

**Reproducerea și comportamentul feromonal la *Ostrinia nubilalis* HBN.
(Lepidoptera: Crambidae) în condiții de laborator.
3. Testarea olfactometrică a răspunsului masculilor
la feromonul sexual natural și sintetic**

Alexandru CRIŞAN, Gheorghe STAN, Viorica CHIŞ

Summary

The reproduction and pheromonal behaviour in *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Crambidae), in laboratory conditions. 3. The olfactometric bioassay of the males response to natural and synthetic sex pheromone

The response behaviour in *Ostrinia nubilalis* at natural and synthetic sex pheromone was evidenced through laboratory bioassays, with an original tubular olfactometer. A number of 7 behavioural steps, similar with the others Lepidoptera species, characterized the male response to sex pheromone. For an accurate analyse of the pheromonal behaviour a number of 5 steps (I-II, III, VI, VII) were necessary. Moreover, the time of response in the two testing halves (each of them of 3 minutes), was estimated. For male moths of 2-5 days, the circadian period of response was situated in the first part of the scotophase, with a maximum at 3-4 hours after the its beginning. This period was more advanced than females calling period, a behaviour with adaptative value being presupposed. The response behaviour, characterised on the basis of male passed at the orifice of the obturator disk, was not an efficacious method, whenever is necessary to mark significantly the differences among pheromonal variants. The same appearance was recorded in olfactometric bioassays for *Mamestra brassicae* (STAN 1996).

In tests with natural sex pheromone, from virgin females, the response behaviour was clearly and greater comparative with response to crude pheromone extracts. In the extracts, the response was probably influenced by inhibitory or masking compounds, unsuitable doses or the extract proceeded from females without calling posture. For tests with synthetic sex pheromone data confirmed that *Ostrinia nubilalis* from Transylvania (Romania) belong to the Z pheromonal race with a good attractivity of the pheromonal variant with Z/E11-14:Ac - 97:3. In laboratory bioassays, the response behaviour to Z11-14:Ac (variant B) was lower comparatively to the virgin females, for all behavioural steps. This compound is responsible to induce the response behaviour at distance but it is insufficient for a complete response. Z and E11-14:Ac (variant N1) determined a similar response, with a low behaviour in the step VII (source contacting). The results demonstrate that another pheromonal compound have influence in the coordination the behaviour near the source (courtship behaviour). On the basis on our bioassays, the 14:Ac (see variants A and N2) is this compound, most likely (in the field tests, the N2 variant caught the greatest number of males - CRIŞAN et al. 1988). However, after virgin females (with response in VI step - $R_{VI} = 46.2\%$) and the variant N2 ($R_{VI} = 41.8\%$), the greatest response in this behavioural step was registered in the bioassay with the variant N2E2 ($R_{VI} = 47.2\%$). In this case, the male behaviour was analogous to that which obtained in the presence of the female (STAN &

CRIŞAN 1995) and, an intense excitation and copulatory attempts were observed. It is not excluded the possibility that 11-14:Ac-epoxide (in the variant N2E2), to influence or to amplify of the 14:Ac influence, but single tested (variant E0), none response was obtained. Although, compounds with the OH group had an inhibitory effect for *Ostrinia nubilalis* male moths, the fact was indistinctly for our tested variants (C and E).

Studiile experimentale în condiții de laborator au o deosebită importanță și pentru stabilirea modelelor comportamentale specifice, rezultatele având semnificație atât din punct de vedere științific cât și practic. La speciile de insecte și în special la lepidoptere o gamă largă de cercetări au vizat comportamentul de răspuns la feromonii sexuali, implicând numai observații directe sau utilizarea unor instalații speciale în cadrul metodei olfactometrice (SHOREY 1970).

Pentru o bună cunoaștere și apreciere a unui anume tip de comportament, un număr mare de cercetări au luat în studiu o serie de factori, interni și externi, care influențează comportamentul de răspuns. În ceea ce privește factorii dependenți direct de atracțant, atenția cea mai mare a fost orientată spre rolul compușilor feromonalni (număr, doză, raport). Excluzând speciile a căror feromon sexual este alcătuit dintr-un singur compus, cele mai multe testări s-au făcut la speciile cu 2-10 compuși (unul, chiar doi, dintre aceștia sunt compuși principali sau majori iar restul sunt compuși secundari sau minori). La unele specii au fost identificate un număr impresionant de componente care intră în alcătuirea feromonului sexual (ex. 25 la *Agrotis segetum*). Cu excepția componentului principal, nu toți acești compuși s-au dovedit a fi esențiali în atraktivitate și inducerea unui comportament optim de răspuns. Astfel, la unele specii, din cei doi compuși feromonalni amândoi au fost strict esențiali (BAKER et al. 1976; STECK et al. 1976; STRUBE & SWAILES 1977; WAKAMURA 1978; KEHAT et al. 1980) sau numai unul dintre ei (VOERMAN & ROTHSCHILD 1978; STECK et al. 1980; WEBSTER & CARDE 1984; ONO 1985). Mai interesant apare răspunsul a speciile cu mai mulți compuși feromonalni. La unele, pentru un răspuns pozitiv bun toți compușii au fost necesari, numărul lor fiind diferit: 7 (SPARKS et al. 1979; KLUN et al. 1980; RAMASWAMY et al. 1985), 6 compuși (LINN et al. 1984; LINN & ROELOFS 1985), 4 compuși (NIELSEN et al. 1975) sau 3 compuși (BAKER & CARDE 1979; ANDO et al. 1980). La alte specii, numai o parte dintre compușii au fost necesari și suficienți pentru un răspuns optim. Iată câteva exemple: un compus din 4 la *Spodoptera litura*, *S. littoralis* (NAKAMURA 1976, 1979; NEUMARK et al. 1974; CAMPION et al. 1980), 4 din 7 la *Heliothis virescens* (RAMASWAMY et al. 1985), 4 compuși din 10 la *Elasmopalpus lignocellus* (LYNCH et al. 1984), 3 din 6 la *Diatraea grandiosella* (HEDIN et al. 1986), unul din 6 la *Mamestra brassicae* (STAN 1991, STAN & CHIŞ 1996¹).

Specia *Ostrinia nubilalis*, dăunător important a porumbului, a fost și obiectul unor studii referitoare la comportamentul feromonal, în condiții de laborator (KLUN et al. 1973; KLUN & MAINI et al. 1979; WEBSTER & CARDE 1984; KLUN et al. 1991; KLUN et al. 1992; ROYER & MCNEIL 1993; FOSTER & FREROT 1994), cercetări care au implicat, în special, în diferite combinații, cei doi compuși ai feromonului sexual, Z și E11-14:Ac. În condiții de câmp s-a studiat atraktivitatea și specificitatea precum și influența diferenților compuși sau analogi asupra acestora (KLUN & BRINDLEY 1970; KLUN & ROBINSON 1971; ANGLADE 1974; SHOWERS et al. 1974; CARDE et al. 1975; KOCHANSKY et al. 1975; MAINI et al. 1978; MAINI 1979; KENNEDY & ANDERSON 1980; ANGLADE et al. 1984; PENA et al. 1988).

