

“Original article (Orijinal araştırma)”

Altılık böceği (Alphonotus diaperinus) ve mücadelesi

(Coleoptera, Tenebrionidae)

Yusuf Güçlü PALA *

SUMMARY

**Alphonotus diaperinus and challenge
(Coleoptera: Tenebrionidae)**

Alphonotus Diaperinus (Coleoptera: Tenebrionidae) is of sub-Saharan African origin and is recorded as grain barn. (3,17). Today, with the development of the poultry industry, it is reported that the broiler poultry houses have poultry equipment damages and many poultry diseases and parasites are the vectors and reservoirs and they cause significant economic losses (18).

Alphonotus Diaperinus is called panzer worldwide because of its structural strength and behavioral movements. It is known as pile beetle by the poultry sector since it maintains life in the manure (litter) formed by the combination of feces and litter material of poultry in our country. In this article, the spread, biology, harms and struggle of pest has been discussed with observations and literature.

GİRİŞ

Alphonotus Diaperinus (Coleoptera: Tenebrionidae) Sahra Altı Afrika kökenli olup tahıl ambar zararlısı olarak kaydedilmektedir. (3,17). Günümüzde ise kanatlı hayvan endüstrisinin gelişmesiyle ticari kanatlı barınaklarında kümes ekipman zararlarına ve birçok kanatlı hastalığın ve parazitin vektörü ve rezervuarı olmasıyla da önemli ekonomik kayıplara neden olduğu bildirilmektedir.(18).

Alphonotus Diaperinus yapısal dayanıklılığı ve davranışsal hareketlerinden kaynaklı tüm dünyada panzer olarak adlandırılmaktadır. Ülkemizde de kümes hayvanlarının dışkı ve altılık malzemesinin birleşimiyle oluşan gübre (altılık) içinde yaşam sürdürdüğünden kanatlı sektörü tarafından altılık böceği olarak bilinmektedir. Bu makalede zararının yayılışı, biyolojisi, zararları ve mücadelesi gözlemlerle ve literatürle desteklenerek ele alınmıştır.

Alphonotus Diaperinus’un dağılımı, biyolojisi ve zararları

A. Diaperinus’un ticari kanatlı barınaklarında görülmeye başlanmasıyla beraber incelemeler başlanıp, yayılışı, biyolojisi ,zararları ve mücadele yöntemleri üzerine gözlemler sürdürülmüştür. Ondandır fazla sayıda ticari kanatlı barınaklarına ait kümeslerde yapılan gözlemlerde benzer yoğunlukta populasyon tespit edilip önce ekipman zararları inceleme altına alınmıştır. Daha sonra hastalık rezervuarı ve vektörü olmasından dolayı zararlı mücadele yöntemleri geliştirilmesi konusunda bir çok deneme ve çalışmalar yürütülmüştür.

Kanatlı hayvan endüstrisinin genişlemesi ve mevcut ıslah sistemleri, atılık böcekleri için ideal bir habitat geliştirilmesine katkıda bulundu. Bu gelişmelerle beraber böceğin hızlı üremesi, popülasyon artışına bağlı istila alanlarının genişlemesi, kümeslerdeki uygun sıcaklık ve nemin zararlıının yaygın olmasının nedeni olarak gösterilmektedir.

