

Metode statistice cu aplicații în cercetări entomologice (VI)

Gh. STAN

Summary

Statistical methods applied in entomological research (VI)

The study of the increase and development of insect populations continues with the equation of numerical increase of insect species, especially of Lepidoptera. It is presented the data about the logistic and real curve of increase, death-rate or birth-rate, the numerical increase of population and modalities of concrete method of study and statistic analysis. Some new data are presented in relation to the study of the population size and abundance with the area census method in a line transect (the count method) and the mark-release-recapture method. In the other hand, are studied some examples in the butterflies and moths, especially. Another some data on refer to the adjustment of the population level, temporary density, the mortality and the survival.

The last point of the study refers to the developmental time and the rate of development in relation with the temperature, numerical exchanges in insect populations and the relation with the number of generations, age structure, age-pyramide, age-classes, the survival curve, sex-ratios, and the pattern of emergence in the field and laboratory.

d. Ecuația creșterii numerice a populațiilor.

Simplist privind evoluția nivelului populațiilor, dinamica este o succesiune de stări numerice. S-a elaborat ecuația creșterii numerice (Ecuația lui Lotka), de forma:

$$F_{(N_0)} = \frac{dN}{dt}$$

Această ecuație ar fi însă valabilă la o populație izolată, ori în realitate populația este un sistem deschis, drept care dezvoltarea populației urmează o curbă exponențială, după relația:

$$N_t = N_0 \cdot e^{rt} \text{ sau } N_t = N_0 \cdot e^{(Q_n - Q_m)t}$$

/ 81 /

(N_0 - populația în momentul 0; N_t - populația în momentul t ; r - coeficientul de creștere; - determinat experimental în laborator și caracteristic pentru fiecare specie); e - baza logaritmului natural; t - numărul unităților de timp; Q_n - rata natalității; Q_m - rata mortalității).

Tabelul 6

Apreciere fecundității (**F**), ratei de creștere (**λ**), fluctuația numărului indivizilor de la o generație la alta (**f**), coeficientul de variabilitate (**C_v**), media capturii per an (**x/An**) și intervalul minim-maxim de captură, la nivel de generație (**Min - Max**); sunt incluse, pentru comparație, date de la capcana luminosă C.L.) și de la capcanele feromonale (C.F.).

		S p e c i a		
Parametri*		<i>M. brassicae</i>	<i>X. c-nigrum</i>	<i>M. oleracea</i>
SPITZER et al. (1984) C.L. 1967-1979	F	NP**	1430 (800-1715)	1125 (900-1500)
	λ	NP	13,14	6,33
	f	NP	224	34
	C _v	NP	1,15	1,11
	x/An	2,7	933,6	11,1
	Min-Max	0-6	109-3171	0-34
	N.G.	2	2	1
STAN, nepubl., C.L. 1986-1990	F	1212,5	1310,6	984,2
	F ₁ ***	1640,2	1546,2	1206,8
	λ	12,81	12,97 (19,65)	12,39
	λ ₁	13,42	13,30 (20,15)	12,80
	f	21,57	171,42	8,50
	C _v	0,70	1,47	0,23
	x/An	74,6	627,2	60,8
STAN, nepubl., C.F.**** 1981-1990	Min-Max	6-151	11-2057	5-51
	N.G.	2	2 (3)	2
	f	32,1	97,09	32,82
	C _v	0,25 (0,71)	1,12	0,36
	x/An	0,64	32,8	8,6
	Min-Max	0-32,1	4,5-534,2	1,2-72,4

* simbolurile sunt descrise în titlu; N.G. = număr de generații; pentru datele de la capcanele feromonale, pentru x/An s-a estimat media per o capcană și la fel și în cazul valorilor minime și maxime; F = numărul de ouă/ \varnothing , numărate prin disecția femelelor din capcane; F₁ = număr de ouă depuse/ \varnothing + număr de ouă din ovare, la moartea femelei, în condițiile creșterii în laborator (datele sunt de la generațiile 1-2); λ₁ = rata de creștere calculată pentru F₁; valorile din paranteză pentru valoarea lui λ și λ₁ la *X. c-nigrum* sunt estimate pentru 3 generații/an;

** - date neprezentate în lucrare;

*** - datele s-au obținut în condițiile creșterii speciilor în laborator pe diete artificiale;

**** - datele pentru capcanele feromonale sunt pe perioadele: 1986-1990 (pt. *M. brassicae*; valoarea C_v=0,25 este pentru capcanele din pădure, iar C_v=0,71 pentru capcanele din cultura cu varză)

Ecuația de mai sus / 81 /, scrisă sub diferite forme, este valabilă pentru a prezenta creșterea oricărui tip de populație. În practică, studiile populațiilor de insecte a determinat o restrângere a speciei la nivel de sub-populație și la o zonă limitată.

În aceste zone limitate mărimea populației este afectată și de mișcarea indivizilor înspre și dinspre populație (imigratie, emigratie). În acest caz, pentru insecte, ecuația /60/ se modifică după cum urmează:

$$N_t = N_0 \cdot e^{rt} - E_t + I_t \quad / 96 /$$

(E_t - numărul de indivizi care trăiesc în acea zonă în momentul t ; I_t - numărul indivizilor care intră (au intrat) în zonă, în momentul t).

*. Rata natalității și creșterea numerică.

Luând în considerare definiția dată la început și tinând cont numai de aportul natalității, creșterea populației exprimată prin relația / 81 / va fi

$$N_t = N_0 \cdot e^{Q_n t} \quad / 97 /$$

Valoarea lui Q_n , după înlocuire, poate fi calculată ușor din tabelele exponențiale (e^x sau e^{-x}). Dacă intervalul de timp este scurt, rata natalității va fi exprimată de raportul Y/N_0 (vezi Bul.inf. 5, 1/1994, pag.24-25). Deci:

$$Q_n = \frac{Y}{N_0}$$

*. Rata mortalității și creșterea numerică.

Conform definiției, în absența natalității sau a altor factori, creșterea populației, din relația / 61 / exprimată numai prin rata mortalității, va fi:

$$N_t = N_0 \cdot e^{-Q_m t} \quad / 98 /$$

Q_m poate fi de asemenea determinat din tabele sau cel mai corect din raportul:

$$Q_m = \frac{M_t}{N_0}$$

Chiar și forma exponențială a ecuației de creștere / 81 / este considerată "o simplificare a realității pentru condiții ideale", și aceasta deoarece nu este posibilă o creștere nelimitată, de tip exponențial. În realitate este vorba de o creștere după modelul unei curbe în forma literei S (= **curbă logistică**; Fig.6), după relația:

$$\frac{dN}{dt} = rN \cdot \frac{K-N}{K} \Rightarrow N_t = \frac{K}{1+e^{(a-rt)}} \quad / 99 /$$

($K-N/K$ = rezistența mediului (Fig.6); K = nr. maxim al indivizilor dintr-un experiment dat; $a=r/K$; N_t = nr. indivizi la momentul t ; t = unitatea de timp sau momentul investigat).

Atunci când se reprezintă grafic, se obține o curbă logistică reală (Fig. 7), în timp ce curba logistică teoretică marchează modelul de evoluție al creșterii.

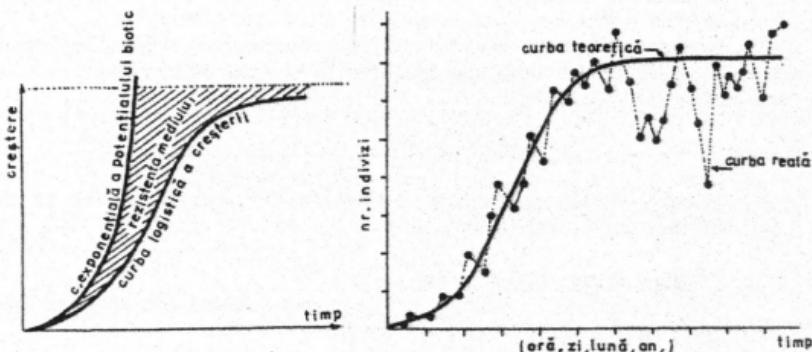


Fig. 6, 7. Reprezentarea schematică a modelului curbei logistice de creștere și a curbei exponențiale a potențialului biotic (Fig. 6) și reprezentarea grafică a curbei logistice - teoretică și reală (Fig. 7).

