

Influența hranei cu *Spirulina platensis* GEITL. (Cyanophyta: Oscillatoriaceae) asupra capacitateii de reproducere și comportamentului feromonal la *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae)

Gheorghe STAN, Viorica CHIȘ, Mihaela Alexandra NICOLESCU, Georgeta STAN

Summary

The influence of food with *Spirulina platensis* GEITL. (Cyanophyta: Oscillatoriaceae) on the reproductive capacity and pheromonal behaviour of the *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae).

Under laboratory conditions the influence of food with *Spirulina platensis* on fecundity, fertility, reproductive capacity and pheromonal behaviour was analysed in the *Mamestra brassicae* adult moths. Two variants were used: a. influence of larval diets; b. influence of nutritive solution for adults rearing. In the both situations, small concentrations of *Spirulina* had a stimulatory effect but with dose increase a deterrent-repellent effect was observed. *Spirulina* added in the larval diet influenced indirectly the fecundity, fertility and reproductive capacity. With dose increase in the larvae diet a repellent-deterrent effect was recorded and pupae were smaller (a positive correlation was noticed between pupae weight and fecundity in *M. brassicae*). For a concentration of 50 g *Spirulina*/1000 ml artificial diet on stimulatory effect on rearing and larvae development were recorded (STAN et al., 1997) but for adult reproduction the effect was indistinctly. When *Spirulina* was added in the adult diet an obvious repellent-deterrent effect was recorded dependent on concentration and influenced fecundity, fertility, reproductive capacity and pheromonal behaviour. The method of utilization, optimum concentration of *Spirulina* and effects are discussed.

Keywords: artificial diet, fecundity, fertility, reproductive capacity, pheromonal behaviour, *Spirulina platensis*, *Mamestra brassicae*.

Creșterea insectelor în condiții de laborator, în special a insectelor de importanță economică (folositoare și dăunătoare) sau a unor specii de insecte endemice sau foarte rare (în vederea cunoașterii ciclului biologic), s-a constituit într-o știință de sine stătătoare - Insect Mass Rearing. În urma acclimatizării și depășirii sociului de colonizare în condiții controlate, prin eliminarea diapauzei și controlul creșterii, se obține material biologic permanent, utilizat apoi în studiile de biologie, ecologie, fiziologie, genetică și comportament. Dar pe lângă aspectele referitoare la colonizare și stabilirea celor mai optimi și specifici factori de creștere, un domeniu aparte îl constituie găsirea unor diete care să asigure întregul complex de substanțe nutritive pentru o bună dezvoltare a stadiilor ciclului biologic și obținerea, în generații succesive, a unui material biologic experimental cu însușiri fiziologice și comportamentale normale (BOLLER 1972; CHIPPENDALE 1972).

Utilizarea unor surse alimentare neconvenționale în diete de hrănă la insecte nu a fost o practică folosită în domeniul. Particularitățile și caracteristicile aproape cu totul aparte ale *Spirulinei* (DRAGOȘ et al. 1987) ne-au determinat să o includem pentru prima dată și în dietele de creștere la specii de lepidoptere (STAN 1993).

Rezultatele din acest studiu se referă la influența unei diete artificiale și a unor soluții nutritive pentru adulți, cu adăos de pudră de *Spirulina platensis*, asupra capacitateii de reproducere, fecundității, fertilității și comportamentului feromonal al speciei *Mamestra brassicae*, pe baza unor studii efectuate la diferite generații și linii de creștere în condiții de laborator.

Material și metode

Materialul biologic. Adulții speciei *Mamestra brassicae* au provenit din generațiile 1-2, 4-5 și 9-10 al mai multor linii de creștere, toate acclimatizate din fondul populational natural al zonei Cluj (Transilvania), introduse în cultură de laborator, pe dietă artificială standard (DAS; M-33). Alte detalii asupra preparării dietelor în diferite variante și tehnica de creștere au fost publicate anterior (STAN 1993; STAN et al. 1997).

Pentru adulți, soluția nutritivă de bază în toate experimentele a fost glucoză 20%, soluție martor pentru variantele în care s-a testat și *Spirulina*. S-au folosit și două variante fără glucoză dar cu apă distilată la care s-au adăugat două concentrații de *Spirulina* (Fig. 1). La aceasta s-au adăugat aceleasi concentrații de *Spirulina* ca și în dieta larvară. După adăugarea pudrei, soluția s-a încălzit până la 45°C după care s-a răcit și s-a păstrat la 5°C până în momentul administrării în vasele de împerechere. În fiecare variantă, pentru comparare s-a folosit și o serie de vase fără hrana. Alte detalii sunt prezentate în cadrul figurilor din text.

Capacitatea de reproducere. Studiul capacitatii de reproducere a masculilor și femelelor s-a făcut pe perechi de adulți cu separare zilnică a sexelor și înregistrarea numărului de spermatozoi din bursa copulatoare, corelat cu evoluția fecundității (STAN & CHIȘ 1995; STAN et al. 1996). Fecunditatea a fost concepută ca suma ouălor depuse și a celor existente în ovare la moartea femelelor. Ovipozitarea a fost notată zilnic, pe toată durata de viață a femelei, iar la sfârșitul experimentului, pe baza disecțiilor, s-au făcut aprecieri calitative și cantitative asupra ouălor nedepuse. În paralel a fost evaluată și fertilitatea ouălor. A fost considerată pontă fertilă totalitatea ouălor care au prezentat o dezvoltare normală, și au schimbat culoarea și au ecloza. Ponta rămasă de culoare galbenă a fost considerată sterilă.

Comportamentul feromonal. A fost utilizată tehnică de biotestare olfactometrică și aprecierea comportamentalui de răspuns pe baza unor elemente comportamentale cheie (STAN et al. 1998)¹, simplificând o metodologie mai complicată folosită inițial (STAN 1996; STAN et al. 1996).

Prelucrarea datelor. Cu ajutorul ecuației de regresie ($Y = a + bX$) s-a vizualizat relația dintre numărul de împerecheri/mască și numărul de urmări, respectiv numărul de împerecheri per femelă și numărul de ouă depuse. De asemenea, s-a analizat relația dintre numărul de împerecheri/mască (împerecheri/femelă) și numărul de masculi (femele) care au realizat acupari reușite. Pentru evidențierea diferențelor dintre variante s-a aplicat testul de semnificație Duncan's NMRT ($P=0,05$).

In prelucrarea datelor s-a folosit și indicele de fecunditate (I_{FEC}) care reprezintă raportul dintre numărul de ouă produse de femelă (adică fecunditatea = nr. ouă depuse + nr. ouă din ovare)(F_x = fecunditate medie) și greutatea pupelor proaspăt formate (GP_{IP})(ALLEGRET 1968): $I_{FEC} = F_x / GP_{IP}$.

