

Capacitatea de reproducere și comportamentul feromonal la

Mamestra brassicae L. (Lepidoptera: Noctuidae)

la populații din diferite regiuni geografice

Gheorghe STAN, Georgeta STAN, Sergiu MIHUT,

Mihaela A. NICOLESCU, Georgeta NEGRU,

Mitko A. SUBCHEV

Summary

Reproductive capacity and pheromonal behaviour of *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae) in some populations from different geographical regions

Calling behaviour, mating, male and female reproductive capacity and male response behaviour to both, natural and synthetic sex pheromone were analysed in the *Mamestra brassicae* strains originating from five different geographical regions. These populations proceeded from Romania (Cluj, Vidra, Oravița), Republic of Moldavia (Chișinău) and Bulgaria (Sofia).

Larvae and pupae were brought in Cluj, and reared 25 generations on artificial diets in the same laboratory conditions. Results are presented as a synthetic data in the different generations (G_{0-2} , G_{7-15} , G_{20-25}). For the first generations was maintained a behavioural pattern which was genetically induced in concordance with local environmental conditions.

Calling and mating behaviours in these populations from cool areas were early initiated. After a great number of generations, in the same conditions, the differences among strains decreased. Crossing matings were obtained in all generations but the interval of variation was significantly greater in the first generations.

Male responses to the sex pheromone was analysed by three methods being characterised by different parameters ($\%R_1$, $\%R_2$, $\%R_3$, dR_1 , dR_2 , CS, R₁, D_R) (STAN 1996; STAN et al. 1996; STAN et al. 1998). The response to the natural sex pheromone suggests the existence of the one close pheromonal composition because strains proceed from a narrow latitudinal space. The role of sexual pheromone in reproductive isolation of populations and possibilities of the existence of European geographical populations of *Mamestra brassicae* are discussed.

Key words: calling, crossing matings, reproductive capacity, response behaviour, sex pheromone, geographical populations, *Mamestra brassicae*

Mamestra brassicae este considerată o "insectă test" care se pretează foarte bine pentru studii de biologie, fiziologie sau comportament. În funcție de comportamentul adulților în câmp este considerată o specie autohtonă, tipic sedentară, care prezintă o heterogenitate puțin marcată în interiorul populației, cu variabilitate interpopulațională, evidențiată de apariția unor diferențe între populații, marcate de modele comportamentale diferite și chiar delimitarea unor rase și populații geografice.

Cercetări de captură și studii comportamentale, efectuate pe populațiile din Transilvania, susțin ipoteza doar a unui comportament de deplasări locale, pe distanțe relativ reduse (migrare locală), acestea fiind în relație cu ecologia și în special cu comportamentul de reproducere (STAN et al. 1994). Pentru aceste populații capacitatea reproductivă (comportamentul de împerechere, transmiterea spermatozoidelor, ovipozitia și evaluarea fecundității, numărul de urmași viabili

pentru fiecare sex) a fost studiată la diferite nivele (STAN 1995).

Analiza răspunsului la feromonul sexual este o altă posibilitate de stabilire a modelului comportamentului feromonal specific. Cercetările au evidențiat la multe specii de lepidoptere (inclusiv la *M. brassicae*) existența unor deosebiri ± marcante între populațiile din diferite puncte ale arealului speciei, iar acestea se concretizează printr-un comportament local caracteristic, ca urmare al unei evoluții impuse de factorii ecologici locali, situație în care apar diferențe fie în capacitatea de răspuns, fie în compoziția feromonului sexual (număr și raport diferit între compuși, doză). Particularitățile specifice pot fi puse în evidență în condiții experimentale prin realizarea împerecherilor încrucișate sau analiza comportamentului feromonal prin testări pe populații de adulți provenite din diferite regiuni geografice.

Lucrarea prezintă date asupra chemării, împerecherii, capacitatei de reproducere și comportamentului de răspuns la feromonul sexual, la adulții proveniți din diferite populații din țară (Transilvania, Banat, Muntenia) cât și zone învecinate (Rep. Moldova, Bulgaria), aclimatizate la aceeași condiție de creștere în laborator.

Material și metode

a. Material biologic. Pentru efectuarea acestui studiu, în Laboratorul de creștere din cadrul I.C.B. Cluj-Napoca au fost introduse 5 linii de creștere, pornind de la material biologic (larve și pupe) adus din aceste zone: Transilvania (Cluj-Napoca); Banat (Oravița, Caraș-Severin); Oltenia (Vidra); Bulgaria (Sofia); Republica Moldova (Chișinău). În laborator, pentru toate sușele dezvoltarea a continuat în aceeași condiție: temperatură - $23 \pm 1^\circ\text{C}$; fotoperioada - 16:8 ore, lumină:întuneric; UR - $> 70\%$; IL în fotofază - $> 850 \text{ lx}$, iar în scotofază - 0,3-0,5 lx.

Creșterea larvelor s-a făcut prin metoda cutiilor Petri și a dispozitivelor celulare (STAN 1993). Pupele au fost păstrate separat pe sexe, în cutii de culoare închisă (temp.: 22°C ; UR $> 70\%$). Emergența s-a înregistrat zilnic, iar adulții s-au pus (tot separati pe sexe), în cuști speciale sau vase mari de sticlă și s-au menținut în condiții controlate ($20 \pm 1^\circ\text{C}$; 16:8 ore L:D) până la vîrstă maturității sexuale (1-2 zile) perioadă în care s-au hrănit cu soluție de glucoză sau fructoză 10%.

b. Comportamentul de reproducere. În cadrul comportamentului de reproducere au fost analizate chemarea, împerecherea și ovipozitarea, pentru linii distincte sau pentru populații provenite din încrucișarea diferitelor linii. Metoda a fost descrisă anterior (STAN 1996, 1998).

c. Capacitatea reproductivă a femelelor. S-au folosit serii de vase cu perechi de adulți (40-60 grupe de perechi/serie). În fiecare vas ($V=400-600\text{ml}$) s-au pus $2\delta\delta + 2\varphi\varphi$. Perechile au fost lăsate împreună o scotofază după care, în ziua următoare s-au scos masculii și în locul lor s-au pus alții, de aceeași vîrstă. Operațiunea s-a repetat până la moartea femelelor, moment în care acestea au fost disecate și s-a înregistrat numărul de spermatozofi din bursa copulatoare și numărul de ouă din ovare (STAN & CHIȘ 1995). De asemenea, zilnic s-au numărat ouăle depuse.

d. Capacitatea reproductivă a masculilor. Modelul de organizare al experimentului a fost similar cu cel descris pentru femele, dar de data aceasta femelele au fost scoase zilnic din vase și puse în altele (zilnic s-a urmărit ovipozitarea, iar la moartea femelelor s-au numărat spermatozofi și ouăle din ovare). Pentru masculii rămași în vase s-au adăugat zilnic femele virgine, mature sexual. Operațiunea s-a repetat până la moartea masculilor.

e. Comportamentul feromonal. Detalii referitoare la studiul comportamentului feromonal (răspunsul masculilor la feromonul sexual natural și sintetic), organizarea experiențelor și metoda de testare au fost descrise anterior (STAN 1996; STAN et al. 1996; STAN et al. 1998; STAN et al. 1999). În final, comportamentul feromonal pentru toate sușele a fost analizat comparativ prin metoda modelului MOCAR (STAN et al. 1996).

