

**Reproducerea și comportamentul feromonal la *Ostrinia nubilalis* HBN  
(Lepidoptera: Crambidae) în condiții de laborator.**

**5. Observații preliminare privind influența unor factori asupra  
comportamentului de împerechere**

Alexandru CRIȘAN, Gheorghe STAN, Monica-Codruța ROMAN

**Summary**

The reproduction and pheromonal behaviour in *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Crambidae) under laboratory conditions. 5. Preliminary observations in the study of the mating behaviour as related to some factors.

Mating frequency of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* HBN, was analysed in some preliminary studies, during 1986-1990, as related to temperature, photoperiod and light, relative humidity, age, density, generation, substratum colour and time when pairs were set up. A wild population, acclimatised to laboratory conditions for 10 generations was investigated. The influence of these factors was observed for both, one scotophase and, whole adults longevity; in the case of one scotophase the obtained data were not conclusive.

On the interval 15 - 29°C, the maximum mating frequency were obtained at 20°C. For observations in the one scotophase, below 19°C and above 24°C, the behavioural activity was not corellated with mating but for whole longevity the patern of matings was different (Fig. 1). When temperature in the experiments was smaller than temperature for adults conditioning, a greater mating frequency was obtained.

The light intensity, as photoperiodic rhythm, are important for successful in mating behaviour. On the interval 0.5 - 5 lx, no differences were noticed, day-light inhibited mating activity but a circadian rhythm was evidenced in a 3 days L:L regime.

Relative humidity appears as an important factor for mating in *O. nubilalis* and a optimum behaviour was recorded at RH values > 80%.

Optimum age for mating was of 2-4 days. In laboratory conditions, adults density influenced mating in two manner: as population density and as space availability. A number of 3-5 pairs/cage of 3 liters volume was a experimental variant for a maximum mating frequency recorded on the whole longevity. Results show a gregar behaviour and are in concordance with the wild behaviour of the species.

The time when pairs were set up, at different moments of the photoperiode, evidenced a circadian mating activity localised in the whole scotophase with maximum frequency in the first part of this. The mean time duration to first copulation was at 75 minutes and a maximum at 2 h 30 minutes, after dark onset.

No significant differences were obtained in mating frequency for the interval of generations 4-10 but, in parallel with an increase of the generations number, multiple matings increase, also. The dominant number of spermatophores/female was 1, and the greatest was 3.

The substratum colour (white and green) had no influence on mating activity.

These preliminary data lay at the basis of our studies about mating and pheromonal behaviour in *Ostrinia nubilalis* populations from Cluj area, as related to internal and external factors.

Realizarea unor acuplări reușite la speciile de lepidoptere este dependentă de existența unui sincronism dintre comportamentul de chemare, răspuns la feromonul sexual și curtare. Acest aspect a fost evidențiat în cercetări făcute în acest domeniu (SHOREY 1966; BARTELL & SHOREY 1969; SOWER et al. 1971; CARDE et al. 1975; KANNO & SATO 1979; HAYNES & BIRCH 1984). Acest sincronism are o evidență valoare adaptativă pentru specie, factorii endogeni având un rol dominant. Uneori aceste perioade s-au suprapus în câmp dar în laborator nu a existat un comportament similar (HAYNES & BIRCH 1984) iar la multe specii, perioada de răspuns la feromon este mai largă decât chemarea, aceasta având valoare adaptativă pentru specie (SOWER et al. 1971). Nesincronismul din laborator se bazează pe două explicații: doza prea mare de feromon sexual sintetic și neexistența unei similarități fundamentale în ritmul endogen ci numai un răspuns similar la același factor (HAYNES & BIRCH 1984). Factorii externi pot influența și modifica ritmul circadian al comportamentului sau derularea normală a diferitelor secvențe. Cercetările din acest domeniu au vizat în mod deosebit speciile de insecte importante din punct de vedere economic (dăunătoare, entomofagi) care au implicații deosebite în cercetările ecologice, monitoring, management sau combatere, pentru punerea la punct a unor metodologii și tehnologii adecvate în studiu acestora.

Pentru diferite specii de insecte, o serie de factori ecologici au stat la baza unor studii ample, în condiții de laborator și câmp, legat de secvențele comportamentului de reproducere, printre cei mai importanți fiind: temperatura (SHOREY 1966; LOUGHNER & BRINDLEY 1971; THIBOUT 1974; SANDERS 1975; KANNO & SATO 1979; SUBCHEV 1983; ALFORD & DIEHL 1985), lumina și fotoperioada (SHOREY 1966; SOWER et al. 1970; KANNO 1981), umiditatea relativă (BROERSMA et al. 1976; ARCHER et al. 1980; ROYER & MCNEIL 1991, 1993), vârsta (LUKEFAHR & GRIFFIN 1957; KEHAT & GORDON 1975, 1977; SATO 1977; KANNO & SATO 1978), densitatea și rata sexelor (BROWER 1975; JONES et al. 1975).

Specia *Ostrinia nubilalis*, dăunătoare la porumb și culturi de diferite legume, a fost în special obiectul unor cercetări privind comportamentul feromonal în câmp (au. cit. în CRIȘAN et al. 1988) dar și aspecte colaterale referitoare la modelul de răspuns la stimulul luminos și influența unor factori asupra creșterii, dezvoltării și reproducării în condiții naturale (BROERSMA et al. 1976; SHOWERS et al. 1976; ELLIOTT 1977) sau creșterea și dezvoltarea în condiții de laborator (aut. cit. în CRIȘAN et al. 1990). Studii privind influenței unor factori de mediu asupra reproducării în condiții de laborator, sunt relativ puține (SPARKS 1963; LOUGHNER & BRINDLEY 1971; ANDERSON et al. 1982; ROYER & MCNEIL 1991, 1993).

In această lucrare sunt prezentate datele obținute într-un studiu preliminar referitor la influența luminii, temperaturii, umidității relative, densității, momentului formării perechilor de adulți, vîrstei, generației și substratului, asupra comportamentului și capacitatea de împerechere la *Ostrinia nubilalis*, în condiții controlate de laborator.

### Material și metodă

Datele din acest studiu se bazează pe cercetări făcute în perioada 1986-1990. Materialul biologic experimental a provenit dintr-o populație de *O. nubilalis* obținută în condițiile creșterii în laborator, pe dietă artificială (G 1-9) (CRIȘAN et al. 1990). Pentru stadiul larvar, condițiile de creștere au fost: temperatură constantă de  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ; regimul fotoperodic de 17:7 ore, lumină:întuneric; UR > 75%. Pupele au fost separate pe sexe și s-au menținut în laborator, în

condiții puțin diferite față de cele de creștere (intuneric continuu;  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ ; UR > 50%). După emergență, înregistrată zilnic, adulții au fost puși în vase de sticlă și s-au hrănit cu soluție de glucoză sau zaharoză 10%. În acest mod ei au fost condiționați pentru diferențele situației de experimentare.

Pentru studiul influenței factorilor amintiți asupra împerecherii, s-a folosit următoarea metodologie:

a. *Temperatura*. Immediat după emergență, adulții au fost condiționați 2-3 zile în aceleși condiții de temperatură ca și cele în care s-a crescut specia ( $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ) iar apoi perechile s-au format în primele ore ale scotofazei iar comportamentul de împerechere s-a observat la următoarele valori de temperatură: 15, 17, 20, 24, 26 și  $29^\circ\text{C}$  ( $\pm 1^\circ$ ). Datele obținute, sunt prezentate comparativ, pentru o singură scotofază și pentru toată durata de viață a adulților.

b. *Lumina*. În primă fază au fost alese 3 situații: fotoperioadă normală (17 : 7 ore; cu intensitatea luminii de cca 950 lux și 0,5 lux. în scotofază), foroperioadă normală cu intensitatea luminii de 2,5 - 3 lux. în scotofază; lumină continuă (cu intensitatea luminii egală cu cea din fotofază).

c. *Umiditatea relativă*. S-au fixat trei variante de experimentare: UR = 20%; UR = 40-45% și UR > 80%. Umiditatea ridicată a fost asigurată prin dispunerea de tifon umezit în apă distilată, sub capacul care a acoperit vasul de împerechere. Umiditatea a fost măsurată cu Hygromètre a Cheveux. La aceste variante și condiționarea, de la emergență, s-a făcut în varianta respectivă de experimentare.

d. *Vârstă*. S-au folosit adulți de 0, 1, 2, 3, 4, 5 și 6 zile (aceeași vîrstă a sexelor/vas de împerechere). Până în momentul formării perechilor (înaintea începerii scotofazei), adulții s-au menținut separat pe sexe, la condițiile laboratorului de creștere. Nivelul de împerechere a fost apreciat în două situații: după o singură scotofază și pe toată durata de viață a adulților, la două populații, în funcție de generație. În paralel au fost experimentate variante în care estimarea împerecherii s-a făcut după 1, 2, 3, 4, 5 și 6 scotofaze.

e. *Densitatea*. Au fost experimentate următoarele variante: 1, 2, 3, 4, 5, 6 și 10 perechi adulți/vas de împerechere (cu V = 3 l).

f. *Momentul formării perechilor*. Au fost alese mai multe variante de formare a perechilor: (a). în scotofaza la diferite intervale de timp de la inițierea acesteia (0, 60, 75, 90, 100 și 150 minute); (b). la sfârșitul fotofazei; (c). la începutul fotofazei; (d). la sfârșitul scotofazei. Rezultatele se referă la prelucrarea datelor pentru situațiile cu > două perechi adulți/vas.

g. *Generația*. Datele se referă la observații făcute pe toată durata de viață a adulților, privind evoluția și nivelul împerecherii în funcție de generația din care a provenit materialul biologic.