În această lucrare sunt incluse rezultatele obținute în studiu comportamentului feromonal al masculilor pentru o susă din Transilvania a populației de *Ostrinia nubilalis* (aparținând rasei feromonale Z)(CRIŞAN et al. 1988). Răspunsul comportamental în laborator a fost evaluat prin

¹ STAN Gh., CHIŞ V., 1996. Răspunsul comportamental al masculilor unor specii de lepidoptere dăunătoare la acțiunea mediatorilor chimici, în condiții de laborator. 3. Testarea olfactometrică a feromonului sexual sintetic la *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae). Ann. Univ. Oradea (sub tipar).

testare olfactometrică, cu feromon sexual natural (femele virgine și extract crud) și feromon sexual sintetic, în diferite combinații (Tabelul 1). În unele cercetări s-a evidențiat că Z11-14:Ac este feromonul sexual al speciei, determinând o stimulare în atragerea masculilor (ANGLADE 1974). Atracția masculilor a crescut în condițiile în care cantități mici de E11-14:Ac au fost adăugate izomerului Z (KLUN & ROBINSON 1972). În extractul crud de feromon sexual au fost însă identificati 4 compuși: Z11-14:Ac, E11-14:Ac, E9-14:Ac și 14:Ac (KLUN & JUNK 1977).

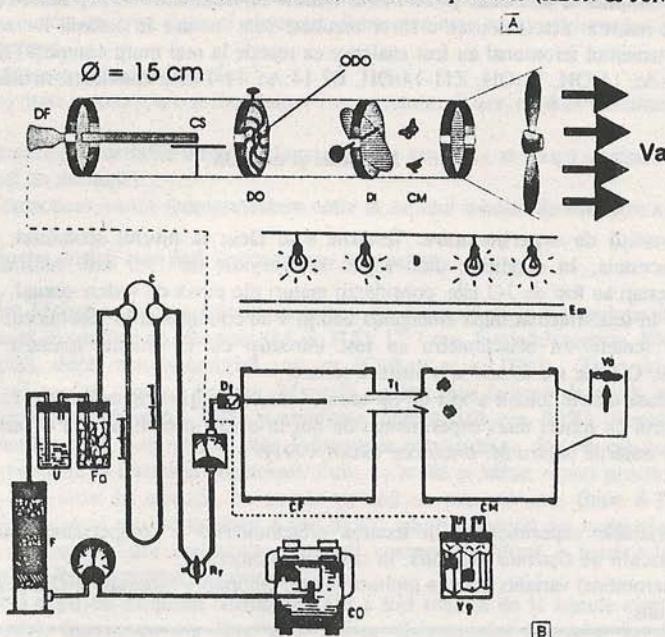


Fig. 1. Schița olfactometrului tubular cu disc obturator (original)(A), pentru testarea comportamentului feromonal al masculilor de *Ostrinia nubilalis*, în condiții de laborator. Este prezentat și modelul de olfactometru cu tuburi largi și tub de legătură (după TOMESCU et al. 1980; STAN 1991)(B), experimentat în cercetări preliminare. Linia punctată marchează locul de atașare olfactometrului la instalația de testare. Df - dispozitiv pentru sursa de feromon; CS - contactarea sursei; DO - disc obturator; DI - dispozitiv de închidere-deschidere al camerei masculilor (CM); Va - ventilator reglabil pentru evacuarea aerului; Tl - tub de legătură; CF - camera femelelor; Rr - robinet de reglare; CO - compresor; V♀ - vas cu femele virgine; F - filtru purificator; U - umidificator; Fa - filtru attenuator; c - coloană pentru măsurarea și menținerea constantă a vitezei aerului; B - bec incandescent; Em - ecran mat.

The draft of the tubular olfactometer with obturator disk for study of the pheromonal behaviour of *Ostrinia nubilalis* male moths (A). The model with large tubes and coupling tube (B)(after TOMESCU et al. 1980; STAN 1991) was used in preliminary bioassays for *Ostrinia nubilalis*. The dotted line show the place of the olfactometer attachment in the system of bioassay. DO - obturator disk with orifice; Df - device for crude extracte and synthetic sex pgeromone source; DI - device for closing-opening of the males chamber (CM); CF - females chamber; CS - source contacting (the place for observation of the response behaviour near the source); Va - adjustable fan for air evauatian; Tl - coupling non exit-tube; Rr - tap for air distribution; CO - compressor; V♀ - cage with virgin females; F - filter; U - humidity chamber; Fa - filter for "attenuation"; c - column which provide air speed constancy; B - adjustable incandescent light source; Em - frosted glass screen.

Atât în cercetări de laborator cât și în câmp s-a evidențiat că E11-14:Ac, în diferite proporții în funcție de populația geografică, a indus o creștere evidentă a atraktivității. E9-14:Ac s-a dovedit a fi un inhibitor iar pentru 14:Ac nu a fost stabilit nici un efect (KLUN et al. 1979). În cercetările noastre făcute în câmp aceste aspecte au fost confirmate. Alături de 14:Ac și E9-14:Ac ca inhibitor a fost citat și 11-14:Ac (KLUN & ROBINSON 1971; KLUN et al. 1979). În cercetările noastre olfactometrice a căror rezultate sunt incluse în această lucrare, atraktivitatea și comportamentul feromonal au fost analizate ca reacție la mai mulți compuși (Z11-14:Ac, E11-14:Ac, 14:Ac, 14:OH, 12:OH, Z11-14:OH, E9-14:Ac, 11-14:Ac-epoxidat), în diferite combinații.

Material și metodă

Condiții de experimentare. Testările s-au făcut la nivelul scotofazei, la 3 ore de la inițierea acesteia, în condițiile unui regim fotoperiodic de 17:7 ore, lumină:intuneric. Toți masculii testați au fost de 2-3 zile, considerați maturi din punct de vedere sexual. Alte detalii sunt prezentate în text. Imediat după emergență adulții s-au condiționat în laboratorul de testare, fiind izolați de femele. În olfactometru au fost introdusi cu 15 minute înaintea testării, pentru acomodare. O serie s-a folosit la o singură testare.

Olfactometrul folosit a fost de tip tubular, de concepție originală (Fig. 1). Este ilustrat și olfactometrul cu tuburi mari experimentalat de noi în testări preliminare la *O. nubilalis* și folosit eficient în testările pentru *M. brassicae* (STĂN 1991).

Tabelul 1.

Variantele experimentate în testarea olfactometrică a comportamentului feromonal la masculii de *Ostrinia nubilalis*, în condiții de laborator.

Pheromonal variants used in olphactometric laboratory bioassay in *Ostrinia nubilalis* male adults.

