

FIGURELLA CHIESA - FRANCO FRILLI

Dipartimento di Biologia e Protezione delle Piante, Università degli Studi
di Udine, Via delle Scienze, 208, I-33100 Udine (Italia)

Influenza della dieta su *Sitophilus granarius* (L.) e *S. oryzae* (L.). I. Ovideposizione

ABSTRACT

INFLUENCE OF DIFFERENT DIETS ON *SITOPHILUS GRANARIUS* (L.) AND *S. ORYZAE* (L.).

I. OVIPOSITION

The oviposition of *Sitophilus granarius* and *S. oryzae* was studied, at the same conditions of light, T and RH, on cereal stored grains (wheat, barley, pop-corn and yellow dent corn) and alimentary pasta (pasta containing eggs, maize pasta, brown pasta, two short shape durum wheat pasta and one long shape of the kind "Bigoli"). The total number of laid eggs and the fecundity evolution were recorded allowing to establish what sort of cereal grains and pasta is the most open to *S. granarius* and *S. oryzae* attack. For both species wheat, barley and pasta containing eggs were the most preferred for oviposition, while the pasta "Bigoli" was the less. *S. oryzae* has laid eggs into all the substrates, mainly pasta, more than *S. granarius*.

Key words: seeds, pasta, grain weevil, rice weevil, reproduction.

INTRODUZIONE

Sitophilus granarius (L.) e *S. oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) sono gli insetti più frequenti e dannosi per i cereali stoccati in sili e magazzini (BALACHOWSKY, 1963; SÜSS & LOCATELLI, 2001). Anche molti derivati dei cereali aventi una certa consistenza, come le paste alimentari (FRILLI, 1965), sono attaccati frequentemente da *S. granarius* e *S. oryzae*. La gravità dell'infestazione, però, dipende dal tipo di pasta. Le più suscettibili sono quelle con superficie rugosa - che favorisce il contatto della femmina con il substrato e conseguentemente l'erosione per predisporre il foro di ovideposizione - e con spessore sufficiente per il completamento dello sviluppo della larva (evitandone così la fuoriuscita e la conseguente morte) (SÜSS & LOCATELLI, 2001).

Secondo alcuni Autori, la femmina depone un solo uovo per cariossidi di cereale (GELOSI, 1982; GELOSI & ARCOZZI, 1982). NAWROT *et al.* (1999) ritengono che ciò sia legato al fatto che la femmina riesce a individuare l'opercolo di chiusura del foro di

ovideposizione praticato dalle altre femmine, mentre altri (SINGH *et al.*, 1974) hanno rilevato che i punteruoli tendono a evitare i chicchi che già contengono uova o larve appena nate o larve di IV età, senza però fornire indicazioni sulle possibili cause.

Altri Autori sostengono, invece, che i punteruoli depongano spesso più di un uovo nella stessa cariosside (COOMBS, 1972; LONGSTAFF, 1981; SHAZALI, 1987; SHAMA, 1985; FAVA, 1989; FAVA & BURLANDO, 1995; FAVA & GAINO, 1996) e ciò potrebbe condurre alla competizione fra larve (SMITH & LESSELLS, 1985). Si presume, infatti, che due o più larve presenti nello stesso chicco possano danneggiarsi a vicenda; l'incontro avviene generalmente al III o IV stadio larvale comportando fenomeni di cannibalismo (BALACHOWSKY, 1963). Da ogni seme, infatti, usualmente fuoriesce un unico adulto.

Scopo del presente lavoro è stato quello di studiare l'influenza della dieta (cereali e paste alimentari) sul comportamento riproduttivo di *S. granarius* e *S. oryzae*, con particolare riferimento all'ovideposizione.

MATERIALI E METODI

SPECIE INFESTANTI

Gli esemplari di *S. oryzae* e *S. granarius* utilizzati provenivano da ceppi allevati presso il Dipartimento di Biologia e Protezione delle Piantе dell'Università degli Studi di Udine.

Sono stati preparati 4 allevamenti massali, 2 per specie, da cui venivano prelevati gli insetti da utilizzare nelle prove¹; sono stati collocati in ambiente termostato con temperatura di 27°C e umidità relativa del 70%. Quando gli allevamenti divenivano sovrappopolati veniva prelevato un centinaio di adulti per essere collocato su substrato fresco.

SUBSTRATI

I substrati alimentari presi in esame per le prove sono stati: cariossidi di:

- grano tenero (*Triticum aestivum*) (GT),
- orzo decorticato (*Hordeum vulgare*) (OD),
- mais vitreo da pop-corn (*Zea mays*) (MP),
- mais dentato giallo (*Zea mays*) (MG),

e paste alimentari:

tipo di pasta	diametro medio	spessore	lunghezza
---------------	----------------	----------	-----------

¹ Ciascuno di questi allevamenti massali è stato avviato collocando in un contenitore in plastica per alimenti (cm 21x16x10) - con coperchio fornito di un ampio foro centrale rettangolare, chiuso con una retina a maglia stretta fissata ai lati mediante silicone - 200 g di una miscela di grano tenero e di orzo decorticato a cui sono stati aggiunti 100 individui, scelti a caso, senza distinguere il sesso.

	(mm)	(mm)	(mm)
Penne rigate mais (PM)	9,15	2,58	35,00
Tubini uovo (PU)	8,00	1,50	25,00
Sedani rigati integrali (PI)	11,00	1,50	31,50
Ditalini rigati grano duro (DR)	6,13	1,56	10,00
Sedanini rigati grano duro (SR)	7,50	1,25	35,00
Bigoli di Bassano grano duro (BIG e BIGX)	2	2	250,00

PROVE SPERIMENTALI

Le prove sono state condotte alle stesse condizioni microclimatiche degli allevamenti.

