

Orijinal araştırma(Original article)

Ekşilik böceklerinden *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)'un biyolojik dönemlerine fosfin gazının toksisitesi¹

The toxicity of phosphine gas to life stages of the dried fruit beetle, *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)

Şule TÜTÜNCÜ^{2*}

Mevlüt EMEKÇİ³

Summary

Phosphine applied at 200 ppm for 2-36 h at 15, 20, 25 °C was evaluated as a toxicant against 0-24 and 24-48 h old eggs, 12 day old larvae and 7-8 day old adults of *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae), an important dried fig pest. The mortality rates from different exposure periods were subjected to probit analysis and lethal dose ratios were calculated to compare differences in LT values between different temperatures and between different ages.

The LT₉₅ values for 0-24 and 24-48 h old eggs were found to be 29.902 and 14.624 h (15 °C), 24.532 and 11.645 h (20 °C), 12.331 and 8.474 h (25 °C), respectively. The LT₉₅ values of larvae at 15, 20 and 25 °C are 7.671, 7.833 and 6.627 h, respectively. It was shown that LT₉₅ value of adult stage was found to be 9.142 h (15 °C), 4.709 h (20 °C), and 3.375 h (25 °C). In this research eggs were more tolerant than larvae and adults at all temperatures. This study revealed the phosphine even applied at low dosage of 200 ppm was still effective against *C. hemipterus*

Key words: *Carpophilus hemipterus*; phosphine; egg; LT values; exposure periods

Özet

Önemli bir kuru incir zararlısı olan *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)'un 0-24 ve 24-48 saatlik yumurtalarına, 12 günlük larvalarına ve 7-8 günlük erginlerine 2-36 saat arasında değişen sürelerde uygulanan 200 ppm fosfin gazının 15, 20, 25 °C sıcaklıklardaki toksik etkisi araştırılmıştır. Elde edilen veriler probit analizine tabi tutulmuş; sıcaklıklar ve yaşlar arasındaki farkı belirlemek için letal doz oranları hesaplanmıştır.

Denemelerde 0-24 ve 24-48 saatlik yumurtalarda elde edilen ölüm değerlerine ait LT₉₅ değerleri 15 °C sıcaklıkta sırasıyla 29.902 ve 14.624 saat, 20 °C sıcaklıkta sırasıyla 24.532 ve 11.645 saat, 25 °C sıcaklıkta sırasıyla 12.331 ve 8.474 saat olarak tespit edilmiştir. Larvalarla yapılan çalışmada 15, 20 ve 25 °C sıcaklıklara göre LT₉₅ değerleri sırasıyla; 7.671 saat, 7.833 saat, 6.627 saat olarak tespit edilmiştir. Erginlerde tespit edilen LT₉₅ değerleri 15 °C sıcaklıkta 9.142 saat, 20 °C sıcaklıkta 4.709 saat ve 25 °C sıcaklıkta 3.375 saattir. Araştırma sonucunda her 3 sıcaklık derecesinde de yumurtaların larva ve erginlerden daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışma 200 ppm düzeyindeki düşük fosfin konsantrasyonunun *C. hemipterus*'a karşı etkili olduğunu göstermiştir.

Anahtar sözcükler: *Carpophilus hemipterus*; fosfin; yumurta; LT değerleri; uygulama süreleri

¹ Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda hazırlanan ve 13.10.2006 tarihinde kabul edilen Doktora tezinin bir bölümüdür.