Modalitate de estimare a creșterii numerice a populației.

Prezentăm în continuare etapele de lucru pentru obținerea unei model matematic care să ilustreze creșterea, dar facem, de la bun început, precizarea că acest exemplu nu este indicat în studiul populațiilor de lepidoptere (eventual numai în anumite situații). De exemplu, prelucrarea rezultatelor personale, din câmp (date provenite din capturi) și laborator (numai pentru emergența adulților), la speciile *Mamestra brassicae* și *Xestia c-nigrum*, a dus în final la obținerea unei curbe ce a indicat o creștere exponențială.

Aceste etape de lucru servesc ca model pentru studii ecologice la alte grupuri sistematice. Se pornește de la relația / 99 / care se mai poate scrie și sub forma:

$$\ln \frac{K-N}{N} = a - rt \quad /100/$$

Pentru o linie dreaptă, această ecuație are coordonatele:

$$\ln \frac{K-N}{N} = y$$

și

$$t = x$$

Substituind în relația de deasupra obținem:

$$y = a - rx$$

cu alte cuvinte, în ecuația de regresie $b=r$ și reprezintă panta interceptată pe ordonată de a , iar r se calculează după relația / 28 / (Bul.inf.4 (2):p.108):

$$r = \frac{n \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Apoi, din relația $y = a - rx$, obținem pe a (constanta relativă care definește punctul de origine al curbei):

$$a = y + rx \quad /101/$$

După ce obținem valorile pentru r și a, le înlocuim în relația inițială:

$$N_t = \frac{K}{1 + e^{(a - rt)}} \quad /99/$$

(la numitor vom avea o funcție de tipul e^x sau e^{-x} pentru care valoarea se va calcula din Tabelul matematic al acestor funcții).

Datele inițiale se vor trece apoi într-un tabel cu următoarele rubrici:

Timpul (zile) ($t = x$)	Nr.indivizi (observații, cap- turi, studiați)	$\frac{K - N}{N}$	$\ln \cdot \frac{K - N}{N}$	$\ln + 10^{**}$
------------------------------	---	-------------------	-----------------------------	-----------------

K - nr. maxim de indivizi

N - nr. indivizi la fiecare moment de observare

$\ln[(K-N)/N]$ - se extrage din tabele sau se calculează

** - se adaugă 10 pentru a elimina valorile negative, dar această valoare se va scădea apoi în relația $a = y + rx$, care va fi: $a = \bar{y} - 10 + rx$; în această relație atât x cât și y sunt valorile medii, estimate prin suma valorilor din fiecare observație împărțit la numărul de observații.

După efectuarea calculelor din tabelul de sus, se intocmește următorul care are următoarele rubrici:

x	x^2	y	x.y
---	-------	---	-----

Din acesta vor fi calculate toate relațiile necesare pentru a estima valoarea lui r.

Acste valori ale lui r vor fi introduse în relația /101/ estimând valoarea lui a.

Având valorile a și r, aceste vor fi introduse în relația /99/, estimând valoarea lui N, pentru fiecare moment t (observare). Se va obține un șir de valori care vor defini un model matematic al creșterii ce se poate apoi ilustra printr-o curbă logistică de creștere.

C o m p l e t a r e

Despre metode de studiu ale dinamicii și nivelului populațiilor

a. Inregistrarea numărului adulților prin metoda recensământului pe transect.

Este o metodă foarte utilizată în studiul populațiilor de insecte iar în cadrul lepidopterelor, la fluturii diurni. Metoda suprafeței de recensământ (area census method) (DOUWES, 1970; MOORE, 1975) este practic un transect care acoperă întreaga suprafață în care se află populația studiată (poate fi o linie dreaptă, zig-zag, circulară sau de formă patrată) important fiind ca pe traseu să fie acoperite toate habitatele reprezentative. În acest sens, transectul se împarte în diviziuni în funcție de diferenții parametrii (distanță, natură

ecosistemului, tipul de culturi, etc). Iată de exemplu o metodă de lucru (POLLARD et al., 1975): se pleacă dintr-un punct marcând toate contactele cu fluturii (un contact s-a considerat la o distanță de 5 m de individ; dacă un acame individ a fost recunoscut că a mai fost întâlnit și se contactează de mai multe ori, se ia în considerare numai prima marcăre); traseul are o lățime de 2-3m; dacă s-a făcut o oprire pentru o determinare, înregistrarea a fost stopată până la reluare; pe traseu se înregistrează toate detaliile referitoare la individ sau specie, precum și cele privind temperatura, vântul, umiditatea, gradul de acoperire, altitudinea). În condițiile în care se dorește o estimare a nivelului populațiilor se poate studia și corelația dintre mărimea populației și numărul de observații, estimând și ecuația de regresie (alte detalii și la punctul următor).

b. Captură - marcare - lansare - recaptură

Am prezentat anterior (Bul. Inf. Soc. Lepid. Rom., 5(1)/1994) câteva aspecte, însă revin cu câteva detalii noi cât și cu aprofundarea datelor prezentate. Metoda a fost foarte mult folosită în studiul densității populațiilor de lepidoptere din câmp, pe baza datelor de captură de la capcanele feromonale sau luminoase. Iată câteva date recente (WAKAMURA et al., 1992; SOLBRECK & SILLEN-TULLBERG, 1990; SILLEN-TULLBERG & SOLBRECK, 1990) cu rezultate deosebit de interesante. Prezint două situații mai semnificative, una referindu-se la studiul nivelului populațiilor unei specii cu comportament nocturn (*Spodoptera litura* - Lepidoptera: Noctuidae), respectiv un fluture de zi (*Lygaeus equestris*). De asemenea voi prezenta și un alt grup (*Tetraopes tetrophthalmus* - Coleoptera, Cerambycidae) (LAWRENCE, 1988). Pentru fluturii de zi datele sunt și mai interesante, studiul fiind practic o combinație între metoda transectului și cea a marcării-lansării-recapturăi.

1. Cercetări la noptiude.

Metoda. Marcarea s-a făcut pe aripile anterioare cu o vopsea uleioasă specială. Lansarea s-a făcut în ziua următoare (fluturii să fie maturi sexual). Recapturarea a fost asigurată de o capcană feromonală cu apă. S-au folosit 4 puncte de lansare (insectele fiind crescute în laborator), în perioada V-IX, în 3-4 zile succesive/lună (650-2259 masculi). Rata de recaptură (P) a fost estimată după relația:

$$P = m / M$$

M = nr. total de masculi lansați în cele 3-4 zile succesive, din același punct;

m = nr. total de masculi marcați și recapturați, cu o capcană, în dimineață următoare.

* Estimarea densității cu modelul proporției suprafeței (HARSTACK et al., 1971).

Modelul are la bază relația:

$$P = \frac{ER^2}{(X+R)^2} / 102 /$$

P = probabilitatea ca un mascul să fie capturat cu o anumită capcană, la o distanță (X) de locul de origine al masculului;

E = eficiența în captură a capcanei feromonale;

R = raza efectivă a norului de feromon.

