

# Osservazioni parassitologiche sull'infestazione da *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) in alcuni allevamenti avicoli italiani

## Parasitological observations on infestations by *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) in some Italian poultry farms

M. Principato\*\*, G. Di Modugno\*, A. Camarda\*, D. Tullio\*, M. A. Calzola°, M. Carletti°, D. Iaconisi°, G. Asdrubali\*° - \*\* Ist. Parassitologia, Univ. Perugia - \*Ist. Patologia Aviaria, Univ. Bari - °Serv. Prevenzione USL 3, Foligno °°Serv. Prevenzione USL 3, Spoleto - \*°Istituto Autopsie e Patologia Aviaria, Univ. Perugia

### Riassunto

Viene segnalata la presenza massiva di *Alphitobius diaperinus* in alcuni allevamenti avicoli. L'importanza di questo coleottero risiede nella sua notevole capacità di replicazione all'interno della lettiera e delle strutture dell'allevamento, nonché nella sua grande resistenza agli insetticidi. Questo insetto è conosciuto quale vettore di virus, batteri e funghi, dal virus della malattia di Marek alle Salmonelle ed *Aspergillus* spp., nonché come ospite intermedio di alcuni elminti parassiti dei polli. La presenza di questo coleottero infestante, inoltre, è causa di notevoli disagi anche alla popolazione residente nelle zone limitrofe all'allevamento, in quanto, in seguito alla rimozione della lettiera, può spostarsi in massa nei centri abitati.

### Summary

Reported herein is the massive presence of *Alphitobius diaperinus* in some high-rise poultry farms. This beetle, reproducing in a great number in poultry litters, is economically important for it causes an extensive damage to insulating materials (polystyrene and polyurethane) of the rearing premises and it is highly insecticide resistant. This insect also has a veterinary importance for it is a vector of viruses (such as the virus of Marek's disease), of bacteria (for instance *Salmonella*) and fungi (for instance *Aspergillus*) and it is also an intermediate host of some poultry infesting helminths. Moreover, the presence of

these infesting beetles causes problems even to people living in the surroundings of infected poultry farms, since, after removal of the litter, these insects can fly massively to nearby homes.

**Parole chiave:** Coleottero, infestazione, poliuretano, allevamento avicolo

**Key words:** Beetle, infestation, polyurethane, poultry farm

### Introduzione

Tra i numerosi artropodi presenti negli allevamenti avicoli, *Alphitobius diaperinus* è uno di quelli che in genere passa inosservato, fintanto che il suo numero non diviene talmente elevato da attirare l'attenzione dell'allevatore. Quando ciò accade, si tenta di abbassarne la carica infestante con l'uso di insetticidi, ma senza grande preoccupazione, in quanto, generalmente, non si rileva alcun calo produttivo (28) e questi insetti non sembrano apparentemente interferire in alcun modo con l'allevamento. In realtà, *Alphitobius diaperinus* è un coleottero estremamente dannoso, soprattutto per la sua capacità di penetrare nelle strutture dell'allevamento (21), nonché per la sua grande versatilità come ospite intermedio di parassiti e come serbatoio di batteri e virus. Sebbene questo insetto sia stato segnalato in altri Paesi già da molti anni, non ci risulta che, in Italia, questo artropode sia mai stato studiato, all'interno di un

allevamento avicolo, dal punto di vista parassitologico. La prima e unica segnalazione di questa specie che siamo riusciti a trovare per il nostro Paese risale al 1876 da parte di Baudi, che ne segnalava la presenza con una nota sul Bollettino della Società Entomologica Italiana.

## Materiali e metodi

Abbiamo effettuato, su segnalazione, alcuni sopralluoghi in allevamenti di ovaiole per uova da consumo e di broiler, nei quali era stata rilevata la presenza massiccia di larve e adulti di coleotteri. Ogni capannone di ovaiole arrivava ad ospitare circa quarantamila soggetti disposti in batteria, con gabbie collocate longitudinalmente all'interno della struttura, per oltre cento metri, e collocate su cinque piani ad una altezza di tre metri da terra. Gli escrementi dei volatili cadevano direttamente su nastri trasportatori posti al di sotto delle gabbie e venivano così convogliati, da appositi raschiatoi, sul pavimento del capannone stesso. Qui sostavano per circa un anno, cioè per tutta la durata del ciclo produttivo delle ovaiole, divenendo, nel tempo, il substrato elettivo per lo sviluppo di una notevole quantità di artropodi infestanti. I nostri primi sopralluoghi hanno avuto lo scopo di prelevare dei campioni del materiale fecale (la c.d. "pollina"), stipato nei magazzini di raccolta, per effettuarne l'esame parassitologico e l'isolamento degli insetti e degli acari eventualmente presenti.

