

RAFFAELE CAVALLORO

Commissione delle Comunità Europee
Centro Comune di Ricerca
Ispra

ENRICO RATTI

Museo Civico di Storia Naturale
Fontego dei Turchi
Venezia

Sensibilità alle radiazioni gamma degli adulti di
Cryptolestes turcicus (Grouv.) (Coleoptera, Cucujidae)

INTRODUZIONE

Le dosi proposte per la disinfestazione mediante radiazioni ionizzanti dei prodotti alimentari conservati sono spesso basate su risultati ottenuti da saggi relativi ad un ristretto numero di specie presenti, mentre la radiosensibilità di molti insetti di notevole importanza economica non è ancora conosciuta.

La scelta di tali dosi viene attualmente effettuata secondo due diverse modalità:

- la prima è basata sull'applicazione di una dose standard, caratteristica per ogni tipo di prodotto alimentare e calcolata in base alla specie più radioresistente potenzialmente in grado di attaccare quel prodotto;
- la seconda consiste nell'applicare una dose di volta in volta sufficiente a controllare le specie effettivamente presenti al momento del trattamento.

Il primo metodo presenta il vantaggio di non richiedere l'identificazione degli insetti responsabili dell'attacco, il secondo di impiegare, nella maggioranza dei casi, dosi di livello inferiore con benefici economici evidenti. Nell'uno e nell'altro caso, tuttavia, è richiesta la preventiva conoscenza della radiosensibilità di tutte le principali specie dannose presenti.

Tra i Coleotteri meno studiati sotto questo aspetto, pur essendo da lungo tempo nota la loro importanza economica, vi sono i *Cryptolestes* (Ganglb.), con sei specie ad ampia diffusione che si evolvono principalmente a spese dei cereali e dei loro derivati (Lefkovitch, 1965).

I dati sulla loro radiosensibilità sono infatti assai scarsi ed incompleti.

Cornwell (1959) descrive parzialmente gli effetti di una dose di 6000 rad sulla longevità degli adulti di cinque specie di *Cryptolestes*, così ordinate secondo una scala di radiosensibilità crescente: *C. ugandae* Steel et Howe, *C. ferrugineus* (Steph.), *C. turcicus* (Grouv.), *C. pusilloides* (Steel et Howe), *C. pusillus* (Schönh.) (= *minutus* Ol.). Secondo Watters e Macqueen (1967) la dose sterilizzante per *C. ferrugineus* (Steph.) è di 6250 rad..

Brower e Mahany (1973) osservano che la dose di 10 krad provoca una completa mortalità degli adulti di *C. pusillus* in tre settimane, mentre non si ha sfarfallamento degli adulti irraggiando uova e larve a 5 krad.

Ratti e Cavalloro (1978 e 1982) hanno calcolato la dose che dimezza il TS_{50} di una popolazione naturale di *C. turcicus* adulti, riscontrando in questa specie, per quanto concerne la riduzione di longevità, una radiosensibilità elevata.

Questa scarsità di dati ha indotto gli AA. a prendere in esame la radiosensibilità degli adulti di una delle specie più diffuse, *Cryptolestes turcicus* (Grouv.), espressa sia come riduzione della longevità media che come sterilizzazione del maschio e della femmina.

CENNI BIOLOGICI

Cryptolestes turcicus (Grouvelle), specie probabilmente originaria della Turchia, è attualmente diffusa nella regione Mediterranea, Europa, Nord e Sud America (Howe e Lefkovitch, 1957), Sud Africa, Iran e Giappone (Lefkovitch, 1962e).

Esso vive preferenzialmente nei molini, dove infesta la farina ed i residui di macinazione dei cereali. La presenza di muffe e di elevata umidità sembra indispensabile per il suo sviluppo (Dyde, 1966; Chang e Loschiavo, 1971), benché si evolva bene in diete a base di prodotti naturali (Lecato, 1974).

Pur non causando un apprezzabile danno diretto alla farina e derivati, rende inutilizzabile il prodotto soprattutto per la presenza dei fili di seta emessi dalle larve di ultima età per costruire il bozzolo prepupale.

Le condizioni ottimali di sviluppo sono circa 28°C di temperatura e 90% di Umidità Relativa, sebbene l'insetto sia in grado di riprodursi a temperature comprese tra i 17°C ed i 37°C con umidità superiore al 40% (Lefkovitch, 1962a). Nelle condizioni sperimentali usate nella presente ricerca il tempo di sviluppo (da uovo ad immagine) è risultato anche inferiore a 26 giorni.

