

A. FAVA

Riproduzione e sviluppo di *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera Curculionidae) in diverse varietà di frumento

INTRODUZIONE

È noto che non solo le cariossidi e le farine di cereali di differenti specie, ma anche quelle di differenti varietà di una data specie, hanno mostrato diversa resistenza all'attacco degli insetti che infestano i granai. Gli indici più frequentemente considerati dagli AA. sono il periodo ottimale di ovideposizione in relazione al numero delle uova deposte, la durata dello sviluppo, la quantità di alimento ingerita, il numero degli insetti che raggiungono l'età adulta (Loschiavo et al., 1969; Sinha, 1971; Metcalfe et al., 1972; Cogburn, 1977; Dobie & Kilminster, 1978; Matioli, 1985; Shama, 1985; Amos et al., 1986; Khattak et al., 1986; Adetunji, 1988; Tipping et al., 1988).

Sulle varietà di *Triticum* selezionate in Italia non sembra, però, che siano mai state fatte ricerche di questo tipo. Nella presente nota vengono riferiti i risultati ottenuti sull'ovideposizione, sulla durata dello sviluppo e sul numero di adulti (apparsi in 57 giorni di osservazione) di *Sitophilus granarius* L. allevato sulle cariossidi di 6 varietà di frumento.

MATERIALI E METODI

Il *Sitophilus granarius* L. è stato allevato su sei varietà di frumento cortesemente fornitemi dall'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, sezione di Sant'Angelo Lodigiano, che mi ha dato anche le notizie qui riportate (da me è stato determinato il peso delle cariossidi integre conservate a temperatura ed umidità ambiente):

Varietà "Adria", a maturazione precoce; bassa resistenza al freddo; spiga mutica, bianca, allungata; cariosside ovale, rossa; peso della cariosside 37,7 mg.
"Fiorello", a maturazione precoce; bassa resistenza al freddo; spiga aristata, pigmentata, oblunga; cariosside allungata, rossa; peso della cariosside 43,3 mg.

"Gemini", a maturazione media; ottima resistenza al freddo; spiga mutica, bianca, fusiforme; cariosside ovale, rossa; peso della cariosside 42,4 mg.
"Manital", a maturazione media precoce; bassa resistenza al freddo; spiga

mutica, bianca, fusiforme; cariosside ovale, bianca; peso della cariosside 46,3 mg.

"Orso", a maturazione media; bassa resistenza al freddo; spiga aristata, bianca, allungata; cariosside ovale, rossa chiara; peso della cariosside 44,5 mg.

"Salmone", a maturazione tardiva; ottima resistenza al freddo; spiga mutica, rossa, allungata; cariosside ovale, rossa; peso della cariosside 42,5 mg.

Il *S. granarius* proveniva da un allevamento massivo esistente da vari anni nell'Istituto di Zoologia dell'Università di Genova, che ha avuto origine da esemplari cortesemente forniti dal Prof. Giorgio Domenichini (Istituto di Entomologia dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza).

Sono state usate provette di plastica del diametro di 14 mm e della lunghezza di 100 mm, chiuse con un batuffolo di cotone. In ciascuna di esse sono state poste circa 100 cariossidi di frumento ed una coppia (maschio e femmina) di *S. granarius* che aveva compiuto la metamorfosi da non più di 24 ore. La coppia è stata allontanata dopo 15 giorni.

Per ciascuna varietà di frumento sono state allestite da 55 a 69 provette, tenute in una cella termostatata a 27°C e con 60-70% di umidità relativa.

Poiché lo studio verde su due aspetti della biologia di *S. granarius* che richiedono metodi d'indagine diversi (il numero delle uova deposte nelle singole cariossidi e taluni aspetti dello sviluppo dell'insetto) le provette allestite con ciascuna varietà di frumento sono state divise in due gruppi di circa 15 l'uno e 40-50 l'altro.