Rezultate

a. **Influența dietei larvare și hranei adulților asupra ovipozitării, fecundității și fertilității.** Rezultatele obținute sunt prezentate în Tab. 1. Datele obținute arată că valori mai mari ale fecundității, fertilității și eclozării au fost obținute pentru varianta martor și cele cu doze mici de *Spirulina* adăugată în dieta larvelor (S1, S101). Efectul stimulator al dozei de 50g *Spirulina*/1000 ml dietă, înregistrat la larve (STAN et al., 1997) nu a fost la fel de evident și în cazul parametrilor reproducării, deși pentru varianta S103, cu aceeași doză, s-au obținut valori care nu au diferit semnificativ de varianta martor. Această variantă de dietă a avut însă și soia în compoziția ei, în timp ce S4 nu a avut.

Nu este exclusă influența unor compuși din dietă asupra maturizării ouălor, dovedă fiind faptul că pentru varianta S4 s-a înregistrat numărul cel mai mare de ouă în ovare, la moartea femelelor. Acest comportament de rechinere al pontei poate fi asociat cu dezechilibre apărute în balanța nutrienților. Considerăm că acțiunea dietelor larvare cu *Spirulina* s-a manifestat nu atât direct asupra parametrilor reproducării cât indirect, dependent de calitatea și mărimea pupelor.

In ceea ce privește influența hranei, administrată adulților, asupra fecundității și fertilității, datele

¹ STAN GH., CHIȘ V., POP L.M. Studiul comportamentului de răspuns al masculilor de *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae) la feromonul sexual natural și sintetic. An. Univ. Oradea, Biologie, 5/1998.

arată că o creștere a cantității de *Spirulina* a determinat o diminuare a comportamentului de ovipozitare (Fig. 1), dar mai ales scăderea fecundității și fertilității (Fig. 2).

Tabelul 1

Evoluția unor parametrii ai reproducerei în relație cu diferite variante de dietă larvară cu *Spirulina*, folosite în creșterea speciei *Mamestra brassicae*. I_{FEC} - indicele de fecunditate. Notarea dietelor este convențională (STAN et al. 1997)

Varianta	Ovipozitare (%)	Fecunditatea		I_{FEC}	Fertilitate (%)	Eclozare (%)
		Ouă depuse (x)	Ouă din ovare (x)			
M-33	79,64	1514,54a	320,4	4,05	86,46	88,42
S 1	81,22	1312,22a	468,5	3,34	90,52	84,46
S 2	80,18	912,22b	450,5	3,24	80,04	73,18
S 3	71,32	660,34c	610,3	3,15	74,52	68,15
S 4	76,54	961,96b	801,2	3,59	78,94	72,44
S 101	88,22	1402,18a	214,8	4,18	89,21	80,94
S 103	90,14	1315,22a	226,4	3,68	79,14	86,18
S 105	72,31	941,34b	212,5	3,84	82,25	81,22

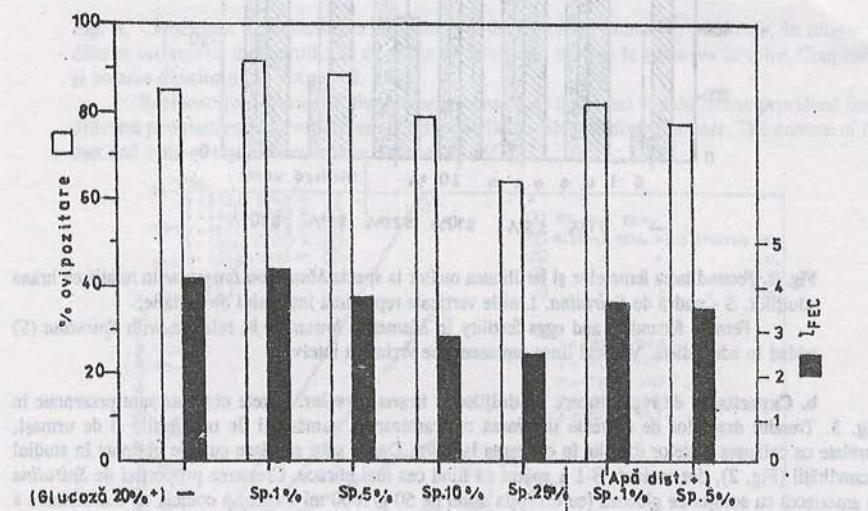


Fig. 1. Nivelul de ovipozitare al femelelor acuplate de *Mamestra brassicae* în relație cu hrana cu *Spirulina* (Sp), administrată adulților. I_{FEC} - indicele de fecunditate.

Oviposition in the mating females of *M. brassicae* depending on *Spirulina* added in the adult diets. I_{FEC} - index of fecundity.

Pentru cele două variante cu apă distilată și *Spirulina* (1% și 5%) modelul obținut a fost similar cu cel obținut pentru combinația dintre sol, glucoză 20% și aceleși concentrații de *Spirulina*. Creșterea cantității de *Spirulina* a determinat și o scădere a fertilității în timp ce a crescut progresiv numărul de ouă din ovare. Valorile reduse ale I_{FEC} pentru cantitățile mari de *Spirulina* au fost asociate numai cu scăderea fecundității deoarece mărimea pupelor (provenite de pe dieta martor) a fost încadrată în limite înguste.

Datele obținute sugerează că *Spirulina* acionează asupra adulților printr-un efect ușor stimulator în concentrații mici, dar în concentrații mari efectul devine repellent, deterrent sau chiar toxic.

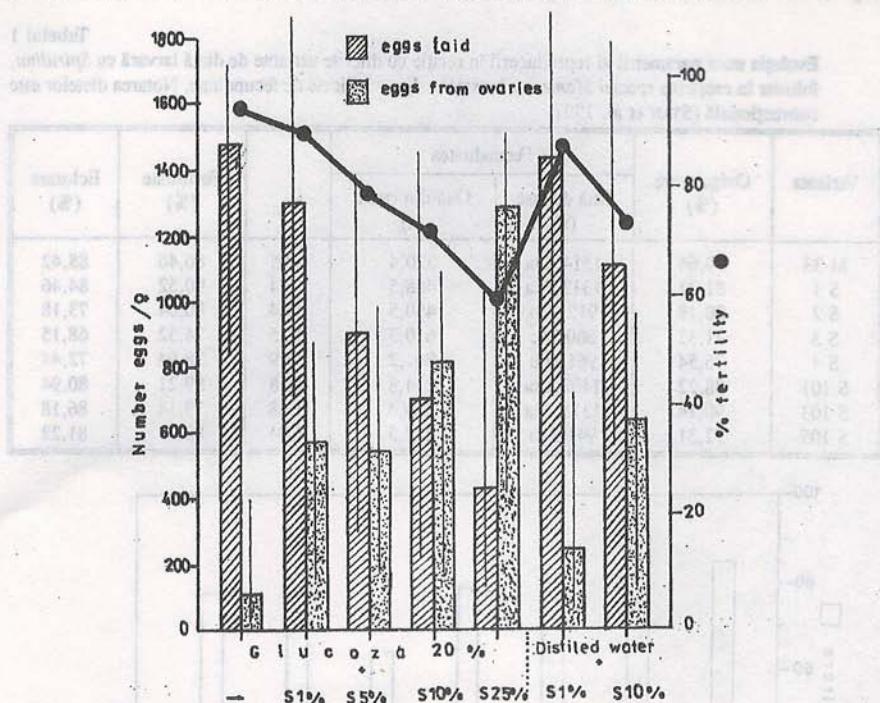


Fig. 2. Fecunditatea femelelor și fertilitatea ouălor la specia *Mamestra brassicae* în relație cu hrana adulților. S - pudră de *Spirulina*. Liniile verticale reprezintă intervalul de variație.