Le cariossidi e i singoli pezzi di pasta sono stati utilizzati tal quali, ad eccezione della pasta tipo “Bigoli” (unica pasta non forata), per la quale, data la lunghezza del formato (circa 25 cm), si è resa necessaria la rottura. Per questo tipo di pasta sono state prese in esame due situazioni diverse: pezzi di pasta con un'estremità integra e l'altra derivata da rottura (BIG) e pezzi di pasta uguali ai precedenti, ma con la superficie di frattura rivestita di silicone (BIGX) per simulare l'estremità della pasta integra.

Per ogni substrato e per ciascuna specie di *Sitophilus* sono state effettuate 4 repliche. Una femmina e due maschi della stessa specie, sfarfallati da non più di 24 ore, sono stati collocati in scatolette di plastica a base circolare (\varnothing 45 mm, h 25 mm) con coperchio munito di una retina sottile a maglia stretta, fissata con silicone. La scelta del numero di adulti e della *sex ratio* è stata fatta in modo tale da creare condizioni ottimali per la fecondità della femmina. All'interno di ciascun contenitore è stata posta una quantità di substrato diversa a seconda delle dimensioni delle cariossidi e dei pezzi di pasta: circa 20 chicchi nel caso di grano tenero (GT) e orzo decorticato (OD), 10 nel caso di mais da pop-corn (MP) e mais giallo (MG), 2 pezzi per la pasta “Sedani integrali” (PI), 3 per le “Penne al mais” (PM) e per i “Sedanini rigati” (SR), 4-5 per i “Tubini all'uovo” (PU), 6-7 per i “Ditalini rigati” (DR) e per i “Bigoli” (BIG e BIGX).

I substrati sono stati controllati al microscopio stereoscopico ogni 24-48 ore, alla ricerca di fori di ovideposizione per 30 giorni.

Le osservazioni hanno riguardato i seguenti aspetti:

Numero totale di uova deposte - Per ciascun substrato è stato calcolato il numero totale di uova deposte durante il periodo di osservazione.

Frequenza di ovideposizione nel substrato - Per i cereali, è stata rilevata anche la frequenza della deposizione delle uova in ciascuna cariosside; sono state quindi calcolate la percentuale di ovideposizioni “multiple” (cioè di uova deposte nella stessa cariosside nell'arco di 24-48 ore assieme ad altre) sul numero totale di uova deposte e la percentuale di cariossidi con più di un foro di ovideposizione fra quelle infestate.

Non è stata invece analizzata la distribuzione di frequenza delle uova nelle paste

alimentari, perché non si conosce se vi sia competizione fra larve in questo tipo di substrato, tranne, forse, in condizioni di sovraffollamento degli insetti. In bibliografia, inoltre, non è stato trovato alcun accenno a fenomeni di cannibalismo fra larve nella pasta.

Evoluzione della fecondità nel tempo - Per ciascun substrato è stato calcolato il numero di uova deposte ogni 48 ore per 30 giorni dopo la collocazione degli adulti sul substrato. Dato che la fecondità nei punteruoli varia con l'età della madre (BALACHOWSKY, 1963), nel presente lavoro sono state utilizzate femmine di età nota ed è stato seguito l'andamento delle ovideposizioni nel tempo.

ANALISI STATISTICA

Per confrontare il numero di uova deposte:

1. da *S. granarius* e *S. oryzae* su un dato substrato è stato utilizzato il Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test in cui i valori accoppiati erano costituiti dal numero di uova deposte ogni due giorni dalle due specie nel substrato considerato;

2. da ciascuna specie sui diversi substrati è stato utilizzato il Friedman test (non parametrica Repeated Measures ANOVA) seguito dal Dunn's Multiple Comparison test per i confronti a coppie. I valori accoppiati erano costituiti dal numero di uova deposte ogni due giorni da ciascuna specie nei substrati a confronto.

Per confrontare la percentuale di ovideposizioni "multiple" nelle diverse cariossidi è stato utilizzato il test della soluzione esatta di Fisher.

Per conoscere la relazione fra due variabili, i dati sono stati sottoposti ad analisi di regressione.

RISULTATI

NUMERO TOTALE DI UOVA DEPOSTE

Il numero totale di uova deposte è stato molto variabile a seconda del substrato (tab. 1), passando dal valore minimo di 16 uova per *S. granarius* nei "Bigoli" al valore massimo di 412 ottenuto nella pasta all'uovo con *S. oryzae*. La differenza tra il numero di uova deposte da *S. granarius* e da *S. oryzae* è risultata altamente significativa per tutti i substrati (tab. 1), soprattutto per l'orzo decorticato e la pasta all'uovo ($P = 0,0001$).

Altre differenze di fecondità particolarmente accentuate si sono riscontrate con la granella di grano tenero, la pasta di mais, la pasta integrale e la pasta di semola di grano duro tipo "Ditalini rigati" ($P = 0,0002$). I substrati alimentari in cui la fecondità dei due insetti è risultata più simile sono stati la granella di mais da pop-corn e la pasta tipo "Sedanini rigati" ($P = 0,02$) e "Bigoli" (BIG $P = 0,005$ e BIGX $P = 0,008$).