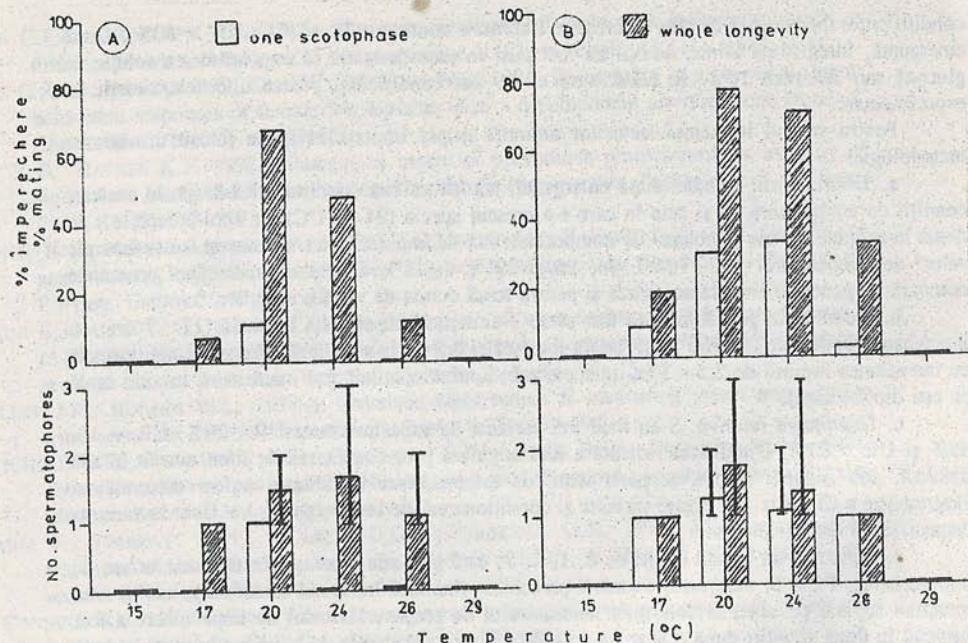
h. *Substratul*. S-a urmărit dacă substratul folosit în special ca suport pentru ovipozitare, influențează și comportamentul de reproducere în primele sale sevențe. Pentru aceasta s-au folosit două variante: hârtie albă și hârtie verde.

Detalii asupra numărului de repetiții, a numărului de adulți experimentați și alte aspecte referitoare la tehnica de experimentare, sunt prezentate în cadrul figurilor și tabelelor din text.

Pentru studiul și caracterizarea împerecherii, s-a folosit metoda de observare directă iar în paralel, pentru fiecare variantă, s-au făcut disecții și s-a înregistrat numărul de spermatozoizi din bursa copulatoare. În acest studiu s-au inclus în special datele obținute, cu referire la o singură scotofază, comparate în câteva situații cu cele înregistrate pe toată durata de viață a adulților.

## Rezultate

**Influența temperaturii.** Datele obținute sunt prezentate în Fig. 1. Sub aspect comportamental, sevențele de reproducere s-au desfășurat pe intervalul  $15 - 29^\circ\text{C}$ , cu un optim la  $20^\circ\text{C}$ . Sub  $17^\circ\text{C}$  și peste  $26^\circ\text{C}$  activitatea locomotoare și mișcările au apărut indiferente, neasociate cu faze și elemente asociate strict cu comportamentul de reproducere. Postura de



**Fig. 1. Influența temperaturii asupra împerecheriei la adulții de *Ostrinia nubilalis*, în condiții de laborator. A - același regim termic pentru condiionarea și experimentarea adulților; B - temperatura de experimentare a fost mai mică decât cea de condiționare.**

Influence of temperature on mating activity in *Ostrinia nubilalis* adults, in laboratory conditions. A - the same values of temperature for conditioning and experimental pairs; B - in the all variants values of temperatures in experiment was smaller (1-3°) than conditioning one.

acuplare a fost înregistrată numai la temperatura de 20°C. Aceste date se referă la observațiile făcute numai pentru o scotofază. Pe toată durata de viață a adulților a existat o variabilitate a răspunsului, asociată cu seriile de experimentare și comportamentul individual, modificând procentul de răspuns și evident și numărul de spermatofori (Fig. 1A). Pe de altă parte, a fost interesant de constatat că un comportament precopulator mai activ la cele două sexe a fost înregistrat în condițiile în care temperatura de experimentare a fost mai mică decât cea de condiționare (Fig. 1B).

**Influența luminii.** *O. nubilalis* este o specie cu un comportament de reproducere nocturn, astfel că lumina este un factor important în influențarea derulării secvențelor și realizarea acoplărilor. Existența unui regim fotoperiodic este strict necesară pentru un comportament de reproducere normal (Fig. 2 A) dar intensitatea luminii apare, cel puțin aparent, mai puțin importantă. Situația prezentată în Fig. 2 B include însă numai observațiile dintr-o singură noapte iar observarea unei împerecheri la lumină continuă poate fi datorată ritmului circadian al activității comportamentale, asociat cu ritmicitatea regimului fotoperiodic din perioada de condiționare. Existența unui comportament precopulator activ a putut fi observată, mai ales la masculi, și la lumină continuă, dar el a fost de durată scurtă, pentru un număr mic de masculi și nu s-a finalizat cu postură de cuplu. Intensitatea acestui comportament precopulator a fost cu atât mai intensă cu cât perechile observate au fost formate (adulții celor două sexe puși împreună în vasul de

împerechere) în special în ultimele două ore ale fotofazei. Dacă cuplurile au fost realizate în prima oră a fotofazei, comportamentul precopulator a fost mult mai redus, mai persistent în prezență unor femele existente încă în chemare (imediat la inițierea fotofazei) și s-a diminuat abrupt pe parcursul acestei ore. Modelul evidențiază o periodicitate a comportamentului de reproducere al speciei cu perioada de activitate maximă în prima parte a nopții.

**Umiditatea relativă.** Cele două variante preliminare de experimentare au evidențiat un comportament de reproducere normal, finalizat cu posturi de cuplu, numai în condițiile unei umidități ridicate (Fig. 3). În lipsa unei asemenea umidități, a fost afectat nu numai comportamentul de reproducere dar și activitatea locomotoare, neasociată cu reproducerea, a fost mult diminuat și s-a realizat doar în reprez de durată scurtă.

**Vârsta adulților.** În varianta de experimentare cu două perechi de adulți/vas de împerechere, rezultatele obținute au evidențiat că vârsta de 2-4 zile a fost optimă în realizarea

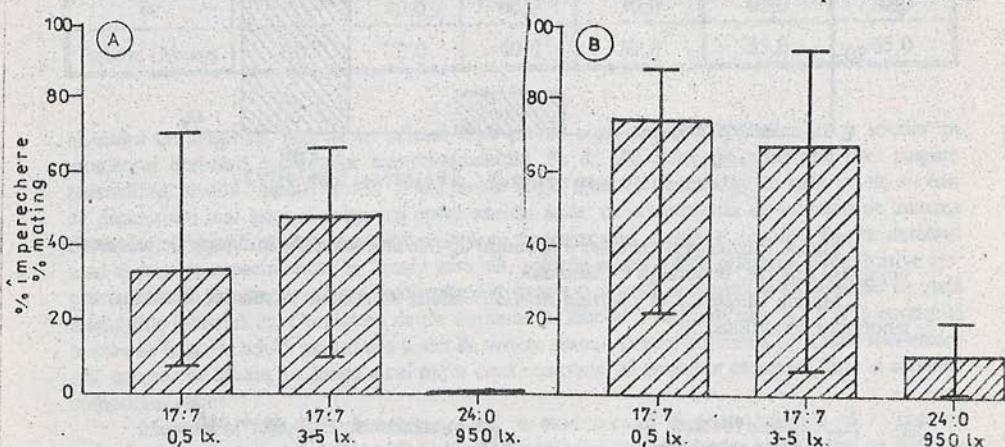


Fig. 2. Frecvența împerecherii la adulții de *Ostrinia nubilalis* în relație cu regimul fotoperiodic și intensitatea luminii. Observații pe durata unei scotofaze (A) și pe durata a 4 scotofaze (B). Linii verticale indică intervalul de variație.