Female fecundity and eggs fertility in *Mamestra brassicae* in relation with *Spirulina* (S) added in adult diets. Vertical lines represent the variation interval.

b. Capacitatea de reproducere a adulților și hrana larvelor. Datele obținute sunt prezentate în Fig. 3. Trendul dreptelor de regresie ilustrează o ierarhizare a numărului de ouă fertile și de urmăși, corelate cu calitatea dietelor folosite în creșterea larvelor. Datele sunt similare cu cele obținute în studiu fecundității (Fig. 2), dar varianta S-1 a apărut ca fiind cea mai eficace. Creșterea proporției de *Spirulina* în amestecul cu soluția de glucoză (cu excepția dozei de 50 g/1000 ml mediu) a coincis cu o diminuare a capacitații reproductive. Observând comportamentul de hrănire, considerăm deocamdată că o diminuare a numărului de ouă fertile/femelă și a numărului de urmăși/mascul este corelat cu mărimea pupelor. Greutatea și mărimea pupelor a fost semnificativ și pozitiv corelată ($r^2 = 0,9084$) cu fecunditatea femelelor, iar calitatea lor a depins implicit de intensitatea comportamentului de hrănire și de cantitatea de hrână acumulată. Pe de altă parte, observarea directă a comportamentului de hrănire al larvelor a scos în evidență un efect repellent-deterent al pudrei de *Spirulina*, care s-a accentuat în paralel cu creșterea concentrației acesteia. Sunt necesare date suplimentare, obținute prin extinderea gamei de concentrații în vederea obținerii unui efect clar.

c. Hrana adulților și capacitatea de reproducere. Un posibil efect repellent-deterent al pudrei de *Spirulina* în concentrații mari a fost și mai clar observat în activitatea de hrănire a adulților. Diminuarea hrănirii, asociat cu creșterea concentrației de *Spirulina*, a determinat și o scădere a potențialului reproductiv (Fig. 4).

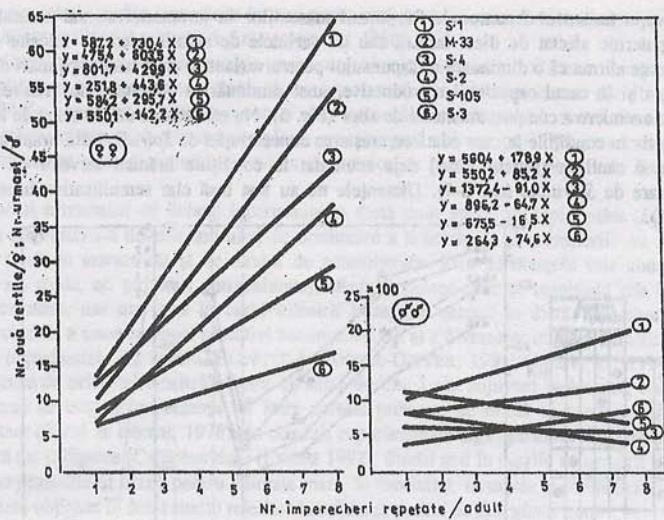


Fig. 3. Capacitatea reproductivă a masculilor și femelelor de *Mamestra brassicae*, în relație cu diferite variante de dietă artificială cu adaoș de *Spirulina*, folosite în creșterea larvelor. Conținutul și notarea dietelor după STAN et al. 1997).

Reproductive capacity of the *Mamestra brassicae* male and female moths provided from different populations of larvae reared on artificial diets with *Spirulina platensis*. The content of the diet and symbol significance - as in STAN et al. 1997.

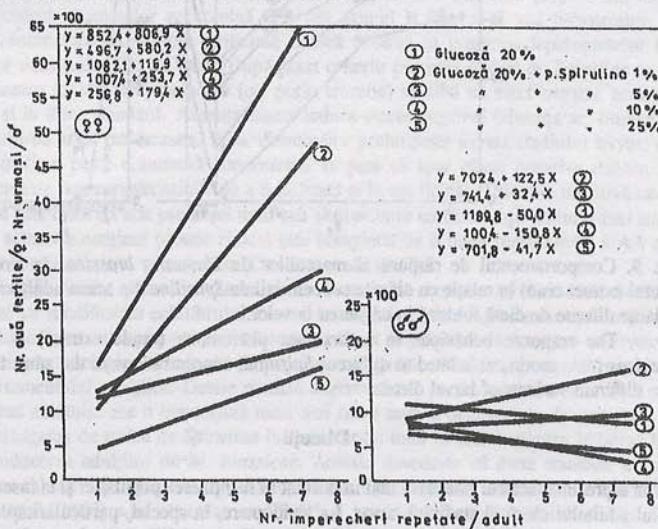


Fig. 4. Capacitatea reproductivă a masculilor și femelelor de *Mamestra brassicae*, în relație cu diferite soluții nutritive cu adaoș de *Spirulina*, folosite în hrănirea adulților.

Reproductive capacity of the *Mamestra brassicae* male and female moths as related to different nutritive solution with *Spirulina*.

d. Comportamentul feromonal. Răspunsul masculilor la feromonul sexual natural nu a fost înălțat sau puternic afectat de dieta larvară sau de varientele de solutii nutritive folosite în hrănirea adulților. Se poate afirma că o diminuare a răspunsului pentru variantele cu concentrații mari de *Spirulina* se datorează, ca și în cazul capacitații reproductive, unei diminuări a activității de hrănire. Aceasta a determinat și o anemiere a comportamentului de zbor (Fig. 5). Nu este exclus un fenomen de intensificare a efectului negativ în condițiile în care odată cu creșterea concentrației de *Spirulina* din hrana adulților s-a suprapus peste o cantitate (sau un efect) deja acumulat în condițiile hrăririi larvelor pe o dietă cu concentrație mare de *Spirulina* (ex. S-4). Diferențele nu au fost însă clar semnificative între cele două variante (I și II).