Il grafico di fig. 1 evidenzia una correlazione positiva e molto stretta ($R = 0,912$) tra l'ovideposizione delle due specie nei vari substrati. Infatti nell'alimento dove le

Tabella 1. Numero totale di uova deposte da 4 femmine di *S. granarius* e di *S. oryzae* sui diversi substrati (P = probabilità statistica al Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test).

Tipi di cariossidi	N. uova <i>S. granarius</i>	N. uova <i>S. oryzae</i>	P
GT	128	186	0,0002
OD	162	288	0,0001
MP	73	112	0,02
MG	82	154	0,0007
Tipi di paste			
PM	42	134	0,0002
PU	148	412	0,0001
PI	88	211	0,0002
SR	116	164	0,02
DR	71	162	0,0002
BIG	16	49	0,005
BIGX	59	108	0,008

femmine di *S. oryzae* hanno ovideposto maggiormente, anche le femmine di *S. granarius*, seppur in misura significativamente minore, hanno dimostrato la stessa tendenza. L'elevato grado di correlazione mette in evidenza come la variabilità nell'ovideposizione tra i due insetti sia dovuta in gran parte a una differente fecondità intrinseca e solo in piccola parte a una diversa preferenza per i substrati.

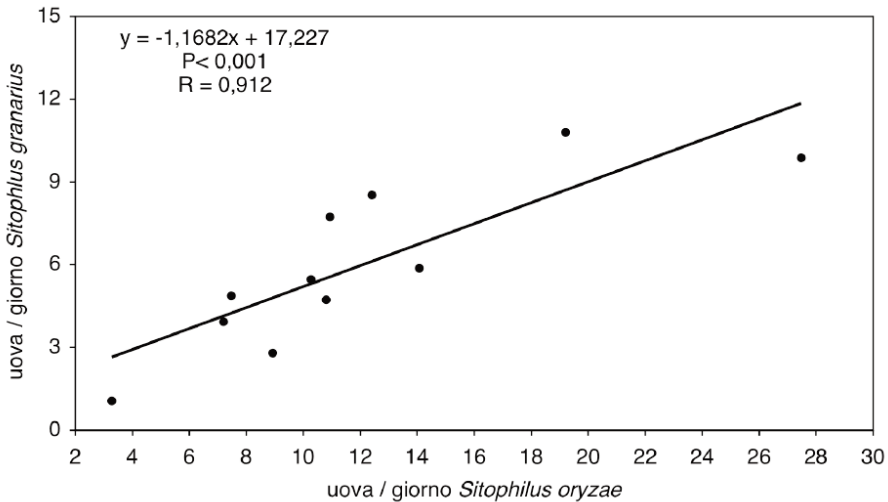


Figura 1. Correlazione tra il numero di uova deposte da *S. granarius* e da *S. oryzae*.

Per *S. granarius* l'alimento in cui è stato deposto il maggior numero di uova è risultato l'orzo decorticato e per *S. oryzae* la pasta all'uovo (tab. 2). Entrambe le specie sono state caratterizzate, invece, da un'ovideposizione significativamente minore nella pasta tipo "Bigoli", nella pasta al mais, nonché nella granella di mais (tab. 2).

Nei quattro tipi di cereali in granella, per entrambi i fitofagi, sono state riscontrate differenze significative tra l'orzo decorticato e il mais in granella (MP e MG), mentre il grano tenero si è posizionato a livello intermedio, non evidenziando differenze significative né con il primo, né con i secondi (tab. 2).

Per quanto riguarda le paste alimentari, sia per *S. granarius* che per *S. oryzae* si sono registrate differenze significative tra i "Bigoli" e la pasta di mais e quella all'uovo. I "Ditalini rigati", i "Sedani integrali" e i "Sedanini rigati" hanno evidenziato valori intermedi, non differendo significativamente dai tipi di pasta citati in precedenza (tab. 2).

FREQUENZA DI OVIDEPOSIZIONE NELLE CARIOSSIDI

Tabella 2. Numero medio giornaliero di uova deposte per femmina (i.f.) in ordine crescente (a lettera uguale non corrisponde differenza significativa; a lettere diverse per colonna corrispondono differenze statisticamente significative per $P = 0,05$ al Dunn's Multiple Comparison test).

<i>S. granarius</i>		<i>S. oryzae</i>	
tesi	i.f.	tesi	i.f.
BIG	0,13 a	BIG	0,41 a
PM	0,35 a	BIGX	0,90 ab
BIGX	0,49 ab	MP	0,93 ab
DR	0,59 abc	PM	1,12 abc
MP	0,61 abc	MG	1,28 abc
MG	0,68 abc	DR	1,35 bcd
PI	0,73 abcd	SR	1,37 bcd
SR	0,97 bcd	GT	1,55 bcde
GT	1,07 cd	PI	1,76 cde
PU	1,23 cd	OD	2,40 de
OD	1,35 d	PU	3,43 e

La maggior parte delle cariossidi infestate da *S. granarius* presenta 1 solo foro di ovideposizione; il numero di cariossidi con 2 fori ha un certo rilievo soltanto nell'orzo e nel grano tenero, anche se non ci sono differenze statisticamente significative fra i substrati (tab. 3). Nel mais (sia pop-corn, sia giallo) la deposizione di più uova nella stessa cariosside è ancora più ridotta.

S. oryzae ha manifestato, invece, un'elevata propensione a deporre più uova nella

Tabella 3. *S. granarius*: numero di cariossidi con uno o più fori di ovideposizione, numero totale di cariossidi infestate, numero totale fori e percentuale fori “multipli” (lettere uguali in colonna indicano che non ci sono differenze nell’incidenza delle ovideposizioni multiple fra i 4 tipi di cariossidi. Test della soluzione esatta di Fisher).

