

Ricerche sull'identificazione del feromone sessuale in popolazioni bolognesi di *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lepidoptera, Pyralidae) e relative prove di campo.

(Ricerche eseguite con il contributo della Regione Emilia-Romagna)

PREMESSA

In questo ultimo decennio le ricerche riguardanti i feromoni di attrazione sessuale hanno suscitato vivo interesse in molti studiosi per il loro possibile impiego come mezzo di lotta biologica contro i fitofagi.

Detti feromoni sono sostanze generalmente emesse dalle femmine degli Insetti al fine di attirare individui di sesso opposto, onde permettere l'accoppiamento e la riproduzione della specie. Tali composti volatili (alcoli insaturi od esteri a lunga catena) vengono elaborati da particolari ghiandole esocrine situate negli ultimi segmenti addominali e sono percepiti dai maschi tramite i sensilli chemiorecettori localizzati nelle antenne ⁽¹⁾.

Per ciò che concerne la determinazione della struttura molecolare dell'attrattivo sessuale della *Ostrinia nubilalis* Hb., abbiamo intrapreso prove in collaborazione con i ricercatori dell'European Corn Borer Laboratory di Ankeny nello Iowa (U.S.A.). Occorre comunque precisare che si è tuttora in piena fase di studio in quanto, mentre per un numero di fitofagi dannosi che via via si fa sempre più elevato i biochimici e gli entomologi sono riusciti ad identificare e quindi a riprodurre per sintesi l'attrattivo sessuale specifico, per il citato Piralide è emerso che esistono delle differenze del messaggio-risposta della femmina e relativa risposta del maschio a seconda delle aree geografiche prese in esame. Sono state osservate, cioè, variazioni nella struttura chimica del feromone nell'ambito della stessa specie, fenomeno che finora non era stato riscontrato in altri insetti.

Negli Stati Uniti le ricerche sono state condotte sui due diversi ceppi di

⁽¹⁾ Per quanto riguarda le antenne, dei maschi di *Ostrinia nubilalis* Hb. è stato stimato un numero di sensilli tricoidei più che doppio rispetto a quello presente nelle antenne delle femmine (Cornford et Al., 1973).

Piralide. In quello dello Iowa fu dapprima dimostrato che l'attrattivo sessuale era costituito essenzialmente da *cis*-11-tetradecenilacetato (*Z*-11-tda) (Klun, 1968; Klun e Brindley, 1970); in seguito, sia con estrazioni più accurate in laboratorio, sia con prove di attrazione con miscele di feromone sintetico in campo, si manifestò la grande importanza della presenza di una piccola percentuale dell'isomero *trans*-11-tetradecenilacetato (*E*-11-tda) nella composizione del feromone (Klun et Al., 1973). Infine in un lavoro ancora in corso di stampa, Klun e Junk, ritengono che l'attrattivo della Piralide dello Iowa, sia formato da almeno quattro acetati: *Z*-11-tda, *E*-11-tda, *E*-9-tda e tetradecilacetato (tdcya).

Contrariamente a quanto sopra esposto altri ricercatori dello stato di New York (Roelofs et Al., 1972) dimostrarono con esperienze di campagna la preferenza dei maschi di *Ostrinia* all'*E*-11-tda. Anche l'estrazione chimica eseguita successivamente (Kochansky et Al., 1975) confermò che il principale componente era l'*E*-11-tda con presenza di *Z*-11-tda e del tdcya in piccole percentuali.

Oltre agli studi sull'estrazione chimica condotti negli stati di Iowa e di New York furono eseguiti lavori di campo sia in altre aree statunitensi (Cardé et Al., 1975) che in Europa. In Francia Anglade (1974) trovò che i maschi di *Ostrinia* erano principalmente attirati dallo *Z*-11-tda. In Italia Maini (1973, 1975) ottenne scarse catture ed in prevalenza con la miscela 3:97 (*Z*:*E*). Sempre in Italia, nel milanese, Formigoni (1975) confermò questa tendenza catturando maschi di Piralide, in particolare con la miscela 4:96 (*Z*:*E*).