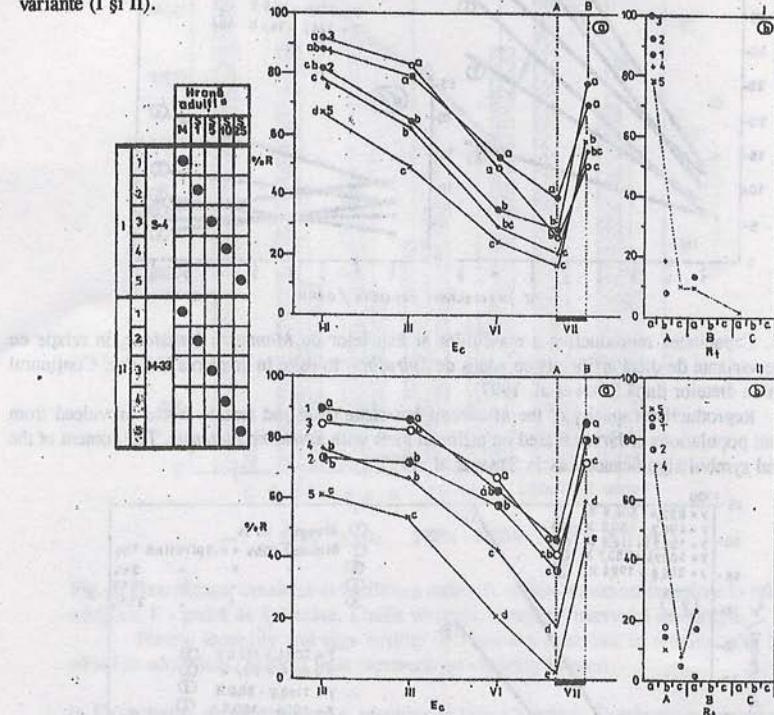


Fig. 5. Comportamentul de răspuns al masculilor de *Mamestra brassicae* la feromonul sexual natural extract crud) în relație cu diferite concentrații de *Spirulina* din hrana adulților. I și II - două variante diferite de dietă folosită în creșterea larvelor.

The response behaviour to natural sex pheromone (crude extracts) of the *Mamestra brassicae* male moths, as related to different *Spirulina* concentrations in the adult food. I and II - two different variants of larval diets.

Discuții

Hrana reprezintă factorul intern cel mai important în menținerea populației și la insecte ea intervine atât la nivelul adulțului cât și al stadiului larvar. La lepidoptere, în special, particularitățile fiziologice și comportamentale ale adulțului pot fi dependente direct de calitatea stadiilor anterioare. S-a constatat astfel o relație mai mult sau mai puțin directă între mărimea-greutatea adulțului și fecunditate (LEATHER 1988), iar mărimea adulțului fiind evident corelată cu mărimea pupei, care la rândul ei depinde de calitatea hrăririi. Studii mai aprofundate în ceea ce privește variabilitatea fecundității, fertilității și duratei de viață a adulților au fost asociate cu influență directă a hranei asupra adulțului (FENEMORE 1979; HOWELL 1981),

în schimb sunt relativ puține cercetările în care parametrii de mai sus au fost analizați dependent de hrana larvară (TURNOCK 1985; ARNAULT & LOEVENBRUCK 1986).

Pe lângă hrana ca sursă de energie pentru organism s-a studiat și rolul unor compuși sau substanțe care în cantități mici ar putea avea diferite efecte. Interesează atât cele stimulatoare, dar din punct de vedere practic la fel de important este și un eventual efect opus (deterent, repellent, toxic). Pe această linie s-au extins cercetările efectuate cu extracte de plante sau compuși chimici puri. Printre cercetările moderne și recente în aceste direcții amintim folosirea extractelor de licheni și a pudrei de *Spirulina* în hrana insectelor.

Efectul extractelor de licheni încorporate în dieta unor specii de lepidoptere (*Lymantria dispar*, *Spodoptera littoralis*) s-a dovedit a fi unul de diminuare a hrănirii cât și a creșterii. Au fost diferențe în funcție de tipul de extract cât și de modul de administrare. Prin substanțele sale complexe (depside, depsidone, ac. usnic, ac. pulvinic, antrachinone), efectul repellent-toxic se manifestă atât la administrarea copusului ca atare, dar mai ales în cazul folosirii întregului extract în dietă, fapt care sugerează atât prezența probabilă a unor compuși bioactivi necunoscuți cât și a diverselor moduri de acțiune dintre acești compuși și ingrediente din mediu (BLEWITT & COOPER-DRIVER, 1991; GIEZ et al., 1994).

In ceea ce privește folosirea algelor ca sursă de hrana sau adjuvent în hrănire, date din literatura de specialitate au evidențiat prezența lor între sursele preferate de hrana a unele specii de insecte, în special diptere (ZACK & FOOTE, 1978). În condiții experimentale alga *Spirulina maxima* a fost folosită în dietă larvară tot la diptere (Calliphoridae) (FRIESE 1992). Studii mai în detaliu au urmărit efectele utilizării de *Spirulina platensis* ca hrana pentru animale mari, în medicină, farmacie și cosmetică.

Datele obținute în acest studiu referitor la influența pudrei de *Spirulinei* asupra reproducerei nu apar deocamdată atât de spectaculoase ca și cele referitoare la influența asupra creșterii și dezvoltării larvelor și pupelor de *M. brassicae* (STAN et al. 1997). Se poate deduce astfel implicarea *Spirulinei* (într-o proporție bine stabilă) sub aspect cantitativ ca și sursă bogată în proteine, dar și calitativ prin stimularea creșterii și dezvoltării. Proteinele din *Spirulina* au toți aminoacizii esențiali, iar pe lângă ponderea netă a proteinelor (55-72,6%) sunt prezente glucide (8,5-18%), lipide (2-7%), pigmenti, vitamine, săruri minerale (DRAGOȘ et al. 1987). Dacă se studiază cu atenție această compoziție și se ține cont și de faptul că probabil *Spirulina* este este unică între microorganismele fototrophe care conține acid linolenic (21,4% din totalul acizilor grasi), iar în cadrul vitaminelor predomină cele din grupul B (dar și E sau provitamină A) se poate constata, prin comparare cu o dietă artificială clasică folosită în creșterea lepidopterelor în laborator, prezența tuturor constituenților de bază. După acest criteriu prezența pudrei de *Spirulina* ca adăos într-o dietă clasică pentru lepidoptere, nu poate (cel puțin teoretic) să aibă un efect negativ, aceste ingrediente fiind prezente și în dietă standard. Absența unora induce efecte negative (absența ac. linolenic determină apariția de adulți cu aripi malformate, lipsa vitaminelor prelungesc durata stadiului larvar, etc.). In ceea ce privește *Spirulina*, peste o anumită concentrație se pare că apar efecte negative majore. Acestea din urmă îl și asigură de fapt caracteristicele de a fi utilizată și în medicină². Valoarea nutritivă sau terapeutică a *Spirulinei* nu este datorată atât prezenței unui sau altuia dintre constituienții amintiți mai sus ci mai ales faptului că un asemenea conținut proteic ridicat este completat de o bună reprezentare a AA esențiali, ac. linolenic, sărurilor minerale și vitaminelor (DRAGOȘ et al. 1987).