*Beypi Beypiliç Tarımsal Üretim Pazarlama San.Tic. A.Ş

Dağılımı

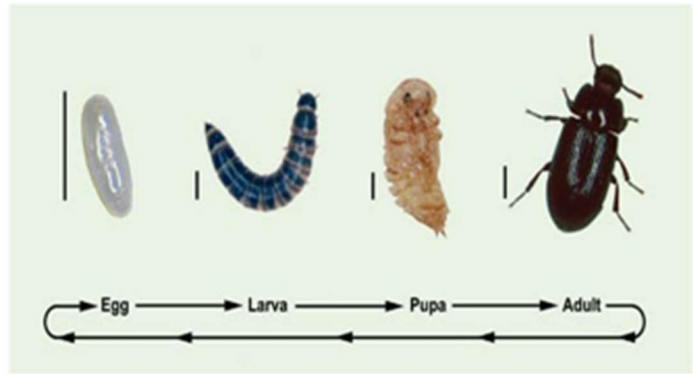
Günümüzde dünya çapında bilinen *A. Diaperinus* (Resim 1), Sahra altı Afrika'da ortaya çıktığı (3,17) ve Kuzey Amerika'ya Avrupa'dan tahıllarla geçtiği tahmin edilmektedir. (25). Zararlı buğday, arpa, pirinç, yulaf ezmesi, soya fasulyesi, börülce ve yer fıstığı ile ilişkilendirilmiş ve ayrıca keten tohumu, pamuk tohumu, yağlı tohum ürünleri, tütünde de rapor edilmiştir.

Biyolojisi

Yaşam faaliyetlerini yumurta, larva, pupa ve ergin olarak dört evrede sürdüren (Resim 2) *A. Diaperinus*'un ortalama yaşam evresi yumurtadan ergine beslenme, sıcaklık ve nem değişkenliklerine bağlı 5 – 8 hafta arasında değişmekle beraber laboratuvar ortamında bir yetişkinin ömrü 1 yıldan fazla hatta 2 yıla yakın olduğu bildirilmektedir. (12).



Resim 1. Yetişkin erkek *Alphitobius Diaperinus* (Panzer). Bu örnek Henderson County, North Carolina'dan alındı. Florida Üniversitesi'nden James Dunford tarafından fotoğraflanmıştır.



Resim 2 . *Alphitobius Diaperinus* yaşam evreleri

Yaşam Evreleri

A)Yumurta Evresi

A. Diaperinus'un yumurtaları ortalama 1,5 mm boyutunda kremsi beyazdan bronz değişen renklerde olup 4 ile 7 gün içinde gelişmektedir.

B) Larva Evresi

Yaklaşık 6 ila 11 larva instarı ile evreyi tamamlayarak ve sıcaklık, nem ve yiyecek kalitesine bağlı olarak yetişkin evresine 40 ila 100 gün içinde geçebilmektedir(Resim 3-4). *A. Diaperinus* gelişimi üzerine çeşitli diyetler, değişken ortam sıcaklıklarında ve mikro habitatlarda ve farklı türlerin yaşadığı diğer kümes hayvanlarının bulunduğu barınaklarda çeşitli çalışmalar yapılmıştır (24; 4; 26; 29; 16; 22; 13). Larvaların dökülen yem, gübre ve bazı durumlarda ölü, hasta hayvanlar ve çatlamış yumurtaları tükettiği gözlemlenmiştir. Optimum gelişme için gerekli çevre koşulları yaklaşık % 90 bağıl nemde 30 ° C ila 33 ° C olarak belirlenmiştir. Özellikle yarık çatlak ve panel içlerinde tüneller oluşturarak yaşayabildikleri gibi gece beslenmelerinden kaynaklı çok aktiflerdir ve rahatsız edildiğinde hızlı bir şekilde altılığın içine saklanabilmektedirler. Çiftleşmeden sonra dişi bir böcek yaklaşık 2000 yumurta üretmektedir. Bu yumurtaları hayvanların üzerine, altılığa, panel aralarına ve bütün yarık çatlaklara bırakabilmektedir.



Resim 3-4 Kümeste larva varlığı (Y.PALA 2015 tarafından çekilmiştir).

C) Pupa Evresi

Pupalar yaklaşık 6 ila 8 mm uzunluğunda olup, beyaz ve ten renginde kremsidir, bacaklar vücuda tutunmaktadır.



Resim 5. Pupa, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). Jerry Butler ve Jane Medley, Florida Üniversitesi tarafından çekilmiş fotoğraf.

D)Yetişkin Evresi

A. *Diaperinus*'un yetişkinleri geniş-oval, orta derecede dışbükey, siyah veya kahverengimsi-siyahtır ve genellikle görünüşte parlak olabilmektedirler. Renkleri yaşına bağlı olarak değişebilir. Uzunluk yaklaşık 5,8 ila 6,3 mm'dir (Resim 6-7). Yumurtadan yumurtaya yaşam döngüsü 28° C de 52 gün 31°C 31 gün olarak saptanmıştır (5).