C. turcicus è specie resistente alle basse temperature (Solomon e Adamson, 1955) e, possedendo ampie capacità potenziali di adattamento a zone climatiche diverse (Sinha, 1975), è comprensibile come

abbia potuto raggiungere nel corso di questi ultimi anni una diffusione geografica ed una importanza economica sempre maggiori.

Per quanto riguarda l'Italia, le segnalazioni non sono numerose, in seguito anche alle difficoltà incontrate in passato nel distinguere questa specie dall'affine *C. pusillus*. Ad ogni modo è stato possibile esaminare *C. turcicus* provenienti da gran parte delle regioni italiane, compresa la Sicilia.

MATERIALI E METODI

Gli insetti utilizzati per la ricerca sono stati ottenuti da allevamenti di laboratorio condotti in termoumidostato a temperatura di $27 \pm 1^\circ\text{C}$ e $65 \pm 5\%$ di UR, con fotoperiodo di 12 ore ad una intensità luminosa di 1000 lux. L'allevamento è stato allestito con insetti raccolti in un molino presso Cavagliano (in provincia di Novara), e tenuti in substrato nutritivo costituito da farina di frumento di grano tenero (90%) e lievito di birra (10%).

Al fine di poter disporre con sicurezza di adulti vergini e di età nota, si è operato isolando le pupe una settimana circa prima dello sfarfallamento; la fuoriuscita degli adulti neosfarfallati è stata stimolata mediante leggera compressione laterale del bozzolo, in quanto gli adulti permangono talvolta anche per lunghi periodi di tempo entro il bozzolo stesso.

L'effetto delle radiazioni sulla longevità è stato studiato su adulti irraggiati all'età di 5 giorni, non separati per sesso. Per ogni dose sono state effettuate quattro replicazioni con cento adulti ciascuna. Dopo l'irraggiamento, ciascun gruppo di 100 individui è stato posto in un contenitore cilindrico misurante cm 6,5 di diametro x 6,5 di altezza, contenente 60 gr di nutrimento, rinnovato ogni 15 giorni. Il controllo della mortalità è stato effettuato settimanalmente.

L'effetto sulla capacità riproduttiva è stato studiato in adulti irraggiati, accoppiati con coetanei vergini irraggiati o non irraggiati. Le coppie così formate sono state poste in contenitori cilindrici di 5 cm di diametro x 2 di altezza, con 5 gr di nutrimento, per un periodo di 7 giorni. Per ogni dose e per ogni tipo di incrocio sono state impiegate 30 coppie isolate (60 coppie per il testimone). La capacità riproduttiva è stata valutata in base al numero di adulti sfarfallati.

L'irraggiamento è stato effettuato mediante radiazioni gamma emesse da una sorgente di ^{60}Co , contenuta in un apparecchio « Gammacell 220 ». L'intensità della sorgente è stata calcolata pari a 1127 Ci, con un flusso di 1340 R/min. Le dosi sono state erogate in un'unica soluzione, alla temperatura di 22°C , in atmosfera normale. Gli insetti irraggiati sono stati tenuti nelle condizioni d'allevamento precedentemente descritte.

RISULTATI E DISCUSSIONE

La durata media di vita degli adulti è risultata sempre ridotta rispetto agli insetti non trattati, in seguito all'erogazione delle dosi impiegate, tranne per la più bassa, di 5 krad, alla quale è stata riscontrata una longevità leggermente superiore a quella del testimone. In generale la longevità media si manifesta in modo inversamente proporzionale alle dosi erogate: la mortalità degli adulti trattati a 7,5 krad è risultata di poco superiore al testimone; per gli insetti trattati a 10 krad ha raggiunto il 90% in sole due settimane, mentre la longevità dei sopravvissuti è stata elevata; a 12,5 e 15 krad la mortalità ha raggiunto il 100% in due settimane (fig. I).