	Cariossidi			Totale cariossidi infestate	Totale fori	Fori “multipli” %
	1 foro	2 fori	3 fori			
	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	%
GT	118	5	0	123	128	7,81 a
OD	141	9	1	151	162	12,96 a
MP	68	1	1	70	73	6,85 a
MG	79	0	1	80	82	3,75 a

stessa cariosside soprattutto per l’orzo e il frumento (tab. 4). Nei due tipi di mais la percentuale di fori “multipli” è risultata inferiore rispetto a quella riscontrata nelle cariossidi dei due cereali autunno-vernini (differenze statisticamente significative per il mais da pop-corn).

Il risultato della regressione fra numero totale di ovideposizioni e numero di quelle multiple ($Y = -0,85 + 0,093X$; $P < 0,01$; $R^2 = 0,82$), considerando insieme le due specie, ha Tabella 4. *S. oryzae*: numero di cariossidi con uno o più fori di ovideposizione, numero totale di cariossidi infestate, numero totale fori e percentuale fori “multipli” (lettere diverse in colonna indicano che ci sono differenze statisticamente significative - $P = 0,05$ - nell’incidenza delle ovideposizioni multiple fra i 4 tipi di cariossidi. Test della soluzione esatta di Fisher).

	Cariossidi					Totale cariossidi infestate	Totale fori	Fori “multipli” %
	1 foro	2 fori	3 fori	4 fori	5 fori			
	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	%
GT	147	18	1	0	0	166	186	20,97 b
OD	220	24	5	0	1	250	288	23,61 b
MP	100	1	2	1	0	104	112	10,71 a
MG	128	1	5	1	1	136	154	16,88 ab

messo inoltre in evidenza che il numero di ovideposizioni multiple è soprattutto un fenomeno di probabilità statistica essendo poco influenzato dal substrato e dalla specie di punteruolo.

EVOLUZIONE DELLA FECONDITÀ NEL TEMPO

Cariossidi. Per entrambi i punteruoli il ritmo giornaliero di ovideposizione su frumento (GT) e orzo (OD) ha seguito un andamento abbastanza regolare nel tempo, evidenziando un tendenziale aumento di fecondità fino al 16°-20° giorno per *S. granarius* (fig. 2) e al 20°-24° giorno per *S. oryzae* (fig. 5), seguito da una diminuzione. L’andamento delle ovideposizioni è stato più irregolare in mais vitreo da pop-corn

(MP) e mais giallo (MG) (figg. 2 e 5).

Pasta corta. La pasta all'uovo (PU) ha evidenziato un regolare aumento delle ovideposizioni dal 15° al 24° giorno, seguito da una diminuzione in entrambe le specie

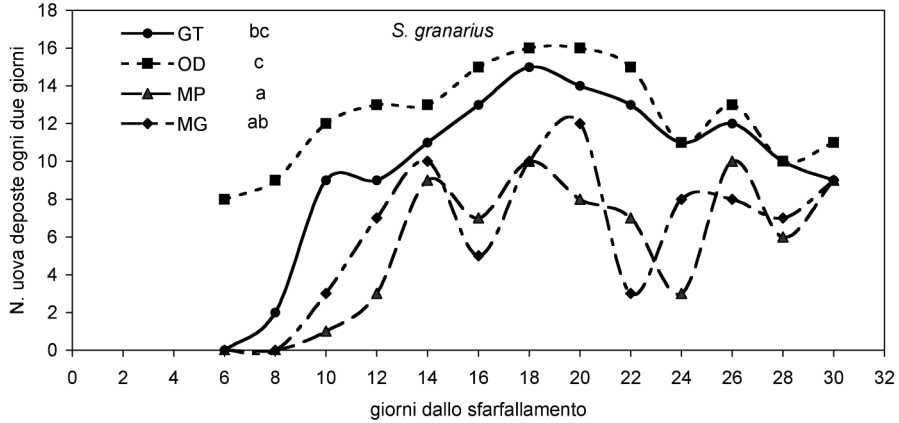


Figura 2. Ritmo di ovideposizione di *S. granarius* sui 4 cereali (a lettera uguale non corrisponde differenza significativa; a lettere diverse tra le tesi corrispondono differenze statisticamente significative per $P = 0,05$ al Dunn's Multiple Comparison test).

(figg. 3 e 6). Nella pasta integrale (PI) l'andamento è stato simile a quello riscontrato nella PU per *S. oryzae*, mentre per *S. granarius* è stato alquanto altalenante, paragonabile a quello rilevato nella pasta di mais (PM) per entrambe i punteruoli (figg. 3 e 6).

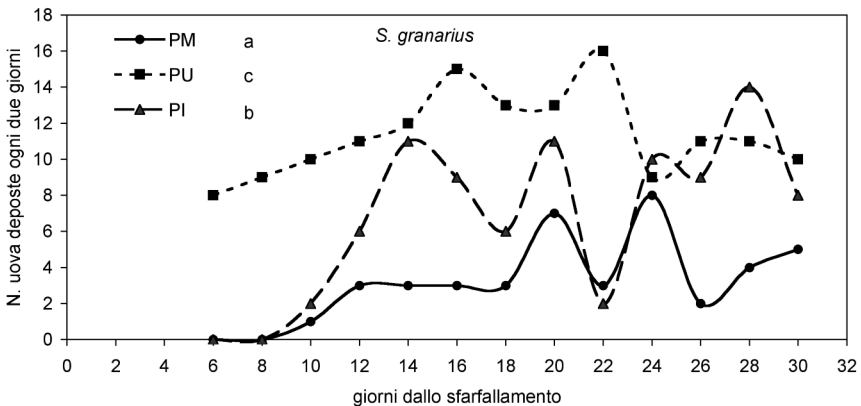


Figura 3. Ritmo di ovideposizione di *S. granarius* su pasta di mais, all'uovo e integrale (formati corti) (a lettera uguale non corrisponde differenza significativa; a lettere diverse tra le tesi corrispondono differenze statisticamente significative per $P = 0,05$ al Dunn's Multiple Comparison