Resim 6 . Yetişkin erkek (solda) ve dişi (sağda) *Alphitobius Diaperinus* (Panzer). Bu örnekler Florida Üniversitesi'nden James Dunford tarafından fotoğraflanmıştır.



Resim 7. Altık üzerindeki yetişkinler (Y.PALA tarafından çekilmiştir 2016.)

Zararları

A. *Diaperinus*'un kümes hayvanlarına zararlı olan bakteri, virüs, mantar, protozoa, plamatin parazitleri gibi patojenlerin kaynağı ve vektörü olduğu bildirilmektedir. (9). Taşıdığı hastalıklar ND (Newcastle), IB (Enfeksiyöz bronşit) , Marek, AI (Avian İnfluenza) , Salmonella, E.Coli, Campylobacter vd. sayılabilir.

Zararının ticari kanatlı barınaklarında sağlık sorunlarına yol açmasının yanı sıra yapısal hasarlar verdiği de bilinmektedir. Gelişen teknoloji, maliyetler, havalandırma ve ısı yalıtımı nedeniyle ülkemizde birçok kümesin beton duvarlar yerine sandviç panellerden yapılması zararlı için barınak görevi görmesine neden olmaktadır(Resim 8) Panellerin strafor, cam elyafı ve poliestiren malzemelerden olması zararının bu malzemelerin içine delikler açarak yuvalanmasını sağlamaktadır(Resim9). Böylece betondan birçok açıdan ekonomik olan panellerin yapısını bozduğu gibi ömrünü de kısaltmaktadır. Böcek hasarlı kümeslerdeki enerji maliyetlerinin, böcek hasarı olmayan kümeslerden % 67 daha yüksek olduğu da yapılan çalışmalarda bildirilmektedir (3).



Resim 8. Kümes panellerine yerleşmiş koloni (Y.PALA2015 tarafından çekilmiştir.)

Ayrıca altlık böceğinin erginlerinin kendilerini tehlikede hissettiklerinde savunma olarak kinon adı verilen toksik madde salgıladığı ve bu toksinlerin kümes hayvanlarında karaciğer lezyonuna neden olduğu ve karkasta kanamalar yaparak kesim et kalitesini bozduğu belirtilmiştir (28).



Resim 9. Altlık böceği panelin ve kümes betonunun içinde (Y.PALA tarafından çekilmiştir. 2016)

Mücadele Yöntemleri

Kümes ortamında altılık böceği mücadelesi 3 ana başlıkta toplanmaktadır.

- Fiziksel Mücadele
- Biyolojik Mücadele
- Kimyasal Mücadele

Fiziksel Mücadele

Zararlının fiziksel mücadelesi ilk olarak yapısal sıkıntıların ortadan kaldırılması ve devamında takip edecek olan biyogüvenlik uygulamalarından geçmektedir. Eski ve betonarme duvarlardan oluşan barınaklardaki yarık ve çatlakların kapatılarak böceğin koloni kurması engellenmelidir. Yan beton duvarların zemin ile birleştiği kısımlarda da bulunan benzer yarık ve çatlaklar zararlı için uygun bir saklanma ve üreme yeri olduğunu gözlenmektedir. Yarık ve çatlakların kapatılması için yapılan düzenlenmelerinin yanında kümes duvarlarında bulunan klape (havalandırma pencereleri) ve havalandırma fanlarının duvar veya panellerle birleştiği yerlerde de iyileştirmeler yapılarak açıklıkların kapatılması gerekmektedir.