Mating frequency of the *Ostrinia nubilalis* male and female, as related to photoperiodic regime and light intensity. Observations were made for one scotophase (A) and whole longevity (B). Vertical lines indicate the interval of variation.

unui comportament de reproducere normal (Fig. 4). Pentru această serie de experiențe (G 9-10), au existat diferențe între frecvența de împerechere la nivelul unei singure scotofaze și modelul obținut în condițiile în care adulții s-au lăsat împreună pe totă durata de viață. Într-o altă variantă (G 6), studiul împerecherii pe durata mai multor scotofaze a evidențiat câteva detalii interesante, asociate cu frecvența acoplărilor multiple (Tabelul 1). Astfel, după prima scotofază (cea în care s-au format de fapt perechile) nivelul de împerechere a fost deosebit de redus. Fenomenul poate fi asociat cu vârsta adulților (1 zi). Se observă că după scotofazele următoare procentul de împerechere a crescut semnificativ. Un model similar a fost obținut și pentru totă durata de viață a adulților.

**Densitatea adulților.** În condițiile de experimentare în laborator, densitatea adulților în vasele de împerechere a influențat numărul de posturi de cuplu. Facem precizarea că mai mult decât stabilirea unui spațiu optim de activitate/individ, a contat numărul indivizilor celor două sexe (aggregarea) pe o anumită unitate de volum sau suprafață. În acest caz s-au folosit vase de 3 l pentru fiecare variantă. Datele obținute au evidențiat că în aceste condiții, la *O. nubilalis*, densitatea optimă a fost de 3-5 perechi/vas (în medie, un maxim a fost înregistrat pentru 3 perechi/vas). Creșterea numărului de perechi/vas, peste valoarea de 6 a indicat o scădere a

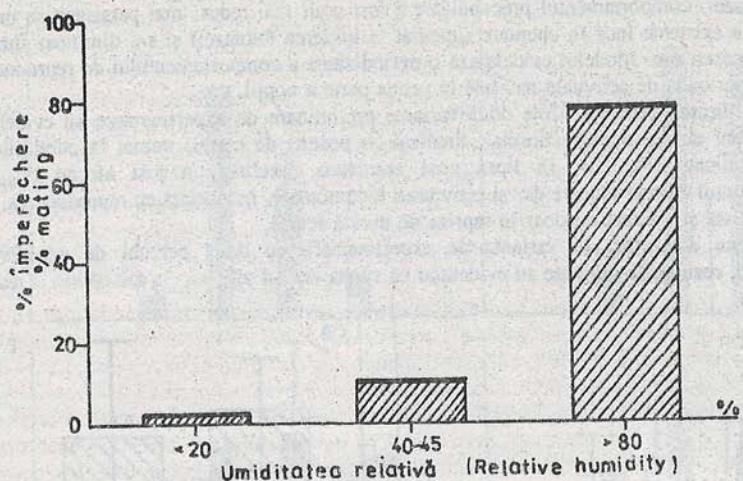


Fig. 3. Frecvența împerecherii la adulții de *Ostrinia nubilalis* în funcție de valoarea umidității relative, în condiții de laborator.

Mating frequency in *Ostrinia nubilalis* adults as related to relative humidity, in laboratory conditions.

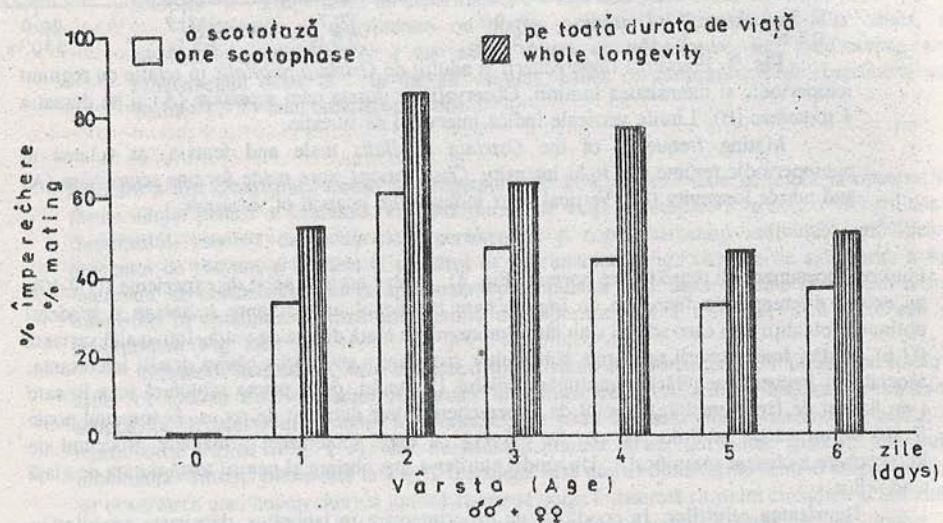


Fig. 4. Frecvența împerecherii la adulții de *Ostrinia nubilalis* în funcție de vârstă adulților. 2 perechi/vas; G 9-10.

Mating frequency in *Ostrinia nubilalis* adults, as related to male and female age. 2 pairs/cage; G 9-10.

Tabelul 1.

Evoluția nivelului împerecherilor la specia *Ostrinia nubilalis* în relație cu vârsta adulților. G 6; 5 perechi/vas; 4 repetiții/variantă.

The evaluation of the mating level in *Ostrinia nubilalis* as related to the adults age. 6<sup>th</sup> generation; 5 pairs/cage; 4 replications/variant.

Repetiția Replication	% femele cu spermatofori, după 1....6 scotofaze % females with spermatophores after 1....6 scotophases					
	1	2	3	4	5	6
I	0	100,0	60,0	40,0	40,0	60,0
II	0	80,0	40,0	80,0	40,0	60,0
III	20,0	60,0	80,0	60,0	80,0	60,0
IV	0	40,0	60,0	20,0	60,0	80,0
Media (Mean)	5,0	70,0	60,0	50,0	55,0	65,0

nivelului de acuplare, asociat în primul rând cu un comportament de deranjare a sexelor în momentul derulării sevenejelor comportamentale. Pe de altă parte, în condițiile unei singure perechi/vas nivelul împerecherilor a fost foarte redus (chiar și în condiții în care vasele au fost de dimensiuni mai mici). Fenomenul apare asociat astfel cu concentrația de feromon pe unitatea de volum. Modelul obținut evidențiază însă comportamentul gregar al speciei. Pentru numărul total al seriilor experimentate la fiecare variantă, valorile medii indică diferențe semnificative ale procentului de împerechere între datele obținute pentru o singură scotofază și totă durata de viață a adulților (Tabelul 2). Corelat cu datele obținute în Tabelul 1 se poate afirma că și în condiții în care se folosesc adulți maturi din punct de vedere sexual, pentru obținerea unor date revelatoare este necesar un studiu pe durata a cel puțin două scotofaze, al anumitor elemente, faze și sevenje comportamentale.

Momentul formării perechilor. Deși în mod normal se poate imagina că în condiții naturale momentul declansării derulării comportamentului de reproducere este asociat cu inițierea chemării de către femele, care implică un comportament de răspuns al masculilor (aceștia fiind deja pregătiți din punct de vedere fiziologic pentru aceasta, ca urmare a existenței unui ritm circadian endogen, fixat genetic - STAN & CRĂȘAN 1995), în condiții experimentale, momentul formării perechilor a influențat comportamentul de împerechere la *O. nubilalis* (Fig. 5). Pentru cele mai multe experiențe, perechile au fost formate la începutul scotofazei, în primele 2 ore și 30 minute, la diferite intervale de timp (Fig. 5 A). În acest caz s-a observat existența unei variabilități în comportamentul individual (ilustrat de valoarea medie pe repetiție și valoarea medie a celor 4 repetiții). Pentru perechile formate la începutul scotofazei a existat o durată mai lungă de timp până s-a realizat prima acuplare iar pe totă scotofaza numărul total de perechi acuplate a fost relativ mic. Pe intervalul dintre 1 h 15 min. și 2 h 30 min. a scăzut durata de timp până la formarea cuplurilor, iar numărul acestora a crescut. Interesant rămâne modelul obținut pentru 1 h 15 min. asociat probabil cu o vitalitate mai mare a adulților corelat cu factori de mediu și tehnici. Considerațiile incluse aici sunt valabile și pentru cazul în care perechile s-au format la sfârșitul fotofazei (Fig. 5 C).

In condițiile în care formarea perechilor de adulți s-a realizat la sfârșitul scotofazei, comportamentul de reproducere a fost semnificativ diminuat (în unele repetiții chiar absent), dar au fost obținute și două acuplări, realizate la câteva minute din momentul punerii împreună al adulților (Fig. 5 B). Modelul celor două situații evidențiază că activitatea comportamentală de reproducere are un maxim în prima parte a scotofazei, dar după cca 2 ore de la inițierea acesteia și se diminuează semnificativ cu înaintarea spre sfârșitul scotofazei. Au fost situații în care s-au observat femele în chemare și masculi excitați, la inițierea fotofazei, dar nu au fost observate acuplări. Acest aspect a fost constatat prin formarea perechilor la începutul scotofazei. În această

Tabelul 2

Nivelul împerecherilor la adulții de *Ostrinia nubilalis* în funcție de densitatea adulților în vasele de imprechere, comparativ, pe durata unei singure scotofaze (1 SF) și pe toată durata de viață (Dv). Valori medii pentru experiențele făcute în G 1-10; adulți de 2-5 zile.