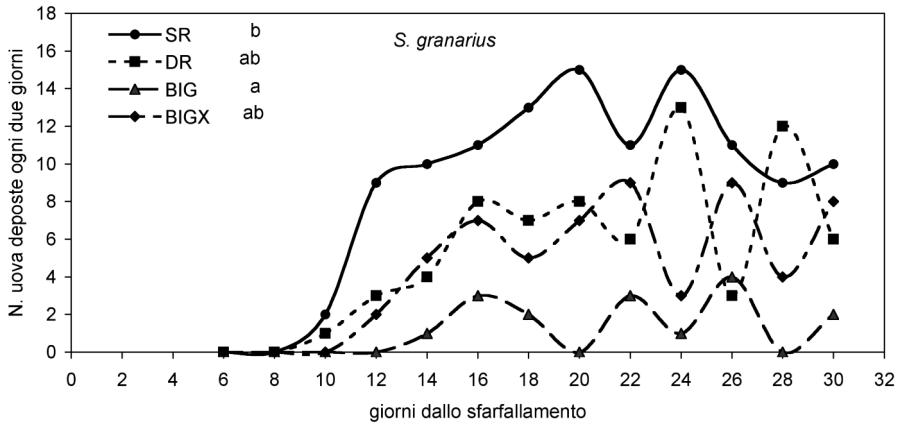


Figura 4. Ritmo di ovideposizione di *S. granarius* sulle 4 paste di semola di grano duro, di diverso formato (corto - SR, DR, BIGX e lungo - BIG) (a lettera uguale non corrisponde differenza significativa; a lettere diverse tra le tesi corrispondono differenze statisticamente significative per $P = 0,05$ al Dunn's Multiple Comparison test).

Pasta di diverso formato. Per le due specie l'andamento è stato molto irregolare nella pasta di semola di grano duro di diverso formato, quale "Sedanini rigati" (SR), "Ditalini rigati" (DR) e "Bigoli" (BIG e BIGX) (figg. 4-7). Tra gli andamenti dell'ovideposizione dei diversi formati sono state evidenziate differenze notevoli (figg. 4-7); tra SR e BIG, inoltre, la differenza è risultata altamente significativa (figg. 4-7).

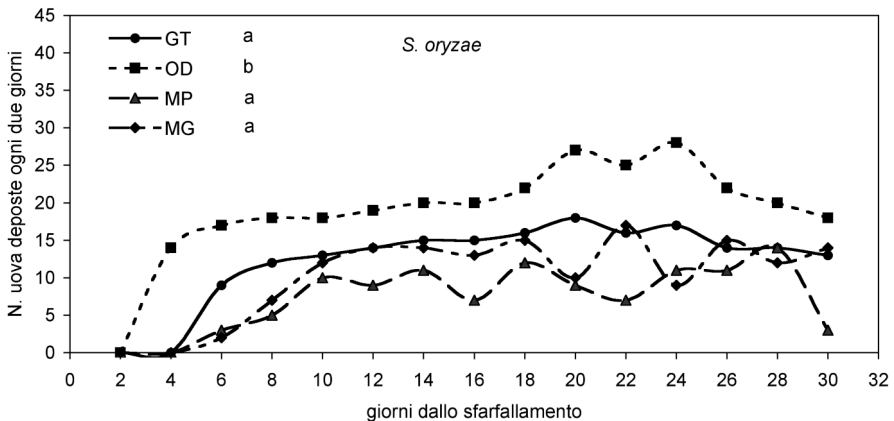


Figura 5. Ritmo di ovideposizione di *S. oryzae* sui 4 cereali (a lettera uguale non corrisponde differenza significativa; a lettere diverse tra le tesi corrispondono differenze statisticamente significative per $P = 0,05$ al Dunn's Multiple Comparison test).

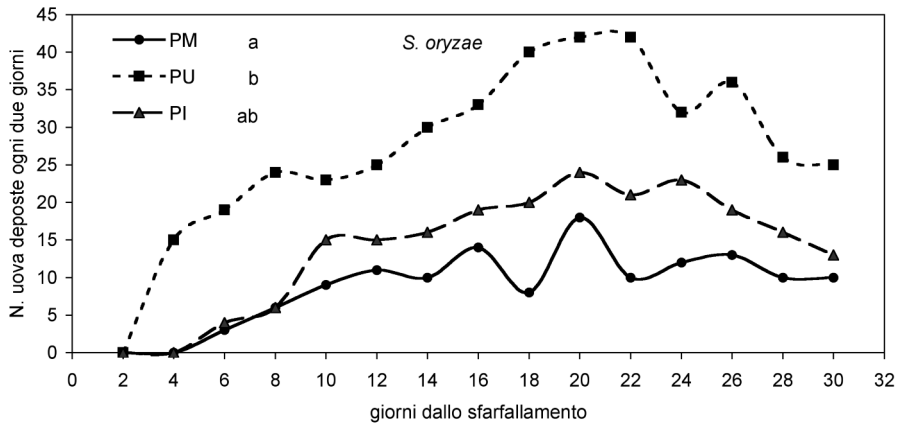


Figura 6. Ritmo di ovideposizione di *S. oryzae* su pasta di mais, all'uovo e integrale (formati corti) (a lettera uguale non corrisponde differenza significativa; a lettere diverse tra le tesi corrispondono differenze statisticamente significative per $P = 0,05$ al Dunn's Multiple Comparison test).