Yeni nesil kümeslerde kullanılan sandviç panellerin birbirinin içine geçen birçok parçanın birleşmesinden oluşması ve bu panellerin birleşme yerlerinin zamanla eskimesiyle artan boşluk ve açıklıklar yine zararlının üreyip çoğalması için uygun ortam olmaktadır. Zararlının kolonileri panel içine yerleştikten sonra iç malzemede açmış olduğu deliklerle zamanla panelin yapısını da bozarak ömrünü kısaltmaktadır(Resim11). Hayvanlar kümesten uzaklaştırıldıktan sonra altılığın hızlıca çıkarılması; zararlının kümes içinde saklanacak zaman bulamadan altılıkla beraber kümesten uzaklaşmasını sağlayacaktır. Bu işlem sırasında uygun ekipmanla gerekli önlemler alınarak altılığın kümes çevresi ve işletme içine hatta işletme ulaşım yollarına dökülmeden muhafaza altına alınıp uzak bir yere dökülmesi sağlanarak zararlıyla topyekûn fiziksel mücadele yapılabilir.



Resim 10. Beton duvarlar üzerindeki deliklerin içine yerleşmiş ergin A. Diaperinuslar (Y.PALA tarafından çekilmiştir. 2017)



Resim 11. Panel duvarların arasındaki ve içindeki larva A. Diaperinuslar (Y.PALA tarafından çekilmiştir. 2016)

Biyolojik Mücadele

Uluslararası akademik çevrelerce yapılan çalışmalarda bazı fungus, nematod ve bitki özlerinin bu zararlının yok edilmesinde ve popülasyon azaltışında etkili olabileceğini göstermektedir. Beauveria Bassiana, Cladosporium sp. ve Trichoderma sp. gibi fungusların zararlının yok edilmesinde etkili olduğu belirtilmiştir (23). Ayrıca entomopatojen nemodlardan olan Steinernema sp' in %99 kadar yüksek patojenite gösterdiği bildirilmektedir (1). Bir diğer çalışmada esansiyel yağ asidi olan timol ve carvacrolun genç larvalarda % 86 ya kadar mortalite oranına sahip olduğunu göstermektedir (27).

Kimyasal Mücadele

A. Diaperinus'un kimyasal mücadelesinde kullanılan insektisitler içinde en yaygın olanlar sentetik piretroidlerdir. Sentetik piretroidler zararlının farklı biyolojik dönemlerine etki etmelerine göre sınıflandırılmaktadır. Bunlar içinde ise günümüzde en çok kullanılanlardan Sipermetrin, Alfasispermetrin, Deltametrin, Cermetrin, Cyfluthrin ergin öldürücü, Methopren, Priyproxyfen Diflubenzuron, Cyromazine, Hexaflumuron larvasit olarak görev yapmaktadır. Ülkemizde kullanılan çoğu ticari insektisit formülasyonlarının içinde aktif madde olarak sipermetrin deltametrin gibi öldürücü yanında düşürücü aktif olarak tetrametrin, larvasit etki olarak dilubenzuron vd. veya sinerjist etki aktifleri (direnç kırıcılar) bulunmaktadır.

Kimyasal Uygulama ve Metodları

Yapılan çalışma ve gözlemlerle kimyasal uygulamanın 4 aşamalı gerçekleştirilmesi ilk uygulamada zararlının popülasyonunun belirlenmesine, 2. Uygulamada baskı altına alınmasına, 3. uygulamada yok edilmesine, 4. uygulamayla da kümesin koruma altına alınması ile mücadele başarı oranının yükseltiği görülmektedir.

Hazırlık Aşaması

Zararlının mücadelesinde faydalanılacak olan insektisin ambalajının yıpranmamış, son kullanma tarihi geçmemiş olması ve kullanmadan önce etken maddelerin dibe çökme olasılığından çalkalandıktan sonra ekipmana boşaltılması öngörülmektedir. Ayrıca uygulamada kullanılacak ekipmanın dezenfektan ve benzeri kimyasal kalıntılarından arındırılması da etken madde yapısının bozulmaması için gerekmektedir.