Il primo gruppo di provette è stato utilizzato per studiare il numero di uova deposte nelle cariossidi. Le cariossidi di ciascuna provetta sono state colorate con fucsina acida, secondo il metodo usato da Sharifi (1972) leggermente modificato. Sono state cioè immerse per 30" in acqua, indi per 30" in una soluzione contenente 0,5 g di fucsina acida, 50 ml di acido acetico glaciale e 950 ml di acqua distillata. Sono state lavate per 30" in acqua corrente. La fucsina acida colora il tappo gelatinoso che chiude il foro dove l'insetto ha deposto l'uovo. In ciascuna provetta è stato contato il numero di cariossidi infestate ed il numero di uova deposte nelle singole cariossidi.

Il secondo gruppo di provette è stato utilizzato per studiare il numero di adulti sfarfallati e la durata del loro sviluppo. Le provette sono state perciò lasciate nella cella termostatica e controllate periodicamente. Sono stati fatti complessivamente 5 controlli alla distanza di 7 giorni ciascuno e cioè dopo 29, 36, 43, 50, e 57 giorni dall'allestimento. Ad ogni controllo venivano contati ed allontanati gli adulti.

RISULTATI

OVIDEPOSIZIONI

Il numero di campioni usati per studiare la frequenza delle ovideposizioni nelle cariossidi variava da 13 a 16 secondo la varietà.

Numero di cariossidi infestate. In media è stato infestato il 27,94% delle cariossidi, ma gli insetti hanno mostrato una diversa preferenza per le 6 varietà: Adra e Fiorello sono risultate più infestate di Salmone e Manital che a loro volta sono state le meno gradite alla specie. Orso e Gemini hanno presentato un grado di infestazione intermedio che non differisce però da quello delle altre 4 varietà (tab. 1).

Fecondità delle coppie. In tab. 2 è stato riportato il numero medio di uova deposte dalle singole coppie. Considerando che talvolta più di un uovo è stato deposto nella stessa cariosside, la media più alta è data da coppie che hanno deposto nella varietà Orso, la più bassa da quelle che hanno deposto nella varietà Salmone: la differenza tuttavia è appena di 7 uova circa e non è statisticamente significativa. Tra le altre varietà si trovano solo differenze ancora più piccole.

Tab. 1 - Cariossidi infestate nelle 6 varietà di frumento.

Varietà di frumento	n° campioni	n° cariossidi		
		totale	infestate	%
Adria	13	1302	397 ^a	30,49
Fiorello	15	1506	444 ^a	29,48
Gemini	14	1401	397 ^{abc}	28,33
Manital	14	1407	363 ^{bc}	25,80
Orso	15	1519	433 ^{ab}	28,50
Salmone	16	1606	408 ^c	25,40

Il χ^2 saggia la significatività delle differenze trovate (a lettere uguali corrispondono frequenze statisticamente non diverse).

Tab. 2 - Fecondità delle coppie che hanno deposto nelle 6 varietà di frumento e numero medio di uova nelle cariossidi infestate.

Varietà di frumento	n° coppie	n° uova deposte		
		totale	media per coppia	media per cariosside
Adria	13	524	40,31	1,32
Fiorello	15	588	39,20	1,32
Gemini	14	535	38,21	1,35
Manital	14	475	33,93	1,31
Orso	15	618	41,20	1,43
Salmone	16	535	33,44	1,31

Il test di Mann-Whitney, utilizzato in confronti "a due a due", non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra le 6 medie.

Frequenza delle ovideposizioni nelle cariossidi. Il *S. granarius* ha deposto uova solamente nel 27,94% delle cariossidi ed in ciascuna di queste ha deposto da 1 a 6 uova, in media 1,34. Vi sono piccole differenze tra varietà che però non raggiungono mai valori statisticamente significativi: la media più bassa si è riscontrata in Manital ed in Salmone (1,31), la più alta in Orso (1,43) (tab. 2). Ma nella massima parte delle cariossidi di tutte le 6 varietà l'insetto ha deposto un uovo solo. Ne sono state trovate 5 in una sola cariosside delle varietà Manital, Gemini e Fiorello e 6 in una sola cariosside delle varietà Manital e Gemini. Se si considerano tutte le cariossidi, comprese quindi quelle non infestate, la media per cariosside di uova deposte scende a 0,37.