Notare var. ¹	Compușii Compunds	Doza (Dose) (ug)	Raportul Ratio	S.C. ²
N1	Z+E11-14:Ac	15	97:3	DC
N2	Z+E11-14:Ac+14:Ac	60	97:3:10	"
N2E1	Z+E11-14:Ac+14:Ac+11-14:Ac-ep.	27,5	97:3:10:5:2,5	"
N2E2	"	35	97:3:10:5:5	"
Eo	11-14:Ac-epoxidat	50	-	"
A	Z+E11-14:Ac+14:Ac	20	97:3:10	HF
B	Z11-14:Ac	20	-	"
C	Z+E11-14:Ac+14:Ac+14:OH	21	97:3:10:1	"
D	Z+E11-14:Ac+14:Ac+14:OH+12:OH	22	97:3:10:1:1	"
E	D + Z11-14:OH	23	97:3:10:1:1:1	"
F	Z+E11-14:Ac+E9-14:Ac	20	97:3:10	"
FV	Femele virgine ³	5 ♀	-	HF
ECFS	Extract crud de feromon sexual ⁴	5 EF	-	"

¹ Notare convențională a variantelor feromonale; the notation of the pheromonal variants;

² Substratul de condiționare al feromonului - DP = dop de cauciuc, HF = hârtie de filtru; the substratum of the pheromone conditioning - DP = rubber stopper; HF = filter paper;

³ FV - femele virgine (virgin females);

⁴ ECFS - extract crud de feromon sexual (crude extract of sexual pheromone)

Comportamentul adulților a constat din urmărirea activității de răspuns în două reprezile de câte 3 minute (R₁ și R₂), separate de o reprise a 5 minute în care olfactometrul s-a aerisit. S-a folosit metoda de observare directă, prin intermediul unei surse de lumină roșie care nu a modificat comportamentul iar fazele și elementele comportamentale au fost codificate și stenografiate, descrierea fiind făcută apoi pe larg în fotofaza de după fiecare testare. Răspunsul a fost apreciat pe baza comportamentului secvențial, în funcție de comportament și de numărul masculilor trecuți prin orificiul discului obturator. Patru elemente comportamentale cheie au fost luate în considerare:

I-II. Activarea și luarea zborului;

III. Activitate locomotoare și zbor împotriva curentului de aer, până în vecinătatea discului obturator;

VI. Trecerea prin orificiul discului (direct din zbor sau mers. ori după aterizare sau oprire, în stare evidentă de excitație);

VII. Contactarea sursei (comportament activ la capătul tubului de evacuare a aerului cu feromon).

Semnificația notării este dată în continuare la rezultate.

Material biologic. Adulții folosiți în testare au provenit dintr-o populație de *Ostrinia nubilalis*, crescută în condiții de laborator ($24 \pm 1^\circ C$; 17:7 ore, lumină:intuneric, UR > 80%), pe dietă artificiă, după metoda descrisă anterior (CRIȘAN et al. 1990).. Zinic, imediat după emergență, adulții au fost separați pe sexe. Masculii au fost puși în vase de sticlă, cu sursă de hrana (sol. glucoză sau zaharoză - 10%) și umiditate ridicată (UR cca. 90%). Femelele folosite în testare, în număr de 5, s-au pus în vase Erlenmeyer prevăzute cu dop de cauciuc cu dublă ieșire (pentru conectare la instalația olfactometrului), cu hrana și hârtie suport pentru adulții. Toate testările s-au făcut în repetiții, cu număr variabil de masculi/serie (între 6-28, cel mai frecvent 10-14). Numărul total al testării a fost de 81, adulții provenind din materialul bioologic al aceleiași linii de creștere, din mai multe generații consecutive, după o bună aclimatizare a populației la condițiile de creștere în laborator.

Extractul crud de feromon sexual (ECFS) a fost obținut de la femele virgine, mature sexual (> 2 zile). Extragerea s-a făcut prin tăierea abdomenului femelelor în chemare. În perioada optimă a activității comportamentale (prima parte a scotofazei - CRIȘAN & STAN 1994). Pregătirea extractului (macerare, filtrare, concentrare în Echivalent Femelă - EF) a fost făcută după procedeu utilizat la *M. brassicae* (STAN 1990). Condiționarea s-a făcut pe rondele de hârtie de filtru. S-a testat concentrația de 5 EF.

Feromonul sexual sintetic. Variantele cu compuși feromonli și analogi, testate în diferite combinații, sunt prezentate în Tabelul 1. Condiționarea a fost făcută cu ajutorul microsiringilor, pe hârtie de filtru și dop de cauciuc - tip sticluje de penicilină.

Rezultate

A. **Comportamentul de răspuns al masculilor la feromonul sexual, în testarea olfactometrică.** La specia *O. nubilalis* a existat un răspuns la feromonul sexual, caracterizat de succesiunea unor elemente comportamentale evidențiate și la alte specii de lepidoptere. Evident, există o similitudine între aceste elemente din testelete olfactometricice și cele care definesc comportamentul în secvență de curtare, atât la *Ostrinia nubilalis* (STAN & CRIȘAN 1995) cât și la alte specii de Arctiidae și Noctuidae (STAN 1988, 1991), toate testate prin aceeași metodă olfactometrică. Aceste elemente (pași) comportamentale la *O. nubilalis*, în testarea olfactometrică clasnică, pot fi definite ca și la alte specii de lepidoptere (cu unele particularități specifice), astfel:

I. Activarea (implică ridicarea și rotirea antenelor, ridicarea abdomenului de pe substrat, vibrarea aripilor, stare staționară de excitație și agitație);

II. Inițierea deplasării sau luării zborului (vibrarea susținută a aripilor cu repreze de oprire,

rotire pe loc, deplasări scurte, fluturarea aripilor în repreze scurte);

III. Deplasare-zbor spre sursă, în contra curentului de aer (zbor planat, zig-zag, dar cel mai frecvent în salturi; activitate locomotoare care alternează cu repreze de aterizare sau oprire pe perejii olfactometrului);

IV. Activitate comportamentală în momentul opririi locomoției (stare de excitare, rotirea și balansarea antenelor, vibrarea aripilor, rotiri ale corpului, deplasări scurte, frecvent zborul sau mersul se reiau);

V. Curbarea abdomenului și extinderea clasperului (comportament însoțitor al stării puternice de excitare, cu expunerea formăjiunilor producătoare de feromon de curtere, curbarea abdomenului și încercări de acuplare cu alți masculi, prin executarea de mișcări copulatorii successive);

VI. Trecerea prin orificiul discului obturator (fie direct din zbor sau mers, fie după reluarea activității locomotoare în urma activității comportamentale din elementele IV-V);

VII. Contactarea sursei (stare evidentă de excitare și activitate locomotoare susținută lângă "sursă" - capătul tubului de evacuare a feromonului sexual, caracterizată de un comportament ce este incadrat în elementele IV- V).