In tutti i substrati la femmina di entrambi i punteruoli ha presentato un periodo di alcuni giorni di “pre-ovideposizione” (dallo sfarfallamento al primo uovo deposto) che è variato a seconda dell'alimento. Il periodo più breve si è riscontrato nell'orzo e nella pasta all'uovo (6 giorni per *S. granarius* e 4 per *S. oryzae*), il più lungo nella pasta tipo

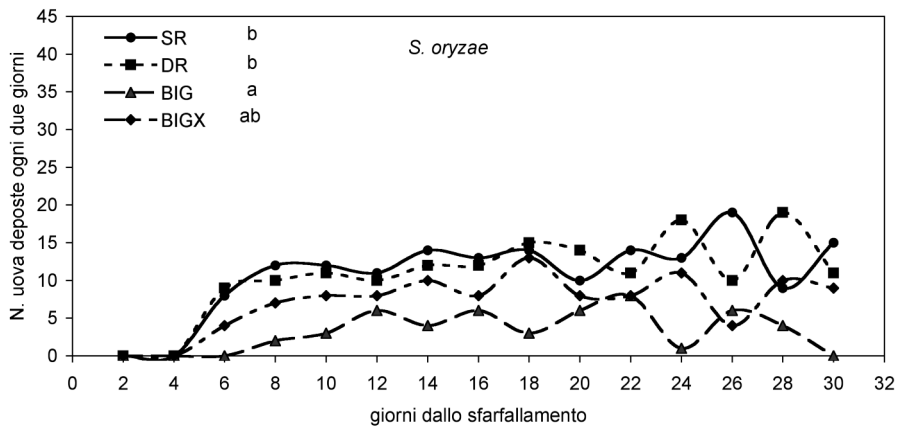


Figura 7. Ritmo di ovideposizione di *S. oryzae* sulle 4 paste di semola di grano duro, di diverso formato (corto - SR, DR, BIGX e lungo - BIG) (a lettera uguale non corrisponde differenza significativa; a lettere diverse tra le tesi corrispondono differenze statisticamente significative per $P = 0,05$ al Dunn's Multiple Comparison test).

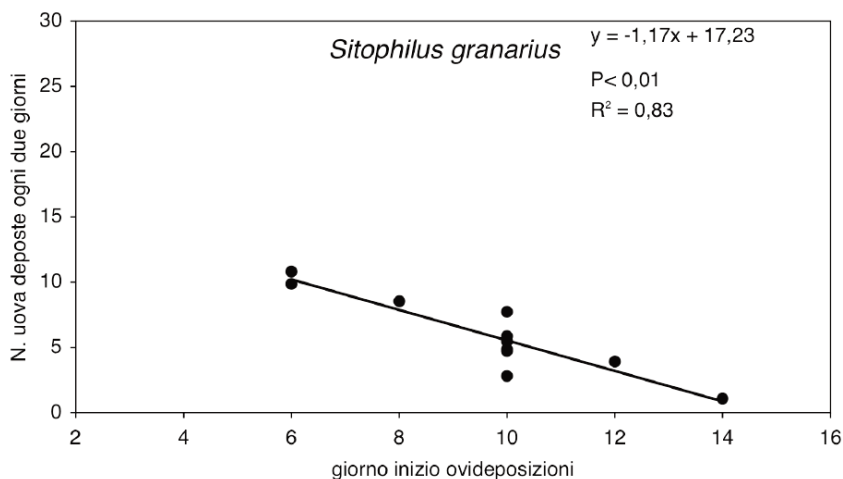


Figura 8. Retta di regressione tra il giorno di inizio delle ovideposizioni e il numero medio di uova deposte ogni due giorni da *S. granarius*.

“Bigoli”, in particolare in quella senza silicone (14 giorni per *S. granarius* e 8 per *S. oryzae*).

In tutti gli alimenti, il punteruolo del riso ha iniziato a ovideporre prima di quello del grano.

È interessante notare infine che in entrambe le specie la media giornaliera di uova deposte è inversamente correlata alla durata del periodo di “pre-ovideposizione” (figg. 8

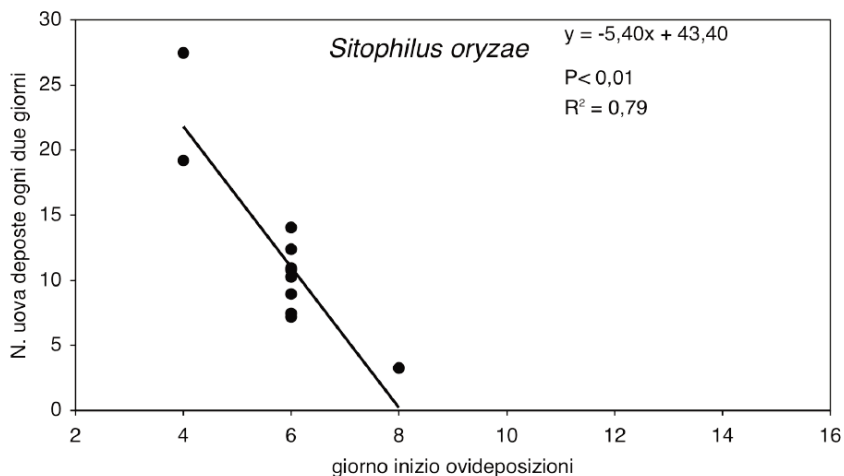


Figura 9. Retta di regressione tra il giorno di inizio delle ovideposizioni e il numero medio di uova deposte ogni due giorni da *S. oryzae*.