Anche le sei distribuzioni di frequenza presentano un andamento molto simile. Dai confronti fatti usando il χ^2 solo due differenze (su 61) risultano statisticamente significative con $P < 0,05$: nella varietà Adria vi è maggior frequenza di cariossidi con un solo uovo che nella varietà Orso, mentre le cariossidi della varietà Orso sono più spesso infestate con due uova di quelle della varietà Manital. La significatività di tali due differenze può tuttavia rientrare nella casualità, essendo 61 le stime fatte. Perciò le distribuzioni delle cariossidi delle 6 varietà, in rapporto al loro grado di infestazione, possono essere cumulate in un'unica curva di frequenza (fig. 1). La curva che ne risulta non è una curva normale né una curva di Poisson; probabilmente fattori non controllati determinano la distribuzione.

SVILUPPO DI ADULTI

In media, nelle provette sono diventati adulti 19,06 individui di *S. granarius* entro il 57° giorno dall'allestimento. Vi sono tuttavia delle differenze significative tra le medie: valori nettamente superiori alla media si trovano in Adria (23,04) e nettamente inferiori in Orso (17,58) (tab. 3).

Nella prima parte della ricerca sono state contate le uova deposte nelle cariossidi delle 6 varietà di frumento, e determinata così la fecondità media delle coppie di *S. granarius* (senza trovare differenze tra le varietà di cariossidi). Utilizzando questo dato è dunque possibile stimare - sia pure in via presuntiva - il numero di uova deposte nelle cariossidi usate in questa seconda parte del lavoro e valutare da quante di esse si sono sviluppati adulti nei 57 giorni di osservazioni.

Dal 50,66% delle uova deposte si sono sviluppati adulti, ma vi sono spiccate differenze tra le singole varietà di frumento. Le frequenze più elevate si trovano nelle varietà Manital (58,71%) ed Adria (57,18%), la minima in Orso (42,66%) e percentuali intermedie nelle altre varietà.

Queste differenze possono essere state determinate da varie cause: da ritardo nello sviluppo degli insetti, da aumento della variabilità della durata dello sviluppo, da mortalità embrionale e/o larvale. I dati permettono di esplorare parzialmente solo la prima ipotesi, analizzando il numero di adulti apparsi entro il 43° ed il 50° giorno.

Durata dello sviluppo di S. granarius. Ai controlli fatti dopo 29 giorni dall'allestimento delle provette, nessun adulto è stato trovato; al 36° giorno solo pochi insetti (38) erano diventati adulti ed erano dispersi nelle 291 provette; il dato non appare quindi significativo. Invece al 43° giorno si sono trovati 1182 adulti pari al 21,32% di tutti quelli ottenuti (al 57° giorno). Si sono però trovate frequenze diverse usando le diverse varietà di frumento. Le percentuali più alte di adulti si sono notate nelle cariossidi di Adria (26,96%), di Gemini (24,22%) e di Salmone (24,13%), le minime in quelle di Fiorello (15,65%) e di Manital (15,75%).