Mating frequency in *Ostrinia nubilalis* adults as related to density in mating cages, in the one scotophase (1 SF) and, comparative, for their longevity (Dv).

Nr.perechi/vas No.pairs/cage	Nr.repetiții No.replications (n)	Nr.total perechi Nr.pairs (N)	% împerecheri (x) % matings (mean)	
			1 SF	Dv
1	56	48	3,60	10,00
2	15	27	20,52	50,62
3	14	40	40,46	78,28
4	15	58	33,18	74,86
5	12	59	35,14	66,24
6	10	56	23,62	38,64
10	5	48	18,62	44,00
2 - 6*	66	240	30,65	61,72
3 - 6	51	213	33,10	67,00
4 - 6	37	173	30,58	63,24

\* Datele reprezintă valorile medii estimate pentru experiențele cu 1 - 6 perechi de adulți/vas și incluse în prima parte a tabelului;

Data refer to mean values estimated for experiments with 1 - 6 pairs/cage, which are presented in the first part of this table.

situatie (Fig. 5 D) acoplările au fost înregistrate numai în scotofaza care a urmat, în această situație fiind mai bine marcat (la nivel de estimate medie) momentul optim al desfășurării comportamentului de reproducere.

Intr-o altă serie de experiențe a 10-15 repetiții/variantă, cu 5-6 perechi de adulți/vas, s-au alcătuit două variante:

- în prima, s-au pus adulți imediat la emergență și la începutul fotofazei; la sfârșitul scotofazei care a urmat, nivelul acoplărilor a fost de 26,6%;

- în a doua variantă s-au pus adulți de 2-3 zile în ora 3 a scotofazei; nivelul împerecherilor a fost de 59,25%.

Este evident că în această situație semnificația cea mai mare a avut-o vîrstă adulților, la care s-a asociat și existența unui număr mai mare de perechi/vas.

**Generația.** În condițiile creșterii în laborator a speciei *O. nubilalis* s-a studiat împerecherea pentru fiecare generație în parte. Pe intervalul generațiilor 4-10 nu s-au constatat diferențe semnificative la nivelul acestei secvențe comportamentale. Numărul maxim de spermatofori/femelă a fost 3, numărul dominant semnificativ fiind de 1 spermatofor/femelă (Tabelul 3). Se poate totuși observa că în paralel cu aclimatizarea și adaptarea la condițiile de creștere în laborator crește numărul împerecherilor multiple.

**Substratul.** Si în această serie de experiențe pentru studiul influenței culorii substratului, datele se referă la observațiile făcute pe toată durata de viață a adulților. În condițiile creșterii în laborator, culoarea substratului nu a influențat comportamentul de împerechere, la *O. nubilalis*, deși au existat diferențe la nivelul același variante de experimentare (Tabelul 4).

## Discuții

Datele acestui studiu preliminar au stat la baza cercetărilor ulterioare asupra creșterii, dezvoltării, comportamentului de reproducere și feromonal, în condiții de laborator, la specia *Ostrinia nubilalis*. Această specie importantă din punct de vedere economic s-a dovedit a respecta un model care este reprezentativ speciilor de lepidoptere cu comportament nocturn, dar s-au evidențiat și unele particularități, dependente de talie, capacitatea de zbor și caracteristica mediului de viață în natură. Cercetările în condiții de laborator contribuie la evidențierea modelelor comportamentale cu implicații asupra acțiunilor de monitoring a speciei în câmp. Modelele comportamentului de reproducere și feromonal, fixate genetic în evoluție, sunt influențate și modificate de acțiunea unor factori interni și externi.

Comportamentul de reproducere al speciei, în succesiunea primelor trei sevene (chemare, răspuns la feromon și curtare, acoplare) se desfășoară noaptea iar prin cercetări în condiții de laborator am pus în evidență faptul că activitatea are loc pe toată durata scotofazei, existând o peridicitate a activității cu un maxim în prima parte a scotofazei (STAN & CRĂIAN 1995; CRĂIAN et al. 1995; STAN et al. 1996). Evidențierea acestor aspecte a fost realizată în condiții optinme ale factorilor de mediu.

Temperatura este considerată ca un factor de mediu deosebit de important. Imperecherea reușită fiind rezultatul derulării optime a chemării, răspunsului la feromul sexual și curtării, acțiunea acestui factor a fost studiată aprofundat la nivelul acestor sevene comportamentale. La toate speciile de insecte studiate s-a evidențiat existența unui interval de temperatură în care activitatea comportamentală este optimă, pe o anumită porțiune a fotoperioadei și care exprimă existența unui ritm fundamental. Modificarea ritmului fundamental, printr-un răspuns activ la acțiunea factorilor exogeni, permite insectelor, să fie active, în condiții naturale, în diferite sezoane și condiții iar posibilitatea de folosire a ritmului endogen asociat cu temperatura, ca factor extern, în sincronizarea activităților sexuale are valoare adaptativă pentru diferite specii de insecte (BAKER & CARDE 1979). Pentru fiecare specie, intervalul optim și valoarea maximă la nivelul imperecherii, sunt situate la diferite nivele ale fotoperioadei, corelat cu valarea temperaturii. Pentru *Ostrinia nubilalis* acest interval este în prima parte a scotofazei, la temperatură de 23-24°C.

Studiul imperecherii la un regim termic cuprins pe intervalul 15-29°C, la nivelul orei 3 din scotofază, a evidențiat un maxim la nivelul valorii de 20°C. Valori sub 17°C și peste 26°C au dus la absența acoplării, deși comportamentul de chemare și de răspuns la feromon a fost prezent (în procent redus). Așadar, scăderea temperaturii din situația de condiționare ( $24 \pm 1^\circ$ ) a determinat o intensificare a activității de reproducere, asociată cu scăderea temperaturii, atingând un maxim la 20°C. Acest model comportamental dependent de temperatură a fost evidențiat la multe specii de lepidoptere, cu remarcă specificitatea în funcție de comportamentul general al speciilor, arealul de răspândire și combinația cu alți factori de mediu care acionează simultan (SHOREY 1966; SOWER et al. 1971; THIBOUT 1974; SANDERS 1975; KANNO & SATO 1979). Date similare au fost obținute și la *Ostrinia nubilalis* (LOUGHNER & BRINDLEY 1971). Modelul comportamental obținut în condiții de laborator de către noi, corespunde cu unele observații facute în câmp prin care a constatat că activitatea de imperechere la *O. nubilalis*, se petrece în timpul nopții, la scăderi cu 6-10°C față de temperatura din timpul zilei (STOCKEL 1980). Ca și la *Trichoplusia ni* (SHOREY 1966) sau *Ostrinia nubilalis* (LOUGHNER & BRINDLEY 1971), la *Acrolepia assectella*, frecvența imperecherilor a fost proporțională cu căderea valorii temperaturii, însă aici fenomenul a fost adeverat numai între 20 și 16,5°C (THIBOUT 1974). În mod normal și corect, datele obținute în condiții de laborator se compară cu cele obținute în câmp. Aici, datorită imposibilității de a separa factorii de mediu, modelul comportamental poate apărea modificat, prin schimbarea limitelor intervalului optim sau a perioadei optime de activitate. Astfel, studii în câmp la *O. nubilalis* asupra activității (comportamentul de deplasare al indivizilor dintr-un anumit loc) și răspunsului (procentajul indivizilor activi și care răspund la un anumit stimул: luminos, sexual, fagoattractant) au scos în evidență un interval mai larg al regimului termic, cuprins pe intervalul

15 - 45°C activitatea menținându-se ridicată pe tot intervalul și cu scădere bruscă la limitele extreme ale acestuia. În ceea ce privește răspunsul, optimul a fost cuprins pe intervalul 17-30°C, cu un maxim în jur de 20-25°C (BROERSMA et al. 1976). Nu numai în ceea ce privește comportamentul dar și creșterea și dezvoltarea la *O. nubilalis* pot fi modelate în relație cu temperatura și marchează distribuția temporară a populațiilor de insecte, pentru studiile de management (ANDERSON et al. 1982). Datele din Fig. 1 referitoare la numărul de spermatofori (spf.) arată, în ambele situații, dominanța unui singur spermatofor per femelă dar pe toată durata