Prelucrarea datelor. Duncan's New Multiple Range Test (D'sNMRT; $P=0,05$) a fost folosit pentru analiza diferențelor dintre variante și estimarea semnificației. Cu ajutorul ecuației de regresie s-a analizat relația dintre numărul de împerecheri/mascul sau femelă și numărul de urmași, respectiv numărul total de ouă depuse.

Rezultate

Datele privind chemarea femelelor sunt prezentate în Fig. 1. Pentru toate sușele acclimatizate în laborator la aceleași condiții a fost evidențiat un comportament de chemare normal. Se observă însă o creștere a intervalului de variație a activității de eliberare a feromonului sexual, în paralel cu o scădere a valorii medii a răspunsului (pe linia Cluj - Vidra - Oravița - Chișinău - Sofia), pentru populațiile din generațiile 0-2. După 20 generații crescute în laborator intervalul de variație s-a redus semnificativ, iar valoarea medie, mai mare, se situează pe un interval îngust.

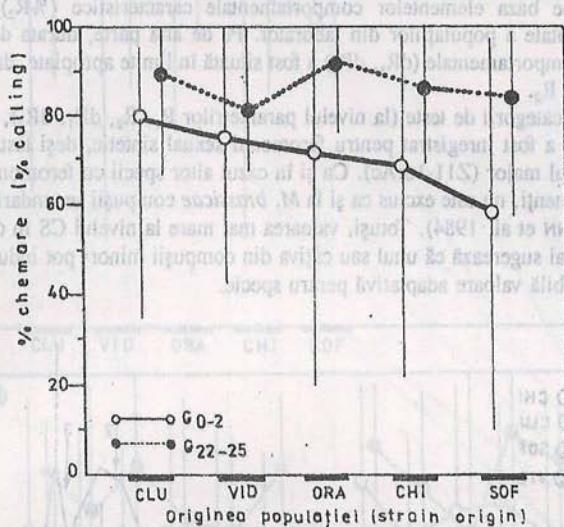


Fig. 1. Comportamentul de chemare a femelelor de *Mamestra brassicae*, pentru dilerite sușe și generații, în condiții de laborator. Liniile verticale indică intervalul de variație. N = 10-15 repetiții (10 ♀/repetiție). Notarea indică originea sușei: CLU (C) - Cluj; VID (V) - Vidra; ORA (O) - Oravița; CHI (CH) - Chișinău; SOF (S) - Sofia. G₀₋₂, G₂₂₋₂₅ - Adulți din generațiile respective.

Female calling behaviour of *Mamestra brassicae* for different strains and generations, under laboratory conditions. Vertical lines indicate the interval of variation. N = 10-15 replicates (10 ♀/replicate). Notation indicates the strain origin.

Referitor la populațiile din primele generații au fost observate diferențe și în ceea ce privește periodicitatea comportamentului de chemare (Fig. 2). Deși localizat la sfârșitul scotofazei au existat diferențe atât în ceea ce privește lungimea perioadei cât și valoarea orei medii a comportamentului. Femele provenite din sușele din zone mai reci au inițiat mai timpuriu comportamentul de chemare.

Un model similar cu cel observat în cadrul chemării s-a înregistrat și în ceea ce privește comportamentul de împerechere (Fig. 3 A). Atât la nivelul primelor generații cât și pentru liniile acclimatizate în laborator, împerecherile încrucișate au avut loc în procent mare, dar și intervalul de variație a fost mare (Fig. 3 B).

Studiul capacitatii reproductive la nivel de sex, ilustrat pe baza dreptelor de regresie, arată un trend similar al acestora (Fig. 4). Au existat diferențe (chiar semnificative) în ceea ce privește valoarea absolută a numărului de ouă/femelă și urmași/mascul, atât între liniile cât și în cazul aceleiasi sușe. Se poate afirma totuși că sușele cele mai îndepărtate de locul de experimentare au avut un comportament diminuat comparativ cu sușa locală, dar acesta s-a atenuat după un număr de 20 generații crescute în laborator.

Comportamentul de răspuns al masculilor la feromonul sexual a fost analizat prin olfactometric. În lucrare sunt incluse rezultatele obținute prin trei metode de experimentare.

Analiza după modelul celor 5 parametrii (Fig. 5) a fost făcută comparativ cu feromon sexual sintetic și feromon sexual natural (eliberat de femele virgine și extract crud). Pentru generațiile 0-2 testările cu femele conspecific sau extract de la femele conspecific au pus în evidență un comportament care nu a diferit mult ca valoare medie pentru parametrii analizați, cu excepția contactului sursei (CS). Este interesant că $\%R_1$ (apreciat pe baza numărului de masculi trecuți prin tubul de legătură al dispozitivului de testare - STAN 1996) a fost doar cu puțin mai mic decât răspunsul apreciat pe baza elementelor comportamentale caracteristice ($\%R_2$). Acest aspect ilustrează o bună calitate a populațiilor din laborator. Pe de altă parte, durata de desfășurare a celor două modele comportamentale (dR_1 , dR_2) a fost situată în limite apropiate, dar în medie mai lungă pentru varianta R_2 .

Pentru cele 3 categorii de teste (la nivelul parametrilor R_1 , R_2 , dR_1 , dR_2), procentajul cel mai mare de răspuns a fost înregistrat pentru feromonul sexual sintetic, deși testările s-au făcut numai cu componentul major (Z11-16:Ac). Ca și în cazul altor specii cu feromon sexual alcătuit din mai mulți compoziți, nu este exclus ca și la *M. brassicae* compușii secundari să aibă efectiv un rol redundant (LINN et al. 1984). Totuși, valoarea mai mare la nivelul CS în cazul testării cu feromon sexual natural sugerează că unul sau câțiva din compușii minori pot induce cel puțin un efect sinergic cu posibilă valoare adaptativă pentru specie.

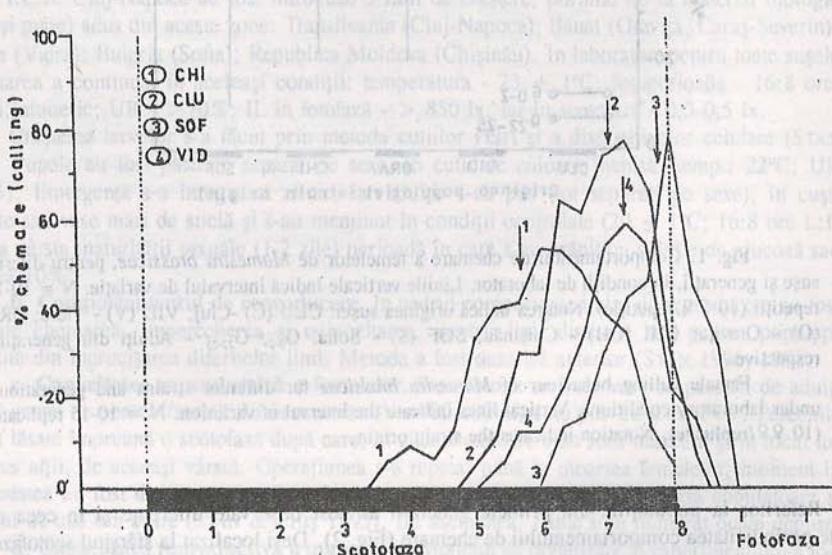


Fig. 2. Periodicitatea comportamentului de chemare în aceleasi conditii de laborator, la femelele diferitelor suze de *Mamestra brassicae*. Sägejile indică ora medie a perioadei de chemare. Alte explicații - ca în Fig. 1.