Captura în capcană a masculilor din câmp (N_c). Aceasta este dată de integrala dintre numărul de masculi la distanța X de capcană ($2\pi X d$) și probabilitatea de captură (P) de la o distanță 0 la maximul distanței de zbor (X_{max}):

$$N_c = \int_0^{X_{max}} 2\pi X \cdot d \cdot P \cdot dX = 2\pi \cdot d \cdot E \cdot R^2 \int_0^{X_{max}} [X / (X+R)^2] \cdot dX \quad / 103 /$$

d = densitatea populației

Rezolvând ultima ecuație, se obține:

$$d = \frac{N_c}{2\pi \cdot E \cdot R^2 [\ln((X_{max} + R) / R) - (X_{max} / (X_{max} + R))]} \quad N_c$$

O reprezentare a acestui model este ilustrată în Fig. 8

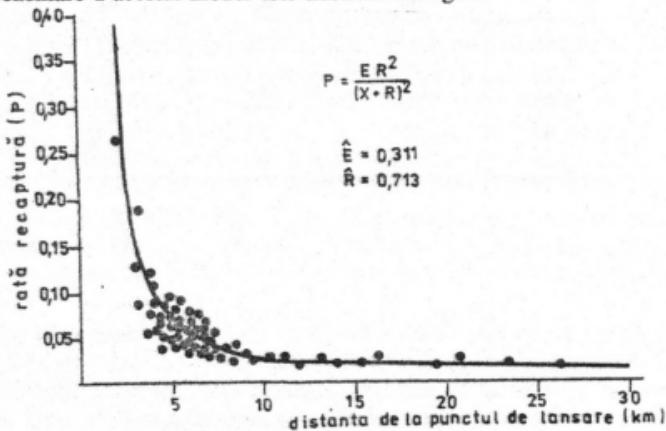


Fig. 8. Reprezentarea grafică a modelului Harstack de determinare a densității adulților prin metoda de marcare-lansare-recaptură la *Spodoptera litura* (după JUNE, 1985, din WAKAMURA et al., 1992).

** Estimarea densității după metoda Petersen (indicele LINCOLN).

Precizare. Semnul $\hat{\cdot}$ înseamnă că ne referim la valori estimate. Datele prezentate aici sunt din WAKAMURA et al. (1992) după KAGAWA (1985).

Metoda folosește următorii parametrii:

M_0 = nr. masculi larcăți și lansați;

m = nr. masculi marcați care au fost recapturați;

u = nr. masculi nemarcați (din câmp) și capturați;

\hat{U} = nr. estimat de masculi ($\hat{U} = M_0 \cdot u / m$);

\hat{d}_p = densitatea estimată masculilor ; $\hat{d}_p = (\hat{U} / 10^4) \text{ } \delta \text{ /ha}$

Datele se trec într-un tabel de forma de mai jos:

Data (lună/ziuă)	M_0	m	u	\hat{U}	\hat{d}_p
5/13	650	108	18	108	0,011
5/14	1483	195	15	114	0,011
5/16	1836	101	26	473	0,047
Media \pm SD					$0,015 \pm 0,020$

Prezintă în continuare, comparativ, estimarea densității (\hat{d}_p) masculilor speciei *Spodoptera litura* pe baza ratei de captură (N_c), după cele două metode. (\hat{d}_H - după HARSTACK et al.; \hat{d}_P - după PETERSEN; k - rata densității capturilor)

Luna	N_c	HARSTACK		PETERSEN	
		\hat{d}_H	k_H	\hat{d}_P	k_P
mai	1,41	0,013	108	0,023	61
iunie	2,09	0,009	232	0,015	139
iulie	6,98	0,031	225	0,047	149
august	56,40	0,600	94	0,980	58
sept.	171,30	2,000	86	1,850	93

$$k_H = \frac{N_c}{\hat{d}_H} \quad k_P = \frac{N_c}{\hat{d}_P}$$

2. Cercetări la fluturi de zi (insecte diurne)

Am amintit anterior că în acest caz eficiența este mai mare combinând metoda recenzării pe traseu cu metoda captură-marcare-lansare-recaptură. În acest caz, în zona cercetată (care poate include unul sau mai multe ecosisteme ori arealul speciei) se delimitizează suprafețe mai mici ("petice") iar întinderea acestora se alege în funcție de natura biotopurilor, planta gazdă conformația ecosistemului sau alți factori. În această fază se fac toate notările posibile iar apoi, în funcție de biologia, ecologia și comportamentul speciei se aleg numărul de trasee care vor fi făcute. Referitoar la populația dintr-o suprafață mică ("petic") aceasta este o **populație locală**, iar suma indivizilor din toate suprafețele reprezintă **populația totală** sau **metapopulația**.

La specia *Lygaeus equestris* estimarea populației s-a făcut în funcție de fenologia populației pentru a surprinde toate aspectele interesante. Populațiile au fost estimate timp de 11 ani, de 2-3 ori/an, în special în relație cu planta gazdă: a. când planta gazdă a fost în plină inflorescență (a fost momentul estimării generației parentale - **P**); b. în luniile VIII-IX când a apărut noua generație de adulți și apoi a avut loc deplasare spre locurile de hibernare (s-a estimat generația **F**, adică urmașii, filii)(în această perioadă s-a făcut și sampling larvar, determinând raportul larve / adulți); c. în luna III-a, în locurile de hibernare, chiar înainte de perioada migrației de primăvară (estimare **H**).

Pe traseu, nivelul populației de adulți s-a estimat prin metoda de marcăre-lansare-recaptură, folosind indicele Bailey (BAILEY, 1951; BEGON, 1979):

$$N = \frac{a(b+1)}{(c+1)} \quad ES = \frac{a^2(b+1)(b-c)}{(c+1)^2(c+2)} \quad / 104 /$$

a = nr. insecte marcate în prima vizită;

b = nr. total de insecte (marcate și nemarcate) găsite la deplasarea a două;

c = nr. insecte marcate care au fost recapturate la deplasarea a două;

N = mărimea estimată a populației, cu eroarea standard (ES).

În prelucrarea rezultatelor, pentru populație s-au stabilit două perioade ale ciclui de viață: perioada de hibernare + perioada migratoare și perioada reproductivă. În acest fel au existat:

- populația din iunie (perioada de ovipozitare) (P_i);
- populația de vară târzie și toamnă a anului anterior (F_{t-1});
- populația de vară-vară târzie-toamnă a anului în curs (F_t).

Acestea s-au prezentat grafic, lucrând cu logaritmii numerelor ($\log P_i$, $\log F_{t-1}$, $\log F_t$), s-a calculat ecuația de regresie și coeficientul de corelație.

În interpretarea datelor cu ajutorul indicelui Bailey, femelele și masculii nu s-au tratat separat deoarece: rata sexelor nu diferă semnificativ de 1:1 și nu au existat diferențe în ceea ce privește eficiența recapturării celor două sexe. Alte câteva detalii de metodică arată următoarele: - dacă la două deplasări consecutive nu s-a găsit nici un individ, populația a fost considerată 0; - efectul marcării nu a influențat comportamentul și a rămas vizibil și după câteva luni de la marcăre; - după marcări insectele s-au lansat în același loc în care au fost găsite; - toate marcările pentru o aceeași parcelă (suprafață mică) au avut același cod.

Tot pentru fluturii de zi, folosind chiar numai metoda de numărare pe traseu, abundența s-a calculat (POLLARD, 1984) pe baza indiceului de abundență (I_A):

$$I_A = \Sigma \bar{x}N$$

(adică indicele de abundență este suma mediilor numărului săptămânal).

3. Cercetări la coleoptere

Un model interesant de estimare al mărimii populațiilor din câmp, tot prin combinarea celor două metode, s-a studiat la specia *Tetraopes tetrophthalmus* (LEWRENCE, 1988). Investigațiile asupra populațiilor speciei au vizat următoarele aspecte:

- stabilirea zilnică a mărimii populației și densitatea;
- structura pe vîrstă și compoziția pe sexe a populației;
- rata reședinței individuale (locul în care individul stă o anumă perioadă de timp);
- modelul mișcării indivizilor în interiorul populației;
- cauzele schimbărilor și mișcărilor;
- marcarea plantelor similar cu a indivizilor.

Mărimea zilnică a populației de masculi și femele (N_t) a fost analizată separat prin modelul Jolly (JOLLY, 1965; BEGON, 1980) iar pentru zilele când nu s-a făcut recenzare

mărimea populației a fost estimată după metoda C o o k (COOK et al., 1967). Mai există o metodă pe baza uzurii aripilor (WATT et al., 1977; GALL, 1984).

In cazul acestei specii, termenul de reședință este diferit de acela de supraviețuire (JOLLY, 1965), deoarece este dificil de despărțit mortalitatea de emigrare. Rata de reședință (ϕ) este proporția de indivizi în ziua i și în ziua i + 1:

$$\phi = \frac{i}{i+1} \cdot 100 \quad / 105 /$$

Si acest parametru se poate calcula prin trei metode: metoda J o l l y (JOLLY, 1965), metoda S c o t t (TABASNIK, 1980)(ϕ_S) și varianta greutăților medii (TABASNIK, 1980)(ϕ_V).