Negli stessi anni (1973, 1974), per iniziativa di Klun, venne istituito un gruppo internazionale di ricerca, allo scopo di standardizzare i dati derivanti dall'impiego del feromone sintetico in tutta l'area di diffusione della Piralide (Klun e Coll., 1975). Vennero così messe a confronto cinque formulazioni di 11-tda a diverso rapporto di *Z*:*E* e precisamente: 0:100; 3:97; 50:50; 97:3; 100:0. I risultati mostrarono una generale preferenza dei maschi nei riguardi delle miscele 3:97 o 97:3 (*Z*:*E*) e di conseguenza venne ipotizzato che i risultati discordanti tra Iowa e New York fossero dovuti effettivamente ad eterogeneità nella popolazione in seguito a importazioni da località diverse del continente europeo.

Ulteriori indagini, eseguite sempre con feromoni di sintesi forniti da Klun, sono state effettuate da Faber (1976) in Austria, da Bača (1976) in Jugoslavia e da Mustea (1973) in Romania e poichè viene confermato che la miscela migliore in queste nazioni è la 97:3 (*Z*:*E*) sembrerebbe che al di là della barriera geografica delle Alpi il ceppo predominante di Piralide sia quello che risponde al feromone con una maggiore percentuale di *Z*-11-tda.

Ricerche che possono essere considerate complementari, ma che hanno evidenziato molto chiaramente il fenomeno della disuguaglianza tra le popolazioni di *Ostrinia* presenti in areali diversi, sono state condotte da Showers (1974) nelle campagne dello Iowa e da Liebherr e Roelofs (1975)

in laboratorio. Secondo questi ultimi tra i due ceppi di Piralide (Iowa e New York) esisterebbe un forte isolamento riproduttivo nel senso che, oltre al feromone diverso, vi sarebbe anche uno sfasamento nell'orario di emissione dell'odore durante la scotofase, con una conseguente minore percentuale di accoppiamenti e di uova fecondate (¹).

Sic stantibus rebus lo scopo della presente ricerca è stato quello di individuare il feromone della Piralide nel bolognese, sia con analisi di laboratorio che con prove di campo.

MATERIALE E METODO

Per ottenere il feromone dalle femmine di *Ostrinia* originarie del bolognese, ed in particolare per avere dati da utilizzare in campo prima dello sfarfallamento estivo, si è proceduto alla raccolta di larve ibernanti entro culmi e residui della coltura del mais. Le località di prelievo sono state le stesse ove si erano condotte prove con feromoni di sintesi in anni precedenti, ed in particolare a Bentivoglio ed a Medicina (Maini, 1975).

Le larve estratte dagli stocchi sono state fatte imbozzolare in ricoveri artificiali ottenuti con cartone scanalato e arrotolato. Successivamente, alla fine di febbraio ed ai primi di marzo, dopo un periodo trascorso in ambiente esterno a basse temperature, le larve sono state poste in cella climatizzata al fine di far cessare la diapausa (²). Purtroppo da un numero molto elevato (oltre 5000) di larve ibernanti si sono ottenuti solamente poco più di 500 adulti, superstiti di una fortissima mortalità dovuta in gran parte ad un fungo (probabilmente la *Beauveria bassiana* Bals.) ed in piccola percentuale al Dittero Larvevoride *Lydella thompsoni* Hert. (8,35% sul totale di adulti dell'ospite sfarfallati) che è largamente diffuso nella nostra regione (Maini, 1973; Platia e Maini, 1975).

Poichè per le analisi di laboratorio si rendeva necessario un numero più consistente di femmine di Piralide, si è pensato di allevare l'insetto in laboratorio su dieta artificiale.

Inizialmente siamo stati favoriti dalla possibilità di alimentare un certo numero di larve direttamente su pabulum inviato dal laboratorio di Ankeny

(¹) Precedentemente Loughner e Brindley (1971) lavorando con Piralide dello Iowa avevano dimostrato l'importanza dell'abbassamento della temperatura al fine di aumentare le frequenze di accoppiamento. Questo accorgimento non è stato adottato da Liebherr e Roelofs (1975). In indagini condotte ultimamente da Klun e Maini (dati in corso di pubblicazione) incrociando i due ceppi, si è constatato che se in cella climatizzata oltre al fotoperiodo vi è un termoperiodo idoneo (27 °C fotofase e 16 °C scotofase) si hanno percentuali di accoppiamento molto elevate.