1. Uygulama

Kümes şartları hayvan içerdayken zararlının optimum yaşam şartlarıyla birebir örtüşmektedir (Resim12). Hayvanın çıkarılmasını takip eden ilk 6-8 saat içinde altılık yüzeyine uygulanacak insektisitle yüksek oranda zararlı popülasyonunda kırılmalar olacaktır. Altılığın kümesten uzaklaştırılması belirli bir zaman alacağından bu zaman içinde daha önce yarık çatlaklarda kolonizasyon kuran zararlının yanına birde altılık içindeki popülasyonun bir kısmının eklenerek yerleşecek olması genel mücadeleyi zorlaştıracaktır. Bu yüzden altılık yüzeyine 1000m²' ye 1000 lt solüsyon uygulamasının yapılması hem popülasyonun yoğunluğunun belirlenmesine, hem de optimum yaşam şartlarında ilk mücadelenin yapılmasını olanak sağladığı gözlemlenmiştir. Bu aşamada yapılan uygulamanın diğer bir faydası da uzaklaştırılan gübrenin içinde kalmış zararlının çevresel geri dönüş riski oluşturmamasını da baskılamaktır.

2. Uygulama

Altılık uzaklaştırılıp, kümes içinde kalan gübreler süpürülüp, yarık çatlakların gübreden arındırılmasından sonra yapılacak 2. uygulama ile zararlı varlığı baskı altına alınacaktır. Yapılan gözlemlerde uygulanan insektisit sonrası hem ergin hem de larva dökülmesi görülmektedir. Bu aşamada dönem boyunca kümesin derinliklerine yerleşen zararlının yüksek oranda sökülmesi mümkün olmaktadır.

3. Uygulama

Kümes temizliği yapıldıktan sonra dezenfektan öncesi yapılacak 3. uygulama ile kümesin zararlıdan tamamen arındırılması hedeflenmektedir. Yapılan incelemelerde bu aşamada yapılan uygulamada çok az miktarda ergin varlığı gözlemlenmektedir. Erginler larvalara göre kümesin daha derinlerine nüfus edebildiğinden ilk 2 uygulamadan sonra bile varlığı tespit edilebilmektedir. Bu aşamadan sonra kontrol amaçlı yapılan 4. ve 5. uygulamalarda kümes içinde zararlı varlığı tespit edilememiştir.

4. Uygulama

Kümes temizlik, dezenfeksiyon ve çevre düzenleme ve temizlik işlemlerinden sonra kümesin 1 metre çevresine ve dış panellere yapılacak 4. uygulama ile altılığın uzaklaştırılması esnasında etrafa saçılan zararlıdan kümesin korunması amaçlanmaktadır. Yapılan gözlemlerde dış çevre sıcaklığının +4C'nin üzerinde olduğu zamanlarda kümes dış panel ve duvarlarında ergin varlığı tespit edilmiştir.



Resim 12. A.Diaperinus larvasının altındaki varlığı (Y.PALA tarafından çekilmiştir 2016.)

SONUÇ

Sahra altı Afrika kökenli tropik bir zararlı olan *Alphitobius Diaperinus* (atlık böceği) son yıllarda kanatlı hayvan endüstrisinin genişlemesi ve mevcut ıslah sistemleri ideal bir habitat geliştirilmesine katkıda bulunmuş ve bu gelişmelerle beraber zararlının hızlı üremesi, popülasyon artışına bağlı istila alanlarının genişlemesi ile Türkiye’de de önemli bir zararlı haline gelmiştir.

Alphitobius Diaperinus’un doğası itibarıyla tahıl, ambar zararlısı ve birçok kanatlı hastalığın, parazitin vektörü ve taşıyıcısı olmasından kaynaklı dönem aralarında kümeslerin bu zararlıdan arındırılması gerekmektedir. Böylece geçmiş dönemlerde yaşanan hastalıkların tekrar yaşanmasının da önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Yapılan gözlem ve incelemelerde mücadelesi zor ve ekonomik açıdan çok fazla kayıplara neden olan zararlıyla savaşta yukarıda belirtilen yöntemlere ek olarak biyogüvenlik sistemlerinin de kurulması mücadelede önemli bir yer tutacağı görülmektedir. Bu makalede, gözlem ve çalışmalara ek olarak literatür bilgisi verilmiştir.