e 9); quanto più breve è questo periodo, tanto più abbondante è il numero totale di uova. Si può pertanto dedurre che le femmine iniziano a ovideporre tanto prima, quanto più alto è il numero di uova che saranno deposte su un determinato substrato.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

CONFRONTO TRA LE DUE SPECIE

I vari substrati hanno influenzato il numero di uova deposte sia da *S. granarius* sia da *S. oryzae*; ma, per ognuno degli alimenti analizzati, la seconda specie ha evidenziato sempre un maggiore numero di uova deposte, a conferma di quanto già descritto in letteratura (BALACHOWSKY, 1963; SÜSS & LOCATELLI, 2001).

INFLUENZA DEL SUBSTRATO SULLA FECONDITÀ

Il punteruolo del grano ha tendenzialmente deposto più uova sull'orzo che sul frumento e la pasta all'uovo. Nel caso del punteruolo del riso, invece, l'alimento più suscettibile all'infestazione è risultato essere la pasta all'uovo, dimostratasi più gradita dei due tipi di cariossidi. Tra i cereali per *S. oryzae* l'orzo è apparso significativamente più adatto allo sviluppo rispetto al frumento, confermando precedenti osservazioni (BAKER 1988; SCHWARTZ & BURKHOLDER, 1991). Per entrambe le specie nelle cariossidi di mais vitreo da pop-corn e di mais giallo, si è riscontrato un numero di ovideposizioni inferiore a quello delle altre cariossidi. Ciò potrebbe essere imputato sia alla "durezza" di queste cariossidi - creando problemi alle femmine dei punteruoli nel praticare il foro di ovideposizione - sia alla mancanza di ruvidità della superficie, che non favorirebbe l'aderenza dell'insetto al chicco e, quindi, lo scavo del foro di ovideposizione.

Per quanto concerne le paste alimentari, dopo quella all'uovo, le migliori per lo sviluppo dei punteruoli sono state le due paste di semola di grano duro (SR) e (DR), seguite dalla pasta di semola di grano duro con cruschetto (PI). Le due specie di *Sitophilus*, invece, hanno incontrato maggiori difficoltà a svilupparsi sulla pasta di mais (PM), analogamente a quanto osservato per le cariossidi. Il substrato meno suscettibile all'attacco dei punteruoli è stato sicuramente la pasta tipo "Bigoli" (BIG); la sua superficie completamente liscia, infatti, non ha potuto offrire alla femmina un appiglio idoneo cui aggrapparsi per scavare la nicchia in cui deporre l'uovo. La fertilità è tendenzialmente migliorata nei "Bigoli" con silicone (BIGX); il tappo di silicone probabilmente è stato utilizzato dalle femmine per ancorarsi e ovideporre.

OVIDEPOSIZIONI MULTIPLE

La dieta ha condizionato anche la distribuzione di frequenza delle uova nel substrato, in particolare nei cereali. La presente ricerca ha confermato che i punteruoli

possono ovideporre più di un uovo per cariosside anche se hanno a disposizione molti semi non infestati. Tale propensione a deporre più uova per cariosside appare essere influenzata dalla specie di punteruolo e solo in modo indiretto dal tipo di cariosside, in quanto la sua tendenza a ovideporre più di una volta nello stesso chicco è risultata strettamente correlata alla fecondità della specie.

La deposizione di più uova nella stessa cariosside causa competizione fra larve e probabilmente anche fenomeni di cannibalismo, che fanno sì che da un singolo seme sfarfalli un solo individuo adulto; il cannibalismo sembra essere collegato alla strategia alimentare per il successivo sviluppo larvale (GOLEBIEWSKA, 1969). La larva cannibale ha maggiori possibilità di raggiungere lo stadio adulto (MERTZ & ROBERTSON, 1970); sembra, inoltre, che l'adulto nato da una larva cannibale abbia una maggiore fertilità (HO & DAWSON, 1966).

ANDAMENTO DELLE OVIDEPOSIZIONI NEL TEMPO

Nella maggior parte dei substrati l'andamento dell'ovideposizione nel tempo è risultato estremamente irregolare. Si è notata una chiara influenza dell'età della femmina sull'andamento della fecondità solo su frumento, orzo, pasta all'uovo per entrambe le specie e anche pasta integrale per *S. oryzae*. Sulla base dei dati acquisiti si è potuto osservare che i substrati sui quali è stata riscontrata la maggiore influenza dell'età della femmina sono anche quelli in cui è stato deposto il maggior numero di uova. L'andamento del ritmo di ovideposizione di *S. granarius* osservato sul frumento è in accordo con quanto rilevato da FAVA & BURLANDO (1995).

Si è inoltre potuto notare:

- a) su paste di forma simile (pasta rigata corta: PU, PI e PM) gli insetti presentano ritmi di ovideposizione significativamente diversi, influenzati, quindi, dal diverso materiale di partenza (farina di mais, aggiunta di uova, farina integrale);
- b) su paste con la stessa composizione (farina di grano duro), ma di forma diversa, si notano differenze significative nell'andamento dell'ovideposizione a seconda che siano di formato corto (SR, DR, BIGX) o lungo (BIG).

