromone inibitore, emesso dagli anfigonici (casta fertile), da individuo a individuo della casta sterile, avviene per mezzo della trofallassi (cioè tramite lo scambio di cibo contenuto nell'ingluvie) ovvero me-

dante gli escrementi. Recentemente in alcuni Ditteri è stata scoperta la presenza di un altro feromone secreto dalle ghiandole annesse all'apparato genitale maschile che inibisce l'utilizzazione dello sperma ricevuto dalla femmina in eventuali successivi accoppiamenti determinando, probabilmente, modificazioni dell'apparato genitale delle femmine (CRAIG, 1968).

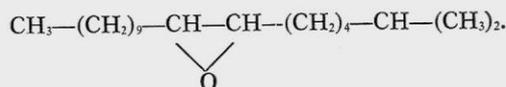
Come avevo già accennato, gli attrattivi sessuali sono dunque feromoni olfattivi e vengono elaborati dalle femmine vergini in ghiandole differenziate in diverse parti del corpo, secondo il gruppo sistematico, ma di solito nella parte posteriore dell'addome, VIII e IX urite, in vicinanza dell'apertura genitale. Così si possono talora osservare in natura femmine di Lepidotteri immobili con l'addome allungato telesopicamente e ripiegato verso l'alto, evidentemente intente ad emanare l'odore che servirà appunto per richiamare i maschi della stessa specie. La dispersione dell'attrattivo nell'aria è facilitata da peli o setole sempre presenti nell'addome ed aventi lo scopo di aumentare la superficie evaporante e quindi di favorire la diffusione del secreto mediante lo sventolamento degli apici. Complicato è il meccanismo di risposta e orientamento del maschio. La percezione dell'odore è dovuta alla straordinaria sensibilità di una miriade di minutissimi organuli, detti appunto sensilli chemiorecettori di tipo olfattivo, che sono localizzati in massima parte nelle antenne. In relazione a ciò si può sovente osservare a livello di questi organi, un vistoso dimorfismo sessuale, presentando i maschi, generalmente, antenne molto più sviluppate. È stato riferito che l'attrazione viene esercitata anche da distanze superiori al chilometro. Chiaramente sono spazi enormi se rapportati alle dimensioni dell'insetto e a quelle delle sue ghiandole odorose che producono in tutto solo qualche milionesimo di grammo di feromone. Un record di attrazione è stato osservato per i Lepidotteri: a quanto sembra un maschio di *Actias selene* raggiunse la femmina da una distanza di ben 11 km (CHAPMAN, 1969). In ogni caso l'attrazione dipende molto dalle condizioni ambientali e in particolare dalla topografia del luogo e dai movimenti d'aria locali. In un primo tempo si è creduto che i maschi si dirigessero seguendo il gradiente di concentrazione delle molecole

odorose del feromone. La femmina vergine, cioè, verrebbe raggiunta passando progressivamente da aree a bassa densità molecolare ad aree con concentrazione sempre maggiore. Questa teoria potrebbe essere valida nel caso di profumi emessi in quantità enormi, ma qui siamo di fronte a dosi infinitesimali per cui nell'aria si trovano solo molecole isolate e disperse casualmente. Oggi si è giunti alla conclusione che i maschi si orientano volando controvento, seguendo cioè l'odore della femmina portato dalle correnti d'aria.

Non fu possibile tentare studi e prove pratiche sperimentali se non in seguito ai successi conseguiti nel 1959 dal premio Nobel D. Butenandt, di Monaco di Baviera, e, quasi contemporaneamente, dall'americano M. Jacobson nella sintesi, rispettivamente, del feromone del Baco da seta denominato «Bom-bicolo» la cui formula chimica è $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=(\text{CH}_2)_8-\text{CH}_2\text{OH}$ e della *Lymantria dispar* L. Jacobson ottenne, oltretutto con pochissima spesa, un omologo, denominato «Gyplure», che differisce dall'attrattivo sessuale naturale per avere due atomi di carbonio in più nella catena:

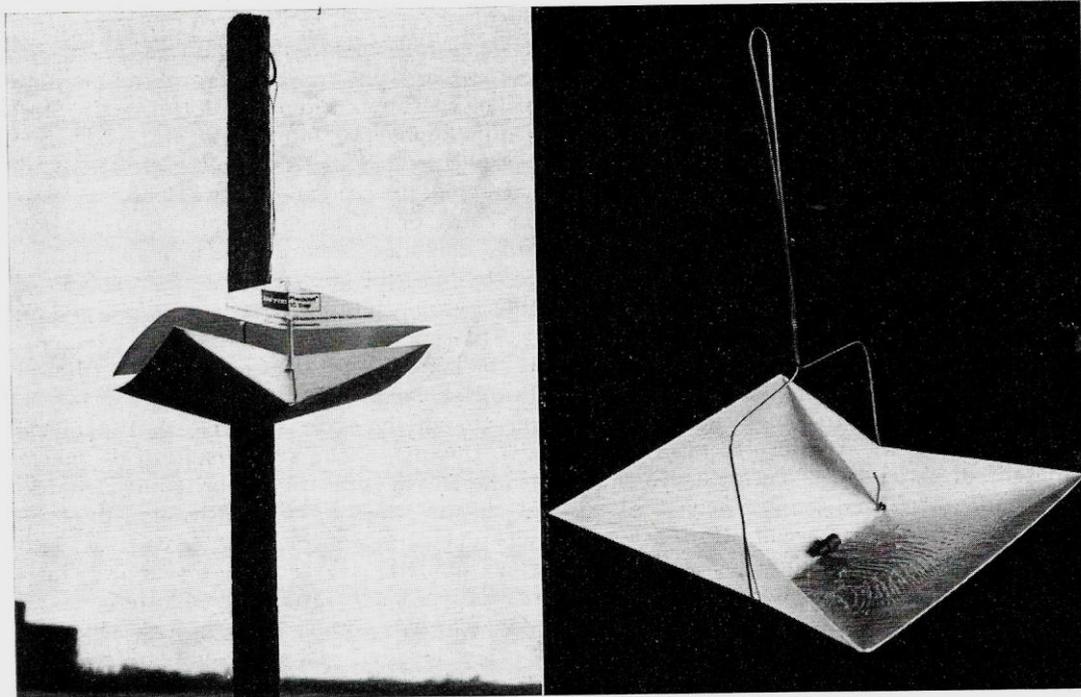


La sintesi di tale sostanza, come si è detto, comporta un costo molto più basso ma esercita anche minore potere attrattivo, sempre tale, tuttavia, da consentire notevoli successi. Le ricerche che attualmente si stanno compiendo in questo campo sono sempre più intense: vengono provati nuovi feromoni per altre specie dannose e si migliorano le caratteristiche di quelli già ottenuti, così che un attrattivo sintetizzato ieri, oggi è già sostituito da un composto affine ma con migliori capacità di adescamento e facilità di ottenimento per sintesi. Così, recentemente, sempre per la *Lymantria*, si è sintetizzato, ad opera di Beroza, Bierl, e coll. (1972), un nuovo composto, il «Disparlure»:



Larva matura di *Ostrinia nubilalis* Hb. ibernante dentro un culmo di mais dissezionato ad arte ed in cui sono visibili i danni.

Purtroppo in vari casi è emerso che le sostanze attrattive ottenute per sintesi non sono specifiche. Tali inconvenienti derivano, da un lato, dalle stesse caratteristiche chimiche dei feromoni naturali, che, come abbiamo visto, differiscono di pochissimo da specie a specie, e dall'altro dalla presenza di impurità nel composto ottenuto sinteticamente. Si è però osservato che può manifestarsi, almeno in certi casi, una sorta di selettività etologica, la quale consiste nella possibilità che hanno le femmine, a seconda della specie di appartenenza, di liberare in tempi diversi nell'arco della giornata, i rispettivi attrattivi sessuali; questo avviene nel momento di maggiore sensibilità e risposta da parte dei rispettivi maschi. Con questi presupposti è intuibile quali siano le difficoltà di ottenere risultati brillanti quando si passa all'applicazione diretta dei prodotti sintetici in campagna, e fra l'altro in competizione con quelli naturali emessi dalle femmine.