Este interesant însă că prin metoda J o l l y, valoarea $\phi > 1$ ceea ce biologic este imposibil. Pentru a înlătura acest impediment pentru ϕ se estimează -ln(ϕ)⁻¹. In acest caz, mărimea populației de urmăși (N_p), masculi și femele, va fi:

$$N_p = \Sigma N_i (1 - \phi) \quad / 106 /$$

c. Despre reglarea nivelului populațiilor, densitate temporară, abundență, supraviețuire și mortalitate

Deși despre aceste noțiuni am mai amintit, doar câteva detalii voi introduce la acest punct, acestea fiind necesare biologului în activitatea de pe teren și prelucrarea datelor.

Reglarea implică stabilirea ratei individuale a proceselor care determină schimbări în populație (naștere, mortalitate, imigrare, emigrare)(CAPPUCINO, 1992). De aici rezultă și factorii de care depinde densitatea temporară. Dar, detectarea acestei densități este dificil de realizat prin calcule statistice. De exemplu, cercetarea mecanismelor care stabilizează sistemul insectă - parazitoid sau agregarea parazitoizilor la densități mari în unele suprafețe mici, poate fi cauzată de gazdă dar și independent de aceasta. Autorul sus citat a studiat specia *Eurosta solidaginis* (Diptera: Tephritidae) care are ca principală plantă gazdă pe *Solidago altissima*, pe care insecta face gale.

Metodă. S-au ales 20 suprafețe cu planta gazdă (32 mp - 1500 mp), acestea fiind izolate de parcele cu copaci. S-a făcut apoi o clasificare a acestor suprafețe după un indice de izolare (puternic izolate = înconjurate complet de copaci; mediu izolate = suprafețe deschise și situate la o distanță > 100m de următoarea, slab izolate = suprafețe deschise și situate la o distanță < 100m de următoarea). Astfel, pentru fiecare din cele 20 de suprafețe s-a determinat subpopulația de *Eurosta*. S-au colectat apoi gale și s-au pus în condiții similare cu cele din câmp astfel ca emergența să aibă loc cam în același timp. După emergență se pun în cuști, pe subpopulații, și se studiază reproducerea. În continuare se iau femelele, se "amortesc" la 5° C și se pun individual, cu atenție, pe suprafața plantelor gazdă (tinând cont de un marcat caracteristic) și se urmărește ovipozitarea (și alte detalii de metodică sunt prezентate în lucrarea citată).

Referitor la mortalitate, s-a calculat puterea de omorâre (valoarea K) atât în funcție de fiecare agent sau mortalitatea totală (considerând 4 agenți: păsări, paraziți, prădători și mortalitatea larvelor). Astfel, rata mortalității s-a calculat după relația:

$$K = \log N - \log S \quad / 107 /$$

(N = densitatea galelor, S = nr. indivizi care au supraviețuit la acțiunea unui agent dat, care a cauzat mortalitatea)(valoarea lui K se poate calcula pe fiecare parcelă, în fiecare an

și fiecare generație).

Revenind la lepidoptere, descreșterea nivelului populației este dependentă de câteva cauze majore: nedepunerea de ouă, depunerea de ouă sterile, sau cu mortalitate ridicată, mortalitatea larvară. În prelucrarea datelor se poate lua în considerare și mortalitate combinată, exprimată tot prin factorul K, dar din relația:

$$K = \log P_t + 2,41 - \log F_t$$

(cercetări cu această relație s-au făcut la populații din laborator situație în care creșterea populației prin număr de ouă s-a împărțit la 2, rata sexelor fiind 1:1; 2,41 - reprezintă valoarea pentru optimul de temperatură al dezvoltării speciei; P_t = populația din iunie; F_t = populația din toamnă - SILLENTULLBERG & SOLBRECK, 1990).

Evoluția densității de la o generație la alta (I) se poate estima și după o relație de tipul:

$$I = S_1 \cdot S_2 \cdot P_{fp} \cdot S_{sp} \cdot F \quad / 108 /$$

unde:

$$I = \frac{N_o(n+1)}{N_o(n)}$$

($N_o(n+1)$ = nr. ouă/suprafață studiată, la începutul generației $(n+1)$; $N_o(n)$ = număr de ouă/suprafață, la începutul generației (n) ; S_1 = supraviețuirea combinată a ouălor + Larva I-III ($S_E \cdot S_o$); S_2 = supraviețuirea combinată a Larvelor IV-VI și prepupă (S_L · S_{pp}); P_{fp} = proporția femelelor dintre pupe; S_{sp} = procentul de supraviețuire al pupelor femele; F = numărul de ouă depuse/femeie (fecunditatea)).

O modalitate de estimare a **densității larvelor** (vârstă IV)/unitatea de suprafață s-a calculat după relația:

$$N_L = \frac{M}{S_L \cdot S_{pp} \cdot S_p \cdot P_{fa} \cdot S_{fa}} \quad / 109 /$$

(S_L = rata de supraviețuire a stadiului larvar (vârstă IV-VI); M = densitatea maselor de ouă/unitatea de suprafață; S_{pp} = rata de supraviețuire a prepupelor; S_p = rata de supraviețuire a pupelor; P_{fa} = proporția de femele dintre adulți; S_{fa} = rata de supraviețuire a femelelor, începând de la stadiul de ou).

În cazul acestui exemplu (CAMPBELL, 1981), cercetările s-au făcut pe un lot în sistem intensiv, fecunditatea fiind estimată din relația:

$$\log F = b_0 + b_1 \log N_L$$

Pentru orice ocazie, **supraviețuirea** (S), de la ou la adult, este dată de relația:

$$S = \frac{N_i}{E_{ip}} \quad / 110 /$$

(S = supraviețuirea; N_i = abundența ($\times 2$) a femelelor nou emerse în ocazia i (la o rată a sexelor de 1:1); E_{ip} = abundența estimată a ouălor, pe intervalul p , înainte de i)

În practică nu este însă posibil să se realizeze o corelare a fiecărei abundențe a femelelor nou emerse de o estimare a abundanței ouălor depuse anterior. Când ocaziile de

sampling nu au fost larg separate, o estimare a mediei de supraviețuire a stadiilor imature, pentru o secvență de ocazii mai lungă (de la 1 la n), s-a făcut după relația;

$$S = \frac{\sum N}{\sum E} \rightarrow \sum_{i=1}^n \frac{n_i P_i}{\sum P_i} / 111 /$$

O problemă fundamentală în studiul ecologiei populațiilor a fost punerea la punct a unui **model simplu, cantitativ, de creștere al populației unei singure specii**. Pe timp foarte scurt acest model este de forma:

$$N_t = g(N_{t-1}) / 112 /$$

(N_t = numărul indivizilor adulți din populație, la timpul t ; $g(N)$ = funcție neliniară).

Un model recent (PROUT & MCCHESNEY, 1985) arată că supraviețuirea de la ou la adult ($S(.)$) și fecunditatea ($F(.)$) depind de densitatea ouălor din fiecare generație. În acest caz, numărul de ouă din momentul $t+1$ (n_{t+1}) va fi:

$$n_{t+1} = 1/2 F(n_t) \cdot S(n_t) \cdot n_t$$

(numărul de adulți la timpul t (N_t) este $= S(n_t) \cdot n_t$)

În dinamica populației, descrisă de ultima relație, N_{t+1} nu se poate exprima în funcție de N_t . În această situație s-a introdus un factor de echilibru al numărului de ouă (k) printr-un indice λ (care asigură stabilitatea ecuației de mai sus):

$$\lambda = 1 + k \cdot F(k) \cdot S'(k) + k \cdot S(k) \cdot F'(k) / 113 /$$

iar efectul densității adulților asupra fecundității femelelor este ilustrat prin modelul:

$$n_{t+1} = \bar{F}(N_t) \cdot 1/2 F(n_t) \cdot S(n_t) \cdot n_t$$

3. Rata creșterii și dezvoltării în relație cu temperatura.

Temperatura mediului ambiant, la care și insectele sunt expuse, este un factor esențial, care influențează direct rata proceselor fiziologice. Astfel, variajii locale, sezoniere, ciclice sau de altă natură, ale factorilor de mediu, exercită o influență profundă în rata modificărilor numărului de insecte. Dezvoltarea influențată de temperatură este înțeleasă în două moduri: **dezvoltare în zile și rată de dezvoltare** (1/durata de dezvoltare).