Periodicity of the calling behaviour of *Mamestra brassicae* different strains, under laboratory conditions. The arrows show the mean hour of the calling period. Another explanation - as in Fig. 1.

Comparând răspunsul suzelor mai îndepărtate (Chișinău, Sofia) cu comportamentul de împerechere se poate observa o similaritate clară între cele două activități. Nu este exclus ca la celelalte suze să fi avut influență și alți factori care și-au lăsat amprenta în fondul genetic al populației aduse în laborator, dovedă fiind și variația răspunsului înregistrat la nivel intrapopulațional.

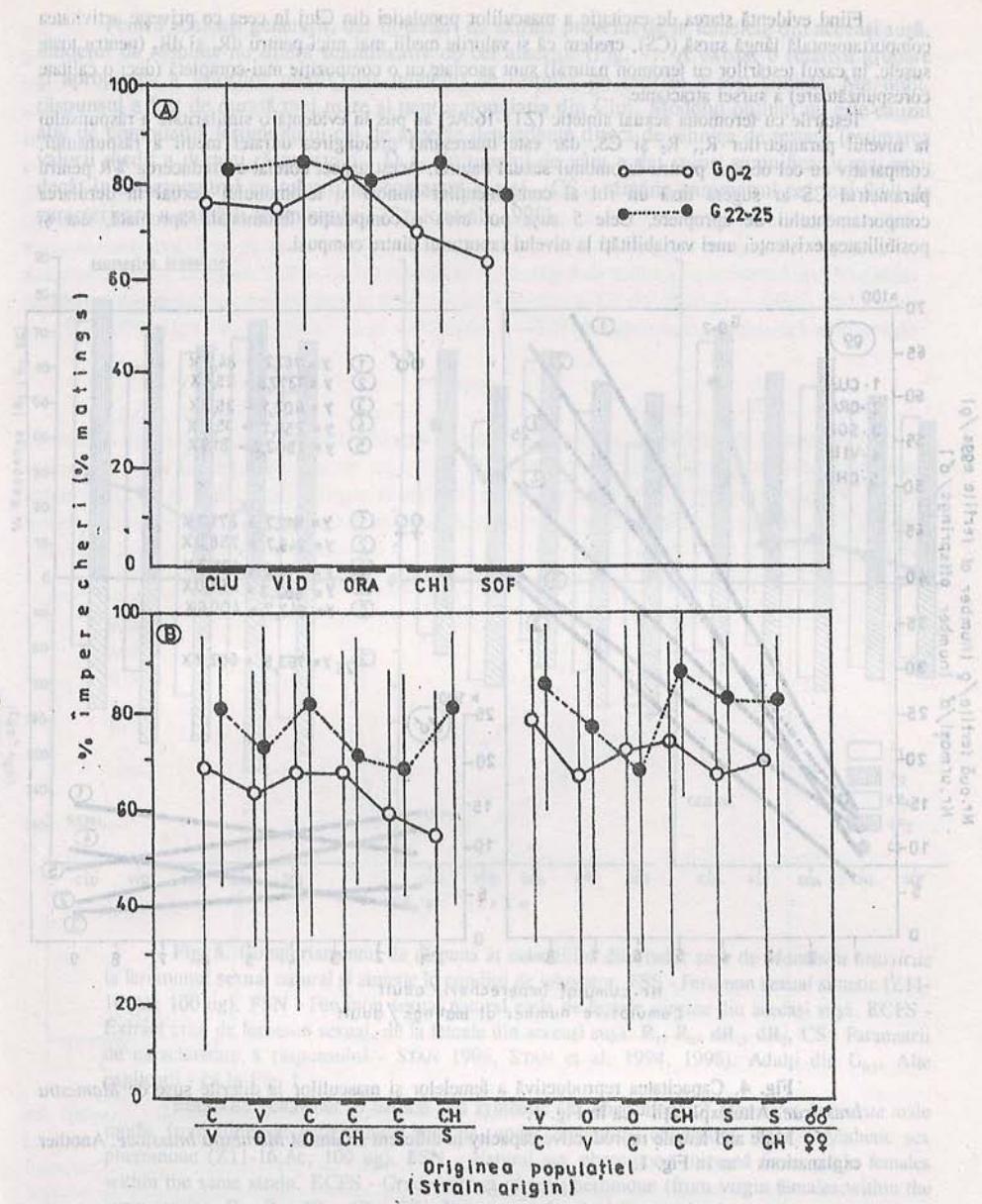


Fig. 3. Comportamentul de împerechere al adulților de *Mamestra brassicae* pentru sușe provenite din diferite puncte ale arealului și experimentate în aceleși condiții de laborator. A - Masculi împerecheați cu femele din aceeași sușă; B - Împerecheri incruzișate. Alte explicații - ca în Fig. 1.

Mating behaviour of *Mamestra brassicae* populations, from different geographical regions, tested in the same laboratory conditions. A - males mated with females from the same strain; B - Crossing matings. Another explanations - as in Fig. 1.

Fiind evidentă starea de excitație a masculilor populației din Cluj în ceea ce privește activitatea comportamentală lângă sursă (CS), credem că și valorile medii mai mici pentru dR_1 și dR_2 (pentru toate sușele, în cazul testărilor cu feromon natural) sunt asociate cu o compoziție mai completă (deci o calitate corespunzătoare) a sursei atractante.

Testările cu feromon sexual sintetic (Z11-16:Ac) au pus în evidență o similaritate a răspunsului la nivelul parametrilor R_1 , R_2 și CS, dar este interesantă prelungirea duratei medii a răspunsului, comparativ cu cel obținut pentru feromonul sexual natural. Acest aspect corelat cu reducerea %R pentru parametrul CS ar sugera însă un rol al compoziției minori ai feromonului sexual în derularea comportamentului de apropiere. Cele 5 sușe pot avea o compoziție feromonală apropiată, dar și posibilitatea existenței unei variabilități la nivelul raportului dintre compuși.