REFERANSLAR

- 1- Alves V. S., Pedro M. J., De O. Neves, Luis F. A. Alves, Alcides Moino Jr. and Nicole Holz, 2011. Entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae) screening for lesser mealworm *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) control.

- 2- Axtell R.C., 1999. Poultry integrated pest management: status and future. *Integrated Pest Management Reviews* 4: 53-73.
- 3- Calibeo H.D., Denning S.S., Stringham S.M., Watson D.W. 2005. Lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) emergence after mechanical incorporation of poultry litter into field soils. *Journal of Economic Entomology* 98: 229-235.
- 4- Chernaki A.M., and Almeida L.M., 2001. Thermal requirements, development and survival of the immature stages of the *Alphitobius diaperinus* (Panz.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Neotropical Entomology* 30: 365-368.
- 5- Chernaki A.M. and Almeida, L.M., 2001a. Morfologia dos estágios imaturos e do adulto de *Alphitobius diaperinus*(Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Revta bras. Zool.*, vol. 18, no. 2, p. 351-363.
- 6- Crippen T.L., Zheng C.L., Sheffield J.K., Tomberlin R.C., Beier Z., Yu Transient, 2012. gut retention and persistence of *Salmonella* through metamorphosis in the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*(Coleoptera: Tenebrionidae)
- 7- De Las Casas E, Harein P.K., Pomeroy B.S., 1972. Bacteria and fungi within the mealworm collected from poultry brooder houses. *Environmental Entomology* 1: 27-30.
- 8- De las Casas E., Harein P.K., Deshmukh D.R. and Pomeroy B.S. 1976. Relationship between the lesser mealworm, fowl pox and Newcastle disease virus in poultry.
- 9- Despins J.L, Axtell R.C., 1995. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Poultry Science* 1995; 74:331-336.
- 10- Dunford J.C., 2000. The darkling beetles of Wisconsin (Coleoptera: Tenebrionidae): taxonomy, natural history, and distributions. Thesis, University of Wisconsin-Madison. 291 pp.
- 11- Eidson, C.S., Schmittle S.C., Goode R.B., Lal J.B., 1966. Induction of leukosis tumors with the beetle *Alphitobius diaperinus*.
- 12- Esquivel J.F., Crippen T.L., and Ward L.A. 2011. Ward Improved Visualization of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae)—Part I: Morphological Features for Sex Determination of Multiple Stadia
- 13- Geden C.J. and Hogsette J. A., 1994. "Research and extension needs for integrated pest management for arthropods of veterinary importance," in *Proceedings of a Workshop in Lincoln, Nebraska*, pp. 1–328, April 1994.
- 14- Goodwin M.A., Waltman W.D., 1996. Transmission of *Eimeria*, viruses, and bacteria to chicks: Darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) as vectors of pathogens. *Journal of Applied Poultry Research* 5: 51.
- 15- Harein P.K., De Las Casas E., Pomeroy B.S., York M.D., 1970. *Salmonella* spp. and serotypes of *Escherichia coli* isolated from the lesser mealworm collected in poultry brooder houses. *Journal of Economic Entomology* 63: 80-81.
- 16- Hosen M., Khan A.R., Hossain M., 2004. Growth and development of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*(Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) on cereal flours. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7: 1505-1508.
- 17- Lambkin T.A., 2001. Investigations into the management of the darkling beetle. Rural Industries Research and Development Corporation, Kingston, Australia. 99 pp.
- 18- Lambkin T.A., 2005. Baseline responses of adult *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) to fenitrothion, and susceptibility status of populations in Queensland and New South Wales, Australia. *Journal of Economic Entomology* 98: 938-942.
- 19- McAllister J. C., Steelman C. D., Newberry L. A. and Skeeles J. K., 1995 . Isolation of infectious bursal disease virus from the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*(Panzer).
- 20- McAllister J.C., Steelman C.D., Skeeles J.K., Newberry L.A., Gbur E.E., 1996. Reservoir competence of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) for *Escherichia coli* (Eubacteriales: Enterobacteriaceae). *Journal of Medical Entomology* 33: 983-987.
- 21- Ou S.C., Giambrone J. J., Macklin K. S., 2012 Detection of infectious laryngotracheitis virus from darkling beetles and their immature stage (lesser mealworms) by quantitative polymerase chain reaction and virus isolation
- 22- Renault D., Hervant F., Vernon P., 2002. Comparative study of the metabolic responses during food shortage and subsequent recovery at different temperatures in the adult lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Physiological Entomology* 27: 291-301.
- 23- Santoro P.H., Zorzetti J., Constanski K. and Neves P., 2015 Quality of *Beauveria bassiana* conidia after successive passages through *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae).
- 24- Sarin K., Saxena S.C., 1975. Food preference and site of damage to preferred products by *Alphitobius diaperinus*(Panz.). *Bulletin of Grain Technology* 13:50-51.
- 25- Spilman T.J., 1991. 11, Darkling Beetles (Tenebrionidae, Coleoptera). In *Insect and Mite Pests in Food*. (Gorham JR, ed). United States Department of Agriculture, Agricultural Handbook 655: 185-214, 589-598.
- 26- Strother K.O., Steelman C.D., 2001. Spatial analysis of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in broiler production facilities. *Environmental Entomology* 30: 556-561.