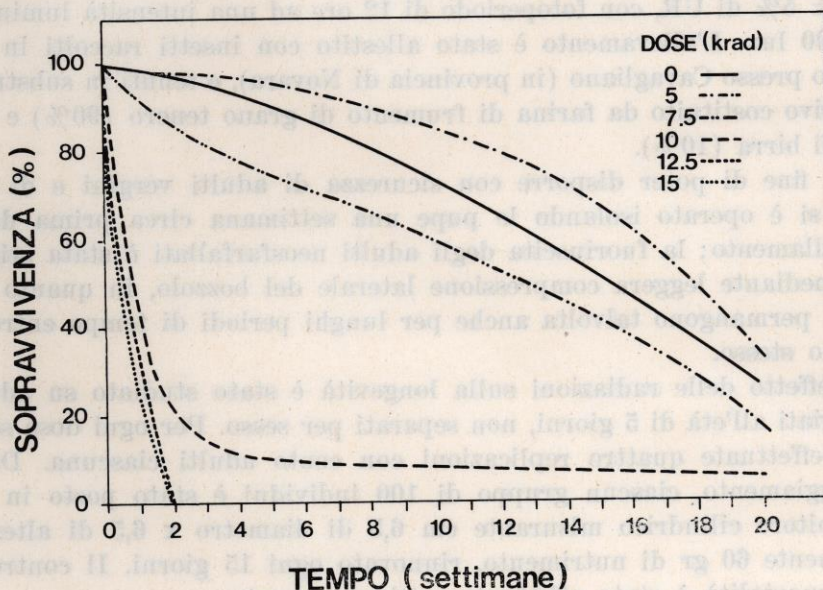


FIG. I

Cryptolestes turcicus (Grouv.): effetto dell'irraggiamento gamma sulla sopravvivenza degli adulti. (Valori medi di 4 replicazioni relativi a 100 individui ciascuna).

La dose che dimezza il TS_{50} della popolazione normale (Ratti e Cavalloro, 1978 e 1982) è stata calcolata essere di circa 8,5 krad, il che fa di questa specie una delle più sensibili tra quelle esaminate finora sotto questo aspetto.

La capacità riproduttiva è stata rilevata su coppie singole tenute isolate per una settimana; quale parametro di misura è stato scelto il numero medio di adulti ottenuti per coppia. A ciascuna coppia sono stati forniti 5 gr di substrato nutritivo (farina e lievito), quantità lar-

gamente in eccesso che certamente non provoca riduzione di ovideposizione od aumento di mortalità larvale.

Il fatto che le coppie siano state tenute isolate, che siano stati tolti i genitori dopo una settimana ed i nuovi adulti subito dopo lo sfarfallamento, ha inoltre ridotto ad un livello insignificante i fenomeni di cannibalismo, non infrequenti in caso di sovraffollamento (Lefkovitch, 1962b).

La capacità riproduttiva delle coppie non irraggiate, almeno durante la prima settimana di accoppiamenti considerati, è stata di circa 42

Tab. 1 - *Cryptolestes turcicus* (Grouv.): sterilità e discendenza media di coppie singole tenute isolate per una settimana, nelle quali uno e entrambi i sessi sono stati irraggiati da adulto. (Valori medi relativi alla discendenza calcolati sul numero totale delle coppie, incluse quelle sterili).

Dose	Coppie	Coppie sterili da			Discendenza media per coppia da					
		* ♂ x ♀	♂ x *♀	* ♂ x *♀	* ♂ x ♀	♂ x *♀	* ♂ x *♀	(n)	(%)	(n)
(rad)	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
0	60	0	0	0	41.75	100	41.75	100	41.75	100
2500	30	0	3	0	36.10	86.47	24.10	47.72	27.10	64.91
5000	30	0	5	3	30.20	72.34	7.50	17.96	4.40	10.54
7500	30	0	16	21	21.37	51.19	1.17	2.80	1.30	3.11
10000	30	0	14	30	14.63	35.04	1.00	2.40	0	0
12500	30	2	30	30	7.40	17.72	0	0	0	0
15000	30	13	30	30	1.87	4.48	0	0	0	0
20000	30	30	30	—	0	0	0	0	—	—

adulti per coppia, cioè 6 adulti per ogni giorno di accoppiamento ⁽¹⁾. La capacità riproduttiva, in questa specie, sembra comunque dipendere dalla disponibilità di cibo e di spazio e dal ceppo di appartenenza (Barker e Johnston, 1968).

Mentre si è ottenuta una discendenza da tutte le coppie non irraggiate (in numero di 60), si è avuta progenie solo dal 30% di quelle irraggiate a 7,5 krad. Non vi è stata invece discendenza quando entrambi

(1) In realtà il numero di uova deposte non sembra essere uniformemente distribuito nel tempo: secondo Lefkovitch (1963), gli adulti di *C. turcicus* trasferiti in un nuovo ambiente, abitualmente non depongono per i primi due giorni. Pertanto il dato di 6 adulti sfarfallati per ogni giorno di accoppiamento è probabilmente approssimato per difetto.

i sessi sono stati trattati con 10 krad, o la sola femmina a 12,5 krad, o il solo maschio a 20 krad. Gli effetti delle radiazioni sulla capacità riproduttiva sono stati comunque osservati a tutte le dosi impiegate, compresa quella inferiore di 2,5 krad (Tab. 1).

La femmina si è dimostrata nettamente più radiosensibile del maschio.