(²) Le condizioni della cella climatizzata erano le seguenti: temperatura: 27 °C in fotofase, 16 °C in scotofase; fotoperiodo: 16 ore fotofase, 8 ore scotofase; umidità relativa: 70-80%.

(secondo la formula di Guthrie et Al., 1965; Lewis e Lynch, 1969) ⁽¹⁾; in un secondo tempo noi stessi abbiamo confezionato una dieta semiartificiale. La scelta è stata orientata su una ricetta meno complessa ma che, anche se in misura più modesta, potesse fornirci femmine da cui ricavare il feromone naturale.

Gli ingredienti e le quantità differiscono poco da quelli adottati da Gahukar (1975), mentre per gli antimuffa introdotti nell'alimento si è seguito Nagy (1970). Per maggiore chiarezza vengono indicati, qui di seguito, i quantitativi delle varie sostanze e le modalità di preparazione della dieta.

1) Acqua	gr 800
2) Agar in polvere	gr 20
3) Farina di mais	gr 150
4) Germe di grano	gr 50
5) Lievito di birra in polvere	gr 40
6) Nipagina (Metil-p-idrossibenzoato)	gr 4
7) Vitamina C	gr 4

- 1-2 L'agar viene fatto sciogliere e portato ad ebollizione con l'acqua.
3-4-5 Questi componenti, in polvere, si versano nei precedenti, mescolando di continuo e abbassando gradualmente la temperatura.
6 I 4 grammi di Nipagina vengono sciolti in 20 ml. di alcool etilico 95%.
7 La vitamina C viene sciolta in 50 ml. di acqua distillata e 5 ml. di acido acetico glaciale. Tale soluzione si aggiunge solamente quando la temperatura del pabulum è inferiore ai 50 °C.

La dieta, tagliata in cubetti, viene posta in recipienti cilindrici di plastica per alimenti (dimensioni: diametro cm 17,5; altezza cm 8) dapprima in piccole quantità ed in seguito, con l'avanzare delle età larvali, in quantitativi più consistenti fino al raggiungimento della maturità larvale. All'interno di ogni recipiente, veniva posto un anello di cartone scanalato e paraffinato; i coperci a perfetta tenuta, erano provvisti di una finestrella di rete metallica a maglia fitta per favorire l'aerazione ed inoltre venivano schermati da un rivestimento scuro per facilitare la risalita delle larve ed un migliore incrisolidamento nel cartone (Reed et Al., 1972).

In seguito gli anelli di cartone, contenenti diverse decine di crisalidi, venivano trasferiti in gabbiette costituite da una reticella di tulle tenuta in forma da una leggera intelaiatura metallica posta all'interno.

Le condizioni della cella climatizzata per lo sfarfallamento erano identiche a quelle seguite per l'accrescimento delle larve, poichè in questo modo (temperatura ed illuminazione costanti) veniva reso improbabile l'accoppia-

⁽¹⁾ Questa prima generazione di individui allevati su dieta con antibiotici specifici ha permesso anche di combattere preventivamente una eventuale Nosemiasi da *Perezia pyraustae* Paillot (Lewis e Lynch, 1970).

mento con i maschi prima che si potesse procedere all'isolamento delle femmine (Loughner, 1971; Loughner e Brindley, 1971). Tuttavia, per maggiore precauzione gli adulti venivano prelevati ogni giorno; i maschi erano eliminati o in piccola parte trasferiti nella gabbia di accoppiamento, mentre le femmine erano sistemate in un'altra gabbia e mantenute in vita per più di 48 ore, in considerazione del fatto che la quota presunta di massima concentrazione di feromone nelle relative ghiandole si raggiunge solo dopo un certo periodo di tempo ed anzi l'attrattivo non è presente in femmine appena sfarfallate (Klun, in litteris).