Conceptul de "zile" (sistemul unităților termice cumulate, constantă termică) și relația liniară între temperatură și rata de dezvoltare, s-a dovedit a fi neadecvat pentru studiul populațiilor din câmp, unde condițiile termice sunt extrem variabile. De asemenea, și alte relații, neliniare (ex. parabola), propuse la început, s-au dovedit tot neadecvate. Neeficiența, atât a celei liniare cât și a celei nonliniare, este legată de erorile mari de la extretele intervalului. Alți cercetători au propus relația sigmoidă (STINNER et al., 1974). Iată de exemplu, în Fig. 9 A, modelul de reprezentare grafică și compararea între cele două relații, în cercetări făcute la specia *Trichoplusia ni*.

Formule de calcul. În loc de grade-zile vom folosi denumirea de **unități termice cumulate (CUT)**. Prezint mai jos relațiile cele mai frecvent folosite, diferențele fiind în funcție de loc (laborator sau câmp) ori de precizie:

$$CUT = \Sigma(\bar{x} - bt) \quad (WITWORTH & POSTON, 1989) \quad / 114 /$$

(x = temperatura medie zilnică; bt = pragul inferior de dezvoltare)

$$CUT = \frac{\bar{T}_1 - K_1}{2} + \frac{\bar{T}_2 - K_1}{2} \quad / 115 /$$

($\bar{T}_1 = (T_{\max} + T_{\min}) / 2$ - temperatura din câmp pentru prima jumătate din zi; $\bar{T}_2 = (T_{\max} + T_{\min}) / 2$ - temp. pentru a doua parte a zilei; K_1 - pragul inferior al temp.)
(WEINBERG & LANGE, 1980).

$$CUT = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - K \quad / 116 /$$

(K = pragul inferior; T_{\max} și T_{\min} = valorile de maxim și minim din zi; BUTLER & SCOTT, 1976)

$$CUT = \frac{T_{7_{30}} + T_{13_{30}} + T_{19_{30}}}{3} - K \quad / 117 /$$

(K = pragul inferior; cifrele reprezintă orele pentru care s-au considerat valorile de temperatură; CHARMILLOT et al., 1979).

Pentru condiții de laborator, relația devine:

$$CUT = (T + th) \cdot D_t \quad / 118 /$$

(T = temperatura constantă; th = pragul inferior de dezvoltare; D_t = timpul de dezvoltare în zile; BARI & LANGE, 1980).

Frecvent, această relație se va întâlni sub forma:

$$S = D(T - K) \quad (\text{DAJOS, 1970}) \quad / 119 /$$

Expresia de grade - zile trebuie înțeleasă mai simplist ca numărul de grade de temperatură, necesare peste pragul inferior de dezvoltare, adăugate succesiv pentru fiecare perioadă de 24 ore. Practic există trei etape de calcul:

- estimarea valorii medii de temperatură = (val. maximă + val. minimă) / 2,
- estimarea valorii grade-zile/zi = media - valoarea temperaturii de prag;
- grade-zile cumulate (CUT)(suma temperaturilor efective) = suma grade-zile/zi.

Ecuția liniară, data de funcția $Y = a + bT$ (pentru calcule vezi Ecuajă de regresie - Bul.inf. Soc.lepid.rom., 4(4), 1993) rămâne valabilă pentru intervalele termice optime (Y = rata de dezvoltare, adică 1/durata stadiului sau stadiilor; T = temperatura). Iată de ex. intervalul 22-32°C (Fig. 9 B) pentru specia *Tribolium confusum* (HARDMAN, 1976). Alte date sunt prezentate ca exemple, în Tabelul 7.

In relația dintre temperatură și dezvoltare (zile) sau temperatură și rata de dezvoltare (1/zile) modelul celor două curbe este caracteristic (Fig. 10)

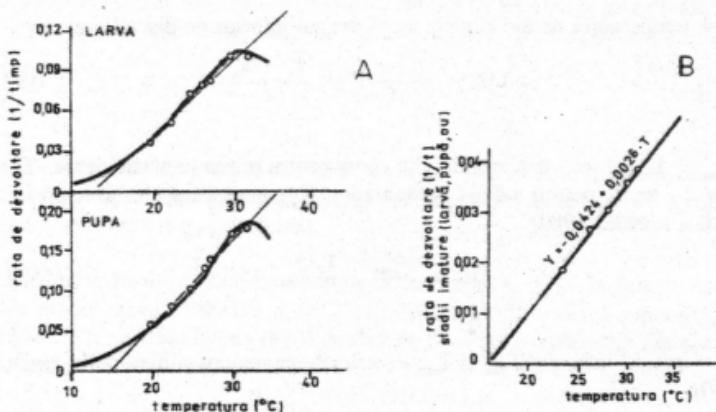


Fig. 9. Relația dintre temperatură și dezvoltare ilustrată prin ecuația de regresie liniară (B) sau comparativ prin ecuația liniară și sigmoidă (detalii în text)

Tabelul 7

Intervalul termic eficient, ecuația de regresie, coef. de corelație, pe stadii, la diferite specii de lepidoptere.

Autorul	Specia	Stadiul	Interval termic	Ecuția de regresie	r^2
Butler & Dickerson, 1972	<i>Hippodamia convergens</i> Coleoptera	ou	20-23,9	$Y = -0,292 + 0,025T$	0,89
		larvă	20-37,2	$Y = -0,042 + 0,004T$	0,96
		prepupă	20-28,9	$Y = -0,329 + 0,005T$	0,98
		pupă	15-37,2	$Y = -0,138 + 0,015T$	0,96
Butler, 1976	<i>Heliothis zea</i> Lepidoptera	larvă + pupă	15-37,2	$Y = -0,068 + 0,006T$	0,98
Butler & Hamilton, 1976b	<i>Heliothis virescens</i> Lepidoptera	ou	11,1-34	$Y = -0,205 + 0,019T$	0,97
		larvă	15,0-34	$Y = -0,045 + 0,004T$	0,97
		pupă	17,5-34	$Y = -0,064 + 0,005T$	0,96

Relația dintre rata de dezvoltare și temperatură, exprimată prin ecuația regresiei liniare permite în unele cazuri o foarte bună caracterizare a speciilor, prelungirea dreptelor de regresie care marchează dezvoltarea pentru toate stadiile, intersectându-se pe axa o-x într-un punct care va fi pragul inferior de dezvoltare (cu cât metoda de studiu este mai precisă, dreptele se vor interseca într-un singur punct și acesta va exprima o valoare foarte

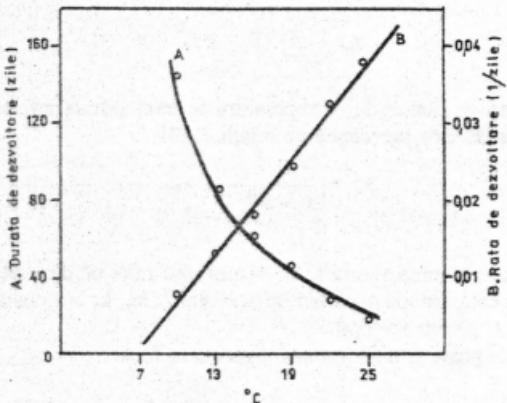


Fig. 10. Relația dintre temperaturi dezvoltare, ilustrată comparativ pentru durata de dezvoltare (A) și rata de dezvoltare (B), de la ou la adult, la specia *Platyptilia carduidactyla* (după BARI & LANGE, 1980).

reală). Iată, de exemplu, în Fig. 11 reprezentarea grafică pentru specia *Keiferia lycopersicella* (după WEINBERG & LANGE, 1980).