Tipul de comportament descris apare doar parțial diferit de cel semnalat la *M. brassicae*, (STAN 1993) tocmai prin intensitatea diferită de manifestare la nivel individual, ca urmare a taliei și comportamentului specific de zbor, la *O. nubilalis* fiind frecvențe deplasările prin zbor în salturi față de zborul susținut și pe distanță lungă, semnalat la *M. brassicae*. În plus, a fost mai intensă activitatea lângă sursă (elementul VII) care pare a fi unul cu semnificații aparte la multe specii. Pe scară evolutivă se pare că are loc o reducere a numărului de elemente în fază de curtere deci o aparentă simplificare a comportamentului de răspuns, cu predominarea pașilor care implică stimulii mecanici și reducerea până la dispariție a formăjiunilor producătoare de feromon de curtere la mascul, în timp ce la speciile inferioare o semnificație mai mare o au tocmai aceste formăjiuni și intensitatea de implicare a diferenților stimuli în comunicarea dintre mascul și femelă (STAN 1988; STAN & CRĂIAN 1995).

In ceea ce privește perioada comportamentului de răspuns în condiții de laborator, la nivelul unei scotofaze de 7 ore, aceasta a fost localizată în prima parte a acesteia, cu un optim pe intervalul orelor 3-5. În linii mari, aceasta coincide cu perioada circadiană a comportamentului de chemare (CRĂIAN & STAN 1994). Trebuie precizat că o activitate comportamentală de răspuns, caracterizată prin elementul I s-a manifestat pe toată durata scotofazeidă semnificativ redusă la extremitățile acesteia, ca și comportamentul de chemare. Totuși maximul în răspuns al masculilor a fost situat înaintea celui înregistrat pentru femele. Aceasta dovedește că răspunsul comportamental este fixat genetic și are valoare adaptativă pentru specie. Celelalte elemente comportamentale prin care a fost caracterizat răspunsul în testare (III, VI, VII) au avut o intensitate foarte redusă la extremitățile scotofazei sau cel mai frecvent comportamentul a fost absent.

B. Variabilitatea comportamentului de răspuns al masculilor, în funcție de feromonul sexual. Datele obținute sunt prezentate sintetic în Tabelul 2.

a. Răspunsul masculilor la feromonul sexual al femelelor virgine. Comportamentul de activare a fost intens iar activitatea locomotoare mai susținută la masculii tineri. Răspunsul, apreciat prin trecerea prin orificiul discului, a fost destul de mare (46,2%) la masculii de 3 zile. De asemenea masculii tineri au inițiat mai rapid comportamentul de răspuns, 83,3% trecând în prima repriză de testare.

b. Răspunsul masculilor la feromonul sexual din ECFS. Datele obținute ilustrează același model de răspuns dar, la nivelul elementului VI, acesta a fost mai mic comparativ cu răspunsul înregistrat anterior, la femele virgine. Pe de altă parte, numai 60% din masculii tineri au trecut prin orificiul discului în prima repriză de testare. În ceea ce privește răspunsul comportamental lângă sursă (elementul VII) intensitatea a fost mai redusă comparativ cu răspunsul față de femele virgine.

c. Răspunsul la feromonul sexual sintetic.

- Varianta N1. Aceasta reprezintă compușii de bază ai feromonului sexual al rasei

feromonale Z (Z/E11-14:Ac - 97/3). Din motive obiective s-au testat doar adulți de o zi (testați în ora a treia a scotofazei) astfel că procentul de activare a fost relativ redus (la fel fiind și pentru adulții de două zile), deplasarea spre sursă s-a menținut relativ ridicată, dar un număr mic de masculi (25%) au trecut prin orificiul discului.

- Variantele N2, A. Aceste variante au indus un comportament mult mai fidel și mai apropiat de cel descris în secvența de curtare (STAN & CRIȘAN 1995). În cazul variantei N2, în aceleși condiții de experimentare, procentul masculilor activați a fost mai mare (91,8%), numărul celor care s-au deplasat a fost peste 80% iar pentru cei trecuți prin orificiul discului, procentajul de răspuns a fost mare (41,8%), situat imediat în apropiere, dar sub răspunsul indus de femele virgine, la nivelul acestui element comportamental. Varianta N2 a avut astfel o atraktivitate mai mare decât celelalte, dar diferențele au fost nesemnificative. Pornind de aici a fost susținută ideea de a testa această variantă și în laborator. Datele obținute, arată că inițierea excitării s-a făcut mai rapid, reprezente de vibrare și fluturare ale aripilor au fost mai scurte, iar orientarea spre sursă a fost mai rapidă și directă, cu un comportament foarte activ la contactarea sursei.

Pentru varianta A, s-au testat adulții de 2-4 zile. Se remarcă intensificarea activității la nivelul elementului comportamental VII, precum și faptul că marea majoritate a masculilor (97,3%) care au trecut prin orificiul din disc, au răspuns la începutul primei reprezente de testare, dar procentajul de masculi trecuți este totuși mic, raportat la o asemenea intensitate de manifestare a stării de excitare.

- Varianta B. Este caracterizată numai de prezența componentului Z11-14:Ac. Pentru masculi de 2-3 zile, testați în perioada optimă (3 ore de la inițierea scotofazei) datele obținute au evidențiat un comportament slab de răspuns, la nivelul elementelor III, VI și VII, mai mic decât cel obținut pentru situațiile descrise anterior. În plus, numai 79,2% din masculii testați au prezentat un comportament caracteristic pentru elementul VI, în prima repriză de testare. Sub aspect comportamental a apărut o reacție de "derută", mai ales imediat după conectarea olfactometrului totuși, vibrarea și fluturarea aripilor, au fost similară cu cele descrise în secvența de curtare (bătăi cu amplitudine largă, în serii de 2-3 minute, însoțite de căutare prin mers, în cercuri concentrice tot mai largi, cu rotere largă a antenelor și deplasări intermitente, orientate împotriva curentului de aer, spre discul obturător) (STAN & CRIȘAN 1995).

- Variantele C și E. Aceste două variante conțin compuși cu gruparea OH. Pentru varianta C, în testări cu masculi de 2-4 zile, la 3 ore de la inițierea scotofazei, datele au evidențiat o activare relativ bună (80,9%) dar răspunsul pentru celelalte 3 elemente a fost foarte redus. Numai 61,1% din masculii trecuți prin orificiul discului au realizat acest lucru în prima repriză de testare. Sub aspect comportamental a fost observată o reacție similară cu cea descrisă în cadrul variantei A, dar elementele de răspuns s-au succedat rapid (unii masculi au atins și starea de excitare caracterizată de vibrarea aripilor în plan vertical). După 1-2 minute de la începerea testării, comportamentul s-a redus până la încrețire (fapt explicitat și prin slaba orientare), iar masculii au intrat într-o stare de inhibiție. Se deduce efectul inhibitor al lui 14:OH.

Pentru varianta E au fost prezenti și 12:OH și Z11-14:OH. Este deosebit de interesant faptul că masculii cu comportament de orientare și deplasare au fost în medie în număr dublu față de varianta C, în timp ce numărul celor activați a fost doar cu 16% mai mare (96,2%). Pe baza numărului de masculi trecuți prin orificiul discului, răspunsul a fost de 31,5%, deși numai 77,5% au trecut în prima repriză de testare. Valoarea de mai sus, la nivelul elementului comportamental VI este astfel situată pe locul al treilea după valorile obținute pentru răspunsul la femele virgine (46,2%) și la varianta N2 (41,8%).