Un altro gruppo di individui adulti, costituito da maschi e femmine in pari numero, veniva utilizzato per l'accoppiamento e la deposizione delle uova. In questo caso le farfalle erano tenute nelle condizioni di cella sopra descritte (vedi nota ⁽²⁾ a p. 17), mentre all'interno delle gabbiette venivano posti due o tre fogli di carta oleata onde permettere alle femmine di ovideporre con facilità.

Le femmine vergini con oltre 48 ore di vita venivano impiegate per la preparazione dei campioni da cui estrarre il feromone. Il taglio era effettuato all'altezza degli ultimi due uriti e tale estremità veniva fatta cadere direttamente entro una provetta contenente etere dietilico.

L'analisi chimica, condotta nel Chemical Ecology Laboratory di Ankeny e messa a punto da Klun per la Piralide dello Iowa (Klun e Junk, in corso di stampa) è stata applicata anche per l'*Ostrinia* bolognese.

Per quanto riguarda la metodologia della sperimentazione in campagna, eseguita con attrattivi di sintesi preparati in base ai risultati emersi dall'estrazione, si è adottato lo schema dei blocchi randomizzati. L'indagine, condotta durante il volo estivo di Piralide, è consistita nella messa a confronto di 5 ripetizioni, comprendenti ognuna 5 trappole, innescate con diversa formulazione di attrattivo sintetico. La messa in opera delle trappole cilindriche, spalmate all'interno di colla vischiosa e l'esame del materiale catturato vennero eseguiti come in indagini precedenti (Maini, 1975).

RISULTATI E CONSIDERAZIONI

Come già accennato su un totale di circa 5000 larve ibernanti raccolte in campo si sono ottenute solamente 500 immagini. Tuttavia con queste si è potuto iniziare l'allevamento in cattività su di una dieta da noi prodotta, che peraltro ha mostrato buone caratteristiche. La riteniamo comunque inferiore a quella speditaci dagli Stati Uniti, in quanto la nostra, a metà ciclo larvale, deve essere sostituita con altra più fresca, o più sbrigativamente aggiunta finché l'accrescimento larvale sia completato. In totale per arrivare dallo sgusciamiento all'impupamento erano necessari dai 21 ai 23 giorni in ambiente ad illuminazione, umidità relativa (75-80%) e temperatura (27 °C) costanti. Gli accoppiamenti avvenivano regolarmente e così pure la deposizione delle uova; a questo proposito si è constatato che è importantissimo

fornire gli adulti di acqua come già posto in evidenza da Kira et Al. (1969). In alcune gabbie si sono ottenute fino a 15 masse di uova per femmina.

Nel complesso l'allevamento ha portato alla produzione di 3330 femmine che sono state sacrificate per l'estrazione del feromone. Queste, sfarfallate naturalmente in un lungo arco di tempo, sono state divise in un primo unico campione comprendente 1330 apici addominali, in 8 campioni composti, ognuno, da 250 (purtroppo uno è andato perduto durante l'estrazione) e in un ultimo campione costituito solamente da 100 pezzi.

I risultati ottenuti all'analisi gascromatografica per quanto riguarda la percentuale di (*Z:E*)-11-tda sono riassunti in tabella 1.

TABELLA 1.

N. Apici addominali	<i>Z : E</i> 11-tetradecenilacetato
1330	18 : 82
250	14 : 86
250	21 : 79
250	14 : 86
250	19 : 81
250	10 : 90
250	16 : 84
250	21 : 79
100	31 : 69

Valore medio ponderato 17,5 : 82,5

TABELLA 2. — Maschi catturati con le varie miscele nel periodo 6/VII-10/IX/1976.

Blocchi	Rapporto (<i>Z:E</i>)-11-tda nelle capsule di attrattivo sintetico 100 µg				
	2:98	10:90	18:82	26:64	34:66
1	60	59	44	63	45
2	67	41	47	39	47
3	60	27	37	39	35
4	19	5	10	11	10
5	15	8	2	6	8
Tot. maschi	221	140	140	158	145
Media (*)	44,2 <i>a</i>	28 <i>b</i>	28 <i>b</i>	31,6 <i>b</i>	29 <i>b</i>

(*) Le medie contraddistinte da lettere uguali non differiscono statisticamente fra loro per $P = 0,01$ (Duncan's test).