Modificările care au apărut, la o anumită concentrație, în creșterea larvelor de *M. brassicae* credem că sunt asociate cu modificarea echilibrului tocmai la nivelul acestor ingrediente cu funcții aparte. Dacă la nivelul stadiului larvar al lepidopterelor hrana este direct implicată în asigurarea rezervelor energetice necesare proceselor fiziologice ulterioare (impupare, emergență, zbor), ea poate să intervină sau nu și asupră comportamentului adulților. Datele noastre sugerează că, pentru speciile care după emergență se hrănesc, hrănirea adulților are o importanță mult mai mare asupra ovipozitării, fecundității, fertilității și longevității. Adăugarea de pudră de *Spirulina* în concentrații mici în dietele pentru hrănirea larvelor nu a influențat reproducerea adulților de *M. brassicae*. Aceasta dovedește că dieta standard a corespuns din punct de vedere calitativ și cantitativ. În schimb, pentru concentrațiile inadecvate de *Spirulina* din dieta larvară (STAN et al. 1997) s-au observat modificări și la nivelul fecundității și fertilității. De altfel în procesul de creștere în condiții de laborator am observat (la specii de noctuide, inclusiv *M. brassicae*) că

² SPIRULINA - Perspective de utilizare în alimentație, medicină și cosmetică. Seminar șt., Cluj-Napoca, 26 mai 1988, 13 pp.

fecunditatea, fertilitatea și longevitatea adulților a fost parțial influențată și de dieta larvară.

Pentru *M. brassicae* mult mai importantă în derularea unui comportament de reproducere normală a fost prezența hranei adulților. Concentrații sub 5% pudră de *Spirulina* nu a influențat imperecherea, fecunditatea sau fertilitatea, când a fost adăugată la soluția nutritivă martor (glucoză 10% + fructoză 10%). În variantele în care *Spirulina* a fost administrată singură nu s-au înregistrat diferențe semnificative față de martor dar a existat un comportament de aparentă respingere, odată cu creșterea concentrației. Pe de altă parte credem că este și un alt aspect: *Spirulina* are un conținut foarte mare în proteine, ori acestea se stie că nu sunt necesare adulților de lepidoptere deoarece aceștia nu dispun de enzime proteolitice (WIGGLESWORTH, 1960). Dacă la *Requena verticalis* (Orthoptera) conținutul proteinelor din dietă a influențat evident imperecherea (SCHATRAL 1993), se pare că fenomenul este semnificativ și la lepidoptere. Astfel, la *Heliothis armigera*, creșterea concentrației de proteine de la 7 la 13% a dus la scurtarea duratei stadiului la larvar, creșterea fecundității și a indexului populației la 85%. Dar, un conținut mai mare decât acesta a indus un declin al numărului mediu de ouă/femeie chiar dacă nu a influențat dezvoltarea larvară și supraviețuirea. Extinderea studiului privind efectul diferitelor rate între hidrați de carbon și proteine a evidențiat că intervalul 1,5-2,6 a fost cel optim. Autorii (WU & LI 1993) susțin că acest aspect este în legătură cu raportul existent în planta gazdă între cele două categorii de substanțe. De fapt și alte studii confirmă că pentru reproducere majoritatea insectelor și chiar noctuidele au nevoie de 3 categorii de substanțe esențiale: proteine, lipide, steroli (ENGELMANN 1970). Este clar însă că intervin aspecte privind raportul optim dintre constituenții unei diete și adaosul de alii compuși care pot altera aceste echilibre și în funcție de concentrație să determine efecte diferite. Un fenomen similar apare în cazul experimentelor noastre, dar trebuie precizat că este necesară aprofundarea studiului, prin spectrului de concentrații cât și a modului de adăugare a lor în dietă.

Hrana, la nivel larvar sau de adult, poate influența toate secvențele comportamentului de reproducere dar cele mai importante sunt imperecherea și ovipozitia. La unele specii de lepidoptere, modificări semnificative la nivelul unuia sau al unor grupe de ingrediente în condițiile hrănirii larvelor, au influențat semnificativ și stadiul de adult. La *Heliothis zea* (BREWER & TIDWELL 1975) atât excluderea unor vitamine din complexul B cât și diluarea soluției de vitamine a influențat creșterea, dezvoltarea, supraviețuirea, greutatea adulților și chiar fertilitatea pontei. La *Mamestra configurata* unii parametri ai reproducерii (imperecherea, fecunditatea, fertilitate, longevitatea) au fost influențați chiar semnificativ de tipul de plantă cu care s-au hrănit larvele (TURNOCK 1985). Aceasta dovedește că în evoluție s-a stabilit o relație directă între insectă și plantă gazdă și numai alterarea pronunțată a acestei legături poate modifica creșterea, dezvoltarea și comportamentul speciilor.

Există specii pentru care dieta larvară are influență asupra fecundității și fertilității adulților. Astfel, *Trichoplusia ni* a prezentat o fecunditate mai mare în cazul în care larvele au dispus de hrână mai multă (HENNEBERRY & KISHABA 1966). La *Earias fabia* a existat o variație a lungimii perioadei de ovipozitare, datorită efectului indus de dietă, dar și o programare genetică, indiferentă față de dieta larvară (VISHWAPREMI & KRISHNA 1974). La *Laspeyresia pomonella*, în funcție de 5 diete larvare artificiale și o dietă naturală s-au înregistrat diferențe nesemnificative în ceea ce privește fecunditatea și fertilitatea (HATHAWAY et al. 1971). La specia *Spodoptera littoralis* dieta larvară a influențat ovipozitarea, fiind necesară prezența unor compuși sau ingrediente asociate cu planta gazdă (ANDERSON et al. 1995). Experiențele efectuate în condiții de laborator, pe material biologic provenit din creșterea lăstărîtelor linii în generații succesive, au dovedit modificări la nivelul reproducării unor specii de lepidoptere, asociate cu calitatea dietei larvare (OCHIENG-ODERO 1991).