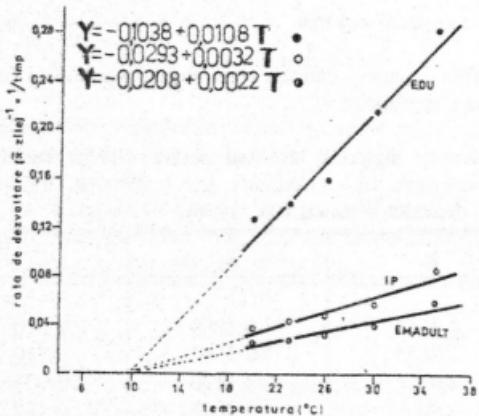


Fig. 11. Ecuațiile de regresie pentru ilustrarea ratei de dezvoltare în relație cu temperatura, pentru intervalele: ovipozitare - eclozare (E.OU), larvă - împupare (IP) și pupă - adult (EM.ADULT) (după WEINBERG & LANGE, 1980).

Modelul de dezvoltare al populației în relație cu temperatura, poate fi foarte bine exprimat prin regresia liniară și între temperatură și durata stadiilor (și nu rata de dezvoltare) cu elaborarea unui sistem al unităților termice acumulate (WHITWORTH & POSTON, 1979). Unitățile termice se calculează și după relația:

$$U_{t_0} = \sum (\bar{x} - bt)$$

(\bar{x} - media temperaturilor zilnice; b_t - temperatura de bază (limita inferioară de prag))

Ecuatia sigmoidă este prezentată de relația / 121 /:

$$R_t = \frac{C}{1 + e^{k_1 + k_2 \cdot t}} \quad / 121 /$$

[R_t - rata de dezvoltare la temperatura t ; C = (maximum razei de dezvoltare) $\times (e^{k_1 + k_2 \cdot topt})$; $topt$ - temperatura la care are loc maximul de dezvoltare; k_1, k_2 = constante; $t' = t$ pentru $t < topt$; $t' = 2 \cdot topt - t$, pentru $t > topt$].

Această ecuație poate fi transformată algebric în forma:

$$\ln\left(\frac{C}{R_{t_1}}\right) = k_1 + k_2 \cdot t \quad / 122 /$$

Bazat pe această ultimă ecuație, poate fi definită o nouă variabilă dependentă:

$$y_1 = \ln\left(\frac{C}{R_{t_1}}\right)$$

și poate fi formată ecuația de regresie: $y_1 = k_1 + k_2 t$

Pe baza relației ecuației sigmoide s-au obținut parametrii funcției sigmoide. Iată câteva date prezentate în Tabelul 8.

Tabelul 8

Parametrii funcției sigmoide estimări pentru diferite stadii, la două specii de lepidoptere nocuicide (A - *Heliothis zea* - BUTLER, 1976; B - *Pectinophora gossypiella* - BUTLER & HAMILTON, 1976).

Stadiu	k_1	k_2	C	$topt$
A				
ou	4,3814	-0,1869	0,510	34
L-dietă	3,9825	-0,1562	0,110	36
L-bumbac	2,9213	-0,1120	0,085	36
pupă	4,9069	-0,2043	0,130	35
adult	3,4639	-0,0449	0,640	42
B				
ou	3,8999	-0,1432	0,400	40
larvă	5,3813	-0,2308	0,084	40
pupă	4,7309	-0,1966	0,172	40

Pentru cei interesați sau care doresc să facă și comparații, prezintă în continuare și ecuația logistică a lui D a v i d s o n, aceasta definind o curbă predictivă a relației dintre rata de dezvoltare observată (100/timp de dezvoltare) și temperatura (BAILEY, 1976).

Relația este:

$$\frac{1}{y} = \frac{K}{1 + e^{a - bx}}$$

(y = timpul de dezvoltare; K, a, b = constante; x = temperatura)

În continuare modelul acestei relații (Fig. 12) și reprezentarea grafică a dezvoltării (zile = y) și ratei de dezvoltare (100/y) la *Mamestra configurata*:

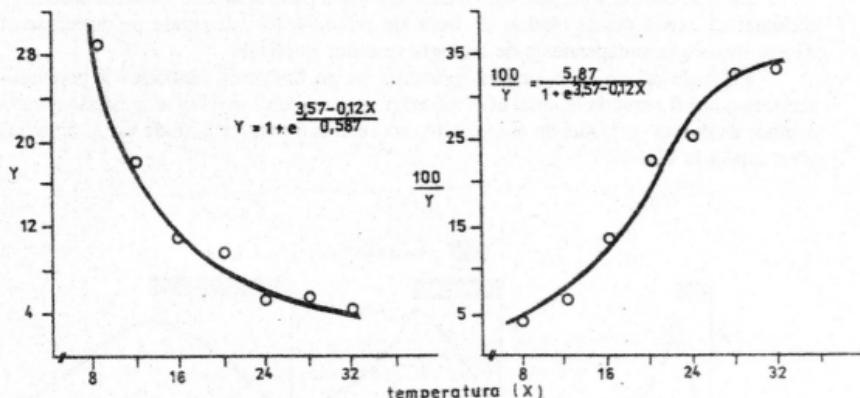


Fig. 12. Efectul diferitelor temperaturi constante asupra duratei de dezvoltare și ratei de dezvoltare a stadiului de ou la *Mamestra configurata* (după BAILEY, 1976)

De asemenea, tot ca un mod de ilustrare comparativă a datelor obținute, acestea pot fi introduse într-un tabel, prezentând dezvoltarea și rata de dezvoltare pentru toate stadiile și vârstele. Ilustrez mai jos doar ca model, acest aspect:

Vârstă stadiu larvar	y	100 / y
I	$\frac{1 + e^{4.16 - 0.13X}}{1.18}$	$\frac{118.6}{1 + e^{4.16 - 0.13X}}$
VI	$\frac{1 + e^{3.47 - 0.19X}}{0.165}$	$\frac{16.5}{1 + e^{3.47 - 0.19X}}$

B. SCHIMBARILE NUMERICE IN POPULATIILE DE INSECTE SI RELATIA CU NUMARUL DE GENERATII

Dacă mărimea populației unei insecte dintr-o anumită zonă, este estimată la diferite intervale (ex. prin eșantionare) se poate trasa o curbă de variație care să vizualizeze modificările numărului în timp. Marcăm astfel dinamica (prezentată anterior) printr-o curbă a populației. Pe aceste curbe se pot delimita: numărul de generații, maximul dezvoltării, numărul total al indivizilor, influența diversilor factori asupra mărimii populației, etc.

Dacă se compară curbele dezvoltării sezoniere pentru diferite specii de insecte, s-a constatat că există puține modele de bază ale schimbărilor temporale pe durată scurtă. Aceste modele sunt dependente de biologia speciilor implicate.

a. Unele specii au o singură generație pe an. Creșterea numerică a populațiilor acestora poate fi rezultatul numai al ovipozitării, însă modelul specific al creșterii numerice depinde de durata perioadei de ovipozitare raportată la durata ciclului de viață. Sintetizăm acest aspect în Fig. 13.

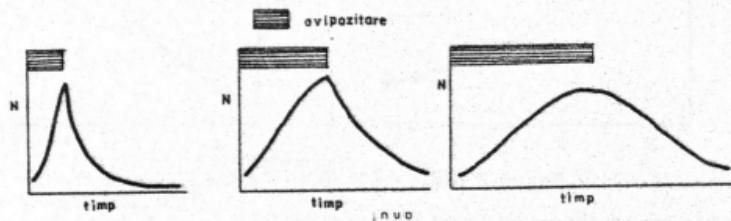


Fig. 13. Influența ovipozitării asupra modelului de creștere al populației unei specii cu o singură generație pe an, în funcție de durata ovipozitării

Se poate ușor deduce că o perioadă scurtă de ovipozitare determină preponderența unui anumit stadiu de dezvoltare, într-un anumit moment al dezvoltării. Apoi, în fiecare stadiu de dezvoltare, modelul creșterii în timp trebuie să fie similar (în formă) cu cel al curbei pentru evoluția intergală organism. Crescând perioada de ovipozitare, timpul necesar întregului organism în a completa stadiile sale de dezvoltare crește, iar suprapunerea între stadii se accentuează (Fig. 14, A).

b. Când sezonul favorabil pentru dezvoltare este lung, speciile au două-trei generații pe an. Generațiile succesive prezintă și ele diferite modele ale schimbărilor numerice. O diapauză hibernală poate astfel determina o creștere rapidă a ovipozitării în G1, cu atingerea rapidă a unui maxim, după care și scăderea este la fel de rapidă iar curba prezintă un vârf asimetric. Dacă pentru o variație normală în timp trebuie să completeze dezvoltarea în timpul primei generații, perioada de ovipozitare din G2 va fi mai lungă. Deci, evoluția normală a timpului individual de dezvoltare, determină o lungire a perioadei de ovipozitare în generații succese (Fig. 14, B). Partea descendenta a curbei (declinul de după atingerea maximului) este asociată cu modelul specific al mortalității la nivelul

populației. Fenomenul este evident la speciile cu perioada de ovipozitare scurtă, dar când perioada de ovipozitare este lungă, raportat la timpul total necesar pentru completarea dezvoltării, indivizi apartinând la diferite stadii de dezvoltare, sunt prezentați simultan în populație, fenomenul de mortalitate fiind mai puțin distinct (Fig. 14, C).