Dai risultati di cattura in campo (tabella 2), si può rilevare che la miscela che ha attirato il maggior numero di maschi è la 2:98 *Z:E* mentre, stranamente, livelli pressochè identici di cattura si sono verificati per tutte le restanti

miscela dei due isomeri. Ancora più sorprendente è il fatto che la 18:82 $Z:E$, che rappresenta la media dei 9 campioni analizzati, non ha mostrato alcuna differenza significativa nei confronti delle altre. Ciò porta a considerazioni alquanto approssimative; in ogni caso, è indiscutibile il fatto che ci si trovi di fronte ad un ceppo estremamente eterogeneo. Se si prendono in esame i lavori compiuti in Iowa (Klun e Robinson, 1972; Showers et Al., 1974; Klun et Al., 1975) si può notare come anche dosi pari al solo 8,5% di E , aggiunti allo Z -11-tda, facciano diminuire in maniera sensibilissima le catture di maschi. In Italia, al contrario, si sono rinvenuti individui invischiati nelle trappole adottando rapporti da 0 fino a 50:50 ($Z:E$)-11-tda. Anche in altri Paesi europei, e in misura più evidente negli Stati americani della Pennsylvania e del New Jersey, sebbene la predominanza delle catture sia avvenuta con miscela a base di Z -11-tda, hanno dimostrato evidente capacità attrattiva pure le miscele contenenti E -11-tda. Perciò possiamo esprimere il sospetto che, a differenza di quanto si verifica nella zona ristretta dell'Iowa, in altri biotopi la specificità dei maschi nella risposta sia minore (Klun et Al., 1975).

In un altro lavoro, analogo al nostro, eseguito in Pennsylvania (Cardé et Al., 1975), venne condotta l'estrazione chimica del feromone su un numero di campioni non specificato di femmine vergini di *Ostrinia* allevate partendo da individui selvaggi. Tali campioni hanno rivelato un rapporto variabile da 43:57 a 89:11 $Z:E$, mentre le catture in campo hanno fornito risultati positivamente significativi solo con le miscele contenenti o in maggiore proporzione Z , oppure E -11-tda. Le altre formulazioni, con rapporti 70:30 o 20:80 $Z:E$ ovvero intermedi, hanno attirato scarsissimi individui. Pertanto tali Autori suggeriscono che in natura possano coesistere le due distinte popolazioni in uno stesso areale. Ovviamente a questa conclusione non possiamo giungere nel nostro caso, in quanto sia in questa indagine sia nelle altre condotte nel 1974 e nel 1975, i risultati di campo indicano che anche il rapporto 50:50 dei due isomeri può essere attrattivo. Inoltre con l'aumentare dello Z in E , le catture tendono ad annullarsi. È anche da ricordare che l' E -11-tda è inibitore dell'attrattività nel caso dei maschi del ceppo Iowa (Klun e Robinson, 1970, 1971) per cui si può supporre che per il ceppo New York e bolognese si verifichi il fenomeno contrario. L'ipotesi che incroci fra i ceppi a feromone di isomero opposto diano origine ad altre varietà a feromone intermedio (Cardé et Al., 1975; Klun et Al., 1975) può farci concludere che la razza bolognese sia da attribuire al tipo E nella risposta dei maschi, ma dato che la produzione del feromone da parte delle femmine contiene Z in proporzioni superiori al ceppo New York, non può essere considerata identica a quest'ultimo. Saranno molto importanti gli studi di estrazione che verranno condotti su femmine originate dagli incroci dei due diversi ceppi nonché il confronto con i dati del ceppo bolognese e New Jersey-Pennsylvania.

Un fenomeno che porterebbe ad avere risultati di analisi chimica non corrispondenti alla realtà di campagna potrebbe essere ricondotto ad interferenze della dieta artificiale sulla composizione del feromone (sebbene nel caso della *Ostrinia* allevata su dieta nel laboratorio di Ankeny sembra non si siano avuti tali problemi). Alcuni studi condotti su altri Lepidotteri quali l'*Archips semiferanus* Walk. (Hendry, 1976; Hendry et Al., 1975) pare portino invece a concludere che anche il pabulum naturale abbia influenza sulla produzione del feromone.