La fel de importantă este și hrână administrată adulților. La *Laspeyresia pomonella* s-au comparat 5 soluții pe bază de hidrați de carbon (în 5 concentrații: 0,5; 1; 5; 10 și 50%) cu varianta cu apă și varianta fără hrână. Deși a existat variabilitate chiar în cadrul aceleiasi variante, între toate au fost diferențe nesemnificative în ceea ce privește fecunditatea și fertilitatea dar au fost semnificative în ceea ce privește durata de viață (HOWELL 1981). De asemenea, la *Ostrinia nubilalis* nu a fost nevoie nici de apă pentru a se realiza imperecherea și ovipozitarea (KIRA et al. 1969). Totuși, dieta pe bază de hidrați de carbon apare esențială pentru imperechere, ovipozitare și fecunditatea la specia *Pectinophora gossypiella* (RAINA & BELL 1978). Tot la această specie a fost semnalat însă un alt aspect: frecvența imperecherilor la femelele nehrânite și la cele hrânite numai cu apă a fost similară cu cea a femelelor colectate din câmp (GRAHAM et al. 1965). La *Trichoplusia ni* fecunditatea a fost corelată direct chiar cu concentrația soluției de sucroză (SHOREY 1963). La *Earias fabia* (VISHWAPREMI & KRISHNA 1975) factorii nutriționali (dieta adulților),

alături de factorii de mediu, sunt considerați a fi esențiali pentru o reproducere normală dar perioada preovipozitară nu s-a modificat nici în funcție de dieta adulților nici de dieta larvară. În schimb, odată ovipozitarea începută femelele depun zilnic ouă astfel că numai o foarte mică cantitate s-au mai găsit în ovarul femelelor la moartea acestora. La unele specii, adulții nehrăniți s-au acuplat totuși și chiar au depus ouă fertile dar puține. Numărul lor a crescut atunci când s-a administrat apă dar prezența unei soluții pe bază de hidrați de carbon nu a determinat și o creștere semnificativă a fecundității (FENEMORE 1979). Un comportament similar s-a observat și la *Pseudoplusia includens* (JENSEN et al. 1974). La *Heliothis armigera* în varianta fără hrănă pentru adulți ovipozitarea a fost practic absentă sau unde a existat, ponta a fost sterilă (în varianta cu apă a fost parțial sterilă). Diferențe semnificative au fost însă obținute în cazul soluțiilor nutritive în concentrație mare, dar au fost diferențe mari între generații (MOURIKIS & VASSILAINA-ALEXOPOLOU 1969).

Si în cazul dietei adulților, concentrația sau raportul dintre constituienți poate influența reproducerea. La *Papilio xuthus* pentru 6 concentrații ale soluției nutritive pe bază de zahăr (0; 0,1; 1; 10; 20 și 50%), nu au fost ouă mature sub 1% iar femelele hrănite cu soluție la o concentrație >10% a determinat și o creștere semnificativă a numărului de ouă mature. Femelele folosesc energia provenită din grăsimi și zahăr pentru maturarea ouălor și creșterea duratei de viață (WATANABE 1992). La *Prays oleae* durata de viață și fecunditatea au fost mai mari la femelele hrănite cu o soluție de 70% sucroză, comparativ cu o mixtură de zahăr:drojdie:apă (4:7:10) (MC EWEN & LIBER 1995).

In ceea ce privește relația reproducere - hrănă, aceasta trebuie privită și la nivelul comunicării chimice. Cercetări recente demonstrează clar că acceptarea sau respingerea unei plante nu este reglată numai de prezența sau absența stimulatorilor dar și de prezența unor denerenți competitori și chiar a feromonilor epideictici (HONDA 1995). Expunerea adulților de *Lobesia botrana* la mediatori chimici extrași din *Tanacetum vulgare* (buruiană comună în plantațiile de viață de vie) a determinat modificări importante la nivelul reproducării (reducerea numărului de spermatofori, diminuarea ovipozitării, reducerea fecundității și longevității, creșterea mortalității), iar acestea au fost dependente de concentrație. Mortalitatea femelelor o fost semnalată la doze mari ale mediatorului care datorită efectului repellent a diminuat activitatea locomotoare, iar creșterea mortalității nu a fost dependentă direct de planta gazdă ci de reținerea ouălor în ovare (GABEL & THIERY 1994).

Oogenza la multe specii de insecte este în relație cu semnalele din mediu acumulate în perioada de hrănire, iar stimularea este sub influența sistemului nervos și endocrin. La multe specii de lepidoptere fitofage rezerva de hrănă este acumulată în perioada de hrănire larvară iar în stadiul de adult se realizează doar un comportament de găsire al plantei gazdă pentru ovipozitare. Există în acest sens specii de lepidoptere dependente strict de una sau două plante gazdă în absența cărora nu ar avea loc reproducerea (ARNAULT & LOEVENBRUCK 1986). *M. brassicae* face parte din categoria speciilor la care adulții nu sunt maturi sexuali la emergență fiind nevoie de o perioadă de hrănire. După clasificarea lui CHAUVIN (1971) în funcție de stadiul de maturare al ovarelor, această specie este încadrată în prima categorie unde la emergență femelele nu au ouă în ovare și hrănirea este absolut necesară. Indiferent de calitatea dietelor artificiale folosite la nivelul stadiului larvar, adulții nehrăniți de *M. brassicae* nu s-au împerecheat, durata de viață s-a redus semnificativ și a fost depusă foarte puțină pontă sterilă.

In seria de experiențe unde *Spirulina* a fost administrată direct în soluția de hrănire nu au apărut modificări semnificative, dependente de concentrație. Concentrația de 10% nu a avut un efect la fel de drastic. Deși nu au fost experimentate concentrații mai mari, aparent se pare că sub aspect comportamental aceste soluții ar fi evitate. Astfel, într-un test comportamental de preferință-nonpreferință hrănirea cu soluție de glucoză 10% comparativ cu soluție de glucoză 10% + 25% *Spirulina* numai soluție apoasă 10% de *Spirulina*, a arătat preferință semnificativă pentru soluție de glucoză pură. Se pare deci că există un efect stimulator la concentrațiile mici dar la cele mari apre o inhibiție a hrăririi. Este posibil ca și la acest nivel să existe un comportament de autoselectare (optimizarea amestecului de nutrienți) ce constă în capacitatea unor specii sau indivizi de a se hrăni cu anumite ingrediente dar care să fie într-o proporție ce să asigure balanță cea mai favorabilă (NEEM et al. 1992). Prezența unui aparent efect stimulator (asupra ovipozitării, fecundității și fertilității), la nivelul concentrațiilor mici de *Spirulina*, am precizat că nu este asociată cu prezența proteinelor ci probabil în relație cu prezența vitaminelor din complexul B (BREWER & TIDWELL 1975), dar mai ales cu vitaminele E și A care au un rol deosebit în reproducerea lepidopterelor dar și la alte grupe de insecte (HOUSE 1966). O diminuare a fecundității sau fertilității în condițiile trecerii de la o variantă de hrănă la alta poate fi asociată cu greutatea în asimilare (RAIN & BELL 1978).

Nu este exclusă prezența unui comportament moștenit, cu valoare adaptativă pentru specie, dependent de relație directă dintre insectă și plantă gazdă sau plantele preferențiale din natură. Credem că în aceasta constă modelarea comportamentului de hrănire în condițiile în care deși au fost efectuate analize chimice complexe asupra *Spirulinei* (aut. cit. in. DRAGOȘ et al. 1987) nu au fost evidențiați compuși cu efect repellent-deterent-toxic. Totuși, înținând cond că au existat diferențe nesemnificative privind fecunditatea, fertilitatea sau durata de viață, în condițiile în care s-au folosit diferite soluții nutritive, comparativ cu apa distilată (STAN 1990), se pare că prezența *Spirulinei* induce și un comportament de preferință limitată, concentrațiile mari având un efect repellent sau deterrent (sau chiar toxic). Acest model poate fi datorat modificărilor create la nivelul metabolismului general.