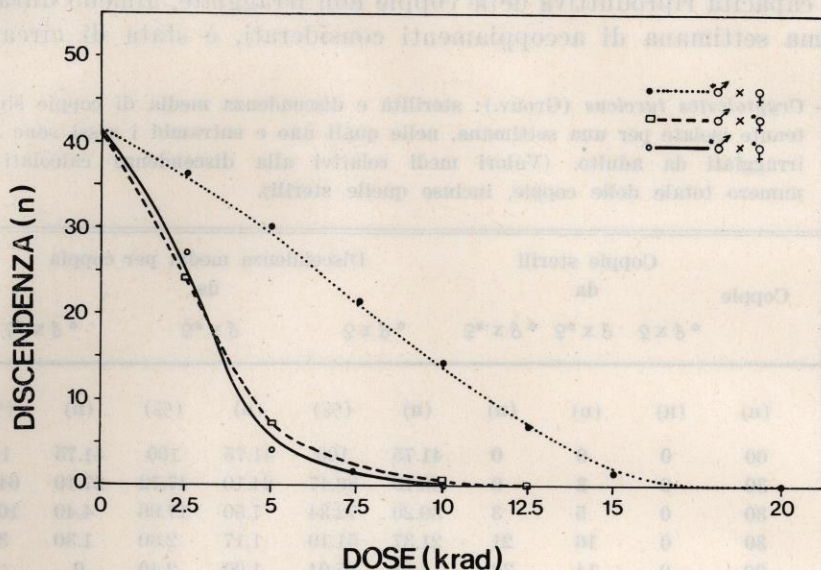


FIG. II

Cryptolestes turcicus (Grouv.): effetto dell'irraggiamento gamma degli adulti sulla discendenza. (Valori medi per coppia relativi a 30 coppie singole tenute isolate per una settimana).

L'andamento della curva di sterilizzazione (fig. II) è simile a quello trovato per altre specie di Coleotteri (Cavalloro e Delrio, 1981).

Cioè, dosi modeste sono sufficienti per ottenere un elevato livello di sterilità mentre la completa sterilizzazione richiede dosi molto più elevate: qualora siano stati irraggiati entrambi i sessi, una dose di 5 krad provoca il 90% di sterilità, mentre si ottiene sterilità completa solo con una dose doppia.

CONCLUSIONI

Cryptolestes turcicus ha dimostrato di possedere, nei riguardi delle radiazioni ionizzanti, una sensibilità di poco superiore alla media dei principali Coleotteri infestanti ai prodotti alimentari conservati (Tilton

e Brower, 1973). Una dose di 12,5 krad provoca una completa mortalità degli adulti in due settimane e la totale sterilizzazione delle femmine; la sterilizzazione dei maschi a questa dose è invece incompleta (93% circa) mentre è del 100% a 20 krad.

Gli stadi preimmaginali, in seguito ad alcuni saggi orientativi, sono risultati più sensibili degli adulti: così, ad esempio, da larve dell'ultima età irraggiate ad 8 krad poco prima della costruzione del bozzolo prepupale, non è stato ottenuto alcun adulto (se ne sono invece ottenuti a 4 krad).

In considerazione anche di questo dato, si è portati a ritenere che 12,5 krad sia la dose minima per il controllo di questa specie. Tuttavia la dose ottimale, considerato che spesso gli adulti più vecchi e non vergini presentano una radioresistenza leggermente superiore, è probabilmente compresa tra 15 e 20 krad.

Queste dosi sono largamente inferiori a quelle ritenute necessarie per il controllo dei principali insetti dannosi alla farina (Tilton et al., 1974), cosicché si è portati a concludere che il controllo di *C. turcicus* mediante radiazioni ionizzanti è possibile e non presenta particolari difficoltà.

RIASSUNTO

E' stata determinata la curva di sterilizzazione per *Cryptolestes turcicus* (Grouv.), impiegando adulti vergini esposti a radiazioni gamma un giorno dopo lo sfarfallamento.

Le femmine presentano una maggiore radiosensibilità rispetto ai maschi: le dosi che provocano il 95% e il 100% di sterilità sono rispettivamente di 7,5 krad e di 12,5 krad per le femmine, di 15 krad e di 20 krad per i maschi.

La dose di 12,5 krad provoca in adulti di cinque giorni di età il 100% di mortalità in due settimane, ed è considerata la dose minima necessaria per il controllo di questa specie.

Gamma radiation sensitivity of adult *Cryptolestes turcicus* (Grouv.) (Coleoptera, Cucujidae)

SUMMARY

The sterilization curve for *Cryptolestes turcicus* (Grouv.) has been determined by using unmated one-day-old adults exposed to gamma radiation.