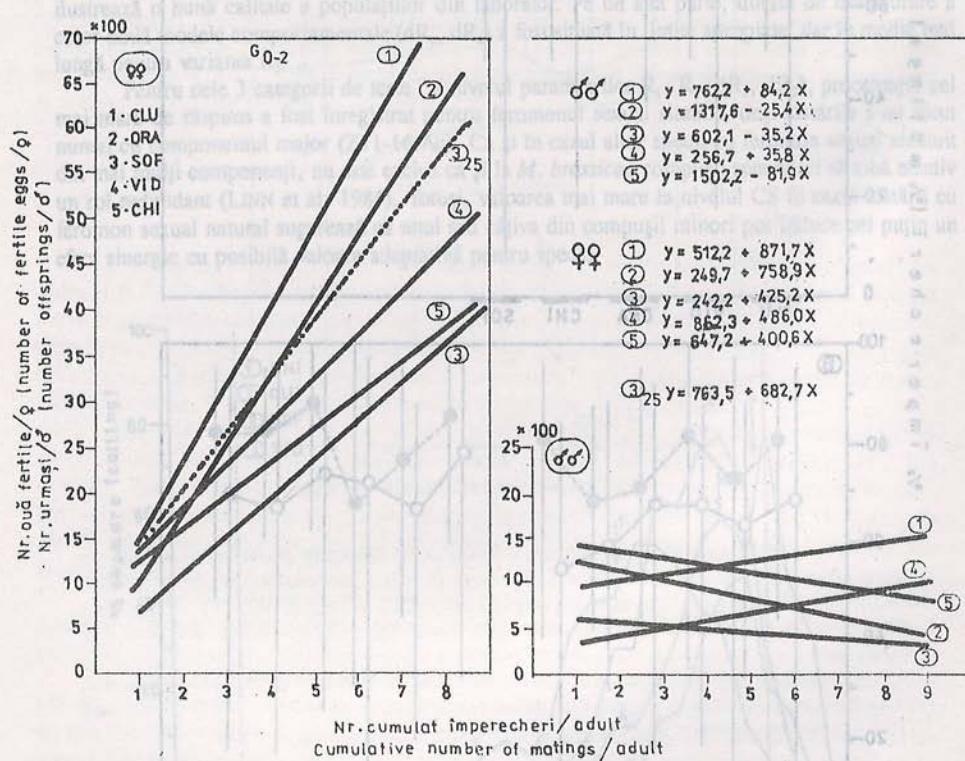


Fig. 4. Capacitatea reproductivă a femelelor și masculilor la diferite sușe de *Mamestra brassicae*. Alte explicații - ca în Fig. 1.

Male and female reproductive capacity in different strains of *Mamestra brassicae*. Another explanations - as in Fig. 1.

Comportamentul de răspuns la feromonul sexual natural (ECFS) a fost analizat și prin metoda elementelor comportamentale cheie și a duratei răspunsului pe reprise de testare, la masculii din generațiile 7-15, iar extractul de feromon a provenit de la femelele populației din Cluj (Fig.6). Se constată că la nivelul fiecărui element comportamental, procentul cel mai mare de răspuns a fost obținut pentru masculii conspecifici și s-a derulat în prima repriză de testare. Comportamentul feromonal s-a diminuat pentru celelalte sușe, paralel cu creșterea duratei de răspuns. Această creștere o asociem cu un comportament de cercetare al masculilor (searching behaviour) în vederea detecției dozei sau proporției compozitionilor minori conform modelului genetic induș la nivelul fiecărei sușe.

Pentru aceleasi generatii, dar in testari cu extract provenit de la femele din aceeasi susa, modelul de raspuns nu diferă semnificativ de cel anterior (Fig. 7). A existat o relativă grupare și apropierea a valorilor medii, dar modelul de raspuns pe reprezenta fost similar. Mai mult, raspunsul a fost de durata mai mare și pentru populația din Cluj. Modelul obținut nu este cauzat atât de compoziția feromonului cât de aspecte dependente direct de tehnica de testare (estimarea valorii medii a duratei raspunsului - D_R - în tunelul de vânt a dat valori semnificativ mai mici decât în olfactometrul cu tuburi, iar contactul sursei - CS - rămâne parametrul cel mai fidel de caracterizare a calitatii feromonului) (STAN et al. 1998).

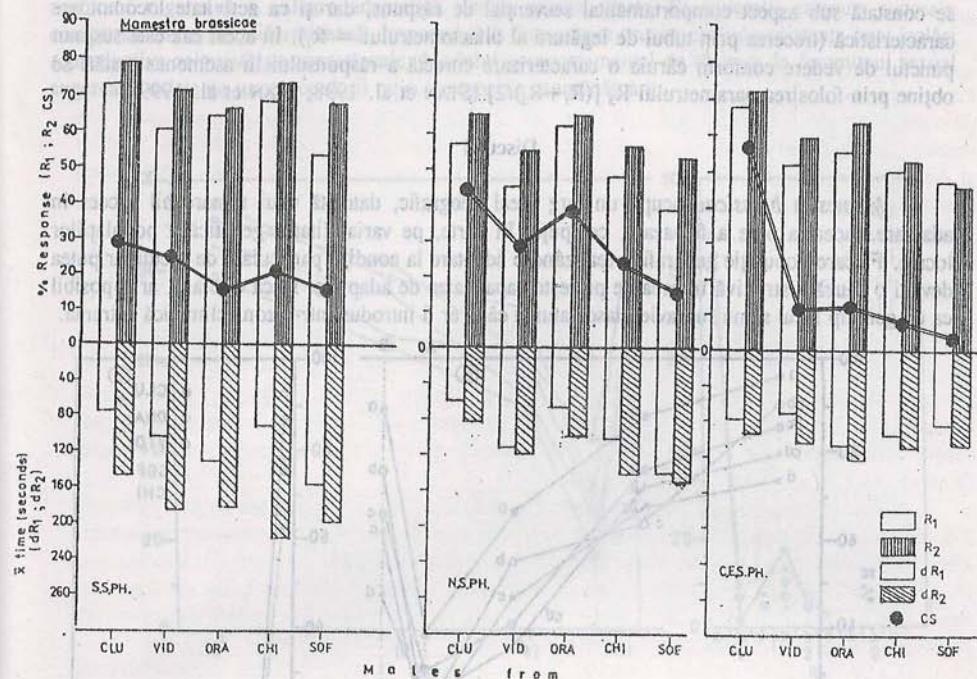


Fig. 5. Comportamentul de răspuns al masculilor sușelor de *Mamestra brassicae* la feromonul sexual natural și sintetic în condiții de laborator. FSS - Feromon sexual sintetic (Z11-16:Ac; 100 ug). FSN - Feromon sexual natural emis de femele virgine din aceeași susă. ECFS - Extract crud de feromon sexual, de la femele din aceeași susă. R_1 , R_2 , dR_1 , dR_2 , CS - Parametrii de caracterizare a răspunsului - STAN 1996, STAN et al. 1994, 1998. Adulți din $G_{0,2}$. Alte explicații - ca în Fig. 1.

Response behaviour to natural and synthetic sex pheromone of *Mamestra brassicae* male moths from different geographical regions, under laboratory conditions. FSS - Synthetic sex pheromone (Z11-16:Ac; 100 ug). FSN - Natural sex pheromone released from virgin females within the same strain. ECFS - Crude extract of sex pheromone (from virgin females within the same strain). R_1 , R_2 , dR_1 , dR_2 , CS - Parameters for the characterization of the male response behaviour - see STAN 1996, STAN et al. 1994, 1998. Males and females from $G_{0,2}$. Another explanations - as in Fig. 1.

O vizualizare a tuturor rezultatelor testarilor, pentru toate generatiile, privind comportamentul feromonal a fost realizata cu ajutorul modelului MOCAR (Fig. 8). Datele arata un raspuns mai bun la feromonul sexual sintetic, iar in cazul testarilor cu feromon sexual natural (FV sau ECFS) valoarea medie a raspunsului s-a redus dependent de susa sau generatia din care a provenit sursa atractantă. Datele arata ca dupa aclimatizare si adaptare la aceeasi conditii dupa mai multe generatii diferențele între susă se au atenuat. Valorile mici ale raspunsului din varianta

B pot fi asociate cu diferențe în compoziția feromonală dar și alți factori care asigură heterogenitatea populațiilor, însă exclude existența unei izolare reproductive, mai ales că populațiile din cele 5 regiuni geografice sunt relativ apropiate latitudinal. În condițiile în care specia prezintă un comportament redus de zbor și s-a sugerat doar existența unor deplasări locale (STAN et al. 1994), influența unor bariere datorate reliefului poate duce la existența unor populații geografice locale caracterizate și de o specializare a comportamentului feromonal.