- Varianta D. S-au testat puțini masculi. Date neeficacitate.

- Varianta F. Are prezent componentul E9-14:Ac, dovedit a avea în câmp, pentru populațiile locale ale speciei, un efect inhibitor (CRIȘAN et al. 1988). În testarea olfactometrică (masculi de 2 zile, testați la 3 ore de la inițierea scotofazei), reacția masculului s-a caracterizat printr-excitare de scurtă durată, urmată de o inhibiție puternică. Procentajul de 15% masculi care au răspuns la nivelul elementului VI, s-a realizat în primul minut al primei reprezente de testare.

- Variantele N2E1, N2E2. Sunt variante care conțin 11-14:Ac-epoxidat, alături de Z+E11-14:Ac+14:Ac. În varianta Eo unde a fost numai acest compus singur, nu a existat nici un

Tabelul 2

Evaluarea comportamentului de răspuns al masculilor de *Ostrinia nubilalis*, la feromonul sexual natural și sintetic, în testarea olfactometrică în condiții de laborator. Temperatura: $24 \pm 1^\circ\text{C}$; adulți de 2-3 zile; testare în ora 3-a după inițierea unei scotofaze de 7 ore; intensitatea luminii - 0,5 lux; UR > 85%; 6-28 (frecvent 10-14) masculi/serie (repetiție).

The evaluation of male response behaviour, for *Ostrinia nubilalis*, to natural and synthetic sex pheromone, in laboratory bioassay. Temperature was $24 \pm 1^\circ\text{C}$; virgin male adults of 2-3 days; bioassays were made at 3 hours after scotophase initiating (L:D = 17:7 hours); light intensity - 0.5 lux; the speed of the air stream - 0.7 m/s; Relative humidity - > 85%; 6-28 (frequent 10-14) male adults per series (repetition).

Varianta* Variant	Nr.repetiții și masculi No repetitions and males	Elementul comportamental (E _c) și răspunsul (%)** Behavioural step and the response (%)					CS (VII)	
		Activare Activation (I-II)	Zbor Flight (III)	Trecere Passing (VI)				
				T	R _t 1	R _t 2		
N1***	3 (46)	76,9	64,2	25,0	40,0	60,0	10,0	
N2	5 (67)	91,8	82,6	41,8	85,7	14,3	60,2	
N2E1	4 (52)	94,2	82,4	24,5	75,0	25,0	58,1	
N2E2	5 (57)	92,9	90,0	47,2	72,4	27,6	62,4	
Eo	2 (32)	0	0	0	0	0	0	
A	19 (235)	85,8	70,0	20,3	97,3	2,7	42,6	
B	13 (204)	87,5	48,4	17,1	79,2	20,8	10,8	
C	10 (146)	80,9	38,6	14,5	61,1	38,9	-	
D	NT (untested)	-	-	-	-	-	-	
E	14 (200)	90,6	70,2	31,5	77,5	22,5	10,0	
F	2 (23)	86,9	30,0	15,0	66,7	33,3	-	
FV	4 (68)	96,9	80,0	46,2	83,3	16,7	60,4	
ECFS	3 (46)	97,4	68,2	19,2	60,0	40,0	20,5	

* Notarea variantelor - ca în Tabelul 1; The variant notation - as in Table 1;

** In română, notarea elementelor comportamentale - în text. I - Activation, wing fanning, waking and taking flight; II - initiation locomotor activity of upwind flight and orientation to obturator disk; III - Passing through to the orifice of the obturator disk; VII - source contacting (active behaviour in the proximity of the end tube = the response behaviour near the source = courtship behaviour). Trecerea masculilor prin orificiul discului obturător (DO - Fig. 1)(elementul comportamental VI), ca număr total (T), în prima repriză de testare (R_t 1) sau repriza a două (R_t 2); Adult males passing through the aperture (orifice) of the obturator disk (DO - see Fig. 1), in total (T), in 1st (R_t 1) or 2nd (R_t 2) half-time (3 minutes) of bioassay per repetition.

*** S-au testat numai adulți de o zi; only males of one day were tested.

răspuns. Pentru cele două variante în combinație, testarea olfactometrică a evidențiat un comportament similar cu cel observat ca reacție față de femelele virgine sau de reacția masculului față de femelă, în secvența de curtare (STAN & CRIȘAN 1995). Elementele comportamentale s-au desfășurat clar, distinct și relativ rapid. Vibrarea ripilor, în plan semivertical și vertical, a fost în serii mai lungi. Curbarea laterală a abdomenului s-a înregistrat cel mai frecvent atunci când masculul excitat a atins cu antenele un alt mascul din imediata sa apropiere, în fază de căutare activă prin mers. Mai mult, curbări ale abdomenului și mișcări copulatorii s-au observat (pentru 2 masculi în varianta N2E1) și în absența vreunui mascul în apropiere. Modelul comportamental înregistrat denotă o puternică stare de excitație sexuală. De altfel, în testare, s-a făcut o trecere extrem de rapidă, practic nesenzabilă, de la inițierea excitației la mișcările copulatorii. Comportamentul acesta s-a menținut și la nivelul elementului VII, pentru masculii trecuți prin orificiul discului dintre tuburile olfactometrului. Astfel, pentru adulții de 2-3 zile, testați la 3 ore de la inițierea scotofazei, pentru ambele variante se observă un procentaj foarte mare de activare și zbor, iar pentru varianta N2E2, mai complexă (doza pentru 11-14:Ac fiind dublă), s-a obținut cel mai mare procent de răspuns (47,2%) din toate testările, răspuns apreciat pe baza numărului de masculi trecuți prin orificiul discului.

Discuții

Testările efectuate cu feromon sexual sintetic la specia *O. nubilalis* au evidențiat existența unei perioade optime de răspuns, localizată în prima parte a scotofazei, cu un maxim la nivelul orelor 2-3 de la inițierea acesteia. În această perioadă răspunsul a fost clar manifestat pentru toate cele 4 elemente comportamentale luate în studiu. În partea a doua a scotofazei răspunsul a scăzut progresiv fiind evidențiat doar prin activare și o ușoară orientare spre sursă. Datele obținute în laborator confirmă faptul că în natură această specie prezintă un comportament de răspuns la feromon care se întinde pe o perioadă destul de largă dar mult mai activă în prima parte a nopții. Din studiile efectuate la specii de lepidoptere s-a constatat existența unei concordanțe între perioada răspunsului la feromon și perioada de chemare a femelelor. La *O. nubilalis*, în condiții de laborator au fost observate femele în chemare la sfârșitul scotofazei și chiar în primele clipe după aprinderea luminii (CRIȘAN & STAN 1994). De fapt acest comportament a fost observat și la populație din Canada ale speciei (ROYER & MCNEIL 1991 & aut. cit.).