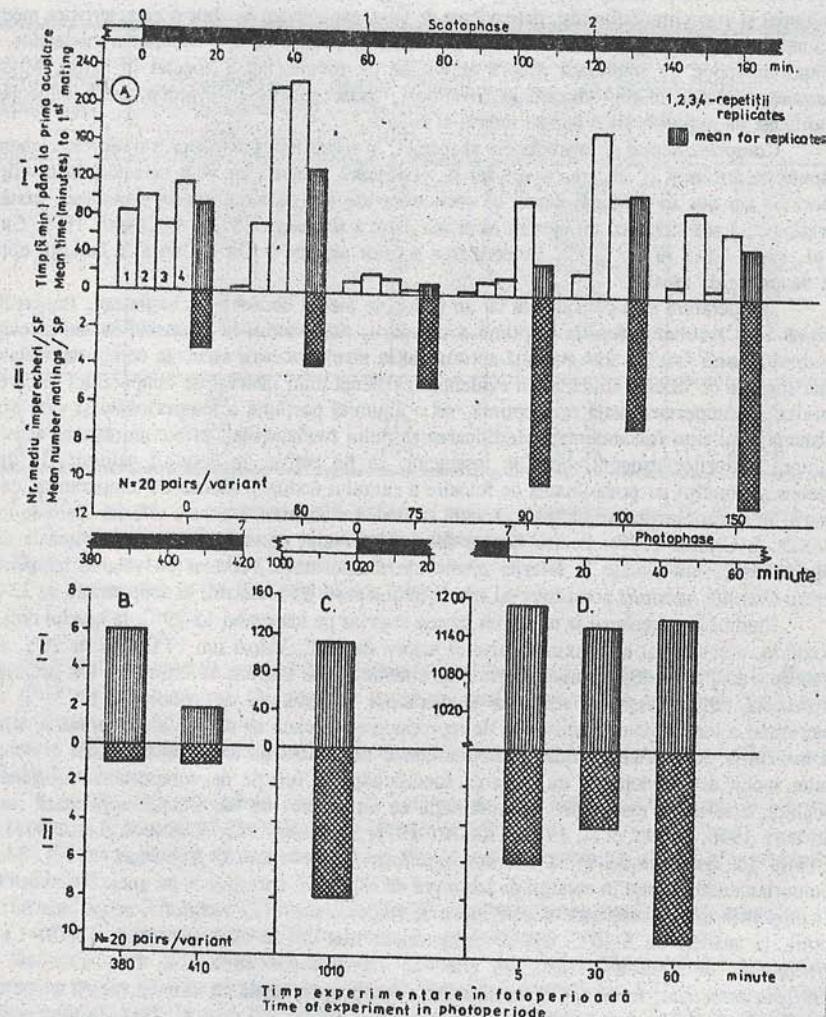


Fig. 5. Modelul și frecvența împerecherilor la *Ostrinia nubilalis* în funcție de momentul formării perechilor de adulți. Perechi formate la începutul scotofazei (A), la sfârșitul scotofazei (B), la sfârșitul fotofazei (C) și la începutul fotofazei (D).

Mating frequency in *Ostrinia nubilalis*, as related to time when adult pairs were set up. Tests were made at onset (A) and end (B) of the scotophase, and at onset (D) and the end (C) of photophase.

Tabelul 3

Numărul de spermatofori/femelă la specia *Ostrinia nubilalis* în condițiile studiului împerecherii în laborator în diferite generații. Adulți de 2-3 zile la formarea perechilor; observații pentru toată durata de viață a adulților; valori medii pentru 20 repetiții a 3-5 perechi/vas.

The number of spermatophores/female in *Ostrinia nubilalis* as related to generation. Adults from 2-3 days; data refer to observations on all age; mean values for 20 replications with 3-5 pairs/mating cage.

Generația Generation	Femele în experiențe Females in experiments		% femele acuplate, cu 1, 2 și 3 spf. % mated ♀♀ with 1-3 spermatophores		
	Nr. total Total number	% ♀♀ acuplate % ♀♀ mated	1	2	3
4	88	48,86	95,3	4,7	-
5	140	58,57	95,1	4,9	-
6	156	51,92	96,3	3,7	-
8	124	44,35	92,7	7,3	-
9	118	58,47	89,9	8,6	1,4
10	98	40,82	87,5	15,5	-

de viață a crescut și numărul femelelor cu 2 spermatofori. Aceste rezultate concordă cu cele obținute de noi în urma disecțiilor făcute la femele capturate în capcana luminosă (CRIȘAN et al. nepubl.), fiind semnante și în alte studii. Astfel, ELLIOTT (1977) la materialul biologic din câmp a evidențiază 71-84% femele cu 1 spf. și 15-28% cu 2 spf. (în G 1), respectiv 49-71% femele cu 1 spf. și 29-37% cu 2 spf. (în G 2). Doar 0-13% din femele au avut în G 2 și 3 spf. (numărul maxim de spermatofori a fost de 4, doar la 7 femele dintr-un număr totă de 3027. Deçi al această populație din Canada, apare o incidență mai mare a împerecherior multiple, comparativ cu populațiile din Iowa (SHOWERS et al. 1974).

Compararea tuturor acestor date susțin ideea existenței unui interval de activitate comportamentală a speciilor inclus între valorile limită de prag iar în cadrul lui este definit optimul de reproducere și valoarea maximă. O privire de ansamblu la speciile cu comportament nocturn situează valorile celor 3 parametrii în funcție de specie: la *Chilo suppressalis*, interval - 8-37°C, optim - 15-25°C, maxim 21°C (KANNO & SATO 1979); la *Choristoneura fumiferana*, interval - 9-28°C, optim - 15-24°C, maxim - 20°C (SANDERS 1975); la *Agrotis ipsilon*, interval - 8-37°C, optim - 20-34°C, maxim - 20°C (ARCHER et al. 1980). Am ales aceste exemple deoarece aici sunt încadrate majoritatea speciilor studiate, o anumită variabilitate existând în relație cu zona geografică, întinderea a arealului de răspândire și comportamentul specific.

Datele referitoare la influența luminii asupra împerecherii concordă cu modelul comportamental specific, fiind specie cu activitate nocturnă, luma puternică inhibă activitatea comportamentală. Un comportament precopulator, dar de secură durată și nefinalizat cu împerechere, a fost evidențiat și la lumină de zi dar numai în situațiile când observațiile (respectiv perechile) s-au făcut imediat după injecția fotofazei. Datele acestea concordă cu observațiile făcute asupra speciei și de alți autori (LOUGHNER & BRINDLEY 1971; SHOWERS et al. 1976). Cercetări aprofundate la diferite specii de lepidoptere au luat în considerare influența fotoperioadei asupra sevenjelor comportamentului de reproducere, cu accent însemnat asupra comportamentului de chemare. În ceea ce privește intensitatea luminii la speciile cu comportament nocturn, diferite studii au remarcat aspecte similare. Astfel, la *Trichoplusia ni* (SHOREY 1966), rocentul de împerechere a scăzut progresiv pe intervalul 0,3 - 100 lux (optim a fost 0,3 lx.). La specia *Acrolepia assectella* (THIBOUT 1974) adulții nu s-au împerecheat la o intensitate a luminii > 100 lx., pe intervalul 100-1500 lx. neânregistrându-se nici o femelă în chemare. Pentru speciile

Tabelul 4

Capacitatea de împerechere la adulți de *Ostrinia nubilalis* în relație cu culoarea substratului din vasele de împerechere. G 5 - 9 repetiții; G 6 - 4 repetiții; 5-6 perechi/vas.

Mating capacity in *Ostrinia nubilalis* adults, as related to the colour of the mating cages substratum. G 5 - 9 replications; G 6 - 4 replications; 5-6 pairs/mating cage.

Generația Generation (G)	Nr. perechi No. pairs (N)	Culoarea substratului și % împerecheri Substratum colour and % matings	
		Alb (White)	Verde (Green)
5	48	34,68	56,82
6	22	50,08	30,26

cu comportament crepuscular de dimineață, trecerea de la scotofază la fotofază determină o diminuare a activității sexuale dar inhibitia nu este atât de evidentă. De asemenea, nici trendul curbei de activitate la intensitățile luminoase de 0,3 - 3 - 30 - 300 lx. nu a scos în evidență o scădere semnificativă (SOWER et al. 1970). Fenomenul a fost remarcat și în cercetările făcute în laborator la speciile *Mamestra brassicae* și *Xestia c-nigrum* (STAN 1991). Totuși, la *M. brassicae*, SUBCHEV(1983) sugerează că intensitatea luminoasă a modificat perioada activității de chemare (în întuneric complet procentul de chemare a fost mai mare și perioada mai timpurie), aceasta fiind inhibată de o intensitate luminoasă de 0,3 lx.

In ceea ce privește fotoperioada și lumina ar mai fi de remarcat un aspect interesant. La *O. nubilalis* o scotofază de 7 ore a apărut în cercetările noastre ca fiind prea scurtă, la aprinderea luminii fiind observate femele încă în chemare. Aceasta nu a influențat însă comportamentul de reproducere sau numărul de împerecheri. La o scotofază de 8 ore, chemarea a început brusc în momentul aprinderii luminii (ROYER & MCNEIL 1991). Lungimea fotofazei sau scotofazei (în condițiile în care scotofaza nu a scăzut sub 7-8 ore la speciile cu comportament nocturn), are acțiune diferită asupra comportamentului în funcție de localizarea perioadei de activitate și totuși chiar pentru o aceeași situație s-au evidențiat deosebirile în funcție de specie și de interacțiunea cu temperatura. Astfel, lungimea fotofazei sau scotofazei nu au influențat periodicitatea activității de împerechere (SOWER et al. 1970; THIBOUT 1974) în timp ce la alte specii a fost influențată (KANNO 1981; HAYNES & BIRCH 1984). La unele specii timpul de împerechere este inițiat de stingerea luminii (CARDE & ROELOFS 1973; THIBOUT 1974) iar la altele de aprinderea luminii (SOWER et al. 1971; BAKER & CARDE 1979).