- 27- Szczepanik M., Zawitowska B., and Szumny A., 2012 Insecticidal activities of *Thymus vulgaris* essential oil and its components (thymol and carvacrol) against larvae of lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae).
 - 28- Tseng Y.L., Davidson J.A., Menzer R.E., 1971 Morphology and chemistry of the odoriferous gland of the lesser mealworm, *A. diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Annals Entomology of Society American*; 64:425-430.
 - 29- Watson D.W., Kaufman P.E., Rutz D.A., Glenister C.S., 2001. Impact of the darkling beetle *Alphitobius diaperinus*(Panzer) on establishment of the predaceous *Carcinops pumilio* (Erichson) for *Musca domestica* control in caged-layer poultry houses. *Biological Control* 20: 8-15.
-
- 1- Alves Viviane S., Pedro M. J. De O. Neves, Luis F. A. Alves, Alcides Moino Jr. And Nicole Holz 2011 Entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae and Steinernematidae) screening for lesser mealworm *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) control.
 - 2- Axtell RC. 1999. Poultry integrated pest management: status and future. *Integrated Pest Management Reviews* 4: 53-73.
 - 3- C.J. Geden and J. A. Hogsette, April 1994 "Research and extension needs for integrated pest management for arthropods of veterinary importance," in *Proceedings of a Workshop in Lincoln, Nebraska*, pp. 1–328, April 1994.
 - 4- Calibeo-Hayes D, Denning SS, Stringham SM, Watson DW. 2005. Lesser mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae) emergence after mechanical incorporation of poultry litter into field soils. *Journal of Economic Entomology* 98: 229-235.
 - 5- Chernaki-Leffer AM, de Almeida LM. 2001. Thermal requirements, development and survival of the immature stages of the *Alphitobius diaperinus* (Panz.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Neotropical Entomology* 30: 365-368.
 - 6- Chernaki, AM. And Almeida, LM., 2001a. Morfologia dos estágios imaturos e do adulto de *Alphitobius diaperinus*(Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Revta bras. Zool.*, vol. 18, no. 2, p. 351-363.
 - 7- T.L. Crippen L. Zheng C.L. Sheffield J.K. Tomberlin R.C. Beier Z. Yu Transient 2012 gut retention and persistence of *Salmonella* through metamorphosis in the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*(Coleoptera: Tenebrionidae)
 - 8- De Las Casas E, Harein PK, Pomeroy BS. 1972. Bacteria and fungi within the mealworm collected from poultry brooder houses. *Environmental Entomology* 1: 27-30.
 - 9- De las Casas , E. , P. K. Harein, D. R. Deshmukh, and B. S. Pomeroy. 1976 . Relationship between the lesser mealworm, fowl pox and Newcastle disease virus in poultry.
 - 10- Despins JL, Axtell RC. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. *Poultry Science* 1995; 74:331-336.
 - 11- Dunford JC. 2000. The darkling beetles of Wisconsin (Coleoptera: Tenebrionidae): taxonomy, natural history, and distributions. Thesis, University of Wisconsin-Madison. 291 pp.
 - 12- Eidson, C. S. ; Schmittle, S. C. ; Goode, R. B. ; Lal, J. B. Induction of leukosis tumors with the beetle *Alphitobius diaperinus*.
 - 13- Goodwin MA, Waltman WD. 1996. Transmission of *Eimeria*, viruses, and bacteria to chicks: Darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) as vectors of pathogens. *Journal of Applied Poultry Research* 5: 51.
 - 14- J. F. Esquivel, T. L. Crippen, and L. A. 2011 Ward Improved Visualization of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae)—Part I: Morphological Features for Sex Determination of Multiple Stadia
 - 15- Harein PK, De Las Casas E, Pomeroy BS, York MD. 1970. *Salmonella* spp. and serotypes of *Escherichia coli* isolated from the lesser mealworm collected in poultry brooder houses. *Journal of Economic Entomology* 63: 80-81.
 - 16- Hosen M, Khan AR, Hossain M. 2004. Growth and development of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*(Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) on cereal flours. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7: 1505-1508.