Inoltre Minks (1971), studiando l'*Adoxophyes orana* Fish. v. R., osservò che le femmine dopo 9-10 generazioni di allevamento in laboratorio erano molto meno attrattive, nei confronti dei maschi, di quelle allevate, pure su dieta, ma che avevano regolari rinsanguamenti con individui raccolti in campo.

Infine un'ultima ipotesi da non sottovalutare è la possibilità che la femmina del nostro ceppo emetta, oltre ai due isomeri, tutta una serie di altre sostanze, per ora ad effetto sconosciuto, che condizionino l'azione dei due composti principali (Klun e Junk, in corso di stampa). Così, nel caso della Piralide di Bologna, l'*E*-11-tda con l'aggiunta del 18% di *Z*-11-tda attira ma non completamente e selettivamente, perchè mancherebbero altre sostanze utili al richiamo. Basterebbe, però, variare il rapporto fra i due isomeri in favore di *E* (questo ammontare andrebbe a riempire il vuoto di sostanze ancora non note) per constatare, come è risultato in questa prova, l'aumento del numero di maschi invischiati nelle trappole.

Per quanto concerne le applicazioni pratiche è intuibile che purtroppo, fino a che non si sarà rintracciata la completa formulazione del feromone emesso dalle femmine del ceppo bolognese, si rimarrà nell'impossibilità di utilizzare le tecniche fondamentali del controllo mediante gli attrattivi sessuali. L'applicazione del metodo della confusione (in Iowa ad esempio già si lavora a tale direzione; Klun et Al., 1975) esige la saturazione del campo da proteggere mediante lo stesso odore prodotto dalla femmina o almeno l'impiego di sostanze a sicuro effetto inibitore. Per il momento nella pratica agricola potrebbero dare discreto affidamento le trappole a feromoni intese quale mezzo di segnalazione, soprattutto in caso di colture a più alto reddito come il peperone, a proposito del quale, recentemente, si sono segnalati gravi danni imputati alle larve di Piralide.

Sul complesso problema del feromone di *Ostrinia* sono indispensabili ulteriori indagini; esse verteranno su prove con trappole a femmine vergini di varia provenienza in areali diversi e a confronto anche con miscele di feromone sintetico. Si procederà poi a campionamenti con relativa estrazione a più vasto raggio, per verificare se anche le femmine selvagge originarie di altre provincie italiane posseggono gli stessi rapporti di isomeri riscontrati nella composizione del feromone di femmine di Piralide bolognese, sia di allevamento che provenienti dalla campagna. Le indagini dovranno comprendere anche prove ripetute nel tempo.

R I A S S U N T O

In seguito a risultati discordanti sulla specificità della risposta a diversi formulati a base di miscele degli isomeri *Z* ed *E* dell'11-tetradecenilacetato (11-tda), indicate quali feromoni di *Ostrinia nubilalis* Hb., si è indagato sul ceppo di Piralide presente nel bolognese. Si descrive la tecnica adottata per l'allevamento delle larve su dieta artificiale e per la preparazione degli apici addominali femminili da sottoporre all'analisi gascromatografica.

I risultati di estrazione da 3180 femmine vergini, separate in 9 campioni, hanno dato rapporti compresi tra 31:69 e 10:90 *Z:E*, con valore medio di 17,5:82,5 (*Z:E*)-11-tda.

Nella prova di campagna la risposta a diverse formulazioni, preparate sulla base delle estrazioni, ha fornito invece un risultato statisticamente significativo per la miscela 2:98 *Z:E*, ripetendo analoghi dati scaturiti in precedenti indagini.

Si espongono alcune ipotesi per spiegare tale fenomeno e si sottolinea la necessità di ulteriori ricerche per giungere ad eventuali applicazioni di tecniche di lotta biologica con i feromoni nei riguardi di questo fitofago.

Sex pheromone of Bologna European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis* Hb.: Lepidoptera, Pyralidae) reared in laboratory and field responses.