Cercetările efectuate asupra temperaturii și luminii, au scos în evidență importanța acțiunii combinate a celor doi factori, asupra comportamentului de reproducere la lepidoptere. Astfel la *Chilo suppressalis* intensitatea luminii a variat cu temperatura pentru inițierea chemării (KANNO 1981). Multiplele interacțiuni dintre lumină și temperatură determină și numeroasele posibilități de inițiere și susținere a activității comportamentale, cei doi parametri fiind considerați a avea influență majoră. Acești factori pot controla activitatea de reproducere, pe cel puțin două căi: prin valoarea de dinăfara limitelor de prag, care previne activitatea și prin alternanță și fluctuații, care determină timpul activității (SHOREY 1966). Temperatura prin schimbarea zilnică instalează ritmul circadian iar prin modificarea valorilor absolute deplasează perioada; lumina are rolul de a instala ritmul circadian, nivelul activității fiind modificat, în anumite situații și la anumite specii, de intensitate (SOWER et al. 1971). Modul de acțiune al temperaturii asupra comportamentului de reproducere este extrem de complex. La unele specii, cu perioada de activitate tot în prima parte a scotofazei, scăderea temperaturii în fotofază (de la 25 la 16°C) a avansat chemarea în fotofază (CARDE & ROELOFS 1973; KANNO 1981). În schimb, se pare că la specii la care comportamentul se derulează în primele ore ale scotofazei (ex. *Itame argillacearia*), modificarea temperaturii nu modifică și periodicitatea comportamentală (ALFORD & DIEHL 1985).

Un alt factor important care influențează comportamentul de reproducere este umiditatea relativă. Pentru unele specii acest parametru are mai puțină semnificație, dar pentru altele, limitele, între care se desfășoară un comportament optim, se înscriu într-un interval foarte îngust. Acest fenomen este specific și pentru *Ostrinia nubilalis*. În experimentul nostru prin luarea în considerare a celor două situații, nu s-a putut stabili intervalul optim dar am constat necesitatea asigurării unei umidități ridicate, favorabilă pentru o frecvență mai mare a școalărilor reușite. Comportamentul de chemare al speciei *O. nubilalis*, la diferite umidități relative constante a fost influențat dar efectul umidității apare a fi mai pronunțat în condiții constante decât fluctuante sugerând că modelul comportamentului de chemare nu a fost determinat numai de condițiile de umiditate (WEBSTER & CARDE 1982a). Specia este suscepțibilă și în rezistență la uscăciune. Studiul unor elemente comportamentale în cadrul secvenței de chemare (media începerii chemării, media duratei chemării, media numărului de reprise de chemare) asociat cu vîrstă femelelor a evidențiat acțiunea favorabilă a umidității ridicate (82%), desigur că cercetările au fost făcute la 3 valori (53%, 62% și 82%) (ROYER & MCNEIL 1991). În condițiile unei umidități scăzute, diminuarea sau întreruperea împerecherii, cu influențarea fecundității, a fost constată și la alte specii (KEHAT & GORDON 1975; ELLIS & STEELE 1982). Referitor tot la *O. nubilalis*, un maxim al activității de zbor a fost înregistrat, în câmp, la temperaturi înalte, în condiții de umiditate relativă scăzută, mai pronunțat decât în condiții de umiditate moderată (diferențele nu au fost însă semnificative) (BROERSMA et al. 1976). Parțial aceste precizări confirmă modelul comportamental de răspuns la feromon în condițiile testărilor în laborator, în relație cu umiditatea (ROYER & MCNEIL 1993). Astfel, la toate concentrațiile testate, receptivitatea masculilor a scăzut odată cu creșterea umidității. S-a constatat că elementul comportamental de luare a zborului și cel de sosire lângă sursa atrăgătoare, au fost evidențiate, în procent mare și fără diferențe semnificative, pe intervalul de 40-75% UR. Creșterea umidității (pe intervalul 80-100%) a dus în schimb la întreruperea zborului. Modelul obținut poate explica de ce într-o serie de experimentări, deși adulții au prezentat un comportament activ și viguros, nu au răspuns la feromonul sexual. Explicația logică a fenomenului este dată (ROYER & MCNEIL 1993) prin faptul că senzila *coeloconica* care este responsabilă cu perceperea umidității la lepidoptere (GRANT 1975) dar și la alte specii (ALTNER et al. 1977), la specia *O. nubilalis* se găsește alăturate de senzila *trichoidea* (CORNFORD et al. 1973) iar în acest fel se realizează de fapt o interacțiune a stimulilor și astfel ar fi nevoie de o cantitate mai mare de feromon în condiții de umiditate ridicată. Pentru situațiile din câmp, prezența umidității, sub formă de rouă, s-a dovedit deosebit de importantă pentru desfășurarea optimă a comportamentului de reproducere (DEROZARI et al. 1977). Scăderea temperaturii și formarea de rouă, însotită de o creștere a umidității relative, s-a dovedit a influența împerechere și la alte specii de lepidoptere. La *O. nubilalis*, declinul în activitatea de împerechere la umidități relative mici poate fi asociat fie cu reducerea activității de zbor (BROERSMA et al. 1976), fie a comportamentului de chemare (WEBSTER & CARDE 1982a; ROYER & MCNEIL 1991), fie a schimbării receptivității masculilor (ROYER & MCNEIL 1993). Influența umidității, separat dar cel mai frecvent în combinație cu alți factori de mediu au o importanță deosebită în modificările observate apoi la nivelul reproducerei. La adulții de *Agrotis ipsilon*, maximul pentru reproducere și supraviețuire a fost la 20°C și 80% UR (optimul pentru dezvoltarea tuturor stadiilor a fost 27°C; fecunditatea cea mai mare a fost pe intervalul 20-27°C și 60-80% UR) (ARCHER et al. 1980). La specia *Chilo suppressalis*, pe intervalul 10-25°C, umiditatea relativă nu a influențat împerecherea (în condițiile în care a fost situată pe un interval optim), dar la 30-35°C, nivelul de împerechere a fost mare numai dacă umiditatea relativă a fost de 100% (KANNO & SATO 1980).

Vîrstă adulților este de asemenea un factor intern important care influențează semnificativ comportamentul de reproducere la lepidoptere. În studiile noastre vîrstă optimă pentru împerechere la *O. nubilalis* a fost pe intervalul 2-4 zile, cu un maxim la 3 zile. Am constatat însă că menținerea perechilor pe o durată mai lungă de timp a determinat un nivel constant ridicat al împerecherilor pe intervalul vîrstei de 2-6 zile (Tabelul 1). În altă serie de experiențe derulată în laborator, și adulți de 0-1 zile (3-6 perechi/vas) s-au împerecheat în condiții de laborator (CRĂIAN 1992). De fapt a fost constatată că adulții speciei sunt apti de împerechere la 12 ore de la emergență (CAFFREY & WORTHLEY 1927; cit. în ELLIOTT 1977). Datele obținute de noi în studiul

comportamentului de împerechere confirmă rezultatele obținute în studiul influenței vîrstei asupra comportamentului de răspuns la feromonul sexual (STAN et al. 1996). Fiecare specie s-a dovedit a avea un interval optim al vîrstei adulților, pe care se derulează comportamentul de reproducere și feromonal: 3-4 zile la *Chilo suppressalis* (KANNO & SATO 1978), 1 zi la *Pectinophora gossypiella* (LUKEFAHR & GRIFFIN 1957), 3 zile la *Spodoptera littoralis* (KEHAT & GORDON 1975), 4 zile la *Earias insulana* (KEHAT & GORDON 1977). Unele specii prezintă diferențe între maturitatea sexuală a celor două sexe (*Orgya thielina*; SATO 1977). La toate speciile de lepidoptere studiate, modelele de chemare, răspuns și împerechere se modifică asociat cu vîrstă: femelele mai bătrâne intră mai repede în chemare (inițierea mai timpurie a perioadei de activitate), fenomenul având valoare adaptativă în competiția cu adulții tineri.