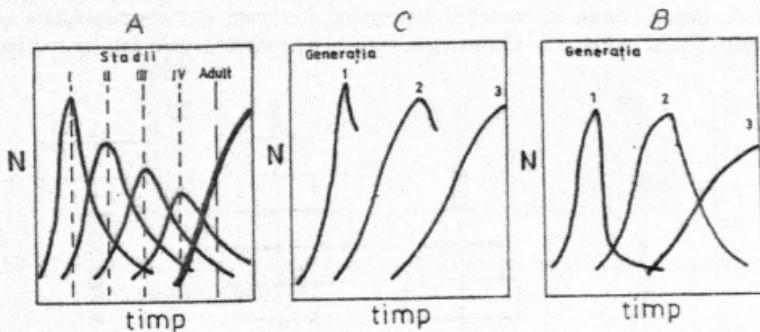


Fig. 14 A,B,C. Modelul de evoluție al mărimei unei populații în funcție de numărul de generații pe an (detalii în text)

c. În condiții deosebit de favorabile pot exista mai mult de 3 generații pe an. În această situație fenomenul ilustrat în Fig. 14 B este și mai accentuat. În această situație, indivizi apartinând mai multor generații se pot reproduce în același timp iar generațiile succeseive nu se mai disting.

Modelele de ovipozitare (natalitatea), pe de o parte, și mortalitatea, pe de altă parte, în cadrul unei generații, se pot amesteca cu cele ale altor generații și ambele pot determina o "rată medie". O completă suprapunere a generațiilor va fi caracterizată de absența unor modificări pe durată scurtă de timp, la nivelul populațiilor.

C. STRUCTURA POPULATIILOR PE VARSTE, SEXE SI MODELUL DE EMERGENTA

1. Structura pe vîrstă (piramida vîrstelor, clasele de vîrstă) și curba de supraviețuire.

Este o caracteristică importantă a dinamicii și creșterii populațiilor. În entomologie aceste studii sunt relativ mai dificile, fiind implicate multe studii de laborator în vederea cunoașterii vîrstelor stadiului larvar, delimitarea dintre stadii, evoluția adulțului corelat cu capacitatea sa reproductivă. Cunoașterea biologiei și comportamentului, permite aprecierea vîrstei adulților pe baza studiilor asupra aparatului reprodusător, la materialul biologic

provenit din capcane. Datele sunt apoi corelate cu fecunditatea specifică și capacitatea reproductivă în general. Datele din laborator sunt apoi corelate cu cele obținute în observațiile din câmp, elaborând modele cu semnificație practică. În entomologie, în funcție de specie și grup sistematic, prin analiza vîrstei se fac următoarele clasificări: adulți, subadulți, juvenili sau ou, larvă pe vîrste, pupă, adult. Analizând datele la acest nivel și valoarea informației biologice crește. Datele obținute se pot apoi vizualiza sub formă de tabele, curbe de variație, histograme (normale sau tip piramidă) ori alte modalități (detalii în Fig. 15). Cunoașterea structurii pe vîrste, a populațiilor speciilor de

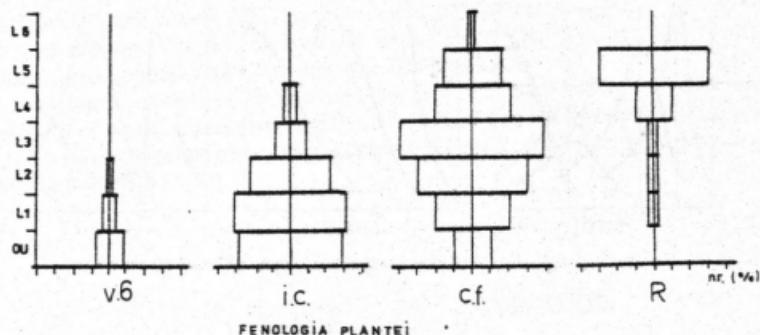


Fig. 15. Evoluția structurii pe vîrste a populației de *Mamestra brassicae* (larva) în funcție de fenologia plantei de cultură (varză) (v.6 - verticil de 6 frunze; i.c. - început de formare al căpătânnii; c.f. - căpătană formată; R - recoltare)

insecte, are în primul rînd o semnificație aparte în aprecierea unui nivel câ mai real al populațiilor, deoarece o capturare permanentă, sau periodică, modifică raportul între diferite clase de vîrstă.

Curba de supraviețuire oglindește modul de evoluție în timp al populației unei specii. Modalitatea de reprezentare grafică poate fi diferită, în funcție de specie, de informația ce se dorește a fi transmisă sau de inventivitatea cercetătorului. Pentru exemplificare în Fig. 16 este prezentat un model de ilustrare grafică a evoluției supraviețuirii la populația unei specii de fluture. Există și un alt aspect important legat de sesizarea unor momente cheie în viața insectei, cu semnificație deosebită din punct de vedere practic, cu influențarea ratei creșterii și a dinamicii populației în descendență. În aceste situații, rezultate deosebite furnizează cercetările comparative laborator - câmp.

2. Rata sexelor (sex-rațio).

Este o altă caracteristică importantă în evoluția populațiilor. Rata sexelor este raportul dintre masculi și femele la nivelul unei populații. Cercetările entomologice prezintă acest raport cu oscilații în jurul valorii 1, în funcție de specie. Se pot constata în literatura de specialitate, variații ale valoriilor, pentru aceeași specie, în timp și spațiu, în funcție de metodologia de conducere a experimentelor. Paralel cu modificarea valorii pentru rata sexelor, se modifică și indicele sexual. Variabilitatea în captură, pentru o perioadă mai

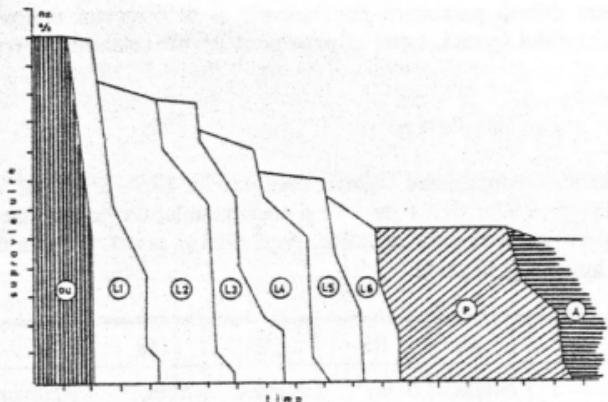


Fig. 16. Reprezentare grafică a unui model ipotetic de evoluție a supraviețuirii la o specie de fluture.

lungă de timp, într-o aceeași zonă, este asociată cu biologia speciei, comportamentul, acțiunea factorilor de mediu și relațiile interspecifice, fiind oglindită prin valorile coeficientului de variabilitate (Tabelul 9). Chiar și prin aceeași metodă de captură diferă reacția de răspuns la calitatea stimулului atracțant.

Pe de altă parte, în condițiile creșterii speciei în laborator, se poate modifica rata sexelor, față de situația din câmp. În condițiile în care creșterea este condusă pentru o generație completă (fără artefacte de selecție a materialului biologic), datele obținute furnizează o informație corectă asupra ratei sexelor. Iată ca exemplu, în Tabelul 10, câteva date personale pentru specia *Mamestra brassicae*, în condițiile creșterii în laborator, în generații succesive.