S U M M A R Y

On the basis of discordant results on specificity of different ratios of (*Z:E*)-11-tetradecenylacetate (tda), known as *O. nubilalis* Hb. sex attractants, we tested the European Corn Borer strain of the Bologna area. The rearing techniques and the female tip sampling for high pressure gas chromatography are explained. The results of extraction from 3180 virgin females, divided into 9 samples, are between 31:69 and 10:90 ratio, with an average of 17,5:82,5 (*Z:E*)-11-tda. However the field experiment with different blends shows, as in the past years, a statistically significant response to (2:98) *Z:E* ratio. The necessity of further investigations are given particularly in case of sex pheromone biological control techniques to be used against European Corn Borer moth.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- ANGLADE P., 1974. — Emploi de phéromones sexuelles synthétiques pour l'attraction des mâles de la Pyrale du Maïs (*Ostrinia nubilalis* Hb.). - *Rev. Zool. Agric. et Path. Vég.*, 73: 37-46.
- BAČA F., 1976. — Investigation on synthetic pheromone sex-attractant to European Corn Borer *Ostrinia nubilalis* Hb. - *Zaštita Bilja.*, 27 (3-4): 357-360.
- CARDÉ R. T., KOCHANSKY J., STIMMEL J. F., WHEELER A. G. jr., ROELOFS W. L., 1975. — Sex pheromone of the European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis* Hb.): cis- and trans-responding males in Pennsylvania. - *Environ. Entomol.*, 4 (3): 413-414.
- CORNFORD M. E., ROWLEY W. A., KLUN J. A., 1973. — Scanning electron microscopy of antennal sensilla of the European Corn Borer, *Ostrinia nubilalis* Hb. - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 66 (5): 1079-1088.
- FABER W., 1976. — On the question of differing attraction of the maize-borer pheromone for males of geographically different population. - *Pflanzenarzt.*, 29 (7): 70-72.

- FORMIGONI A., 1975. — Sviluppo e possibilità di impiego di alcuni feromoni in fitoiatria. - *Atti giorn. fitopatol.*, 1975: 447-452.
- GAHUKAR R. T., 1975. — Nouvelles techniques adoptées pour l'élevage d'*Ostrinia nubilalis* Hübner sur milieu artificiel. - *Ann. Zool.-Écol. anim.*, 7 (4): 491-498.
- GUTHRIE W. D., RAUN E. S., DICKE F. F., PESHO G. R., CARTER S. W., 1965. — Laboratory production of European Corn Borer egg masses. - *Iowa St. J. Sci.*, 40 (1): 65-83.
- HENDRY L. B., WICHMANN J. K., HINDENLANG D. M., MUMMA R. O., ANDERSON M. E., 1975. — Evidence for origin of insect sex pheromones: presence in food plant. - *Science*, 188: 59-63.
- HENDRY L. B., 1976. — Insect pheromones: diet related? - *Science*, 192: 143-145.
- KIRA M. T., GUTHRIE W. D., HUGGANS J. L., 1969. — Effect of drinking water on production of eggs by the European Corn Borer. - *J. Econ. Entomol.*, 62 (6): 1366-1368.
- KLUN J. A., 1968. — Sex pheromone of the European Corn Borer. - *J. Econ. Entomol.*, 61 (2): 484-487.
- KLUN J. A., BRINDLEY T. A., 1970. — Cis-11-tetradecenyl acetate, a sex stimulant of the European Corn Borer. - *J. Econ. Entomol.*, 63 (3): 779-780.
- KLUN J. A., ROBINSON J. F., 1970. — Inhibition of European Corn Borer mating by cis-11-tetradecenyl acetate a borer sex stimulant. - *J. Econ. Entomol.*, 63 (4): 1281-1283.
- KLUN J. A., ROBINSON J. F., 1971. — European Corn Borer moth: sex attractant and sex attraction inhibitors. - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 64 (5): 1083-1086.
- KLUN J. A., ROBINSON J. F., 1972. — Olfactory discrimination in the European Corn Borer and several pheromonally analogous moths. - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 65 (6): 1337-1340.
- KLUN J. A., CHAPMAN O. L., MATTES K. C., WOJTKOWSKI P. W., BEROZA M., SONNET P. E., 1973. — Insect sex pheromones: minor amount of opposite geometrical isomer critical to attraction. - *Science*, 181: 661-663.
- KLUN J. A., COOPERATORS, 1975. — Insect sex pheromones: intraspecific pheromonal variability of *Ostrinia nubilalis* in north America and Europe. - *Environ. Entomol.*, 4 (6): 891-894.
- KLUN J. A., CHAPMAN O. L., MATTES K. C., BEROZA M., 1975. — European Corn Borer and Redbanded Leafroller disruption of reproduction behavior. - *Environ. Entomol.*, 4 (6): 871-876.
- KLUN J. A., JUNK G. A. — The Iowa European Corn Borer sex pheromones: isolation and identification of four C_{14} esters. - *J. Chem. Ecol.* (in corso di pubblicazione).
- KOCHANSKY J., CARDÉ R. T., LIEBHERR J., ROELOFS W. L., 1975. — Sex pheromone of the European Corn Borer *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae), in New York. - *J. Chem. Ecol.*, 1 (2): 225-231.
- LEWIS L. C., LYNCH R. E., 1969. — Rearing the European Corn Borer, *Ostrinia nubilalis* Hb., on diets containing corn leaf and wheat germ. - *Iowa St. J. Sci.*, 44 (1): 9-14.
- LEWIS L. C., LYNCH R. E., 1970. — Treatment of *Ostrinia nubilalis* larvae with fumidil B to control infections caused by *Perezia pyraustae*. - *J. Invert. Path.*, 15: 43-48.
- LIEBHERR J., ROELOFS W. L., 1975. — Laboratory hybridization and mating period studies using two pheromone strains of *Ostrinia nubilalis*. - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 68 (2): 305-309.
- LOUGHNER G. E., 1971. — Precopulatory behavior and mating success of the European Corn Borer under controlled conditions. - *Iowa St. J. Sci.*, 46 (1): 1-6.
- LOUGHNER G. E., BRINDLEY T. A., 1971. — Mating success of the European Corn