Tipo di trappola a feromoni impiegata nelle prove. A sinistra la trappola è completa e montata; a destra è priva della parte superiore per mostrare al centro la capsula in gomma contenente l'attrattivo sintetico.

fugio è costituito dai culmi stessi (noti come «stocchi») che, dopo la raccolta delle spighe da parte degli agricoltori, di solito rimangono sul campo. Per questo motivo un Decreto Ministeriale impone ai coltivatori di impiegare per lettiera, come combustibile, come mangime per il bestiame o comunque di distruggere in qualsiasi altro modo i residui della coltura di mais entro il 15 aprile di ogni anno. Ma vi è sempre un certo quantitativo di larve che riesce a scampare: o perché non viene rispettato il Decreto stesso o perché i metodi suddetti non sono sempre completamente efficaci o infine perché un certo numero di larve passa l'inverno in piante spontanee che, ovviamente, non vengono distrutte. In primavera sovente ci ritroviamo una popolazione di Piralide più o meno pericolosa. I danni sono intuibili: le larve di prima generazione, interrompendo i vasi, limitano lo sviluppo regolare della pianta nonché l'afflusso di linfa alla spiga in formazione; quelle della seconda rovinano le cariossidi, indeboliscono lo stocco ed inoltre causano la perdita di molte pannocchie che, al momento della raccolta meccanica, cadono a terra.

Certamente oggi il problema si è aggravato con l'impiego degli ibridi americani, in genere più appetiti dal nostro Lepidottero, ed in relazione al progressivo estendersi della coltura di questa graminacea utilizzata per ottenere mangimi e pastoni per l'alimentazione del bestiame da carne, per l'estrazione dal germe di Mais di proteine, olio, ecc. Per queste ragioni, la Piralide è rinnovato oggetto di studio, anche in Italia, da parte di vari sperimentatori.

Sul modo di combatterla, però, rimangono ancora molte incertezze. Alcuni Autori ritengono utili i trattamenti insetticidi intesi a colpire le larve, sia di prima che di seconda generazione, durante il loro periodo di vita ectofita, quando cioè esse possono essere raggiunte dai principi attivi. Altri, dopo aver effettuato prove accurate, trovano che con siffatti interventi chimici aumentano di poco i quantitativi di granella, tanto che le spese del trattamento (fra l'altro occorrono speciali macchine munite di trampoli) non vengono ripagate; se poi si considerano gli effetti collaterali dannosi, il discorso dell'utilità dell'intervento antiparassitario, a mio pa-

rere, è chiuso. Tra l'altro la Piralide è combattuta da vari insetti entomofagi, come il Dittero Larvevoride *Lydella thompsoni* Hert., che mi risulta tuttora presente per quanto in misura diversa a seconda dei vari ambienti. In questo contesto sarebbe pertanto ideale una difesa del mais attuata con prodotti a base di feromoni.

Essendo interessato al problema, e spinto fra l'altro dai risultati positivi, raggiunti, come già accennato, da Klun e Robinson (1971), ho potuto ottenere dall'America capsule contenenti la sostanza attrattiva indicata precedentemente, cioè il *cis-11-tda* e il suo isomero *trans-11-tda*, che secondo gli stessi Autori avrebbe invece il potere di disorientare i maschi di *Ostrinia* (1). Tuttavia ero stato messo sull'avviso che, sempre negli USA, altri ricercatori (Roelofs e coll., 1972) avevano osservato il fenomeno opposto, cioè che il *trans-11-tda* si era dimostrato attivo mentre il *cis-11-tda* risultava inefficace. Interessante era quindi provare in Italia le due sostanze e verificarne il potere attrattivo. Non mi dilungo in questa sede a trattare la metodologia dell'esperienza condotta; in breve sono state impiegate una quarantina di trappole di cartone poste ai margini di un campo coltivato a mais, di queste 20 erano innescate col principio *cis-11-tda* e 20 col *trans-11-tda*. Inoltre in un altro appezzamento di granoturco vicino, era stata posta una trappola luminosa per controllare l'andamento degli sfarfallamenti di *Ostrinia* e avere così un termine di paragone. Purtroppo i risultati sono stati modesti, infatti le trappole sessuali hanno adescato solamente 20 maschi di Piralide in tutto, di questi: 7 attirati dal *cis-11-tda* e i rimanenti 13 dal *trans-11-tda*.