3. Modelul de emergență.

Este o caracteristică importantă pentru populațiile de insecte. O semnificație deosebită au aceste date din punct de vedere practic, în acțiunile de control, management și combatere a insectelor dăunătoare. În acest caz, pentru lămurirea multor aspecte, este necesară o comparare a datelor din câmp cu cele obținute în laborator. Se cunosc (NOVAK, 1974) 9 tipuri reprezentative ale modelului de emergență. În condițiile creșterii speciei în laborator, acest model se poate modifica, mai mult sau mai puțin. De exemplu, *Mamestra brassicae* este încadrată (NOVAK, 1974) în modelul VIII, ca specie protogină. Alte cercetări (SIVCEV, 1983; STAN et al., 1987), au susținut aceste date dar modelul tipic pentru populațiile din țara noastră este **tipul IX**, adică fenomenul protoginiei nu este întotdeauna marcat (STAN et al., 1994, Bul.inf. 5, 1/1994)), începutul zborului se poate suprapune la cele două sexe, sau chiar să emeargă masculul cu 1-2 zile înainte. Lucrurile se complică puțin și datorită nivelului redus al populațiilor în câmp căt și generația pentru care se studiază. Mai mult, au fost diferențe privind începutul emergenței între ecosisteme diferite (la capcanele din pădure, masculii au inițiat zborul înaintea zborului femelelor din câmp de la capcana luminoasă). Totuși, fenomenul are semnificație importantă în privința

corelațiilor dintre diferenții parametrii populationali și în contextul utilizării capcanelor feromonale în controlul speciei, astfel că protoginia devine concurență pentru feromonul sexual sintetic.

Tabelul 9

Date sintetice, reprezentând valorile ratei sexelor ($RS = \text{nr. } \delta\delta / \text{nr. } \varphi\varphi$), indicelui sexual ($IS = \text{nr. } \varphi\varphi / (\text{nr. } \delta\delta + \text{nr. } \varphi\varphi)$) și coeficientului de variabilitate ($Cv = s/x$), la câteva specii de lepidoptere noctuide, după diferenți autori, pe baza cercetărilor cu capcane luminoase în câmp.

	RS	RS	IS	IS	Cv	Cv
Specie	Novak, 1974*	Stan, 1986- 1990**	Novak, 1974	Stan, 1986- 1990	Rejmanek & Spitzer 1982***	Stan, 1986- 1990
Autographa gamma	2,4	1,21	0,291	0,45	0,56	1,279
Phlogophora meticulosa	1,3	2,29	0,436	0,30	1,39	2,172
Discestra trifolii	3,4	2,63	0,229	0,27	1,33	0,776
Lacanobia oleracea	4,1	10,69	0,196	0,08	1,11	0,229
Lacanobia suasa	3,2	3,71	0,239	0,21	1,22	0,653
Mamestrra brassicae	1,5	0,57	0,404	0,63	0,70	0,668
Mythimna pallens	1,3	1,64	0,431	0,38	0,72	0,629
Ochropleura plecta	4,3	1,42	0,187	0,41	0,80	0,655
Xestia c-nigrum	2,4	2,54	0,297	0,28	1,15	1,465
Agrotis segetum	1,8	1,72	0,358	0,35	1,65	0,747

* cercetări făcute în perioada 1967-1971;

** date nepublicate; cercetări în zona Cluj Romania);

*** cercetări făcute în perioada 1967-1979.

In condițiile creșterii în laborator, modelul de emergență se modifică într-o oarecare măsură (Tabelul 10), dar va domina tot tipul de emergență IX. Corelarea datelor din câmp și laborator, permit o apreciere cât mai corectă, calitativ-cantitativă, asupra populațiilor din câmp.

Compararea datelor pentru diferențite situații cuprinse în tabelul de mai sus, evidențiază următoarele aspecte:

- există similaritate între valorile RS pentru datele din câmp la populațiile din Serbia și Transilvania; pentru datele din Boemia, valoarea RS indică dominantă netă a masculilor (sunt implicate aspecte legate de comportament (STAN et al., 1987; STAN et al., 1994);

Tabelul 10.

Evoluția ratei sexelor (RS) și a modelului de emergență (ME) la *Mamestra brassicae*, în diferite generații, crescute în condiții de laborator (pentru ME sunt trecute cifrele care corespund cu notațiile din Fig. 13; A -începutul stadiului de adult, B - mijloc, C - sfârșit stadiului, D - întreg stadiul de adult)

Autorul	Rata sexe pupe	A	B	C	D	ME
NOVAK (1974)					1,50	VIII
SIVCEV (1983)						
A 1978					0,21	
1979					0,25	
1980					0,31	
STAN, nepubl.						
1986	0,94*				0,29	VIII-IX
1987	0,88				0,44	IX (VI)
1988	1,02				0,26	IX-VIII
1989	0,96				0,45	IX
1990	1,18				0,70	VIII-IX
STAN, nepubl.**						
G 6	0,94	0,79	0,69	0,76	0,92	IX
G 7	1,04	0,97	1,27	1,60	1,23	VII
G 8	1,08	1,09	1,04	1,56	1,11	IX
G 9	1,03	1,13	1,15	0,70	1,06	I
G 10	1,14	2,06	1,35	0,80	1,34	I-III
G 11	1,02	1,73	1,45	0,40	1,07	III-IV
G 13	1,06	1,43	1,13	0,20	1,02	IX
G 14	1,08	2,67	0,98	0,58	1,03	IX
G 15	0,88	1,13	0,98	0,32	0,94	IX
G 16	0,96	1,31	1,08	0,31	0,98	IX
G 17	1,01	0,90	1,11	0,58	0,99	IX
G 18	1,06	0,93	1,12	0,75	1,09	IX
G 19	0,82	0,76	1,10	0,70	0,88	IX
G 20	0,83	1,03	0,73	0,58	0,79	IX
G 21	0,93	0,83	0,92	0,91	0,90	IX
G 22	1,03	0,93	1,03	0,95	0,98	VI
G 23	0,97	0,78	1,00	1,18	0,92	VI
G 24	1,09	1,01	0,97	1,36	1,05	IX
G 34	1,02	0,93	0,96	0,86	0,92	IX
G 35	0,94	1,06	1,12	1,21	1,04	IX
Media	0,998				1,02	

* - cuști cu pupe în câmp (larve recoltate din câmp); ** - date din laborator

- datele personale arată, pentru emergență, un ME care oscilează în jurul lui 1, în schimb, pentru adulții capturați în capcana luminoasă se observă dominanța femeelor (datele sprijină ipoteza noastră privind comportamentul caracteristic de reproducere al acestei specii);

- modelul de emergență (ME) în câmp este dominat de tipul IX-X care evidențiază protoginia speciei, dar în unele ani, începutul zborului nu este marcat distinct (asociat cu nivelul constant scăzut al populațiilor și cu generația);

- în condiții de laborator RS la pupe a fost similar cu RS la adulții emerși, iar ME a fost variabil (asociat printre altele și cu fenomenul de selecție artificială a larvelor în procesul de creștere), dar cel mai frecvent s-a întâlnit tot tipul IX.

Dr. Gheorghe STAN
Institutul de Cercetări Biologice
Colectivul de Entomologie experimentală
Str. Republicii, Nr. 48
RO-3400 CLUJ-NAPOCA

Noi membrii / New members / Neue Mitglieder

WIESER Christian, - Dr., Naturwiss. Verein für Karten, Museumsg. 2, 3021 Klagenfurt, Austria (Lepidoptera).

KÖNIG Frigyes Ernö, - Dr., Str. Șaguna, Bl. A3, Ap. 5, 1900 Timișoara, România (Lepidoptera, biologie, faunistică).

MARKO Balint, - Str. Bolyai, Nr. 34, 4300 Tîrgu Mureș, România (Lepidoptera).

NIKUSCH Ingo, - Dr., Okenstr. 336 A, 776521 Offenburg, Deutschland (Lepidoptera)