Folosind modelul MOCAR și comparând răspunsul la nivelul parametrilor VI (R_1) și VII_B (R_2) se poate constată că modificările mai pronunțate, ca răspuns la cele 3 categorii de atracțanță, se constată sub aspect comportamental secvențial de răspuns, dar și ca activitate locomotoare caracteristică (trecerea prin tubul de legătură al olfactometrului = R_1). În acest caz este susținut punctul de vedere conform căruia o caracterizare corectă a răspunsului în asemenea testări se obține prin folosirea parametrului R_3 [$(R_1+R_2)/2$] (STAN et al. 1998; STAN et al. 1999).

Discuții

Mamestra brassicae ocupă un larg areal geografic, datorită unui remarcabil succes în adaptare. Aceasta pare a fi bazată, cel puțin în parte, pe variabilitatea genetică a populațiilor locale. Fiecare populație geografică realizând o adaptare la condiții particulare de mediu ar putea deveni o cauză restricțivă în ceea ce privește capacitatea de adaptare. Dacă este așa, ar fi posibil ca un genotip local să nu supraviețuiască atunci când ar fi introdus într-o zonă climatică extremă.

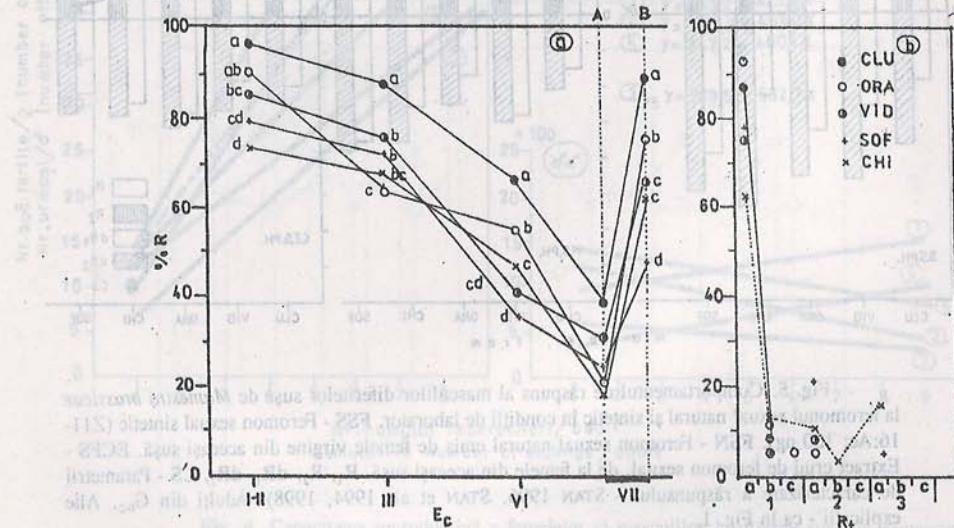


Fig. 6. Comportamentul feromonal al masculilor de *Mamestra brassicae* proveniți din diferite suje. Testări cu extract crud de feromon sexual obținut de la femelele populației din Cluj (G_{7,11}). a - Răspunsul masculilor la nivelul celor 4 elemente comportamentale (E_c). b - Răspunsul masculilor în funcție de repriza de testare (R_t). VII_A - Comportament caracteristic de răspuns (caracterizat de elementele comportamentale I-VII) pentru masculii trecuți prin tubul de legătură al olfactometrului. VII_B - Comportament de răspuns pentru toți masculii din olfactometru (detaliu în STAN 1996, STAN et al. 1994, 1998). Alte explicații - ca în Fig. 1.

Pheromonal behaviour of *Mamestra brassicae* male moths from different strains. Bioassays were made with crude extract of sex pheromone obtained from Cluj female populations (G_{7,11}). a -

Male response at the level of the four behavioural steps (E_c). b - Male response dependent on duration (D) of the test (at least three periods - 1, 2, 3 - each of 30 seconds, and one period was divided in three equal intervals - a, b, c - were used). VII_A - Specific male response behaviour (was characterized by I-VII behavioural steps) for males which passed through olfactometer coupling tube. VII_B - Response behaviour for all tested male moths (details in STAN 1996, STAN et al. 1994, 1998). Another explanations - as in Fig. 1

In cercetările din acest studiu s-a analizat comportamentul de reproducere și feromonal la 5 sușe de *M. brassicae*. Trebuie însă precizat că acestea au provenit din puncte relativ apropiate (latitudinal și longitudinal) ale arealului fapt care a presupus inițial că nu vor fi diferențe semnificative între acestea. Latitudinal, cele 5 puncte sunt situate între paralelele 43 și 47°. Datele obținute evidențiază faptul că în condiții similare de meninere a celor 5 populații pentru primele două generații se mai păstrează fixat genetic un model comportamental (chemare, acoplare, răspuns la feromon) impus de factori interni și externi caracteristici unui anume punct din arealul speciei. Inițierea mai timpurie a activității comportamentale la sușe provenind din zone mai reci sugerează o valoare adaptativă pentru specie. Peste 20 generații crescute succesiv comportamental se uniformizează. Imperecherile încrucișate reușite exclude existența unei izolări reproductive asigurată pe această cale. Modelul comportamental de răspuns la feromonul sexual sugerează existența unor populații cu o compoziție asemănătoare.

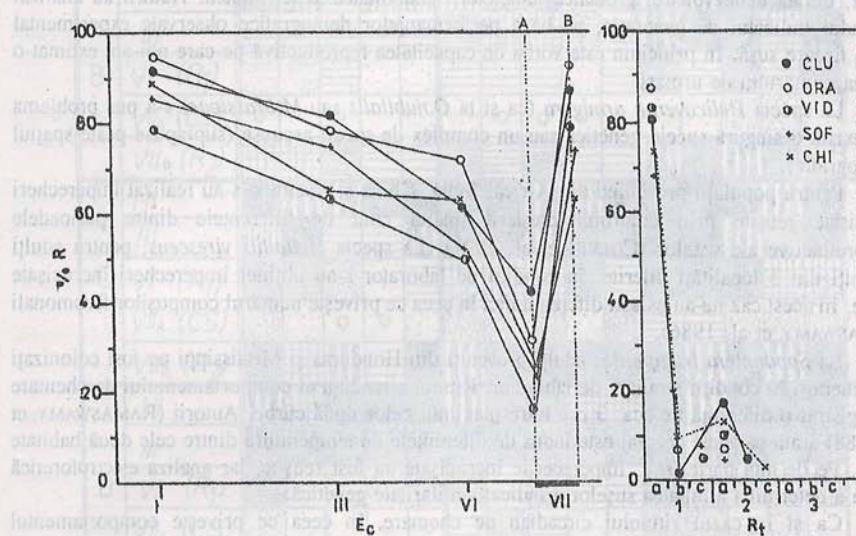


Fig. 7. Comportamentul feromonal al masculilor de *Mamestra brassicae*, proveniți din diferite sușe. Testări cu extract crud de feromon sexual obținut de la femele din fiecare populație ($G_{7,11}$). Alte explicații - ca în Fig. 1 și 6.

Pheromonal behaviour of *Mamestra brassicae* male moths from different strains. Bioassays were made with crude extract of sex pheromone obtained from every population ($G_{7,11}$). Another explanations - as in Figs. 1 and 6.