La presente ricerca ha dimostrato non solo la nota potenziale pericolosità di entrambe le specie di *Sitophilus* per i cereali, ma anche che questi insetti si riproducono con facilità e provocano danni massicci nelle paste alimentari, in particolare su quella all'uovo. Sia nel caso dei cereali sia delle paste le caratteristiche della superficie sono di fondamentale importanza per il successo dell'attacco. Nelle paste anche la composizione e, a parità di questa, la forma, incidono significativamente sull'entità dell'infestazione.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano vivamente il Dott. Francesco Pavan per la collaborazione prestata nell'analisi

statistica, nell'elaborazione grafica dei dati e nella revisione del testo e il Dott. Alessio Lodolo per aver contribuito alla raccolta dei dati.

RIASSUNTO

A parità di condizioni di T, luce e U_r è stata studiata l'ovideposizione di *S. granarius* e di *S. oryzae* su cereali (grano tenero, orzo decorticato, mais vitreo da pop-corn e mais dentato giallo) e paste alimentari (pasta all'uovo, pasta di mais, pasta integrale, due paste corte di semola di grano duro non integrali e una pasta di semolato di grano duro tipo "Bigoli") rilevando il numero totale di uova deposte e l'andamento dell'ovideposizione delle femmine. Per entrambe le specie, grano, orzo e pasta all'uovo sono risultati i substrati maggiormente preferiti per ovideporre, mentre la pasta tipo "Bigoli" si è rivelata la meno adatta. *S. oryzae* ha deposto su tutti i substrati considerati, soprattutto sulle paste, con maggior facilità rispetto a *S. granarius*.

Parole-chiave: semi, pasta, punteruolo del grano, punteruolo del riso, riproduzione.

BIBLIOGRAFIA

- BAKER J. E., 1988 – Development of four strains of *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on barley, corn (maize), rice, and wheat. *J. stored Prod. Res.*, 24 (4): 193-198.
- BALACHOWSKY A. S., 1963 – Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome I – Coléoptères, II Vol., Masson et Cie Editeurs, Paris, pp. 567-1391.
- COOMBS C. V., 1972 – The interpretation of experiments assessing the susceptibility of stored cereals to attack by *Sitophilus* spp. (Coleoptera Curculionidae). *J. stored Prod. Res.*, 8: 81-82.
- FAVA A., 1989 – Riproduzione e sviluppo di *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera Curculionidae) in diverse varietà di frumento. *Boll. Zool. Agr. Bachic.*, 21, Ser. II: 153-161.
- FAVA A., BURLANDO B., 1995 – Influence of female age grain availability on the ovipositional pattern of the wheat *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). *Eur. J. Ent.*, 92: 421-426.
- FAVA A., GAINO E., 1996 – A general profile of the reproductive biology of *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera Curculionidae). *Boll. Soc. Ent. Ital.*, 128 (1): 17-28.
- FRILLI F., 1965 – Le paste infestate - Indagine sulla frequenza degli insetti dannosi e dei loro parassiti. *Molini d'Italia*, (7): 247-257.
- GELOSI A., 1982 – Punteruolo del riso (*Sitophilus oryzae* Linneus). *Inf.tore Fitopatol.*, 32 (12): 31-34.
- GELOSI A., ARCOZZI L., 1982 – Punteruolo del frumento *Sitophilus granarius* (Linneus). *Inf.tore Fitopatol.*, 32 (5): 31-34.
- GOLEBIOWSKA Z., 1969 – The feeding and fecundity of *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.) in wheat grain. *J. stored Prod. Res.*, 5: 143-150.
- HO F. K., DAWSON P. S., 1966 – Egg cannibalism by *Tribolium* larvae. – *Ecology*, 47: 318-322.
- LONGSTAFF B. C., 1981 – Density-dependent fecundity in *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *J. stored Prod. Res.*, 17: 73-76.
- MERTZ D. B., ROBERTSON J. R., 1970 – Some developmental consequences of handling, egg-eating and population density for flour beetle larvae. *Ecology*, 51: 589-598.
- NAWROT J., POLANSKA A., SZAFRANEK J., MALINSKI E., 1999 – Some factors influencing oviposition process of granary weevil females (*Sitophilus granarius* L.). *Progress in Plant*

- Protection*, 39 (2): 503-508.
- SCHWARTZ B. E., BURKHOLDER W. E., 1991 – Development of the granary weevil (Coleoptera: Curculionidae) on barley, corn, oats, rice, and wheat. *J. econ. Ent.*, 84 (3): 1047-1052.
- 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.
- SHAZALI M. E. H., 1987 – Weight loss caused by development of *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitotroga cerealella* (Oliv.) in sorghum grains of two classes. *J. stored Prod. Res.*, 23: 233-238.
- SINGH K., AGRAWAI N. S., GIRISH G. K., 1974 – The oviposition and development of *Sitophilus oryzae* (L.) in different high-yielding varieties of wheat. *J. stored Prod. Res.*, 10: 105-111.
- SMITH R. H., LESSELLS C. M., 1985 – Oviposition, ovicide and larval competition in granivorous insects. – In SIBLY R. M., SMITH R. H., Eds., *Behavioural Ecology: The Ecological Consequences of Adaptive Behaviour*. Blackwell, Oxford: 423-448.
- SÜSS L., LOCATELLI D., 2001 – I parassiti delle derrate - Riconoscimento e gestione delle infestazioni nelle industrie alimentari. Calderini Edagricole, Bologna, 363 pp.