Quest'ultimo composto parrebbe dunque, in questa ricerca, il più attivo. Il fenomeno più rilevante della prova è stato tuttavia un altro: il *cis-11-tda* si è mostrato fortemente attrattivo nei confronti di un Lepidottero Tortricide: la *Argyrotaenia pulchellana* Hw., fitofago noto come «ricamatrice della frutta». Di esemplari di *Argyrotaenia* durante la prova, ne sono stati attirati ben 1.843 ed esclusivamente dalle 20 trappole munite con le capsule a base di *cis-11-tda*. Si può affermare quindi che, almeno nella zona ove ho svolto le mie ricerche, il feromone sintetico preparato per l'*Ostrinia* ha manifestato invece un alto potere attrattivo nei confronti di

un'altra specie di Lepidottero dannoso sì, ma sistematicamente lontano. Un caso analogo, come già fatto presente, era accaduto pure nelle sperimentazioni condotte negli Stati Uniti. Sono stati inoltre catturati, in modo specifico o dall'uno o dall'altro attrattivo, altri Lepidotteri appartenenti a specie diverse. Le cause di tali inconvenienti, se così si possono chiamare, sono dovute probabilmente a impurità del composto sintetizzato. Non si può tuttavia fare affermazioni precise e dare giustificazioni valide; come è noto i fenomeni biologici sono influenzati da moltissimi fattori e solamente dopo ripetute prove si possono individuare aspetti e dati significativi. Dunque, anche se il risultato di questa prima prova non è stato brillante riguardo la cattura di *O. nubilalis* Hb., non deve essere del tutto considerato negativo. Il dato riguardante la *Argyrotaenia* è senz'altro interessante potendo questo Lepidottero, abbastanza nocivo, comparire nella lista delle specie per le quali già si conoscono feromoni di sintesi. Le ricerche in questo campo, sollecitate dalla necessità di trovare nuove tecniche non pericolose per l'Uomo, animali domestici, equilibri faunistici, sono in pieno fervore e probabilmente i biochimici riusciranno a isolare e sintetizzare i feromoni di molte altre specie fitofaghe dannose. Nel contempo, aumentando la purezza dei composti ottenuti, si potrà eliminare l'inconveniente di attirare specie diverse e realizzare così attrattivi selettivi. Raggiunti e, speriamo in un prossimo futuro, questi obiettivi, sarà possibile affrontare il problema della lotta agli insetti dannosi con mezzi che non alterino l'ambiente naturale.

NOTA

(1) Si è infatti rilevato che, ponendo in una trappola innescata con femmine vergini il *trans-11-tda*, i maschi non venivano più catturati.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BIERL B. A., BEROZA M., COLLIER C. W., 1972 - *Isolation, identification, and synthesis of the Gypsy moth sex attractant*, in «J. econ. Ent.», 65: 659-664.
- CHAPMAN R. F., 1969 - *The Insects structure and function*, in «Engl. Univ. press.», 819 pp., 509 figg., cfr. 737.
- CRAIG G. B., MORTON S. F., HISS E. A., 1968 - *The*

- biochemical basis of female monogamy in mosquitoes I. Extraction of the active principle from Aedes aegypti*, in «Life Sciences», 7: 835-839.
- JACOBSON M., 1965 - *Insect sex attractants*, in «Interscience Publ.», 154 pp., 10 figg.
- KLUN J. A., 1968 - *Isolation of a sex pheromone of the European corn borer*, in «J. econ. Ent.», 61:484.
- KLUN J. A., ROBINSON J. F., 1971 - *European corn borer moth: sex attractant and sex inhibitors*, in «Ann. ent. Soc. America», 64:1083-1086.
- MELLINI E., 1969 - *Nuovi metodi biologici di lotta contro gli insetti nocivi: 1) gli attrattivi sessuali*, in «Frutticoltura», 6-7:397-402.
- ROELOFS W. L., CARDÉ R. T., BARTELL R. J., TIERNEY P. G., 1972 - *Sex attractant trapping of the European corn borer in New York*, in «Environ. Ent.», 1:606-608.