In condițiile experimentărilor din laborator se poate obține un model al activității comportamentale de reproducere și care oglindește modelul din natură, prin studiul influenței densității adulților în vasele sau cuștile de împerechere sau testare. Noi am pus în evidență la *O. nubilalis*, că un număr de 2-6 perechi/vas de împerechere cu volum de 3 l, a constituit o densitate optimă, cu un maxim la 3 perechi/vas. Fenomenul ilustrează comportamentul gregar al speciei și concordă cu comportamentul observat în natură (SHOWERS et al. 1976; STOCKEL et al. 1986). Este evident că acest comportament este dependent de specie. Cele cu talie mare și comportament foarte activ de zbor au implicat un număr mai mic de perechi/vas, (1-3) dar fenomenul nu este o regulă generală. Astfel, la *Heliothis zea* și *H. virescens*, optimul a fost de 5-6 perechi/vas iar în altă serie de experiențe, la prima specie, s-au obținut valori optime pe intervalul 1-5 perechi (JONES et al. 1975). Modificând și rata sexelor, procentul cel mai mare de împerecheri a fost înregistrat la rata de 6:1 - 1:1 (masculi : femele) iar numărul de spermatozofi/♂ a crescut pe intervalul ratei 6:1 - 1:6 (♂:♀). În cazul evidențierii numărului de spermatozofi/♀ a fost invers. Si la specia *Spodoptera litura*, creșterea numărului de masculi a determinat o creștere a numărului de femele acuplate (OTAKE & OYAMA 1973). În schimb, la *Pectinophora gossypiella* optimul a fost înregistrat la o singură pereche/vas de 1,5-3 l (SMITH et al. 1978). Fenomenul a fost valabil chiar și la specii cu talie mică cum este *Laspeyresia pomonella* (BROWER 1975). Faptul că la anumite specii reproducerea nu este eficientă la o singură pereche de adulți/vas de împerechere, poate avea mai multe explicații. La specia *O. nubilalis*, o asociem în primul rând cu cantitatea de feromon sexual eliberat de o femelă și apoi cu comportamentul gregar al speciei, influențat și de comportamentul redus de zbor și asocierea cu o anumită plantă gazdă preferențială. Fenomenul a fost însă evidențiat și la *Mamestra brassicae* în condiții de laborator, fiind corelat cu diminuarea comportamentului feromonal (eliberare și răspuns în condițiile adaptării în laborator și creșterea de multe generații, paralel cu creșterea consangvinizării (STAN 1995; STAN & CHIȘ 1995). Pe de altă parte poate fi explicat parțial și comportamentul acestei specii în natură, ca slab zburătoare, formează populații locale iar feromonul sexual este complex (STAN et al. 1994).

Momentul formării perechilor în laborator a scos în primul rând în evidență faptul că perioada de activitate sexuală a speciei *O. nubilalis* este localizată în prima parte a scotofazei, cu un maxim la nivelul orei 3 al acesteia. Datele au fost confirmate și de comportamentul de răspuns al masculilor la feromonul sexual natural și sintetic (STAN et al. 1996).

Creșterea insectelor în condiții de laborator, în diferite linii și în generații succesive modeleză populația ca urmare a aclimatizării, adaptării la condițiile acestea, influența selecției artificiale și "domesticirii" (OCHIENG-ODERO 1994). Pentru specia *Mamestra brassicae* influența generației din care a provenit materialul biologic, asupra comportamentului de împerechere a fost amplu studiată (STAN & CHIȘ 1995). Datele obținute de noi la *O. nubilalis* în acest studiu, nu au evidențiat deosebiri la nivelul primelor 10 generații. Datele din literatura de specialitate, în condițiile creșterii pe zeci și sute de generații, au remarcat diminuarea intensității activităților comportamentale și necesitatea folosirii unor tehnici adecvate de control a populațiilor, pentru reducerea fenomenului de consangvinizare cu nemodificarea comportamentului (LEPPLA & ASHLEY 1989; aut. cit. în STAN 1993).

Culoarea substratului nu a influențat comportamentul de împerechere la *O. nubilalis*. Fenomenul explică faptul că la o specie cu comportament nocturn, culoarea mediului înconjurător nu influențează reproducerea. Noi am testat doar două culori, dar este posibil ca o altă nuanță să

inducă o anumită reacție. Comportamentul din laborator concordă cu modelul din câmp, unde s-a edidențiat că împerecherea nu are loc de fapt în interiorul culturii de porumb ci adulții se agregă în câmpurile deschise, cu vegetație ierboasă, din jurul acestor culturi ( SHOWERS et al. 1976; STOCKEL et al. 1985, 1986). Se manifestă mai degrabă influența asigurării unei anumite concentrații de feromon și probabil o intensitate luminoasă care să favorizeze întâlnirea sexelor. La *Diatraea grandiosella*, o altă specie de sfredelitor al porumbului în vestul SUA, cercetări privind caracteristicile substratului în influențarea comportamentului de reproducere și în special de ovipozitare, s-a dovedit că sunt preferate suprafețele netede (în comparație cu cele rugoase sau pubescente), nu s-a evidențiat nici o preferință pentru culori în ovipozitare iar culoarea, textura sau orientarea unor țesuturi vegetale nu au influențat semnificativ numărul de ouă (POSTON et al. 1979).

## BIBLIOGRAFIE

- ALFORD A.R., DIEHL J.R. 1985. The periodicity of female calling in the bluegerry spanworm *Itame argillacearia* PACK. (Lepidoptera: Geometridae). Can. Entomol., 117: 553-556.
- ALTNER H., SASS H., ALTNER I. 1977. Relationship between structure and function of antennal chemo-, hygro-, and thermo-receptive sensilla in *Periplaneta americana*. Cell Tissue Res., 176: 389-405.
- ANDERSON T.E., KENNEDY G.G., STINNER R.E. 1982. Temperature-dependent models of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) development in North Carolina. Environ. Entomol., 11: 1145-1150.
- ARCHER T.L., MUSICK G.L., MURRAY R.L. 1980. Influence of temperature and moisture on black cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) development and reproduction. Can. Entomol., 112: 665-673.
- BAKER T.C., CARDE R.T. 1979. Courtship behavior of the oriental fruit moth (*Grapholita molesta*): Experimental analysis and consideration of the role of sexual selection in the evolution of courtship pheromones in Lepidoptera. Ann. Entomol. Soc. Amer., 72 (1): 173-188.
- BARTELL R.J., SHOREY H.H. 1969. A quantitative bioassay for the sex pheromone of *Epiphyas postvittana* (Lepidoptera) and factors limiting male responsiveness. J. Insect Physiol., 15: 33-40.
- BROERSMA D.B., BARRETT J.R., SILLINGS J.O. 1976. Activity and blacklight induced flight of black cutworm and European corn borer as related to temperature and relative humidity. Environ. Entomol., 5 (6): 1191-1194.
- BROWER J.H. 1975. *Plodia interpunctella*: Effect of sex ratio on reproductivity. Ann. Entomol. Soc. Amer., 68 (5): 847-851.
- CARDE R.T., ROELOFS W.L. 1973. Temperature modification of male sex pheromone response and factors affecting female calling in *Holomelina immaculata* (Lepidoptera: Arctiidae). Can. Entomol., 105: 1505-1512.
- CARDE R.T., BAKER T.C., ROELOFS W.L. 1975. Moth mating periodicity: temperature regulates the circadian gate. Experientia, 31: 46-48.
- CORNFORD M.E., ROWLEY W.A., KLUN J.A. 1973. Scanning electron microscopy of antennal sensilla of the European corn borer *Ostrinia nubilalis*. Ann. Entomol. Soc. Amer., 66: 1079-1088.
- CRIȘAN AL., STAN GH., CHIȘ V. 1995. Reproduction and pheromonal behaviour in *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Crambidae), under laboratory conditions. 3. The olfactometric bioassay of the male response to natural and synthetic sex pheromone. Bul. inf. Soc. lepid. rom., 6 (3-4): 291-304 (in romanian).
- CRIȘAN AL., ROMAN M.C., JELERIU S., TOMESCU N., STAN GH., COROIU I. 1990. Contribuții la cunașterea biologiei speciei *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Pyralidae). I.