² Ankara Üniversitesi Kalecik Meslek Yüksekokulu Kalecik / Ankara

³ Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Dışkapı /Ankara

* Sorumlu yazar e-mail: suletutuncu@hotmail.com

Alınış: 19.02.2014

Kabul edilmiş: 25.05.2014

Giriş

Dünyada geniş bir ürün dizisinde görülen *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae) ülkemizde yaş ve kuru incirin önemli bir zararlısı durumundadır. Dünya kuru incir üretiminin %53 ünü; dünya ihracatının % 63'ünü karşılayan Ülkemiz (İBP, 2014) 2012-2013 sezonu kuru incir ihracatından 190 milyon ABD Doları döviz girdisi sağlamıştır (EİB, 2014). Tarımsal ihracatımızın önemli kalemlerinden birini oluşturan kuru incirin üretimdeki sorunlarından birisi de üründe böcek bulaşıklılığı ve bunun bertaraf edilmesidir. Aydın ve İzmir İllerinde 2001-2002 Yıllarında yürütülen bir araştırmada *Ephestia cautella* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae), *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) ve *C. hemipterus* kuru incirin en önemli zararlıları olarak bildirilmektedir (Turanlı, 2003). Dolayısıyla kuru incir üretim zincirinin önemli bir aşamasını ürünün zararlı böceklerden arındırılması faaliyeti oluşturmaktadır. Bu amaçla Ülkemizde derin dondurma, değiştirilmiş atmosfer uygulamaları ve fümigasyon yöntemlerine başvurulmaktadır (Emekci & Ferizli, 2000). Bu uygulamalar içinde derin dondurma yüksek maliyeti nedeniyle; değiştirilmiş atmosfer uygulamaları da uzun uygulama süresi gerektirmesi nedeniyle zorunlu olmadıkça kullanılamamaktadır. Dolayısıyla kuru incirin zararlı böceklerden arındırılmasında en yaygın olarak fümigasyon uygulamalarına başvurulmaktadır (Ferizli & Emekci, 2010). Bu amaçla Ülkemizde yasaklanıncaya kadar metil bromit isimli fumigant kullanılmakta idi. Ancak Metil Bromit'den açığa çıkan brom radikallerinin seri olarak stratosferdeki ozon molekülleri ile reaksiyona girerek ozonu oksijene indirgemesi -diğer bir ifadeyle ozonu inceltmesi- nedeniyle bu fümigant ozon inceltici maddeler grubunda değerlendirilmiş ve Montreal Protokolü uyarınca Ülkemizde 2007 yılından itibaren kullanımı –karantina ve nakliye öncesi kullanımı hariç- yasaklanmıştır. Dolayısıyla kuru incir fümigasyonunda Ülkemizde kullanılabilecek fümigant olarak fosfin kalmıştır.

Literatürde fosfinin kuru meyve zararlılarına karşı etkinlik yönüyle araştırıldığı görülmektedir. *Plodia interpunctella*'nın da yer aldığı bir dizi depolanmış ürün zararlısı ile yürütülen bir çalışmada Eco₂Fume isimli silindirize fosfin gazının (% 2 fosfin+ %98 CO₂) böceklerin değişik biyolojik evrelerine 18 ve 32 °C sıcaklıklardaki letal etkileri araştırılmıştır (Phillips et al., 1998). Benzer şekilde Muhareb et al. (2003) içinde *C. hemipterus*'un da yer aldığı bir dizi zararlının yaşam evrelerine 250, 500 ve 1000 ppm Eco₂Fume'ün 26.7 °C sıcaklıktaki etkinliğini araştırmış ve yumurta evresini en dayanıklı evre olarak tespit etmiştir. Akan (2003) *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae)'in tüm biyolojik evrelerine 200 ppm fosfin ve 200 ppm fosfin + % 20 CO₂ konsantrasyonunun 30 °C sıcaklıktaki etkilerini araştırmıştır. İçinde *O. surinamensis*'in de yer aldığı birkaç zararlı ile yapılan bir başka çalışmada fosfinin yumurta açılımı üzerindeki etkisi araştırılmıştır (Rajendran et al., 2004). Uslu (2005) kurutulmuş meyve zararlılarından *E. cautella* üzerinde 100 ve 200 ppm fosfinin 20 °C sıcaklıktaki etkinliğini araştırmıştır. Alpay (2006) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada *C. hemipterus* üzerinde fosfinin letal etkileri çalışılmış; sıcaklık ve doz açısından çalışmamızdan farklı parametreler kullanılmış; 50 ppm fosfin konsantrasyonu 20 ve 25 °C sıcaklıklarda uygulanmıştır. Kahraman (2009) *P. interpunctella*'nın tüm biyolojik evrelerine 200 ppm dozunda fosfini tek sıcaklık derecesinde uygulamıştır.