Datele incluse în acest studiu au evidențiat un răspuns eficient a masculilor de *O. nubilalis* la feromonul sexual eliberat de femele virgine, răspuns mult mai bun decât cel obținut pentru ECFS. Date similare au fost obținute și pentru specii din alte familii (SHOREY & GASTON 1965b; FATZINGER & ASHER 1971). Acest comportament este dependent fie de existența unor substanțe de mascare în extract, fie de o concentrație necorespunzătoare și, nu în ultimul rând, de efectuarea extragerilor în afara limitelor optimului de chemare al femelelor. La *Heliothis virescens* s-a evidențiat că extractul este neattractiv atunci când a provenit de la femele care nu au fost în chemare iar cel bun s-a degradat la 30 minute după extragere (MITCHELL et al. 1974). Au fost și cazuri extreme, asociate probabil cu complexitatea feromonului sexual când EBFS a fost de 550 de ori mai atractiv decât feromonul sexual sintetic.

Testările cu feromon sexual sintetic, în diferite variante, asociat cu metoda noastră originală de testare, au pus în evidență un comportament evident de răspuns. În cadrul variantei N1, deși s-au testat doar masculi de o zi, răspunsul a evidențiat că sub aspect comportamental se confirmă că cei doi compuși sunt responsabili pentru inducerea unui comportament la distanță, ca și în cazul altor specii de lepidoptere și este posibil ca un alt factor să determine o intensificare a comportamentului de răspuns mai ales în ceea ce privește comportamentul lângă sursă. Absența unei stări de excitație susținută la nivelul elementului VII sprijină acest punct de vedere.....

Variantele N2 și A includ pe lângă cei doi compuși caracteristici ai rasei feromonale Z și compusul 14:Ac, evidențiat a nu avea nici un efect în câmp (KLUN et al. 1979). Același fenomen a fost înregistrat și pentru populație din Transilvania (CRIȘAN et al. 1988).

Modelul de răspuns obținut pentru aceste variante indică posibilitatea ca acest compus (14:Ac) să fie implicat parțial în derularea comportamentului la distanță, dar mai ales în fază

comportamentală de apropiere (lângă sursă), având rol important în realizarea acoplărilor reușite. Astfel, în prezența acestor variante, starea de excitare (caracterizată de vibrarea puternică a aripilor în plan semivertical) a fost puternică. Nu au fost diferențe în funcție de doză sau tipul de condiționare.

În situația în care a fost testat numai componentul Z11-14:Ac (varianta B), numărul redus al masculilor trecuți prin orificiul de legătură și al celor cu comportament caracteristic lângă sursă fiind mic, susțin punctul nostru de vedere după care Z11-14:Ac este responsabil cu comportamentul de orientare la distanță. Indiferent de generație, vîrstă, oră de testare, mod de condiționare, nu s-a înregistrat un alt comportament. Este posibil ca E11-14:Ac să fie și el implicat în derularea comportamentului la distanță, determinând o intensificare a stării de excitare.

Prin prezența grupului OH, variantele C și E s-au dovedit a induce un efect inhibitor, fenomen constatat și în cercetările din câmp. Comportamentul de apropiere a fost influențat în măsură mai mare. Același efect inhibitor a fost semnalat și pentru E9-14:Ac (varianta F).

Deși în condiții de câmp, compusul 11-14:Ac-epoxidat s-a dovedit a induce un puternic efect inhibitor (KLUN & ROBINSON 1971), în condiții de laborator, pentru variantele N2E1 și N2E2, s-a putut evidenția inducerea unui efect sinergic, probabil pentru această doză și în aceste proporții, nefind exclus ca acest efect stimulator să fie susținut de prezența lui 14:Ac. Espe posibil ca 11-14:Ac-epoxidat să fie responsabil de menținerea stării de excitare pe o durată mai lungă de timp, stimulând comportamentul lângă sursă. Acest punct de vedere este susținut și de faptul că în cazul variantei N2E2 s-a obținut cel mai mare răspuns, fie că a fost apreciat pe baza numărului de masculi trecuți prin orificiul dintre cele două tuburi ale olfactometrului (47,2%), fie în ceea ce privește comportamentul de apropiere, la nivelul elementului VII (94,8%).

• Datele obținute în testările noastre la *Ostrinia nubilalis*, pentru o populație din Transilvania, confirmă importanța prezenței compușilor Z și E11-14:Ac (97:3) care să confirme atracțivitate și specificitate feromonului sexual sintetic. Astfel, dintr-un număr de 5 compuși identificați în extractul crud de feromon, prezența acestora este necesară și suficientă pentru a induce un comportament optim de răspuns. Acești doi compuși pot fi considerați de altfel ca responsabili cu inducerea unui comportament de răspuns la distanță, iar 14:Ac și compusul nespecific 11-14:Ac-epoxidat să aibă un posibil rol în modelarea comportamentului de apropiere (curtarea propriu-zisă) (CARDE 1979). Nu este exclus, ca și în cazul altor specii, să putem vorbi de un efect redundant (LINN et al. 1984). Comportamentul bivalent indus de unii compuși feromonali (ex. inhibitor în câmp și atracțant în laborator) poate avea multe explicații, asociat cu o serie de factori, fenomen consemnat și la alte specii de insecte și în special lepidoptere.

Studiile experimentale asupra testării efectuate în condiții de laborator permit obținerea unor modele de activitate comportamentală care ușurează metodologia de utilizare a feromonilor în cercetările din condiții naturale. Toate aceste rezultate au o deosebită valoare științifică dar și practică, permijând o utilizare eficientă a mediatorilor chimici în activitatea de monitoring și combatere la speciile importante din punct de vedere economic.

BILBIOGRAFIE

- ANDO T., KISHINO K.I., TATSUKI S., TAKAHASI N. 1980. Sex pheromone of the rice green caterpillar: chemical identification of three components and field tests with synthetic pheromone. Agric. Biol. Chem., 44 (4): 765-775.
- ANGLADE P. 1974. Emploi de pheromones sexuelles synthétiques pour l'attraction des males de la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis* HBN. Rev. Zool. Agric. Pathol. Veg., 3 (2):37-46.
- ANGLADE P., STOCKEL J. & IWGO cooperators. 1984. Intraspecific sex-pheromone variability in the European corn borer *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Pyralidae). Agronomie, 4 (2): 183-187.