Un allevamento di broiler, a noi segnalato per la presenza massiccia di coleotteri nella lettiera, conteneva oltre 70.000 soggetti, circa 12.000 per ogni capannone.

Sono stati raccolti notevoli quantitativi di larve e adulti di coleotteri liberi nei vari ambienti, disponendoli, ancora vivi, in appositi recipienti di vetro, ben areati, che sono poi stati trasportati in laboratorio dove sono stati studiati morfologicamente ed identificati. Successivamente, avuta una chiara panoramica dell'entomofauna ed acarofauna dell'allevamento in esame, si è passati all'ispezione mirata dei siti di sviluppo dei vari artropodi infestanti ed alla valutazione degli eventuali danni prodotti.

## Risultati

Dobbiamo necessariamente distinguere ciò che abbiamo osservato negli allevamenti di broiler da quanto, invece, abbiamo rilevato nei capannoni di ovaiole. Mentre nei primi gli animali erano, continuativamente, a stretto contatto con la lettiera, nei secondi questo non avveniva. Inoltre, a differenza dell'allevamento di broiler, capannoni di ovaiole presentavano tutti delle pareti isolate con pannelli in poliuretano. L'esame della pollina raccolta al di sotto delle gabbie di ovaiole in batteria ci ha permesso di valutare la netta prevalenza di alcuni artropodi rispetto ad altri. Tra gli acari, in ordine decrescente: *Caloglyphus berlesei*, *Glycyphagus domesticus*, *Dermanyssus gallinae*, *Dermatophagoides farinae*, *Acarus siro*, *Macrocheles* sp., *Cheyletus eruditus*; tra gli insetti, principalmente: *Alphitobius diaperinus*, *Musca*

*domestica*, *Fannia canicularis*, *Dermestes* sp., *Ephestia* spp., *Anthrenus* spp., *Tribolium castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis*. I due artropodi massicciamente e costantemente presenti in tutti i capannoni di ovaiole erano, dunque, *Caloglyphus berlesei* (Michael), un *Acaridae* (= *Tyroglyphidae*) presente con una densità di 4000/6000 esemplari per grammo di lettiera ed *Alphitobius diaperinus* un coleottero *Tenebrionidae* a vita libera, solo parzialmente legato al substrato fecale immagazzinato ed ampiamente diffuso all'interno ed all'esterno degli allevamenti (Fig.1). Tutte le segnalazioni degli allevatori erano logicamente riferite all'abnorme presenza di questo insetto, macroscopicamente ben visibile, e quasi mai all'enorme sviluppo di *Caloglyphus berlesei*, acaro pressochè invisibile ad occhio nudo. La nostra attenzione è stata dunque indirizzata verso questo coleottero che, a differenza dell'acaro, si diffondeva, con milioni di esemplari, anche all'esterno dei capannoni, creando notevoli problemi alla popolazione residente nelle zone limitrofe all'allevamento.