Kurutulmuş meyve zararlıları ile savaşımında geçmişten-günümüze fümigasyon uygulamalarına yönelik çok sayıda araştırma bulunmakla birlikte bunların içinde *C. hemipterus* ya nadir olarak yer almakta ya da uygulama dozu, uygulama yöntemi ve kullanılan fumigant bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Dolayısıyla bu araştırmada metil bromite alternatif olarak *C. hemipterus*'un değişik yaşam evrelerine 200 ppm gibi düşük fosfin konsantrasyonunun değişik uygulama sürelerindeki etkinliği 3 farklı sıcaklıkta laboratuvar koşullarında araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Böcek kültürü

Carpophilus hemipterus stok kültürü İsrail'den getirilmiş ve 25 ± 5 °C sıcaklık ve $\% 75 \pm 5$ nem koşullarındaki laboratuvarında, su, mısır unu, glükoz, şeker, maya, agar agar, propiyonik asit, metil 4-hidroksibenzoat'tan oluşan yapay besin üzerinde yetiştirilmiştir (Donahaye & Navarro, 1989). Zararlılardan arı mısır unu, şeker, glukoz, maya, propiyonik asit ve metil 4-hidroksi benzoat suyla karıştırıldıktan sonra orta ateşteki sıcak tabla (hot-plate) üzerinde ısıtılmış; kaynamaya başlayınca agar agar ilave edilerek muhallebi kıvamına gelinceye kadar pişirilmiştir. Ocaktan alınan bu besin steril bir küvete dökülerek soğutulmuş ve dilim dilim kesilerek böceğin beslenmesinde kullanılmıştır. James & Vogele (2000)'in bildirdiğine göre, *Carpophilus hemipterus* yumurtadan ergine kadar olan gelişme dönemini 25 ± 1 °C sıcaklık ve $\%75 \pm 5$ orantılı nem koşullarında ortalama 21-24 günde tamamlayarak ergin olmaya başlamaktadırlar. Yumurta gelişimi 2-3 gün; larva gelişimi 12-13 gün; pupa gelişimi 6-8 gün; ergin yaşam süresi ortalama 3-4 aydır.

Biyolojik evreler

Yumurta elde etmek amacıyla yaklaşık 100 adet 1-2 hafta yaşlı karışık cinsiyette ergin içinde 20-25 gr besin bulunan 1 litre hacimli cam kavanoza aktarılmıştır. Ergin aktarılan bu kavanozlardan 24 saat süre sonrasında kavanoz ağzına gerilen Amerikan bezi dikkatlice alınmış ve bezin gözenekleri arasına bırakılmış yumurtalar toplanıp petri kabına -daha sonra sayılıp deneme kaplarına aktarılmak üzere alınmıştır. Bu şekilde elde edilen 0-24 saatlik yumurtaların 25 ± 5 °C sıcaklık ve $\% 75 \pm 5$ nem koşullarındaki iklimlendirme odasında 24 saat bekletilmesi suretiyle 24-48 saatlik yumurtalar elde edilmiştir. Denemelerde 0-24 saatlik ve 24-48 saatlik yumurtalar kullanılmıştır. Yeterli sayıda yumurta elde edebilmek için 2-3 adet yumurtlatma kavanozu kullanılmıştır.

12 günlük larvaları elde edebilmek için 0-24 saatlik yumurtaları elde etmek için kullanılan yöntem benzer şekilde 1 günlük yumurtaları içeren kültür kavanozları oluşturulmuştur. 0-24 saatlik yumurtalarla oluşturulan kültürlerin gelişimi takip edilmiş ve yumurta açılımından itibaren larvalar 12 günlük olduklarında denemeye alınmıştır.