- BAKER T.C., CARDE R.T. 1979. Courtship behaviour of the oriental fruit moth (*Grapholita molesta*). Experimental analysis and consideration of the role of sexual selection in the evolution of courtship pheromones in the Lepidoptera. Ann. Entomol. Soc. Amer., 72 (1): 173-188.
- BAKER T.C., CARDE R.T., ROELOFS W.L. 1976. Behavioural responses of male *Argyrotaenia velutinana* (Lepidoptera: Tortricidae) to compounds of its sex pheromone. J. Chem. Ecol., 2: 333-352.
- CAMPION D.C., HUNTER-JONES P., MCVEIGH L.J., HALL D.R., LESTER R., NESBITT B.F. 1980b. Modification of the attractiveness of the primary pheromone component of the Egyptian cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (BOISD.) (Lepidoptera: Noctuidae) by secondary pheromone and related chemicals. Bull. Entomol. Res., 70: 417-434.
- CARDE R.T. 1979. Behavioral responses of males to female-produced pheromones and the utilisation of attractant-baited traps for population monitoring. In: RABB R.L., KENNEDY G.G. (Eds.). Movement of Highly Mobile Insects: Concepts and Methodology in Research. North Carolina State Univ., Raleigh.
- CARDE R.T., KOCHANSKY I., STIMMEL J.E., WHEELER J., ROELOFS W.L. 1975. Sex pheromone of the European corn borer *Ostrinia nubilalis*, cis- and trans- responding males in Pennsylvania. Environ. Entomol., 4: 412-413.
- CRIŞAN Al., STAN G. 1994. Reproducerea și comportamentul feromonal la *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Pyralidae) în condiții de aborator. 1. Comportamentul de chemare al femelei. Bul. inf. Soc. lepid. rom., 5 (3-4): 245-255.
- CRIŞAN Al., ROMAN M.C., JELENIU S., CIUPE H., OPREAN I. 1990. Field researches on European corn borer (*Ostrinia nubilalis* HBN.), concerning the period of attractivity to synthetic sex pheromone lures. Studia Univ. "Babeș-Bolyai", Biologia, 35 (2): 48-50.
- CRIŞAN Al., ROMAN M.C., JELENIU S., TOMESCU N., STAN Gh., COROIU I. 1990. Contribuții la cunoașterea bioologiei speciei *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Pyralidae). I. Caracteristici ale dezvoltării sfredelitorului porumbului în condiții de laborator. Ann. Banat., St. nat., 2: 122-125.
- CRIŞAN Al., ROMAN M.C., STAN Gh., COROIU I., ONIŞOR A., CHIŞ V., CIUPE H., OPREAN I. 1988. Field researches on the behaviour of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Pyralidae), in relation to synthetic pheromone blends. Studia Univ. "Babeș-Bolyai", Biologia, 33 (2): 49-60.
- FATZINGER C.W., ASHER W.C. 1971. Mating evidence for a sex pheromone of *Dyorictria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae, Phycitinae). Ann. Entomol. Soc. Amer., 64 (3): 612-620.
- FOSTER S.P., FREROT B. 1994. Sex pheromone mediated flight and landing behaviors of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* (HBN.). J. Chem. Ecol., 20 (9): 2323-2343.
- HEDIN P.A., DAVIS F.M., DICKERS J.C., BURKS M.L., BIRD T.C., KNUTSON E. 1986. Identification of the sex attractant pheromone of the southwestern corn borer *Diatraea grandiosella* DYAR. J. Chem. Ecol., 12 (11): 2051-2063.
- KEHAT M., GOTHLIF S., DUNKELBLUM E., GREENBERG S. 1980. Field evaluation of female sex pheromone components of the cotton bollworm, *Heliothis armigera*. Entomol. Exp. Appl., 27: 188-193.
- KENNEDY G.G., ANDERSON T.E. 1980. European corn borer trapping in North Carolina with various sex Pheromone component blends. J. Econ. Entomol., 73 (5): 642-646.
- 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., JUNK G.A. 1977. Iowa European corn borer sex pheromone isolation and identification of four C14 esters. J. Chem. Ecol., 3: 447-459.
- KLUN J.A., MAINI S. 1979. Genetic basis of an insect chemical communication system: the European corn borer. Environ. Entomol., 8: 423-426.
- KLUN J.A., ROBINSON J.F. 1971. European corn borer moth: sex attractant and sex attraction inhibition. Ann. Entomol. Soc. Amer., 64 (5): 1083-1086.

- KLUN J.A., ROBINSON J.F. 1972. Olfactory discrimination in the European corn borer and several pheromonally analogous moth. Ann. Entomol. Soc. Amer., **65**: 1337-1340.
- KLUN J.A., SCHWARZ M., UEBER E.C. 1991. European corn borer: pheromonal catabolism and behavioral response to sex pheromone. J. Chem. Ecol., **12** (2): 317-334.
- KLUN J.A., SCHWARZ M., UEBER E.C. 1992. Biological activity and in vivo degradation of tritiated female sex pheromone in the male European corn borer. J. Chem. Ecol., **18** (3): 283-298.
- KLUN J.A., MAINI S., CHAPMAN O., LEPONE G., LEE G.H. 1979. Suppressing of European corn borer sex attraction and precopulatory reaction with E9-14:Ac. J. Chem. Ecol., **5** (3): 345-352.
- KLUN J.A., CHAPMAN O.L., MATTES K.C., WOJTKOWSKI P.W., BEROZA M., SONNETT P.E. 1973. Insect sex pheromones: minor amounts of opposite geometrical isomer critical to attraction. Science, **181**: 661-663.
- KLUN J.A., PLIMMER J.R., BIERL-LEONHARDT B.A., SPARKS A.N., PRIMIANI M., CHAPMAN O.L., LEE G.H., LEPONE G. 1980. Sex pheromone chemistry of female cornearrowworm moth *Heliothis zea*. J. Chem. Ecol., **6** (1): 165-175.
- KLUN J.A., BIERL-LEONHARDT B.A., PLIMMER J.R., SPARKS A.N., PRIMIANI M., CHAPMAN O.L., LEPONE G., LEE G.H. 1980. Sex pheromone chemistry of the female tobacco budworm moth, *Heliothis virescens*. J. Chem. Ecol., **6** (1): 177-183.
- KOCHANSKY I., CARDE R.T., LIEBHERR J., ROELOFS W. 1975. Sex pheromone of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in New York. J. Chem. Ecol., **1** (2): 225-231.
- LINN C.E.Jr., ROELOFS W.L. 1985. Response specificity of male pink bollworms moths to different blends and dosages of sex pheromone. J. Chem. Ecol., **11** (11): 1583-1590.
- LINN C.E.Jr., BIOSTAD L.B., DU J.W., ROELOFS W.L. 1984. Redundancy in a chemica signa: behavioral responses of male *Trichoplusia ni* to a 6-component sex pheromone blend. J. Chem. Ecol., **10** (11): 1635-1658.
- LYNCH R.E., KLUN J.A., LEONHARDT B.A., SCHWARZ M., GORNER J.W. 1984. Female sex pheromone of the lesser cornstalk borer *Elasmopalpus ignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae). Environ. Entomol., **13**: 121-126.
- MAINI S., PALLOTTI G., PLATIA C. 1979. Richerche sull'identificazione del feromone sessuale in popolazione bolognesi di *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Pyralidae) e relative prove di campo. Boll. Inst. Entomol., Univ. St. Bologna, **34**: 15-25.
- MITCHELL E.R., TUMLINSON J.H., COPELAND W.W., HINES R.W., BRENNAN M.M. 1974. Tobacco budworm: production, collection and use of natural pheromone in field trap. Environ. Entomol. (orig. manuscript).
- NAKAMURA K. 1976. The effect of wind velocity on the diffusion of *Spodoptera litura* F. sex pheromone. Appl. Entomol. Zool., **11** (4): 312-319.
- NAKAMURA K. 1979. Effect of the minor component of the sex pheromone on the male orientation to pheromone source in *Spodoptera litura* (F.). Chem. Rev. Insect, **4**: 153-156.
- NEUMARK S., JACOBSON M., TEICH I. 1974. Field evaluation of the four synthetic components of the sex pheromone of *Spodoptera littoralis* and their improvement with an antioxidant. Environ. Lett., **6** (3): 219-230.
- NIELSEN D.G., PURRINGTON F.F., TUMLINSON J.H., DOOLITTLE R.E., YONCE E.C. 1975. Response of male clearwing moths to caged virgin females, female extracts, and synthetic sex attractants. Environ. Entomol., **4**: 451-454.
- ONO T. 1985. Male approach to the female and the role of two pheromone components in the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Appl. Entomol. Zool., **20** (1): 34-42.
- PENA A., ARN H., BUSER H.R., RAUSCHER S., BIGLER F., BRUNETTI R., MAINI S., TOTH M. 1988. Sex pheromone of European corn borer, *Ostrinia nubilalis*: Polymorphism in various laboratory and field strains. J. Chem. Ecol., **14** (5): 1359-1366.
- RAMASWAMY S.B., RANDLE S.A., MA W.K. 1985. Field evaluation of the sex pheromone