La stessa prevalenza si rilevava nella lettiera dei broiler, dove *A. diaperinus* era presente con un grande quantitativo di larva e adulti estremamente attivi. A fine ciclo, cioè dopo 60gg., il substrato fecale non era rimosso e su di esso veniva effettuata una fermentazione enzimatica. Proprio a questo punto, in genere verso la metà del secondo ciclo produttivo, l'allevatore riscontrava nella lettiera un numero enorme di coleotteri che colonizzavano poi le crepe delle pareti ed ogni fessurazione del capannone, per impuparsi. Mentre nell'allevamento di broiler questo fatto era pressochè insignificante e la presenza dei coleotteri nella lettiera appariva come il problema primario, nell'allevamento di ovaiole accadeva esattamente il contrario. La prima cosa che abbiamo, infatti, notato, entrando all'interno di uno dei capannoni di ovaiole, riguardava la migrazione in massa di *A. diaperinus*: era cioè chiaramente visibile che, in certi periodi, milioni di larve si allontanavano spontaneamente dalla montagna di feci, sottostanti alle gabbie, per diffondersi all'esterno del capannone e lungo le sue pareti (Fig.2). La seconda, importante osservazione era, invece, relativa all'assenza dello stadio di pupa dell'insetto: infatti il pavimento del capannone brulicava di larve mature e di coleotteri adulti, ma nè per terra, nè sulla pollina, era presente questo stadio evolutivo intermedio di *A. diaperinus* (Fig.3). Infine, ispezionando accuratamente le strutture di isolamento dell'allevamento, ci siamo accorti che queste erano state tutte colpite dalle larve dell'insetto (Fig.4) che vi aveva scavato all'interno numerose gallerie e cellette per impuparsi (Fig.5). Al di sotto dei pannelli in plastica, assolutamente intatti (Fig.6), si poteva osservare il poliuretano di isolamento sgretolato (Fig.7) e si poteva, quindi, ben intuire il grave danno prodotto dalle larve del coleottero. Nell'allevamento di broiler l'impupamento di *A. diaperinus* avveniva, invece, nelle fessurazioni delle pareti che, mancando di strutture isolanti in poliuretano, non si erano danneggiate in alcun modo. Un trattamento immediato, indirizzato all'abbattimento temporaneo della carica infestante, è stato effettuato con una miscela di Cipermetrina e Pirimifos, con buoni risultati. Efficace, in estate, per ridurre drasticamente il numero di *A. diaperinus*, è risultata l'aggiunta di paglia alla pollina, che

sembra causare un elevato rialzo termico (intorno ai 70°C) disvitali per i parassiti.

## Conclusioni

L'infestazione da *A. diaperinus* nell'allevamento di broiler e in quello di ovaiole ci consente di rilevare due problematiche differenti: nel primo caso, il danno maggiore provocato dalla presenza di questi insetti è dato dal contatto diretto con gli animali; nel secondo caso il danno è provocato dall'infestazione massiccia delle strutture di isolamento in poliuretano. Per ciò che riguarda l'azione patogena diretta, rileviamo che *A. diaperinus*, pur essendo un coleottero *Tenebrionidae*, legato quindi come altre specie della stessa famiglia, ai mangimi ed al materiale fecale, può comportarsi come taluni *Dermestidae* ed attaccare direttamente gli animali (20). Ciò accade, in genere, quando questi, soprattutto i soggetti più giovani, sono imbrattati di feci o malati e sostano immobili, durante la notte, nella lettiera brulicante di larve. Non solo, molti Autori rilevano che questo artropode è anche vettore di malattie per il pollame, dal virus della malattia di Marek a quello dell'influenza (3,4,32), a varie specie di *Salmonella* ed *Escherichia* (5,6,14), nonché di funghi del genere *Aspergillus* (5) e di alcune tenie (es. *R. cesticillus*, *Choanotaenia infundibulum*) (10) e nematodi (es. *Subulura suctoria*).

Ciò può accadere quando i rapporti tra questo coleottero e gli animali sono molto stretti e mai - come avviene in genere nei grandi allevamenti di ovaiole per uova da consumo - quando le feci vengono raccolte in appositi magazzini ben lontani, sia pure pochi metri, dalle gabbie di allevamento. In questo caso l'attività di vettore di *A. diaperinus* passa in secondo piano e il danno provocato dall'insetto riguarda principalmente le strutture di isolamento dei capannoni. L'allevatore in genere non si accorge di nulla ed anzi, considera questo coleottero utile come un lombrico, in quanto area la pollina. Si è persino notato che, in concomitanza all'abnorme sviluppo di *A. diaperinus* diminuiva notevolmente il numero di mosche (*Musca domestica*) nell'allevamento e, pertanto, venivano effettuati volutamente blandi trattamenti antiparassitari con il solo scopo di ridurre il numero. In effetti, come riportato da alcuni Autori, c'è una stretta relazione tra la presenza di questo insetto e la diminuzione di *Musca domestica* (1,9,17,25) e probabilmente le sue larve contribuiscono realmente all'areazione delle masse fecali (31). Non solo, alcuni Autori hanno anche dimostrato che *A. diaperinus* non soltanto preda le uova e le larve di mosca, ma riduce notevolmente la presenza di *Dermanyssus gallinae* nella lettiera (19). Ciò che si è completamente ignorato, però, non conoscendo la bioetologia di questo coleottero, è che le larve di *A. diaperinus*, quando sono ormai mature, abbandonano la pollina per andare a scavare una nicchia dove impuparsi, proprio nelle strutture isolanti di poliuretano dell'allevamento (7,18,24). Per fare ciò, si portano in massa verso le pareti e vi penetrano attraverso crepe o fessure, scavando poi delle profonde gallerie all'interno.