Ergin elde etmek amacıyla 1 günlük yumurtaları içeren kültür kavanozları gelişme süresinin 12. gününden itibaren her gün aynı saatte olacak şekilde kontrol edilmiş ve içlerinde oluşan pupalar yaş ve tarih kaydı yapılarak ayrı bir kavanoza alınmış ve böylece 1-2 günlük pupalar elde edilmiştir. 1-2 günlük pupaların yer aldığı kültür kavanozu, pupa evresi gelişiminin 6. gününden başlanarak günlük olarak takip edilmiş ve çıkış yapan erginler tarih ve yaşları kaydedilmek suretiyle besin içeren ayrı bir kavanoza alınmıştır. İklimlendirme odasında bir hafta bekletildikten sonra 7-8 günlük olan erginler denemeye alınmıştır.

Gaz üretici ve deneme düzeneği

Çalışmalarda kullanılan gaz halindeki fosfin (PH_3) gaz üreticinde Phosphone® tabletlerinden ($\%57$ AlPH_3) üretilmiştir. Alüminyum fosfit tabletinden küçük bir parça (yaklaşık 0,5 g) içinde $\%5$ oranda H_2SO_4 içeren 200 ml' lik gaz büretine atılmıştır (FAO, 1975). Gaz büretinin üst kısmında toplanan PH_3 gazı bürete bağlı septumdan (Mininert Valf kilidi açılarak) 10 ml' lik özel gaz geçirmez şırınga (Hamilton®) ile girilerek alınmıştır.

Deneme için seri olarak birbirine bağlı gaz yıkama şişelerinden oluşan bir düzenek kurulmuştur. Bu düzeneğe elektrokimyasal fosfin detektörü (PH_3 spesifik) (Bedfont) ve gazın dağıtımını sağlamak için bir sirkülasyon pompası (RS-238 220V Air Pump 2.5L/min) bağlanmıştır. Deneme öncesi gaz yıkama şişelerine $\%75$ orantılı nemi sağlayacak şekilde 10 ml' lik PVC kaplarda 5 ml KOH çözeltisi ilave edilmiştir. Hazırlanan gaz yıkama şişelerine deneme kapları yerleştirildikten sonra düzenekteki tüm gaz

yolları açılarak gaz sirkülasyon pompası çalıştırılmıştır. Fosfin gazı şırınga yardımıyla düzeneğin bağlantı borusuna daha önceden yerleştirilmiş olan sabit valfli şırınga iğnesinden girilerek verilmiştir. Düzenekte gereken gaz konsantrasyonuna (200 ppm) ulaşılması ve bu konsantrasyonun sabit hale gelmesi yaklaşık 15 dakika almıştır. Denemelerde uygulama süresi bu işlemin ardından değerlendirmeye alınmıştır.

Uygulama

Yukarıda ayrıntılı olarak anlatılan gaz düzeneğinde yer alan gaz yıkama şişelerine -deneme için hazırlanmış biyolojik evreleri içeren- PVC kaplar yerleştirilerek gaz verme işlemi başlatılmıştır. İstenilen gaz konsantrasyonuna ulaşılmasının ardından sirkülasyon pompası kapatılmış, tüm gaz akış vanaları kapatılarak gaz yıkama şişeleri düzenekten ayrılmış ve 15, 20 veya 25 °C sıcaklıklara ayarlı iklim dolabına yerleştirilmiştir. Uygulama süresi sonunda iklim dolabından çıkarılan gaz yıkama şişeleri açılarak havalandırılmış ve 25 °C sıcaklık %75 ± 5 oranlı nemdeki klimatize odada %75 oranlı nem veren KOH çözeltisi bulunan desikatörde ölümler belirleninceye kadar tutulmuştur. Kontrol amacıyla hazırlanan yumurta, larva ve ergin kapları fosfin uygulamalarındaki benzer bir düzenekte aynı sıcaklık değerleri ve uygulama sürelerinde sadece normal hava sirkülasyonuna tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda kontrol grubunu içeren PVC kaplar klimatize odada %75 nem ihtiva eden desikatöre- ergin kaplarına besin eklendikten sonra- yerleştirilmiştir. Deneme boyunca inkübatör sıcaklığı ve deneme sonrası desikatör nem ve sıcaklığı Hobo® ProTemp/RH marka veri kaydedici aracılığıyla ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Denemeler en az 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve her tekerrürde 50'şer adet yumurta, larva ve 30'ar adet ergin kullanılmıştır. Değişik uygulama sürelerinde yürütülen çalışma mutlak ölüme ulaşılan uygulama saatlerinde sonlandırılmıştır.