Un alt aspect poate apărea și în relație cu durata experimentului. Se cunoaște că inducerea unor modificări calitative și cantitative la nivelul hrăririi, pe durata mai multor generații crescute în laborator poate stimula sau inhiba creșterea și dezvoltarea. Chiar la *M. brassicae*, o optimizare a creșterii în laborator s-a putut realiza prin administrarea de diferite diete la un anumit număr de generații ale aceleiași linii de creștere (ZACHVATKIN & MONASTYRSKI 1986). Este posibil ca un comportament similar să se manifeste și în situația hrăririi adulților.

Comportamentul feromonal al speciei *M. brassicae* nu a fost influențat de dieta larvară dar prezența hranei pentru adulți a apărut ca necesară, cel puțin indirect, pentru maturizare sexuală și obținerea unui bun comportament de zbor. Prezența reacției comportamentale de răspuns la feromon a masculilor pare a avea valoare adaptativă pentru specie, un răspuns comportamental caracteristic fiind observat și la adulții nehrăniți, dar la aceștia s-a modificat % de răspuns în reprezile de testare (R_s) și durata răspunsului (D_R). Aceste modificări însă au fost remarcate ca valoare medie la nivel populațional deoarece și în acest caz a existat o variabilitate asociată cu varianța de experimentare, linie de creștere și generație.

BIBLIOGRAFIE

- ALLEGRET P. 1968. Action de l'alimentation larvaire sur le fonctionnement ovarien chez un Lépidoptère, *Galleria melonella* L. (Pyralidae). C. R. Sci. Soc. Biol., 162 (4): 971-975.
- ANDERSON P., HILKER M., LOFQVIST J. 1995. Larval diet influence on oviposition behaviour in *Spodoptera littoralis*. Entomol. Exp. Appl., 74(1): 71-82.
- ARNAULT C., LOEVENBRUCK C. 1986. Influence of host plant and larval diet on ovarian productivity in *Acroleopsis assectella* ZELL. (Lepidoptera: Acrolepiidae). Experientia, 42: 448-450.
- BLEWITT M.R., COOPER-DRIVER B.A. 1991. The effect of lichen extracts on feeding by gypsy moth (*Lymantria dispar*). Bryologist, 93 (2): 220-221.
- BOLLER E.F. 1972. Behavioral aspects of mass-rearing of insects. Entomophaga, 17 (1): 9-25.
- BREWER F.D., TIDWELL A.L.JR. 1975. Supplemental B-Vitamins necessary to rear *Heliothis zea* on a wheat germ-based diet. Ann. Entomol. Soc. Amer., 68 (2): 365-366.
- CHAUVIN G. 1971. Facteurs modifiant la fécondité des lépidoptères. Etude de deux Tineidae: cas particulier de *Tinea pellionella* L. Ann. Zool. Ecol. Anim., 3 (4): 509-515.
- CHIPPENDALE G.M. 1972. Composition of meridic diets for rearing plant-feeding lepidopterous larvae. Proceed. North Centr. Branch, ESA, 27: 114-121.
- DRAGOȘ N., HODIȘAN V., PETERFI L.S. 1987. *Spirulina*, caracterizare biologică, obținerea și valorificarea biomasei. Contrib. Bot., 235-247.
- ENGELMANN F. 1970. The Physiology of Insect Reproduction. Pergamon Press, Oxford - New York - Toronto, 307 pp.
- FATZINGER C.W. 1970. Rearing successive generations of *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae, Phycitinae) on artificial media. Ann. Entomol. Soc. Amer., 63 (3): 809-814.
- FENEMORE P.G. 1979. Oviposition of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* ZELL. (Lepidoptera: Gelechiidae): the influence of adult food, pupal weight and host-plant tissue on fecundity. N.Z.J. Zool., 6: 389-395.
- FRIESE D.D. 1992. Microalgae *Spirulina maxima* (Oscillatoriaceae) in the larval diet of the Screwworm (Diptera: Calliphoridae). South. Entomol., 17 (4): 289-294.
- GABEL B., THIERY D. 1994. Non-host odor plant (*Tanacetum vulgare*, Asteraceae) affects the reproductive behaviour of *Lobesia botrana* DEN. & SCHIFF. (Lepidoptera: Tortricidae). J. Insect Behav., 7 (2): 149-157.