- Caracteristici ale dezvoltării sfredelitorului porumbului în condiții de laborator. Ann. Banat Biol., Ecol., Fiziol., Biochem., 122-125.
- DEROZARI M.B., SHOWERS W.B., SHAW R.H. 1977. Environment and the sexual activity of the European corn borer. Environ. Entomol., 6: 657-665.
- ELLIOTT W.M. 1977. Mating frequency of the female European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in southwestern Ontario. Can. Entomol., 109: 117-122.
- ELLIS P.E., STEELE G. 1982. The effect of delayed mating on the fecundity of females of *Spodoptera littoralis* (BOISDUVALL)(Lepidoptera: Noctuidae). Bull. Entomol. Res., 72: 295-302.
- GRANT G.G. 1975. Preuve électrophysiologique d'un récepteur d'humidité sur les antennes de plusieurs Lépidoptères. Rev. Bimestrielle Rech. Environ. Canada, 31: 28.
- HAYNES K.F., BIRCH M.C. 1984. Mate locating and courtship behaviors of the articoke plume moth *Platiptyilia carduidactyla* (Lepidoptera: Pterophoridae). Environ. Entomol., 13 (2): 399-408.
- HAYNES K.F., BIRCH M.C. 1984. The periodicity of pheromone release and male responsiveness in the articoke plume moth *Platiptyilia carduidactyla*. Physiol. Entomol., 9: 287-295.
- JONES R.L., PERKINS W.D., SPARKS A.N. 1975. *Heliothis zea*: effects of population density and a marker dye in the laboratory. J. Econ. Entomol., 68 (3): 349-350.
- KANNO H. 1981. Mating behaviour of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* WALKER (Lepidoptera: Pyralidae). VI. Effects of photoperiod on the diel rhythms of mating behaviours. Appl. Ent. Zool., 16 (4): 406-411.
- KANNO H. 1981. Mating behaviour of the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* WALKER (Lepidoptera: Pyralidae). V. Critical illumination intensity for female calling and male sexual response under various temperatures. Appl. Ent. Zool., 16 (3): 179-185.
- KANNO H., SATO A. 1978. Mating behaviour of the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* WALKER (Lepidoptera: Pyralidae). I. Effects of moth age on mating activity. Appl. Ent. Zool., 13: 215-221.
- KANNO H., SATO A. 1979. Mating behaviour of the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* WALKER (Lepidoptera: Pyralidae). II. Effects of temperature and relative humidity on mating activity. Appl. Ent. Zool., 14 (4): 419-427.
- KANNO H., SATO A. 1980. Mating behaviour of the rice stem borer moth, *Chilo suppressalis* WALKER (Lepidoptera: Pyralidae). III > Joint action of temperature and relative humidity on mating activity. Appl. Ent. Zool., 15: 111-112.
- KEHAT M., GORDON D. 1975. Mating, longevity, fertility and fecundity of the cotton leaf-worm *Spodoptera littoralis* (BOISD.)(Lepidoptera: Noctuidae). Phytoparasitica, 3 (2): 87-102.
- KEHAT M., GORDON D. 1977. Mating, longevity, fertility and fecundity of the spiny bollworm, *Earias insulana* (Lepidoptera: Noctuidae). Entomol. Exp. Appl., 22: 267-273.
- LEPPA N.C., ASHLEY T.R. 1989. Quality control in insect mass production: a review and model. Bull. Entomol. Soc. Amer., 4: 33-44.
- LOUGHNER G.E., BRINDLEY T.A. 1971. Mating success of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, as influenced by environmental factors. Ann. Entomol. Soc. Amer., 64: 1091-1094.
- LUKEFAHR M., GRIFFIN J. 1957. Mating and oviposition habits of the pink bollworm moths. J. Econ. Entomol., 50 (4): 487-490.
- OCHIENG-ODERO J.P.R. 1994. Does adaptation occur in insect rearing system, or is it a case of selection, acclimatization and domestication ? Insect Sci. Appl., 15 (1): 1-7.
- OTAKE A., OYAMA M. 1973. Influence of sex ratio and density on the mating success of *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). Appl. Ent. Zool., 8 (4): 246-247.
- POSTON F.L., WHITWORTH R.J., LOERA J., SAFFORD H.B. 1979. Effects of substrate characteristics on the ovipositional behavior of the southwestern corn borer. Ann. Entomol. Soc. Amer., 72: 47-50.
- ROYER L., MCNEIL J.N. 1991. Changes calling behaviour and mating success in the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) caused by relative humidity. Entomol. Exp. Appl., 61: 131-

- ROYER L., MCNEIL J.N. 1993. Effect of relative humidity conditions on responsiveness of European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) males to females sex pheromone in a wind tunnel. *J. Chem. Ecol.*, **19** (1): 61-69.
- SANDERS C.J. 1975. Factors affecting adult emergence and mating behaviour of the eastern spruce budworm *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Can. Entomol.*, **107**: 967-977.
- SATO T. 1977. Preliminary observations on the mating behavior of the white-spotted tussock moth, *Orgyia thyellina* (BUTLER) (Lepidoptera: Lymantridae). *Appl. Ent. Zool.*, **13** (1): 50-53.
- SHOREY H.H. 1966. The biology of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). IV. Environmental control of mating. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **59** (3): 502-506.
- SHOWERS W.B., REED G.L., OLOUSSI-SADEGHI H. 1974. European corn borer: Attraction of males to synthetic lure and to females of different strains. *Environ. Entomol.*, **3** (1): 51-58.
- 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** (6): 1099-1104.
- SMITH R.L., FLINT H.M., FOREY D.E. 1978. Air permeation with gossyplure: feasibility studies on chemical confusion for control of the pink bollworm. *J. Econ. Entomol.*, **71** (2): 257-264.
- SOWER L.L., SHOREY H.H., GASTON L.K. 1970. Sex pheromone of noctuid moths. XXI. Light:dark cycle regulation and light inhibition of sex pheromone release by females of *Trichoplusia ni*. *Ann. Entomol. Sc. Amer.*, **63**: 1090-1092.
- SOWER L.L., SHOREY H.H., GASTON L.K. 1971. Sex pheromone of noctuid moths. XXV. Effects of temperature and photoperiod on circadian rhythm of sex pheromone release by females of *Trichoplusia ni*. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **64** (6): 488-492.
- STAN GH. 1991. Reproductive biology, mating behaviour and sex pheromones in pest Lepidoptera species. 1. Studies on pheromonal behaviour under laboratory and field conditions in *Mamestra brassicae* L. and *Xestia c-nigrum* L. (Lepidoptera: Noctuidae). *Bul. inf. Soc. lepid. rom., Suppl. 1*: 87-133 (in romanian).
- STAN GH. 1993. Male response behaviour to semiochemicals of some moth species (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. 1. Method of bioassay, response estimate and relative importance of quality response to natural and synthetic sex pheromone in *Mamestra brassicae* L. and *Xestia c-nigrum* L. *Bul. inf. Soc. lepid. rom.*, **4** (1): 31-43 (in romanian).
- STAN GH. 1995. Comparative study on the reproductive capacity in *Mamestra brassicae* L. and *Xestia c-nigrum* J. (Lepidoptera: Noctuidae), in laboratory conditions. *Bul. inf. Soc. lepid. rom.*, **6** (3-4): 231-246 (in romanian).
- STAN GH., CHIŞ V. 1995. Studies on the reproductive capacity in *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae): Evaluation of spermatophores and the eggs number for different laboratory breeding lines and generations, and females captured in light trap, during 1986-1991. *Bul. inf. Soc. lepid. rom.*, **6** (3-4): 247-265 (in romanian).
- STAN GH., CRIŞAN AL. 1995. Reproduction and pheromonal behaviour in *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Crambidae) under laboratory conditions. 2. Courtship behaviour. *Bul. inf. Soc. lepid. rom.*, **6** (1-2): 51-66 (in romanian).
- STAN GH., CRIŞAN AL., CHIŞ V. 1996. 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 (in romanian).
- STAN GH., COROIU I., CHIŞ V., POP L.M. 1994. Observations concerning behaviour and dynamics of *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae) populations in natural and agro-ecosystems by means of light and sex attractant traps. *Bul. inf. Soc. lepid. rom.*, **5** (1): 49-75 (in romanian).

- STOCKEL J. 1980. Influence de quelques facteurs conditionnant les captures de males d'*Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Pyralidae) au piège sexuel. Pp. 97-104. In: Les phéromones sexuelles et les médiateurs chimiques chez les insectes, utilisation en lutte intégrée. C. r. réunion Colmar, nov. 1980. Les Colloques de l'INRA.
- STOCKEL J., ARNAUD L., PEYPELUT L. 1985. Observations et essai d'interprétation des déplacements nocturnes des papillons de la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Pyralidae) entre peuplement végétal refuge et maïs. Biol. Behav., 10: 169-182.
- STOCKEL J., ARNAUD L., PEYPELUT L. 1986. Influence du type de culture et de l'antécédent cultural sur les déplacements des adultes de la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis*. Entomol. Exp. Appl., 41: 45-52.
- SUBCHEV M. 1983. Effect of age, temperature, photoperiod and light on the calling of *Mamestra brassicae* L. females. Ecology (Sofia), 12: 65-75.
- THIBOUT E. 1974. Effects of light factors and temperature on sexual activity and its rhythmicity in the leek-moth *Acrolepia assectella* Z. (Lepidoptera: Plutellidae). J. Interdiscipl. Cycle Res., 5 (3-4): 381-390.
- WEBSTER R.P., CARDE R.T. 1982. Influence of relative humidity on calling behaviour of the female European corn borer moth (*Ostrinia nubilalis*). Entomol. Exp. Appl., 28: 925-933.

AL. CRIŞAN  
 Monica Codruţa ROMAN  
 Facultatea de Biologie  
 Catedra de Zoologie  
 str. Clinicilor, nr. 5-7  
 RO - 3400 CLUJ-NAPOCA

GH. STAN  
 Institutul de Cercetări Biologice  
 Col. Entomologie experimentală  
 str. Republicii, nr. 48  
 RO - 3400 CLUJ-NAPOCA

Apărut/Printed: 20 Februarie 1997.