Uygulama sonrası gözlemler

Sonuçların değerlendirilmesi aşamasında; deneme sonrası beklenen yumurta açılma zamanına dikkat edilerek gözleme başlanmıştır. Günlük olarak desikatörden alınan deneme kapları stereoskopik mikroskop altında incelenmiş ve çıkış yapan larvalar samur fırça (No:000) yardımıyla sayıları kaydedilerek deneme kabından uzaklaştırılmıştır. Gözlemler üst üste 3-4 gün açılma olmayıncaya bir başka deyişle yumurtalar kuruyup, buruşup, kararınca kadar devam etmiş ve bu süre sonunda çıkış yapan larva sayısına göre canlı ve ölü yumurta sayıları belirlenmiştir. Larva evresindeki değerlendirme stereoskopik mikroskop altında yapılan gözlemlerde sağlıklı pupa olma sayısına göre yapılmıştır. Sağlıklı pupalar ve pupa evresine geçemeyen larvalar sayılarak canlı ve ölü larva sayıları belirlenmiştir. Ergin evresindeki değerlendirmede ise uygulama süresi bitiminden 1 gün sonra desikatörden alınan deneme kapları stereoskopik mikroskop altında incelenerek ölü erginler sayıları kaydedilip yumuşak pens yardımıyla ortamdan uzaklaştırılmıştır. Günlük yapılan kontrollerle 7 gün boyunca meydana gelen ölümler kaydedilmiş ve bu süre sonunda ki canlı ve ölü sayısına göre değerlendirme yapılmıştır.

İstatistiksel analiz

Toplam ve canlı birey sayıları kullanılarak POLO PC programına göre probit analizi ile LT₅₀ (bir popülasyonun yarısının ölümü için gerekli süre) ve LT₉₅ ((bir popülasyonun %95'inin ölümü için gerekli süre) değerleri belirlenmiş (LeOra Software Version:1.0); sonuçların kıyaslanmasında 3 sıcaklık ve 4 evreye ait veriler letal-doza oranı testiyle değerlendirilmiştir (Robertson et al., 2007).

Bulgular ve Tartışma

Burada sunulan çalışmada kullanılan tür olan *C. hemipterus*'un biyolojik dönemlerine ait probit analizi sonuçları, uygulama sıcaklıklarına göre Çizelge 1, 2 ve Şekil 1-3'de verilmiştir. Yumurta evresi için ölümlerin sıcaklık-yaş artışıyla doğru orantılı olarak arttığı ve genç yumurtaların yaşlı yumurtalara kıyasla fosfine karşı daha dayanıklı olduğu probit eğrilerini gösteren Şekil 1-3 incelendiğinde görülmektedir. Ayrıca en düşük sıcaklık derecesi baz alındığında 36 saatlik uygulama 1 ve 2 gün yaşlı tüm yumurtaların