- components of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) in cone trap. Environ. Entomol., 14: 293-296.
- ROYER L., MCNEIL J.N. 1991. Changes in calling behaviour and mating success in the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) caused by relative humidity. Entomol. Exp. Appl., 61: 131-138.
- ROYER L., MCNEIL J.N. 1993. Effect of relative humidity conditions on responsiveness of European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) males to female sex pheromone in a wind tunnel. J. Chem. Ecol., 19 (1): 61-69.
- SHOREY H.H. 1970. Sex pheromones in Lepidoptera. Pp. 249-284. In : WOOD D.L., SILVERSTEIN R.M., NAKAJIMA M. (Eds.), Control of insect Behavior by Natural Products. Acad. Press., New York.
- SHOREY H.H., GASTON L.K. 1965b. Sex pheromones of noctuid moths. VII. Quantitative aspects of the production and release of pheromone by females of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). Ann. Entomol. Soc. Amer., 58 (5): 604-608.
- 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.
- SPARKS A.N., CARPENTER J.E., KLUN J.A., MULLINIX B.G. 1979. Field responses of male *Heliothis zea* (BODDIE) to pheromonal stimuli and trap design. J. Ga Entomol. Soc., 14: 318-325.
- SPARKS A.N., RAULSTON J.R., LINGREN P.D., CARPENTER J.E., KLUN J.A., MULLINIX V.A. 1979. Field response of male *Heliothis virescens* to pheromonal stimuli and traps. Bull. Entomol. Soc. Amer., 25: 268-274.
- STAN Gh. 1988. Comparative studies on reproductive behaviour in Arctiidae and Noctuidae moth species (Lepidoptera). II. Male behaviour in female locating, courtship and copulation. Pp. 361-371. In vol.: A IV-a Conf. nat. Entomol., 29-31 mai, 1986, Cluj-Napoca.
- STAN Gh. 1991. Biologia reproducerei, comportamentul de reproducere și feromonii sexuali la specii de lepidoptere dăunătoare. 1. Studiul comportamentului feromonal, în condiții de laborator și câmp la *Mamestra brassicae* L. și *Xestia c-nigrum* L. (Lepidoptera: Noctuidae). Bul. inf. Soc. lepid. rom., Suppl. 1: 87-130.
- STAN Gh. 1993. Comportamentul derăspuns a masculilor unor sapecii de noctuide (Lepidoptera: Noctuidae), la mediatori chimici, în condiții de laborator. 1. Metoda de testare, aprecierea și importanța relativă a calității răspunsului la feromonul sexual natural și sintetic pentru *Mamestra brassicae* L. și *Xestia c-nigrum* L. Bul. inf. Soc. lepid. rom., 4 (1): 31-44.
- STAN Gh., CRİSAN Al. 1995. Reproducerea și comportamentul feromonal la *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Pyralidae) în condiții de laborator. 2. Comportamentul de curtare. Bul. inf. Soc. lepid. rom., 6 (1-2): 51-66.
- STECK W.F., BAILEY B.K., UNDERHILL E.W., CHISHOLM M.D. 1976. A sex attractant for the great dart, *Eurois occulta*: a mixture of (Z)-9-tetradecen-1-ol acetate and (Z)-11-hexadecen-1-ol acetate. Environ. Entomol., 5 (3): 523-526.
- STECK W.F., CHISHOLM M.D., UNDERHILL E.W., PETERS C.C. 1980. Optimized conditions for sex attractant trapping of male redbacked cutworm moths *Euxoa ochrogaster* (GUENEE). J. Chem. Ecol., 6 (3): 585-591.
- STRUUBE D.L., SWAILES G.E. 1977. Sex attractant for clover cutworm *Scotogramma trifolii*: field tests with various ratios of Z-11-hexadecen-1-yl acetate and Z-11-hexadecen-1-ol, and with various quantities of attractant of two types carriers. Can. Entomol., 109: 369-373.
- STRUBLE D.L., BYERS J.R., MCLEOD G.D.R., AYRE B.L. 1987. Sex pheromone components of an Alberta population of European corn borer, *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Pyralidae). Can. Entomol., 119: 291-299.
- TOMESCU N., STAN Gh., CHIS V., JELERIU S., PĂSTINARU C. 1980. Laboratory bioassay of the pheromone of *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae). Studia Univ. "Babeș-Bolyai", Biologia, 25 (2): 50-54.
- VOERMAN S., ROTHSCHILD G.H.L. 1978. Synthesis of the two components of the sex pheromone

- system of the potato tuberworm moth *Phthorimaea operculella* ZELL. (Lepidoptera: Gelechiidae) and field experience with them. J. Chem. Ecol., 4 (5): 531-542.
- WAKAMURA S. 1978. Sex attractant pheromone of the common cutworm moth *Agrotis fucosa* BUTLER (Lepidoptera: Noctuidae): isolation and identification. Appl. Ent. Zool., 13 (4): 290-295.
- WEBSTER R.P., CARDE R.T. 1984. Role of (Z) and (E)-11-tetradecenyl acetate, pheromone components of the (Z) strain of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). J. Chem. Ecol., 10 (1): 9-15.

AI. CRIŞAN
Catedra de Zoologie
Facultatea de Biologie
str. Clinicii, nr. 5-7
3400 CLUJ-NAPOCA

Gh. STAN
Institutul de Cercetări
Biologice
Col. Entomologie exp.
str. Republicii, nr. 48
3400 CLUJ-NAPOCA

Viorica CHIŞ
Laboratorul de Sinteze
Organice Fine
Institutul de Chimie
str. Fântânele, nr. 30
3400 CLUJ-NAPOCA

Apărut/Printed: 9.09.1996