Females show a greater radiosensitivity as compared with males: doses of 95% and 100% sterility have been found to be 7.5 and 12.5 krad, respectively, for females, and 15 krad and 20 krad for males.

Twelve-and-a-half krad, inducing 100% mortality in 2 weeks in five-day-old adults, is proposed as the lowest applicable dose for effective control.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BARKER P. S., JOHNSTON J. A., 1968. — Reproductive capacity of two strains of *Cryptolestes turcicus* (Coleoptera: Cucujidae). - *Can. Ent.*, 100: 198-199.
- BROWER J. H., MAHANY P. G., 1973. — Gamma radiation sensitivity of the Cadelle, *Tenebriodes sic mauritanicus* (Coleoptera: Ostomidae) and the flat grain beetle, *Cryptolestes pusillus* (Coleoptera: Cucujidae). - *J. Ga. Entom. Soc.*, 8: 174-184.
- CAVALLORO R., DELRIO G., 1981. — Radiosterilization of male and female *Sitophilus oryzae* (L.) - *Redia*, 64: 157-164.
- CHANG S. S., LOSCHIAVO S. R., 1971. — The influence of some fungi in flour, and humidity on the survival development of *Cryptolestes turcicus* (Coleoptera: Cucujidae). - *Can. Ent.*, 103: 261-266.
- CORNWELL P. B., 1959. — The disinfestation of foods, particularly grain. - *Int. J. appl. radiat. Isotopes*, 6: 188-193.
- DYTE C. E., 1966. — Studies on the abundance of *Cryptolestes turcicus* (Grouv.) (Coleoptera: Cucujidae) in different machines of an English flour mill. - *J. stored Prod. Res.*, 1: 341-352.
- HOWE R. W., LEFKOVITCH L. P., 1957. — The distribution of the storage species of *Cryptolestes* (Coleoptera: Cucujidae). - *Bull. ent. Res.*, 48: 795-809.
- LECATO G. L., 1974. — Increase in populations of *Cryptolestes pusillus* and *C. turcicus* on diets of natural products. - *Florida Entomologist*, 57: 309-312.
- LEFKOVITCH L. P., 1962a. — The biology of *Cryptolestes turcicus* (Grouvelle) (Coleoptera: Cucujidae), a pest of stored an processed cereals. - *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 138: 23-35.
- LEFKOVITCH L. P., 1962b. — Food quantity and density effects in pre-adult *Cryptolestes turcicus* (Grouvelle) (Coleoptera: Cucujidae). — *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 138: 37-47.
- LEFKOVITCH L. P., 1962c. — A new synonym of *Cryptolestes turcicus* (Grouvelle) (Coleoptera: Cucujidae) with additional distributional records. - *Proc. R. ent. Soc. Lond. (B)*, 31: 71-72.
- LEFKOVITCH L. P., 1963. — The biology of *Cryptolestes pusilloides* (Steel & Howe) (Coleoptera: Cucujidae), a pest of stored cereals in the southern hemisphere. - *Bull. ent. Res.*, 54: 649-656.
- LEFKOVITCH L. P., 1965. — The *Cryptolestes* (Ganglb.) (Coleoptera: Cucujidae) occurring in stored food. - *Proc. XII Int. Congr. Entom.*, London 1964: 622.
- RATTI E., CAVALLORO R., 1978. — Un nuovo parametro per la valutazione della radiosensibilità comparata in entomologia. - *Atti XI Congr. Naz. Ital. Entom.*, Portici-Sorrento 1976: 359-363.
- RATTI E., CAVALLORO R., 1982. — An evaluation of adult longevity as a measure of comparative radiosensitivity in stored-product beetles. - *Redia*, 65: 29-37.
- SINHA R. N., 1975. — Climate and the infestation of stored cereals by insects. — *Proc. 1st Int. Work. Conf. Stored-prod. Entom.*, Savannah 1974: 117-141.
- SOLOMON M. E., ADAMSON B. E., 1955. — The powers of survival of storage and domestic pests under winter conditions in Britain. - *Bull. ent. Res.*, 46: 311-355.
- TILTON E. W., BROWER J. H., 1973. — Status of U.S. Department of Agriculture Research on irradiation disinfestation of grain and grain products. - In *Radiation preservation of food - IAEA STI/PUB/317*: 295-307.
- TILTON E. W., BROWER J. H., COGBURN R. R., 1974. — Gamma irradiation for control of insects in wheat flour. - *J. econ. Ent.*, 67: 430-432.
- WATERS F. L., MACQUEEN K. F., 1967. — Effectiveness of gamma irradiation for control of five species of stored-product insects. - *J. stored Prod. Res.*, 3: 223-234.