ölümü için yeterli bulunmuştur (Şekil 1-3). Larva ve ergin dönemlerinde değişik uygulama sürelerinde tespit edilen mutlak ölüm süreleri Çizelge 3'de görülmektedir. Sıcaklık artışıyla ölüm süresinin kısalması larva evresinden çok ergin evrede daha dikkate değer görülmektedir (Çizelge 3). Çizelge 1 ve 2'de verildiği üzere sıcaklık artışıyla ölüm için gereken sürenin kısaldığı azalan LT değerleriyle görülmektedir. LT değerlerindeki en fazla değişim 15 ve 25 °C sıcaklıklar arasında görülmektedir. 3 sıcaklık değerinde de yumurta evresi en dayanıklı evre olarak dikkat çekmektedir. En yüksek LT değeri düşük sıcaklıkta en genç evre olan yumurta evresinde tespit edilmiştir (Çizelge1, 2). Sonuçlar kıyaslanırken bu araştırmada 3 sıcaklık ve 4 yaş grubuna ait veriler letal doz oranı testiyle değerlendirilmiştir. Letal doz oranı testine göre biyolojik evreler ve aynı evrenin (yumurta) yaşları arasındaki fark her 3 sıcaklık derecesinde önemli bulunmuştur. Aynı evreye ait farklı sıcaklık derecelerinde LT₉₅ değerlerine ilişkin yapılan letal doz oranı testine ait sonuçlar yumurta evresi için –yaşlar arasındaki fark da olduğu gibi- önemli bulunken; larvalarda 15 ve 20 °C ler arasındaki farktan ziyade 15 ve 25 °C dereceler arasındaki fark önemli, ergin evresinde ise 15 ve 20 °C ler arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Carpophilus hemipterus' a fosfinin etkinliği ile ilgili olarak yapılan çalışma sayısının yetersiz olması nedeniyle kurutulmuş meyve zararlıları başta olmak üzere diğer depolanmış ürün zararlılarını içerecek şekilde genişletilmiş bir literatür kıyaslaması yoluna gidilmiştir. Araştırma sonuçlarını içeren Çizelge 1 ve 2 irdelenecek olursa; genç yumurtaların yaşlı yumurtalardan daha uzun sürede öldüğü; dolayısıyla daha toleranslı olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan önceki çalışmalarda benzer bulguların kaydedildiğini görmekteyiz.

Çizelge 1. 15, 20 ve 25 °C sıcaklıklarda *Carpophilus hemipterus*' un yumurta evresine 200 ppm fosfin uygulaması ile ilgili olarak denek sayısı, eğim (± standart hata) ve LT₅₀ değerleri (güven aralığı %95) değerleri (saat)

Yaş	Sıcaklık °C								
	15			20			25		
	n	Eğim (St.hata)	LT ₅₀ (güven aralığı)	N	Eğim (St.hata)	LT ₅₀ (güven aralığı)	n	Eğim (St.hata)	LT ₅₀ (güven aralığı)
1 günlük yumurta	1212	5.802 (0.310)	15.568 (13.477-17.386)	1018	5.501 (0.330)	12.323 (9.675-14.423)	725	7.799 (0.809)	7.587 (7.019-8.058)
2 günlük yumurta	751	7.336 (0.829)	8.727 (7.129-9.776)	749	6.470 (0.847)	6.485 (5.521-7.208)	771	5.232 (0.727)	4.109 (3.113-4.747)
12 günlük larva	901	4.956 (0.286)	3.573 (3.223-3.908)	899	5.027 (0.293)	3.688 (2.998-4.318)	599	5.200 (0.346)	3.199 (2.476-3.876)
1 haftalık ergin	729	3.905 (0.270)	3.466 (3.024-3.881)	275	2.231 (0.596)	0.862 (0.075-1.479)	264	2.299 (0.731)	0.650 (0.058-1.172)