Il danno che ne consegue è enorme, se si considerano i milioni di larve che, massicciamente, attaccano, spesso di notte (13), le strutture isolanti dei capannoni. L'allevatore non si accorge di questo, perchè i pannelli di plastica che ricoprono il poliuretano non vengono intaccati e mascherano il danno prodotto dalle larve. Se, però, come ci è accaduto di fare durante una delle nostre ispezioni, si osserva con attenzione la base dei pannelli, si potranno osservare dei piccoli cumuli di poliuretano sgretolato, segno evidente dell'azione di scavo di *A. diaperinus*. Ecco, dunque, che bilanciando l'apporto positivo dato da questo coleottero nella riduzione numerica di *M. domestica* e *D. gallinae* con la completa distruzione del poliuretano di isolamento, con danni economici enormi, non ci sono dubbi sulla necessità di intervenire drasticamente per combattere la presenza di questo insetto. Del resto, in gran parte della letteratura internazionale su *A. diaperinus*, si discute proprio sull'infestazione massiva delle strutture degli allevamenti avicoli da parte di questo coleottero e sui metodi di risanamento attraverso l'uso di miscele di insetticidi o con la lotta biologica. Diversi Autori hanno tentato il controllo di questo insetto utilizzando varie sostanze, dai Piretroidi agli Organofosforici e Carbamati od anche alcune miscele come Carbaryl e Fenchlorphos ecc. (2,8,11,16,26,27,30). Altri ne hanno tentato il controllo attraverso funghi (*Bauveria bassiana*, *Moniliaceae*) (29); altri attraverso nematodi introdotti nella lettiera (come *Steinernema feltiae*, *Steinernematidae*) (12,13); altri ancora attraverso sostanze aggiunte al mangime (es. Benzoylphenylurea, Ivermectina, ecc.) (15,22,23). In alcuni casi, invece, l'esposizione al freddo (-5°C) è sembrato il miglior metodo di controllo di questi insetti. In tutti i casi, comunque, non si è ottenuto un radicale abbattimento della carica parassitaria. Noi riteniamo che il problema sia risolvibile con una opportuna strategia di trattamento. Considerando, infatti, che questi insetti evolvono, in grandi masse simultaneamente da uno stadio all'altro, crediamo sia opportuno effettuare dei trattamenti mirati volti a diminuire il tasso di uova deposte dai coleotteri e ad evitare il danno prodotto dalle larve. Per fare ciò bisogna osservare il proprio allevamento e capire (cosa estremamente semplice) quando avviene lo sfarfallamento in massa degli adulti: in quel momento, andrà effettuato il primo trattamento (che potrà eventualmente essere ripetuto in caso di successivi cicli di schiusa). Poichè questo primo trattamento ridurrà l'ovodeposizione degli insetti ma non impedirà, comunque, la schiusa di molte migliaia di larve, andrà effettuato un secondo trattamento mirato: ciò dovrà avvenire quando le larve avranno raggiunto l'ultimo stadio evolutivo e si troveranno cioè in fase prepupale. L'allevatore si accorgerà di ciò, perchè vedrà che, soprattutto di notte, moltissime larve abbandoneranno in massa la pollina o la lettiera. Preventivamente, allora, dovranno essere trattati sia il terreno che le pareti dell'allevamento affinché le larve, che necessariamente devono allontanarsi per andare ad impuparsi nelle strutture di poliuretano o nelle crepe dei muri, non possano farlo e muoiano sul pavimento stesso del capannone. Ciò



Fig. 1 - Larva matura e adulto di *Alphitobius diaperinus*.



Fig. 2 - Le larve mature di *Alphitobius diaperinus* si allontanano in massa dalla "pollina" per andare ad impuparsi nelle strutture di isolamento in poliuretano dell'allevamento.

impedirà ad un gran numero di larve di diventare adulti. Il risultato di tale trattamento lo riscontreremo, con evidenza, l'anno successivo, in cui osserveremo un numero nettamente inferiore di parassiti. Ripetendo il trattamento sistematicamente, in relazione al ciclo di sviluppo dell'insetto, si arriverà, in breve, ad azzerare l'infestazione. E' importante che l'allevatore effettui i trattamenti al più presto, già al primo anno di infestazione, anche nei casi in cui il quantitativo di *A. diaperinus* sembrasse pressoché insignificante. In



Fig. 3 - Larve mature e adulti di *Alphitobius diaperinus* nella "pollina".