- GIEZ I., LANGE O.L., PROKSCH P. 1994. Growth retarding activity of lichen substances against the polyphagous herbivorous insect *Spodoptera littoralis*. Biochem Systemat. Ecol., 22 (2): 113-120.
- GRAHAM M.H., GLICK P.A., OUYE M.T., MARTIN D.F. 1965. Mating frequency of female pink bollworms collected from light traps. Ann. Entomol. Soc. Amer., 58: 595-596.
- HATHAWAY D.O., CLIFT A.E., BUTT B.A. 1971. Development and fecundity of codling moths reared on artificial diets or immature apples. J. Econ. Entomol., 64 (5): 1089-1090.
- HENNEBERRY T.J., KISHABA A.N. 1966. Cabbage loopers. Pp. 461-478.. In: SMITH C.N. (Ed.). Insect Colonization and Mass Production. Acad. Press, New York, 618 pp.
- HEUTTEL M.D. 1976. Monitoring the quality of laboratory-reared insects: a biological and behavioral perspective. Environ. Entomol., 5 (5): 807-814.
- HONDA K. 1995. Chemical basis of differential oviposition by lepidopterous insects. Arch. Insect Biochem. Physiol., 30 (1): 1-23.
- HOUSE H.L. 1966. Effects of vitamins E and A on growth and development and the necessity of vitamin E for reproduction in the parasitoid *Agria affinis* (FALLEN)(Diptera: Sarcophagidae). J. Insect Physiol., 12: 409-417.
- HOUSE H.L. 1969. Effects of different proportions of nutrients on insects. Entomol. Exp. Appl., 12: 651-669.
- HOWELL J.F. 1981. Codling moth: the effect of adult diet on longevity, fecundity, fertility and mating. J. Econ. Entomol., 74: 13-18.
- JENSEN R.L., NEWSON L.D., GIBBENS J. 1974. The soybean looper: effects of adult nutrition on oviposition, mating frequency and longevity. J. Econ. Entomol., 67: 467-470.
- KIRA M.T., GUTHRIE W.D., HUGGANS J.L. 1969. Effect of drinking water on production of eggs by the European corn borer. J. Econ. Entomol., 62: 1366-1368.
- LEATHER S.R. 1988. Size, reproductive potential and fecundity in insects: things aren't as simple as they seem. Oikos. 51 (3): 386-389.
- LEPPLA N.C., ASHLEY T.R. 1989. Quality control in insect mass production: a review and model. Bull. ESA, 33-44.
- LEPPLA N.C., FISHER W.R. 1989. Total quality control in insect mass production for insect pest management. J. Appl. Entomol., 108: 452-461.
- MCEWEN P.K., LIBER H. 1995. The effect of adult nutrition on the fecundity and longevity of the olive moth *Prays oleae*. J. Appl. Entomol., 119 (4): 291-294.
- MOURIKIS P.A., VASSILAINA-ALEXOPOULOU P. 1969. The behaviour of adults of *Heliothis armigera* HBN. (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. Dept. Entomol., Benaki Phytopathol. Inst., Athens, 35-41.
- NEEM M., WALDBAUER G.P., FRIEDMAN S. 1992. Self-selection and utilization efficiency of *Heliothis zea* larvae feeding on seeds and the walls of snap bean pods. Entomol. Exp. Appl., 62: 211-219.
- OCHIENG-ODERO J.P.R. 1991. Life cycles changes in 12 successive generations of laboratory colonization of the leaf roller *Cephasia jactatana* (WALKER)(Lepidoptera: Tortricidae) on artificial diet. J. Entomol. Res. (New Delhi), 15 (1): 43-61.
- OCHIENG-ODERO J.P.R. 1994. Does adaptation occur in insect rearing systems, or is it a case of selection, acclimatization and domestication ?. Insect Sci. Appl., 15 (1): 1-7.
- RAINA A.K., BELL R.A. 1978. Influence of adult feeding on reproduction and diapause in laboratory reared pink bollworm. Ann. Entomol. Soc. Amer., 71 (2): 205-206.
- SCHATRAL A. 1993. Diet influences male-female interaction in the bush cricket *Requena verticalis* (Orthoptera: Tettigoniidae). J. Insect Bahav., 6 (3): 379-388.
- SHOREY H.H. 1963. The biology of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). II. Factors affecting adults fecundity and longevity. Ann. Entomol. Soc. Amer., 56: 476-480.
- SINGH P. 1983. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. Insect Sci. Appl., 4 (4): 357-362.
- SLANSKY F.J.R. 1993. Nutritional ecology: The fundamental quest for nutrients. Pp. 29-91. In: STAMP N.E., CASEY T.M. (Eds.). Ecological and Evolutionary Constraints on Foraging of Caterpillars. Ed. Chapman & Hall, New York.
- STAN G. 1990. Reproductive biology in pest Lepidoptera species with special reference to sex pheromones and their utilisation in control. Doctorat Thesis, Univ. Cluj-Napoca, 315 pp (in romanian).

- STAN G. 1993. Mass-production and rearing procedures on artificial diets of the phytophagous insects used as basis support by entomofagous. Cap. VIII. Pp. 193-237. In: CIOCHIA V., ISAC GR., STAN GH. Technologies of industrial mass-production in the some auxiliary insects species used in the biological control of the pests. Ed. CERES, Bucureşti (in romanian).
- STAN G., CHIŞ V. 1995. Studies on reproductive capacity in *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae): Evaluation of spermatophores and the number eggs for different laboratory strains, and females captured in light traps during 1986-1991. *Bul. Inf. Soc. Lepid. Rom.*, 6 (3-4): 247-265 (in romanian).
- STAN G., CRIŞAN A., 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 G., NICOLESCU M.A., CHIŞ V. 1997. Growth and development of the *Mamestra brassicae* L. (Lepidoptera: Noctuidae) larvae and pupae on artificial diet with addition of *Spirulina platensis* BEITL. (Cyanophyta: Oscillatoriaceae)(I). *Bul. Inf. Soc. Lepid. Rom.*, 8 (1-2): 101-116 (in romanian).
- TURNOCK W.J. 1985. Developmental, survival, and reproductive parameters of bertha armyworm, *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae) on four plant species. *Can. Entomol.*, 117: 1267-1271.
- TURUNEN S. 1973. Utilization of fatty acids by *Pieris brassicae* reared on artificial and natural diets. *J. Insect Physiol.*, 19: 1999-2009.
- VISHWAPREMI K.K.C., KRISHNA S.S. 1974. Variation in the reproductive potential of *Earias fabia* STOLL. (Lepidoptera: Noctuidae) reared on whole fruit of okra or on its components. *Proceed. Indian Nat. Sci. Acad.*, 40 (B 4): 440-445.
- VISHWAPREMI K.K.C., KRISHNA S.S. 1975. The influence of some carbohydrate diets as adult food or group interaction during immature stages on the programming of oviposition in the spotted bollworm, *Earias fabia* STOLL. (Lepidoptera: Noctuidae). *Proceed. Indian Nat. Sci. Acad.*, 40 (B 2): 141-147.
- WALDBAUER G.P., COHEN R.W., FRIEDMAN S. 1984. Self-selection of an optimal nutrient mix from defined diets by larvae of the corn earworm, *Heliothis zea* (BODDIE). *Physiol. Zool.*, 57 (6): 590-597.
- WATANABE M. 1992. Egg maturation in laboratory reared females of the swallowtail butterfly *Papilio xuthus*L. (Lepidoptera: Papilionidae) feeding on different concentration solutions of sugars. *Zool. Sci.*, 9 (1): 133-141.
- WIGGLESWORTH V.V. 1960. Nutrition and reproduction in insects. *Proc. Nutr. Soc.*, 19: 18-23.
- WU K-J., LI M-H. 1993. Nutritional ecology of the cotton bollworm *Heliothis armigera* (HBN.): life tables of the population on the artificial diets with different protein levels. *Acta Entomol. Sinica*, 36 (1): 21-28.
- ZACHVATKIN YU.A., MONASTYRSKII A.L. 1986. Opyt dilitel'nogo kultivirovanya kapustnoi sovki na iskusstvennykh pitatel'nykh sredakh. *Zashchita rasteniy*, 2: 129-138.
- ZACK R.S., FOOTE B.A. 1978. Utilization of algal monoculture by larvae of *Scatella stagnalis*. *Environ. Entomol.*, 7: 509-511.

Gheorghe STAN
Georgeta STAN
Institutul de Cercetări Biologice
str. Republicii, 48
3400 CLUJ-NAPOCA

Viorica CHIŞ
Institutul de Chimie
"Raluca Ripan"
str. Fântânele, 30
3400 CLUJ-NAPOCA

Mihaela Alexandra NICOLESCU
Vertretung der Bayer AG
BAYER - Romania
str. Gh. Moceanu, 9A
71282 BUCUREŞTI 1

Primit în redacție / Received: 24.09.1998

Acceptat / Accepted: 6.02.1999

Aparț / Printed: 30.11.1999