Experiente de laborator efectuate la *M. brassicae*, pe două sușe din Japonia (una de la latitudine nordică - 40° și una din latitudinea sudică - 28°), crescute într-o zonă intermediară (34°), au evidențiat o similaritate în rata de dezvoltare și greutatea pupelor, dar cele două sușe și-au menținut un ciclu sezonier diferit, chiar jinute în aceleași condiții experimentale. Trebuie precizat că experimentul a durat însă numai o generație (MASAKI 1966).

Dacă ne referim la extinderea arealului în Europa (40-60°), asupra modelului comportamental al populațiilor de *M. brassicae* există o influență evidentă a factorilor de mediu, în special fotoperioada și temperatura. Dacă pentru cele două populații din Japonia autorul vorbește de existența unor gene adaptative locale, pentru populațiile noastre provenind din cele 5 zone, au existat unele diferențe care s-au mai păstrat doar în primele generații crescute în laborator, după care deosebirile au fost nesemnificative în ceea ce privește comportamentul de

reproducere. Datele arată că pe o suprafață relativ mică a arealului din care au provenit sușele (43-47°) nu există populații geografice locale între care să existe o izolare reproductivă.

La specia *Ostrinia nubilalis*, diferite populații, pe un transect nord-sud, au fost aduse în același laborator. Analiza comparativă a supraviețuirii și diapauzei a permis elaborarea unui model ipotetic al influenței fotoperioadei și temperaturii asupra diapauzei în relație cu latitudinea (SHOWERS et al. 1975). Din acest punct de vedere se consideră că ar exista 3 ecotipuri (sud, intermediu și nord). La unele sușe ale speciei *Planotortrix excessana* din Noua Zeelandă, a existat o variație intraspécifică comportamentală dovedită de asemenea prin împerecherile încruzișate dintre adulți. Ca și în cazul nostru, dacă experimentarea este făcută în prima generație, specia mai păstrează încă modelul comportamental din natură, impus de factorii de mediu locali. În cazul speciei *Epiphyes postvittana*, pentru adulți proveniți dintr-o populație de pe un traseu N-S de 1500 km s-au remarcat diferențe comportamentale semnificative, în condițiile creșterii în laborator timp de o singură generație (GEIER & BRIESE 1988). S-a urmărit astfel procentul de supraviețuire, rata sexelor, durata dezvoltării, greutatea femelelor, fecunditatea și fertilitatea. Autorii au analizat și trendul indicelui de generație, pe baza performanțelor demografice observate experimental pentru fiecare susă. În principiu este vorba de capacitatea reproductivă pe care noi am estimat-o pe baza numărului de urmași.

La specia *Helicoverpa armigera* (ca și la *O. nubilalis* sau *M. brassicae*) s-a pus problema dacă există o singură specie genetică sau un complex de specii ascunse (suprapuse peste spațiul lor geografic).

Pentru populații provenind din Africa, India, China și Australia s-au realizat împerecheri încruzișate reușite prin controlul creșterii jinând cont de diferențele dintre perioadele prereproductive ale sexelor (COLVIN et al. 1994). La specia *Heliothis virescens*, pentru adulți proveniți din 3 localități diferite, în condiții de laborator s-au obținut împerecheri încruzișate reușite. În acest caz nu au existat diferențe nici în ceea ce privește numărul compușilor feromonali (RAMASWAMY et al. 1986).

La *Spodoptera frugiperda*, adulți proveniți din Honduras și Mississippi au fost colonizați 2-5 generații în condiții similare de laborator. Ritmul circadian al comportamentului de chemare a înregistrat o diferență de cca. 3 ore între maximul celor două curbe. Autorii (RAMASWAMY et al. 1988) arată că acest decalaj este indus de diferențele de temperatură dintre cele două habitate native. Pe de altă parte însă, împerecherile încruzișate au fost reușite, iar analiza electroforetică pentru a determina afinitatea sușelor a indicat similaritate genetică.

Ca și în cazul ritmului circadian de chemare, în ceea ce privește comportamentul feromonal, lucrurile par a fi mult mai complicate. Cele mai interesante date au fost obținute la *O. nubilalis*. Cercetări feromonale inițiale au pus în evidență existența a două tipuri de populații: o rasă feromonală Z, dominantă și o rasă E, răspândită în nordul Italiei, Elveția și New York (CARDE et al. 1978). Acestea sunt populații morfologic nediferențiate, iar studiile ulterioare, de genetică, comportament feromonal și hibridizare, sugerează că cele două rase sunt diferențiate genetic chiar cu statut de specii înrudite (ANGLADE et al. 1984; KLUN & MAINI 1979). Astfel, compoziția genetică a feromonului este controlată de o moștenire mendeliană simplă, implicând o singură pereche de alele cu dominanță incompletă. Femelele aa secretă amestecul Z/E - 97:3 (rasa Z), femelele AA secretă amestecul Z/E - 3:97 (rasa E), iar hibrizii Aa, un amestec Z/E - 35:65 (KLUN & MAINI 1979). Cele 3 forme au existat în cele 3 zone prezentând hibridarea în natură a celor două forme feromonale, ca un rezultat al agregării prin stimuli de mediu (SHOWERS et al. 1975) și servesc ca puncte pentru schimbările de gene între genotipurile parentale. Fenomenul este însă caracteristic și pentru alte zone (ANGLADE et al. 1984). Cercetări efectuate în Elveția menționează existența a două rase feromonale. Modelul comportamental analizat în Elveția, în laborator și câmp, nu a putut preciza cu certitudine dacă sunt forme ale unei specii comune sau este vorba de specii înrudite (BUECHI et al. 1982). Se pare că pentru această specie există o heterogenitate clară. S-au făcut analize ale compozitiei glandei feromonale (pentru populația din câmp și, comparativ, pentru cea din laborator) pentru adulți proveniți din 3 țări (PENA et al. 1988), constatăndu-se că femelele din laborator, chiar pentru populația din aceeași zonă, au prezentat o compoziție feromonală diferită. Această variabilitate a existat și în modificarea ferotipurilor.