Fig. 4 - Primo piano della parte cefalica di una larva matura di *Alphitobius diaperinus*.



Fig. 5 - Pupa exarata di *Alphitobius diaperinus*.

caso contrario, l'anno successivo il numero di coleotteri risulterà notevolmente moltiplicato e con esso i danni alle strutture di poliuretano. L'infestazione da questo insetto, dun-



Fig. 6 - Scorcio della parete esterna di un capannone attaccato da *Alphitobius diaperinus*: i pannelli sono apparentemente intatti.



Fig. 7 - Poliuretano di isolamento visibilmente sgretolato dall'azione delle larve mature di *Alphitobius diaperinus*.

que, non è mai da sottovalutare e il tempestivo trattamento dell'allevamento, sia pure apparentemente eccessivo, non è mai da tralasciare.

## Bibliografia

1) Berti Filho E., Costa V.A., Aageesen T.L., 1989 - Occurrence of natural enemies of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) in poultry areas of Bastos, State of Sao Paulo, Brazil. *Revista de Agricultura (Piracicaba)*, 64(1):98.

2) Blahutiak A., 1970. - Comparison of the effectiveness of five insecticides for control of *Alphitobius diaperinus* Panzer. *Biologica*, 20:17 pp.

3) Casas E. De Las, Harein P.K., Deshmukh D.R., Pomeroy B.S., 1973. - The relationship between the lesser mealworm and avian viruses. 1. Reovirus 24. *Environmental Entomology*, 2(6):1043-1047.

4) Casas E. De Las, Harein P.K., Deshmukh D.R., Pomeroy B.S., 1976. - Relationship between the lesser mealworm, fowl pox, and Newcastle disease virus in poultry. *J. of Economic Entomology*, 69(6):775-779.

5) Casas E. De Las, Harein P.K., Pomeroy B.S., 1972. - Bacteria and fungi within the lesser mealworm collected from poultry brooder houses. *Environmental Entomology*, 1(1):27-30.

6) Casas E. De Las, Harein P.K., York M.D., Pomeroy B.S., 1974. - *Escherichia coli* serotypes isolated from within the lesser mealworm and evaluated for virulence. *Annals of the Entomological Society of America*, 67(6):967-970.

7) Chaix M.O., 1980 - La désinsectisation des locaux d'élevage. *Phytoma*, 314:18-20.

8) Despins J. L., Turner E.C., Pfeiffer D.G., 1991. - Evaluation of methods to protect poultry house insulation from infestation by lesser mealworm (*Coleoptera: Tenebrionidae*). *J. of Agricultural Entomology*, 8(8):209-217.

9) Despins J.L., Vaughan J.A., Turner E.C.Jr., 1988. - Role of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (*Coleoptera: Tenebrionidae*), as a predator of the house fly, *Musca domestica* L. (*Diptera: Muscidae*), in poultry houses. *Coleopterists Bulletin*, 42 (3):211-216.

10) Elowni E. E., Elbihari S., 1979 - Natural and experimental infection of the beetle *Alphitobius diaperinus* (*Coleoptera: Tenebrionidae*) with *Choanotaenia infundibulum* and other chicken tapeworms. *Veterinary Science Communications*, 3(2):171-173.

11) Geden C.J., 1989. - Understanding and controlling litter beetles, *Alphitobius diaperinus* and *Dermestes maculatus*, in poultry housing. *Poultry Digest*, 48(565):142-144.

12) Geden C.J., Arends J.J., Axtell R.C., 1987. - Field trials of *Steinernema feltiae* (*Nematoda: Steinernematidae*) for control of *Alphitobius diaperinus* (*Coleoptera: Tenebrionidae*) in commercial broiler and turkey houses. *J. of Economic Entomology*, 80(1):136-141.

13) Geden C.J., Axtell R.C., 1988. - Effect of temperature on nematode (*Steinernema feltiae*, *Nematoda: Steinernematidae*) treatment of soil for control of lesser mealworm (*Coleoptera: Tenebrionidae*) in turkey houses. *J. of Economic Entomology*, 81(3):800-803.