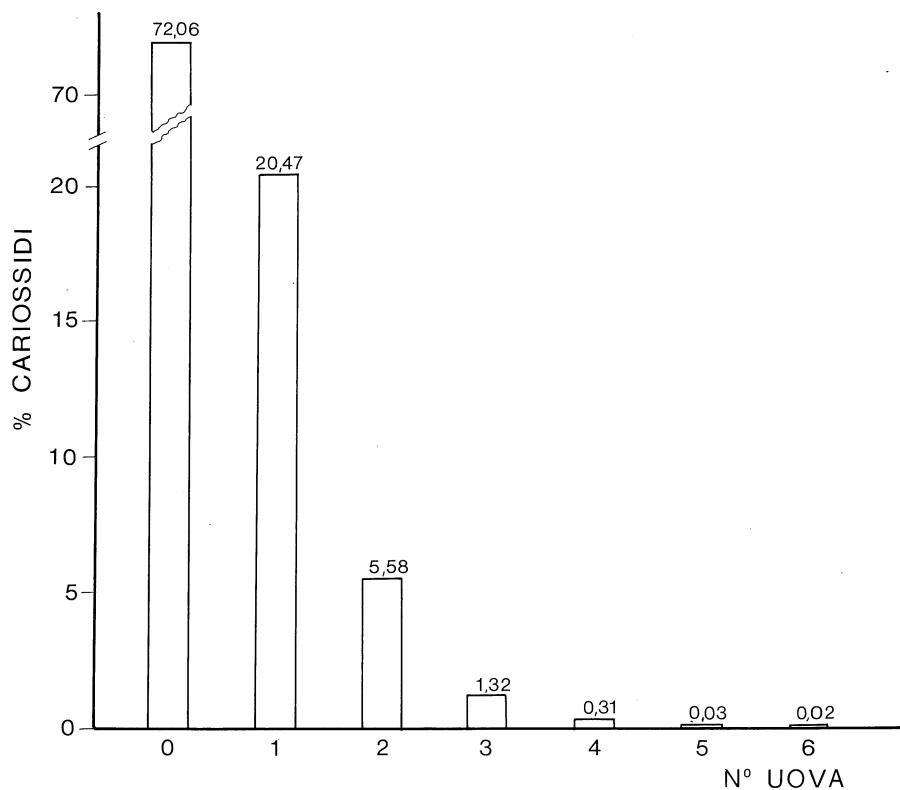


Fig. 1 - Numero di uova deposte nelle singole cariossidi.

Dal 43° al 50° giorno è comparso il maggior numero di adulti (2609) pari al 47,07%. Ancora, tuttavia, si sono notate delle differenze nel numero di adulti sviluppati nelle 6 varietà di frumento. Le frequenze più alte si sono avute in Adria (72,76%) ed in Manital (69,68%), la minima in Fiorello (64,40%).

La graduatoria osservata al 43° giorno risulta quindi cambiata, perchè il numero di adulti apparsi tra il 43° ed il 50° giorno è stato maggiore nelle provette con le cariossidi di talune varietà che in quelle di altre varietà di frumento; entrambe le graduatorie fatte (al 43° ed al 50° giorno) differiscono però da quelle fatte al 57° giorno.

Rapporto tra peso delle cariossidi e percentuale di adulti ottenuti. La percentuale di adulti ottenuti al 57° giorno (sul numero presunto di uova deposte nelle cariossidi) è stata posta in correlazione con il peso delle cariossidi integre delle 6 varietà. L'indice "r" non raggiunge però significatività statistica.

Tab. 3 - Adulti ottenuti, in periodi successivi, dalle uova deposte nelle cariossidi delle 6 varietà di frumento.

Varietà di frumento	n° campioni	43° giorno		50° giorno		57° giorno	
		totale	media	totale	media	totale	media
Adria	47	292 ^a	6,21	788 ^d	16,76	1083 ^g	23,04
Fiorello	40	113 ^c	2,82	465 ^f	11,62	722 ⁱ	18,05
Gemini	48	209 ^a	4,35	590 ^{ef}	12,29	863 ⁱ	17,98
Manital	51	160 ^c	3,14	711 ^{de}	13,94	1016 ^g	19,92
Orso	52	180 ^b	3,46	593 ^f	11,40	914 ⁱ	17,58
Salmone	53	228 ^a	4,30	644 ^e	12,15	945 ^h	17,83

chi ² di eterogeneità	63,375*	21,300*	159,698***
-------------------------------------	---------	---------	------------

*) Il χ^2 di eterogeneità verifica l'ipotesi che gli adulti siano comparsi con la stessa frequenza, rispetto al loro numero complessivo, al termine di ciascuno periodo; la successiva scomposizione del χ^2 ha permesso di individuare le differenze significative (tab. 6) come nei lettori negli anni compresi nel valori statisticamente significativi.

**) Il χ^2 è riferito al numero presunto delle uova deposte: individui divenuti adulti nei riguardi di quelli non divenuti adulti al 57° giorno.

CONCLUSIONE E DISCUSSIONE

Nei climi temperati, il *S. granarius* infesta comunemente il frumento e l'orzo (Champ & Dyte, 1976) ma anche cariossidi di altre graminacee e perfino ghiande (Howe, 1965) e legumi secchi (Steffan, 1963) dimostrando una specificità alimentare non assoluta. Tuttavia, vari fattori delle cariossidi dovrebbero influenzare il suo sviluppo, come l'umidità, il contenuto proteico, la resistenza del tegumento (Amos et al., 1986) e le dimensioni (Steffan, 1963; Shazali, 1986, per *S. oryzae*).