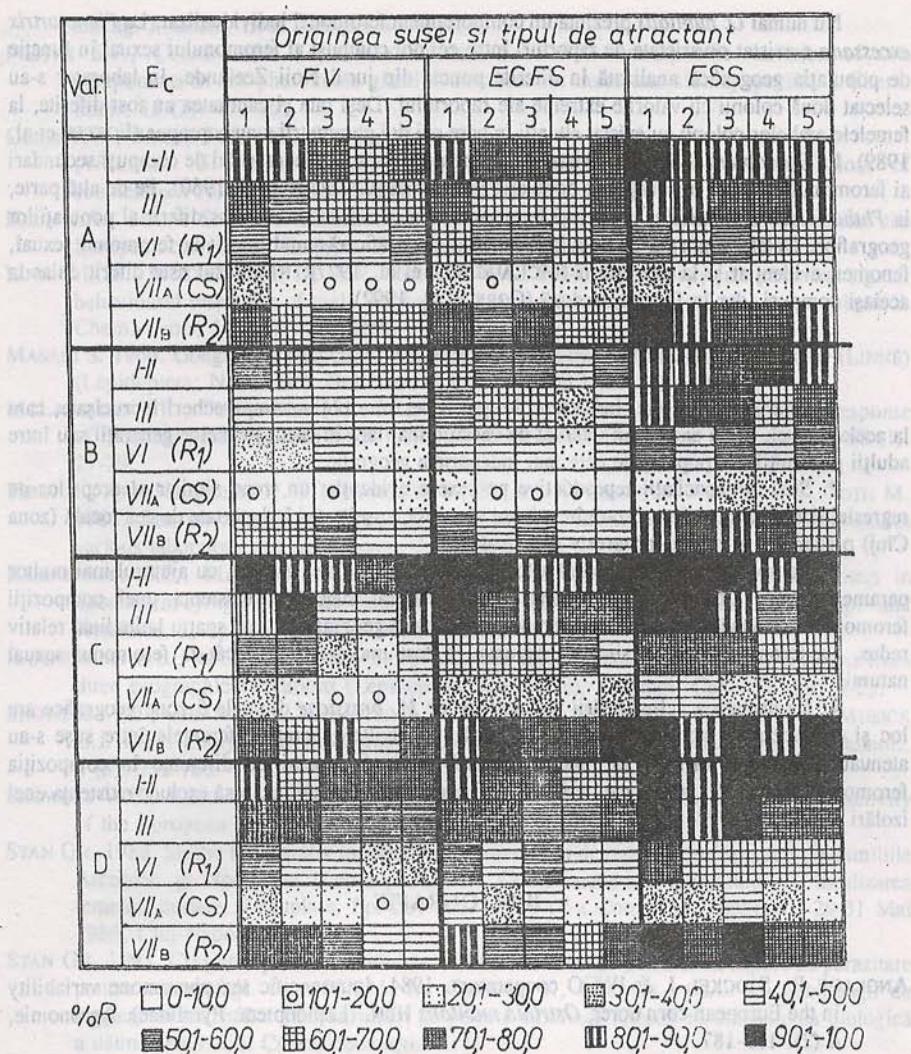


Fig. 8. Modelul MOCAR pentru studiul calității feromonului sexual natural și sintetic, pe

baza datelor de testare olfactometrică, la populații de *Mamestra brassicae* provenite din diferite zone geografice. Cifrele marchează zonele: 1 - Cluj; 2 - Oravița; 3 - Vidra; 4 - Chișinău; 5 - Sofia. A - Varianta cu masculii din G0-2, iar femelele virgine (FV) și extractul crud de feromon sexual (ECFS) de la aceeași sușă; B - Ca la var. A, dar FV și ECFS din sușa de Cluj (G0-2); C - Varianta cu masculi din G10-25, iar FV și ECFS din aceeași sușă și generație; D - Ca la varianta C, dar FV și ECFS de la sușa de Cluj G10-25. E_c - Elementele comportamentale de caracterizarea răspunsului la atracțanță (detalii în STAN et al. 1998; STAN et al. 1999).

MOCAR model for the analyse of the male response quality to natural and synthetic sex pheromone in different strains of *M. brassicae* proceed from different geographical populations. The number represents the zone: 1 - Cluj; 2 - Oravița; 3 - Vidra; 4 - Chișinău; 5 - Sofia. A - The variant with males from G₀₋₂, and virgin females (FV) and crude extract of sex pheromone (ECFS) from the same strain; B - as in variant A but FV and ECFS from Cluj strain (G₀₋₂); C - variant with males from G₁₀₋₂₅ but FV and ECFS proceed from the same strain and generation; D - as in variant C, but FV and ECFS proceed from Cluj strain (G₁₀₋₂₅). E_c - Behavioural steps for the response characterization (STAN 1996, STAN et al. 1998; STAN et al. 1999).

Nu numai *O. nubilalis* prezintă un comportament feromonal individualizat. La *Planotortrix excessana* a existat o varietate de raporturi între cei doi compuși ai feromonului sexual în funcție de populația geografică analizată în diferite puncte din jurul Noii Zeelande. În laborator s-au selectat două colonii cu valorile extreme ale raportului. Deși rata și cantitatea au fost diferite, la femelele ambelor colonii au existat situații în care cei doi parametrii s-au suprapus (FOSTER et al. 1989). La *Spodoptera littoralis* a existat de asemenea o variație a numărului de compuși secundari ai feromonului sexual în funcție de populația geografică (CAMPION et al. 1980). Pe de altă parte, la *Phthorimaea operculella*, la același feromon sexual a existat un răspuns diferit al populațiilor geografice. Datele confirmă că populații separate geografic răspund diferit la feromonul sexual, fenomen evidențiat și la alte specii (MC LAUGHLIN et al. 1977). Răspunsul este diferit chiar la aceeași compuși, dar în funcție de doză (CORK et al. 1992).

Concluzii

1. Pentru toate sușele, indiferent de generație, s-au obținut împerecheri încrucișate, cam la același nivel, dar a existat un interval de variație mai larg în cazul primelor generații sau între adulții proveniți din populațiile cele mai îndepărtate geografic.
2. Studiul capacitații reproductive pe sexe a evidențiat un trend similar al dreptelor de regresie, dar a existat o ierarhizare în valoare absolută, sușele mai îndepărtate de cea locală (zona Cluj) prezentând o calitate progresiv diminuată.
3. Comportamentul feromonal a fost caracterizat prin trei metode, cu ajutorul mai multor parametrii, iar răspunsul la feromonul sexual natural sugerează existența unei compoziții feromonale asemănătoare, sușele provenind dintr-o zonă geografică cu un spațiu latitudinal relativ redus. La feromonul sexual sintetic răspunsul a fost mai puternic decât la feromonul sexual natural.
4. Ca urmare a aclimatizării populațiilor de *M. brassicae* din cele 5 zone geografice are loc și o adaptare la aceeași condiție, iar după mai multe generații diferențele între sușe s-au atenuat. Răspunsul variabil în funcție de sușă poate fi asociat cu diferențe în compozиția feromonală, dar și alți factori care asigură heterogenitatea populațiilor, însă exclude existența unei izolări reproductive.

BIBLIOGRAFIE

- 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.
- BUECHI R., PRIESNER E., BRUNETTI R. 1982. Das sympatrische Vorkommen von zwei Pheromonstammen des Maiszünslers, *Ostrinia nubilalis* HBN., in der Südschweiz. Bull. Soc. Entomol. Suisse, 55: 33-53.
- CAMPION D.G., HUNTER-JONES P., MCVEIGHT L.J. 1980. Modification of the attractiveness of the primary pheromone component of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (BOISDUVAL) (Lepidoptera: Noctuidae), by secondary pheromone components and related chemicals. Bull. Entomol. Res., 70: 417-434.
- CARDE R.T., ROELOFS W.L., HARRISON R.G., VAWEER A.T., BRUSSARD P.F., MUTUURA A., MUNROE E. 1978. European corn borer: Pheromone polymorphism or sibling species? Science, 199: 555-556.
- COLVIN J., COOTER R.J., PATEL S. 1994. Laboratory mating behaviour and compatibility of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) originating from different geographical regions. J. Econ. Entomol., 87 (6): 1502-1506.
- CORK A., BOO K.S., DUNKELBLUM E., HALL D.R., JEE-RAJUNGA K., KEHAT M., KONG JIE E., PARK K.C., TEPGIDAGARN P., LIU XUN 1992. Female sex pheromone of oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta* (GUENEE)(Lepidoptera: Noctuidae): identification and field