14) Geissler H., Kosters J., 1972. - Hygienic significance of the lesser mealworm beetle (*Alphitobius diaperinus* Panz.) in broiler production. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 79(8):178-181.

15) Giga D.P., 1987. - Evaluation of the insect growth regulators cyromazine and diflubenzuron as surface sprays and feed additives for controlling house flies *Musca dome-*

*stica* (L.) in chicken manure. International Pest Control (1987), 29(3):66-69.

16) Heimbucher J., Kutzer E., 1979. - The lesser mealworm (*Alphitobius diaperinus* Panz.) in poultry farm: occurrence and control. Wiener Tierärztliche Monatsschrift, 66(11):334-337.

17) Hulley P.E., Pfeleiderer M., 1988. - The *Coleoptera* in poultry manure - potential predators of house flies, *Musca domestica* Linnaeus (*Diptera: Muscidae*). J. of the Entomological Society of Southern Africa, 51(1):17-29.

18) Ichinosé T., Shibazari S., Ohta M., 1980. - Studies on the biology and mode of infestation of the tenebrionid beetle, *Alphitobius diaperinus* Panzer, harmful to broiler-chicken houses. Japanese J. of Applied Entomology and Zoology, 24(3):167-174.

19) Kozlov V.I., 1970. - The Tenebrionid *Alphitobius diaperinus* Panz. as a predator of the chicken mite *Dermanyssus gallinae* Redi. Parazitologiya, 4(4):363-364.

20) Kumar P., 1988. - Flesh eating behaviour of *Alphitobius diaperinus* Panz. (*Coleoptera: Tenebrionidae*). Indian J. of Entomology, 48(1):113-115.

21) Leschen R.A.B., Steelman C.D., 1988. - *Alphitobius diaperinus* (*Coleoptera: Tenebrionidae*) larva and adult mouthparts. Entomological News, 99(9):221-224.

22) Miller R.W., 1990. - Use of ivermectin to control the lesser mealworm (*Coleoptera: Tenebrionidae*) in a simulated poultry broiler house. Poultry Science, 69(8):1281-1284.

23) Miller R.W., Redfern R.E., 1988. - Feed additives for control of lesser mealworm (*Coleoptera: Tenebrionidae*) in poultry broiler houses. J. of Economic Entomology, 81(4):1137-1139.

24) O'Connor J.P., 1987. *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (*Col., Tenebrionidae*) damaging polystyrene insulation in an Irish piggery. Entomologist's Monthly Magazine, 123:50.

25) Pfeiffer D.G., 1982. - *Coleoptera* of poultry manure in North Carolina. Proceedings of the Washington State Entomological Society, 42:575-577.

26) Remus B., Vogel K., Bauschke K., Bahr I., 1983. - The importance and control of the lesser mealworm (*Alphitobius diaperinus*) in industrial broiler rearing premises. Veterinarmedizin, 38(9):358.

27) Schultka H., Betke P., Stubgen H., 1984. - Device to generate insecticide-aerosol-air mixtures in broiler houses for controlling the lesser mealworm (*Alphitobius diaperinus*). Monatshefte für Veterinarmedizin, 39(16):561-562.

28) Skewes P.A., Monroe J.L., 1991. - The effects of darkling beetles *Alphitobius diaperinus* on broiler performance. Poultry Science, 70(4):1034-1036.

29) Steinkraus D.C., Geden C.J., Rutz D.A., 1991. - Susceptibility of lesser mealworm (*Coleoptera: Tenebrionidae*) to *Beauveria bassiana* (*Moniliales: Moniliaceae*): effects of host stage, substrate, formulation, and host passage. J. of Medical Entomology, 28(3):314-321.

30) Vaughan J.A., Turner E.C. Jr., 1984. - Residual and topical toxicity of various insecticides to the lesser mealworm (*Coleoptera: Tenebrionidae*). J. of Economic Entomology, 77(1):216-220.

31) Wallace M.M.H., Winks R.G., Voestermans J., 1985. - The use of a beetle, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (*Coleoptera: Tenebrionidae*) for the biological control of poultry dung in high-rise layer house. J. of the Australian Institute of Agricultural Science, 51(3):214-219.

32) Wilson D.D., Schmidtman E.T., Richard R.D., Lehman R.D., 1986. Isolation of avian influenza from insects. In *Arbovirus* research in Australia, Proceedings Fourth Symposium May 6-9, 1986, Brisbane, Australia.