- 17- Lambkin TA. 2001. Investigations into the management of the darkling beetle. Rural Industries Research and Development Corporation, Kingston, Australia. 99 pp.
- 18- Lambkin TA. 2005. Baseline responses of adult *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) to fenitrothion, and susceptibility status of populations in Queensland and New South Wales, Australia. *Journal of Economic Entomology* 98: 938-942.
- 19- McAllister, J. C., C. D. Steelman, L. A. Newberry, and J. K. Skeeles. 1995 . Isolation of infectious bursal disease virus from the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*(Panzer).
- 20- McAllister J.C., Steelman C.D., Skeeles J.K., Newberry L.A., Gbur E.E., 1996. Reservoir competence of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) for *Escherichia coli* (Eubacteriales: Enterobacteriaceae). *Journal of Medical Entomology* 33: 983-987.
- 21- Santoro P. H., Zorzetti J., Constanski K. and Pedro M. O. J. Neves 2015 Quality of *Beauveria bassiana* conidia after successive passages through *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae).
- 22- Renault D, Hervant F, Vernon P. 2002. Comparative study of the metabolic responses during food shortage and subsequent recovery at different temperatures in the adult lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Physiological Entomology* 27: 291-301.
- 23- Sarin K, Saxena SC. 1975. Food preference and site of damage to preferred products by *Alphitobius diaperinus*(Panz.). *Bulletin of Grain Technology* 13:50-51.
- 24- S.-C. Ou J. J. Giambrone K. S. Macklin 2012 Detection of infectious laryngotracheitis virus from darkling beetles and their immature stage (lesser mealworms) by quantitative polymerase chain reaction and virus isolation
- 25- Spilman TJ. 1991. 11, Darkling Beetles (Tenebrionidae, Coleoptera). *In* Insect and Mite Pests in Food. (Gorham JR, ed). United States Department of Agriculture, Agricultural Handbook 655: 185-214, 589-598.
- 26- Strother KO, Steelman CD. 2001. Spatial analysis of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in broiler production facilities. *Environmental Entomology* 30: 556-561.
- 27- Szczepanik M. , B. Zawitowska And A. Szumny 2012 Insecticidal activities of *Thymus vulgaris* essential oil and its components (thymol and carvacrol) against larvae of lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae).
- 28- Tseng YL, Davidson JA, Menzer RE. 1971 Morphology and chemistry of the odoriferous gland of the lesser mealworm, *A. diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Annals Entomology of Society American*; 64:425-430.
- 29- Watson DW, Kaufman PE, Rutz DA, Glenister CS. 2001. Impact of the darkling beetle *Alphitobius diaperinus*(Panzer) on establishment of the predaceous *Carcinops pumilio* (Erichson) for *Musca domestica* control in caged-layer poultry houses. *Biological Control* 20: 8-15.