Chaudhry, yumurtadaki toleransın yaş artışıyla azaldığını; zira gelişimine devam eden yumurtada metabolizma hızı ve solunumun arttığını belirtmektedir (Chaudhry, 1997). Yaş artışıyla fosfine dayanıklılığın azaldığı dair bulgular How (1973) ve Akan (2003) tarafından da kaydedilmiştir. *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) 25 °C sıcaklıkta yaklaşık 0.5 mg litre⁻¹ fosfin dozuna 9 saat süre ile maruz kaldığında 1ve 4 günlük yumurtalarda canlılık gözlenirken 5ve 6 günlük olanlarda %100 ölüm gerçekleşmiş; 1günlük yumurtalardaki canlılık oranı %80 iken 4 günlük yumurtadaki canlılık oranı %28 olarak tespit edilmiştir (How,1973). *Oryzaephilus surinamensis* 30 °C sıcaklıkta 200 ppm fosfine maruz bırakıldığında 0-24 saatlik, 24-48 saatlik ve 48-72 saatlik yumurtalarda tespit edilen LT₉₉ değerleri sırasıyla 13.282 saat, 9,216 saat ve 8.536 saat; %100 ölüm süreleri ise sırasıyla 18 saat, 12 saat ve 12 saat olarak tespit edilmiştir (Akan, 2003). *Carpophilus hemipterus*'a 50 ppm fosfin dozunun 20 ve 25 °C sıcaklıklarda uygulanması sonucu 0-24 ve 24-48 saat-yaşlı yumurtalarda LT₉₅ değerleri her iki sıcaklıkta

da yaş artışıyla azalmış; 20 °C de sırasıyla 56.093 ve 40.419, 25 °C sıcaklıkta sırasıyla 40.021 ve 31.925 olarak tespit edilmiştir (Alpay, 2006).

Bond (1984)'e göre diğer fümigantlarla yapılan uygulamalarda olduğu gibi fosfin kullanıldığında da sıcaklık artışıyla birlikte ölüm oranı yükselmektedir. Bunun nedeni metabolizma hızının artışına bağlı olarak oksijen tüketiminin artması ve bu şekilde fosfin alımının teşvik edilmesidir. Genelde ergin öncesi dönemler fumigantlara daha dayanıklıdır; zira, erginlere göre bu dönemlerde solunum hızı daha yavaştır. Fosfin uygulamalarında yüksek sıcaklığın etkisi üzerine çok sayıda literatür bulunmaktadır. *Carpophilus hemipterus*'un da yer aldığı 7 tür, 24 saat süre ile 30, 32 ve 35 °C sıcaklıklarda fosfine (ct product ≥ 5700 ppmhr) maruz bırakıldığında sıcaklık artışıyla ölüm oranının arttığı gözlenmiştir. Elde edilen ölüm oranları sırasıyla %93.8, %96.9 ve %99.7 olarak tespit edilmiştir (Muhareb et al., 2003). Benzer şekilde, *Lasioderma serricornis* (F.) (Coleoptera: Anobiidae)'nin dayanıklı ve hassas ırkının ergin ve larvalarına 200 ppm dozunda fosfinin 5 farklı sıcaklık derecesinde uygulandığı çalışmada, sıcaklık 25 °C den 5 °C düşüncü fosfin alımı azalmış ve dolayısıyla düşük sıcaklıklarda ölüm oranları da düşük olmuştur. Erginlerde 5 °C sıcaklıkta tespit edilen ölüm oranı %84 iken 25 °C sıcaklıkta %91.51 olarak; larvalarda ise 5 °C sıcaklıkta %61.11, 25 °C sıcaklıkta %98.48 olarak tespit edilmiştir (Chaudhry et al., 2004). Çalışmamızdaki sonuçları destekleyen bir diğer veri Nayak & Collins (2008) tarafından *Liposcelis bostrychophila* (B.) (Psocoptera: Liposcelididae)'nin tüm biyolojik dönemleri ile yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Araştırmacılar yüksek sıcaklığın fumigasyon periyodunu kısalttığını; 0.1 ve 1.0 mg litre⁻¹ fosfin uygulamasında mutlak ölümün 15 °C sıcaklıkta sırasıyla 9 ve 11 günde; 35 °C sıcaklıkta ise sırasıyla 2 ve 4 günde sağlandığını bildirmektedir.