- testing. J. Chem. Ecol., **18** (3): 403-418.
- FOSTER S.P., CLEARWATER J.R., MUGGLESTON S.J. 1989. Intraspecific variation of two components in sex pheromone gland of *Planotortrix excessana* sibling species. J. Chem. Ecol., **15** (2): 457-465.
- GEIER P.W., BRIESE D.T. 1980. The light-brown apple moth, *Epiphyas postvittana* (WALKER): 5. Variability of demographic characteristics in field populations of southeastern Australia. Aust. J. Ecol., **5**: 135-142.
- KLUN J.A., MAINI S. 1979. Genetic basis of an insect chemical communication system: the European corn borer. Environ. Entomol., **8**: 423-426.
- LINN C.E.JR., BJOSTAD L.B., DU J.W., ROELOFS W.L. 1984. Redundancy in a chemical signal: behavioural responses of male *Trichoplusia ni* to a 6-component sex pheromone blend. J. Chem. Ecol., **10** (11): 1583-1590.
- MASAKI S. 1966. Geographic adaptation in the seasonal life cycle of *Mamestra brassicae* (LINNÉ) (Lepidoptera: Noctuidae). Bull. Fac. Agric. Hirosaki Univ., (14): 16-26.
- MCLAUGHLIN J.R., TUMLINSON J.H., SHARP J.L. 1977. Absence of synergism in the response of Florida lesser peachtree borer males to synthetic sex pheromone. Fla Entomol., **60** (1): 27-29.
- 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): 1359-1367.
- RAMASWAMY S.B., MA W.K., PITRE H.N. 1988. Calling rhythm and pheromone titers in *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith)(Lepidoptera., Noctuidae) from Mississippi and Honduras. J. Appl. Entomol., **106**: 90-96.
- RAMASWAMY S.B., ROUSH R.T. 1986. Sex pheromone titers in female of *Heliothis virescens* from three geographical locations (Lepidoptera: Noctuidae). Entomol. Gen., **12** (1): 19-23.
- SHOWERS W.B., CHIANG H.C., KEASTER A.J., HILL R.E., REED G.L., SPARKS A.N., MUSICK G.J. 1975. Ecotypes of the European corn borer in North America. Environ. Entomol., **4** (5): 753-760.
- SHOWERS W.B., REED G.L., ROBINSON J.F., DEROZARI M.B. 1976. Flight and sexual activity of the European corn borer. Environ. Entomol., **5**: 1099-1104.
- STAN GH. 1988. Studiu comparativ asupra comportamentului de reproducere la specii din familiile Arctiidae și Noctuidae (Lepidoptera). II. Comportamentul masculului în localizarea femelei, curtare și acuplare. Pp. 361-371. In: A IV-a Conf. Nat. Entomol., 29-31 Mai 1986, Cluj-Napoca.
- STAN GH. 1993. Creșterea pe diete artificiale a insectelor fitofage utilizate ca suport de parazitare pentru entomofagi. Pp. 193-241. In: CIOCHIA V., ISAC Gr., STAN G. Tehnologii de creștere industrială a câtorva specii de insecte auxiliare folosite în combaterea biologică a dăunătorilor. Ed. Ceres, București.
- STAN GH. 1996. Pheromon-Forschungen in Siebenbürgen. Stafzia, **45**: 221-258.
- STAN GH. 1995. Studiu comparativ al capacității reproductive la *Mamestra brassicae* L. și *Xestia c-nigrum* L. (Lepidoptera: Noctuidae), în condiții de laborator (I). Bul. Inf. Soc. Lepid. Rom., **6** (3-4): 231-246.
- STAN GH., CHIŞ V. 1995. Studiuul capacității reproductive la *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae): Evaluarea numărului de spermatozoi și ouă la diferite generații și linii de creștere în laborator și la femelele captureate la capcana luminoasă (1986-1991). Bul. Inf. Soc. Lepid. Rom., **6** (3-4): 247-265.
- STAN GH., CHIŞ V., POP L.M. 1998. Comportamentul de răspuns al masculilor de *Mamestra brassicae* L (Lepidoptera: Noctuidae) la feromonul sexual natural și sintetic. An. Univ. Oradea, **5**: (sub tipar).
- STAN GH., COROIU I., CHIŞ V., POP L.M. 1994. Studiuul comportamentului și dinamicii populațiilor de *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae) în ecosisteme naturale și agricole, prin cercetări cu capcane luminoase și capcane cu atracțant sexual. Bul. Inf. Soc. Lepid. Rom., **5** (1): 49-76.
- STAN GH., CRİSAN AL., CHIŞ V. 1996. The reproduction and pheromonal behaviour in *Ostrinia*

nubilalis HBN. (Lepidoptera: Crambidae) under laboratory conditions. 4. The male response behaviour to natural and synthetic sex pheromone as related to age and period of bioassay. Bul. Inf. Soc. Lepid. Rom., 7 (1-2): 23-39.

STAN Gh., CHIŞ V., POP L.M. 1999. Influența vîrstei adulților asupra comportamentului feromonal la *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae). Bul. Inf. Soc. Lepid. Rom., 10 (1-2): (sub tipar).

Gh. STAN, G. STAN,
S. MIHUT

Inst. Cercetări Biologice
Gh. Republiei, 48
3400 Cluj-Napoca
(Romania)

M.A. NICOLESCU
BAYER - AG

Str. Semicercului 12
78108 București, 8
(Romania)

G. NEGRU

Inst. Cercetări
Legumiculic., Floricul.

M. A. SUBCHEV

Institute of Zoology
Tzar Osvoboditel, 1
1000 - Sofia
(Bulgaria)

Primit în redacție / Received: 26.10.1998

Acceptată / Accepted: 3.03.1999

Apărut / Printed: 28.04.2000

STAN Gh. (1988). Studiu compunut asupra comportamentului de atracție a larvei de brusnică (Acroleucus sp.) și Mamestra brassicae (L.) (Lepidoptera: Noctuidae) la cotoarele de brusnică. Cercetări Biologice, 36, 1, 1-17.

STAN Gh. (1990). Untersuchungen zur Ataktivität von Larven der Brüllwespe (Mamestra brassicae L.) und des Blattwurms (Acroleucus sp.) für den Brüllwespen-Blattwurm-Komplex (Lepidoptera: Noctuidae). Zool. Jahrb., Abt. Physiol., 111, 1-16.

STAN Gh. (1991). Untersuchungen zur Ataktivität von Larven der Brüllwespe (Mamestra brassicae L.) und des Blattwurms (Acroleucus sp.) für den Brüllwespen-Blattwurm-Komplex (Lepidoptera: Noctuidae). Zool. Jahrb., Abt. Physiol., 112, 1-16.

STAN Gh. (1992). Untersuchungen zur Ataktivität von Larven der Brüllwespe (Mamestra brassicae L.) und des Blattwurms (Acroleucus sp.) für den Brüllwespen-Blattwurm-Komplex (Lepidoptera: Noctuidae). Zool. Jahrb., Abt. Physiol., 113, 1-16.

STAN Gh. (1993). Untersuchungen zur Ataktivität von Larven der Brüllwespe (Mamestra brassicae L.) und des Blattwurms (Acroleucus sp.) für den Brüllwespen-Blattwurm-Komplex (Lepidoptera: Noctuidae). Zool. Jahrb., Abt. Physiol., 114, 1-16.