Nella presente ricerca, le cariossidi delle varietà Adria e Fiorello sono state infestate con maggior frequenza di quelle di altre varietà, senza però che questo comportasse un maggior numero di uova deposte dalle femmine. Questa evita di solito di deporre l'uovo vicino all'embrione (Richards, 1947), ma spesso ne depone più di uno nella stessa cariosside: fino ad 8 quelle di *S. oryzae* (Shama, 1985), fino a 6 quella di *S. granarius*, da me studiata, che non ha mostrato chiare preferenze per le diverse varietà.

La deposizione di più di un uovo nella stessa cariosside è un evento piuttosto insolito ed in questa ricerca interessa solo il 27% delle cariossidi infestate. La curva di frequenza non sembra influenzata sensibilmente dalle caratteristiche delle cariossidi anche se la somma delle sue variazioni si traduce in un diverso numero percentuale di cariossidi infestate.

Secondo Longstaff (1981) il cannibalismo tra larve permette di solito che in ciascuna cariosside si sviluppi un solo adulto. Al fine di valutare lo sviluppo di una popolazione di *S. granarius* e la resistenza di una varietà all'infestazione appare quindi più significativo il numero di cariossidi infestate che il numero di uova deposte dagli adulti. Ma l'osservazione di Longstaff pone il quesito sui fattori che favoriscono od inducono le ovideposizioni multiple nella stessa cariosside.

Al termine delle osservazioni (cioè al 57° giorno) un diverso numero di *S. granarius* adulti si era sviluppato nelle provette con cariossidi delle diverse varietà di frumento. Con riferimento al numero presunto di uova deposte si sono ottenuti più adulti dalle cariossidi di Manital e di Adria, che da quelle di Orso. Ma questo dipende probabilmente solo dal fatto che nelle cariossidi di talune varietà lo sviluppo delle larve è stato più rapido che nelle cariossidi delle altre; infatti, se si considerano separatamente il numero di adulti apparsi in momenti diversi (al 43°, al 50° ed al 57° giorno) si formano graduatorie diverse in rapporto alle diverse varietà di cariossidi in cui gli adulti si sono sviluppati. Appare quindi probabile che alcune varietà di frumento forniscano alle larve un alimento complessivamente più idoneo al loro sviluppo - perché più completo o più equilibrato nelle sue componenti - e non solo più abbondante, dal momento che il tentativo di trovare una correlazione tra numero di adulti e peso delle cariossidi integre (cioè quantità di cibo disponibile) è rimasto senza esito.

RIASSUNTO

Sono stati studiati l'ovideposizione e lo sviluppo degli adulti di *Sitophilus granarius* L. allevato su cariossidi di 6 varietà di frumento: Adria, Fiorello, Gemini, Manital, Orso, Salmone.

Risultano indipendenti dalle varietà di frumento:

- 1) la fecondità delle femmine;
- 2) il numero di uova deposte nelle singole cariossidi, che varia da 1 a 6.

Risultano invece dipendenti dalle varietà di frumento:

- 1) il numero di cariossidi infestate;
- 2) la velocità di sviluppo delle larve, come si rileva dal numero di adulti comparsi entro il 57° giorno dall'allestimento dei campioni sperimentali. Inoltre tale velocità non è in rapporto al peso delle cariossidi.

Si può concludere che le cariossidi delle diverse varietà di frumento offrono al *S. granarius* condizioni di sviluppo diverse, probabilmente in relazione al fabbisogno alimentare di questa specie.

SUMMARY

Reproduction and Development of Sitophilus granarius L. (Coleoptera Curculionidae) in Different Wheat Varieties

Oviposition and development of the emergent *Sitophilus granarius* L. have been studied on six different grain varieties: Adria, Fiorello, Gemini, Manital, Orso, Salmone.

This paper points out that wheat variety does not influence:

- 1) female fecundity;
- 2) laid eggs number in each grain, ranging from 1 to 6.