- Borer, *Ostrinia nubilalis*, as influenced by environmental factors. - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 64 (5): 1091-1094.
- MAINI S., 1973. - Prova preliminare con attrattivi sessuali nei confronti della Piralide. - *Inform. Fitopatol.*, 23 (9): 11-14.
- MAINI S., 1974. - Ulteriori indagini sui parassiti di *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lepidoptera, Pyralidae) in provincia di Bologna. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 32: 133-151.
- MAINI S., 1975. - Prove di efficacia con feromoni di sintesi per l'attrazione sessuale della Piralide del mais. - *Inform. agrario*, 42: 20 813-20 820.
- MINKS A. K., 1971. - Decreased sex pheromone production in an in-bred stock of the summerfruit tortrix moth, *Adoxophyes orana*. - *Ent. exp. appl.*, 14: 361-364.
- NAGY B., 1970. - Rearing of the European Corn Borer *Ostrinia nubilalis* Hb. on a simplified artificial diet. - *Acta Phitopath. Acad. Sci. Hun.*, 5 (10): 73-79.
- MUSTEA D., 1973. - Studies on the rôle of the sex pheromone in the species *Ostrinia nubilalis* (Pyralidae - Lepidoptera) for population in Romania. - *Probl. Prot. Plant.*, 1 (4): 326-330.
- PLATIA G., MAINI S., 1975. - Ricerche sugli insetti parassiti di *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lepidoptera, Pyralidae) nel forlivese. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 32: 189-202.
- REED G. L., SHOWERS W. B., HUGGANS J. L., CARTER S. W., 1972. - Improved procedures for mass rearing the European Corn Borer. - *J. Econ. Entomol.*, 65 (5): 1472-1476.
- ROELOFS W. L., CARDÉ R. T., BARTELL R. J., TIERNEY P. G., 1972. - Sex attractant trapping of the European Corn Borer in New York. - *Environ. Entomol.*, 1 (5): 606-608.
- SHOWERS W. B., REED G. L., OLOUMI-SADEGHI H., 1974. - European Corn Borer: attraction of males to synthetic lure and to females of different strains. *Environ. Entomol.*, 3 (1): 51-58.