On the contrary wheat variety influences:

- 1) infested grain number;
- 2) larval development velocity, as proved by the adult number emerged within 57 days from the onset of the experiments. In addition larval development velocity is not in relation with the grain weight.

It can be concluded that different varieties of wheat grain affect the development of *S. granarius*, probably owing to his feeding necessity.

Parole chiave (Key words): *Sitophilus granarius*, reproduction, wheat varieties.

BIBLIOGRAFIA

- ADETUNJI J.F., 1988 - A study of the resistance of some sorghum seed cultivars to *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). - J. stored Prod. Res., 24: 67-72.
- AMOS T.G., SEMPLE R.L., WILLIAMS P., 1986 - Multiplication of some stored grain insects on varieties of wheat. - Gen. appl. Ent., 18: 48-52.
- CHAMP B.R., DYTE C.E., 1976 - Report of the F.A.O. global survey of pesticide susceptibility of stored grain pests. - F.A.O. Pl. Prod. Ser. No. 5, F.A.O. Rome.
- COGBURN R.R., 1977 - Susceptibility of varieties of stored rough rice to losses caused by storage insects. - J. stored Prod. Res., 13: 29-34.
- DOBIE P., KILMINSTER A., 1978 - The susceptibility of triticale to post-harvest infestation by *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitophilus granarius* (L.) - J. stored Prod. Res., 14: 87-93.

- HOWE R.W. 1965 - *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera, Curculionidae) breeding in acorns. - J. stored Prod. Res., 1: 99-100.
- KHATTAK S.U.K., SHAFIQUE M., 1986 - Varietal susceptibility studies of ten wheat cultivars flour to red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). - Pak. J. Zool., 18: 257-271.
- LONGSTAFF B.C., 1981 - Density-dependent fecundity in *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). - J. stored Prod. Res., 18: 73-76.
- LOSCHIAVO S.R., MCGINNIS A.J., METCALFE D.R., 1969 - Nutritive value of barley varieties assessed with the confused flour beetle. - Nature, 224: 288.
- MATIOLI J.C., 1985 - Efeitos de cultivares de milho sobre o crescimento de populações de *Sitophilus oryzae*. - Pesqui. Agropecu. Bras., Brasilia, 20: 499-503.
- METCALFE D.R., LOSCHIAVO S.R., MCGINNIS A.J., 1972 - Evaluation of cereal cultivars for feeding value with the confused flour beetle, *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). - Can. Ent., 104: 1427-1431.
- RICHARDS O.W., 1947 - Observations on grain-weevils *Calandra* (Col., Curculionidae). I. General biology and oviposition. - Proc. zool. Soc. Lond., 117: 1-43.
- SHAMA V.K., 1985 - Optimal ovipositional period in relation to number of eggs laid by *Sitophilus oryzae* (Linn.) in different wheat varieties. - J. entomol. Res., 9: 160-164.
- SHARIFI S., 1972 - Oviposition site and egg plug staining as related to development of two species of *Sitophilus* in wheat kernels. - Z. angew. Ent., 71: 428-431.
- SHAZALI M.E.H., 1986 - Effect of sorghum grain size on developmental ecology of *Sitophilus oryzae* (L.) - Z. angew. Zool., 73: 293-300.
- SINHA R.N., 1971 - Multiplication of some stored-product insects on varieties of wheat, oats and barley. - J. econ. Ent., 64: 98-102.
- STEFFAN J.R., 1963 - Les calandres des grains (*Sitophilus*) (in: BALACHOWSKI A.S. (Ed.), Entomologie appliquée à l'agriculture), Masson, Paris, 1 (2): 1070-1099.
- TIPPING P.W., RODRIGUEZ J.G., PONELEIT C.G., LEGG D.E., 1988 - Feeding activity of the maize weevil (Coleoptera: Curculionidae) in two dent corn lines and some of their mutants. - J. econ. Ent., 81: 830-833.

PROF. ATTILIA FAVA - Istituto di Zoologia, Università degli Studi, Via Balbi 5, 15126 Genova.

Ricevuto il 21 settembre 1989; pubblicato il 30 ottobre 1989.