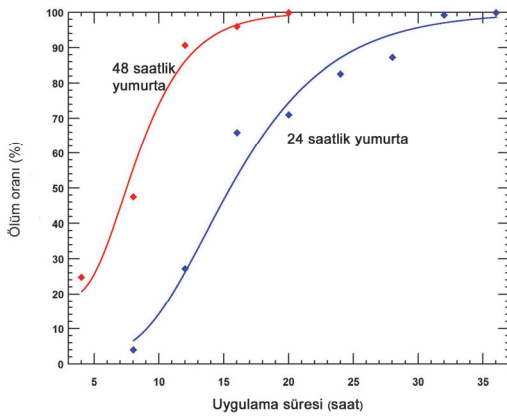
Çizelge 2. 15, 20 ve 25 °C sıcaklıkta 200 ppm fosfin uygulaması sonucu *Carpophilus hemipterus* 'un yumurta evresinde tespit edilen LT₉₅ (güven aralığı %95) değerleri (saat)

Yaş	Sıcaklık °C		
	15	20	25
1 günlük yumurta	29.902 Aa [†] (25.930- 37.491)	24.532 Ab (20.381- 34.658)	12.331 Ac (11.520- 13.521)
2 günlük yumurta	14.624 Ba (12.983- 18.225)	11.645 Bb (10.731- 12.988)	8.474 Bc (7.523- 10.464)
12 günlük lava	7.671 Ca (6.830-8.919)	7.833 Ca (6.466-10.728)	6.627 Cb (5.223-10.742)
1 haftalık ergin	9.142 Da (8.034-10.773)	4.709 Db (3.485-12.868)	3.375 Db (2.607-5.674)

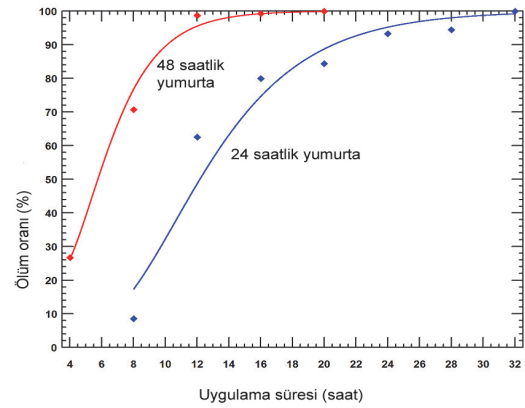
(*) Her sütun içerisinde farklı büyük harfler ve her bir satır içerisinde farklı küçük harfler önemli derecede farklıdır (letal-doza oranı testi $P < 0.05$ "1.00" değerini içermiyorsa önemlidir)

Sıcaklık artışıyla ölüm süresinin kısalmasına dair bir diğer bulgu 0.25 g litre⁻¹ dozunda fosfine maruz bırakılan *Rhizoperta dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) yumurtalarında elde edilmiştir: 15 ve 20 °C sıcaklıklarda 1.5 gün olarak tespit edilen %95 ölüm oranı sıcaklık 25 °C'ye çıkınca azalmış ve 1.0 gün olarak gerçekleşmiştir (Flinn et al., 2000). Çalışma sonucumuzu destekler nitelikte olan ve ayrıntıları yukarıda verilen Alpay (2006)'ın bulguları değerlendirildiğinde LT₉₅ değerleri 1 günlük yumurta için 20 °C de 56.093 iken 25 °C sıcaklıkta 40.021 olarak ve 2 günlük yumurta için 20 °C sıcaklıkta 40.419, 25 °C sıcaklıkta ise 31.925 olarak tespit ve sıcaklık artışının ölüm süresinin kısalmasına neden olduğu görülmektedir. Şekil 1-3'de yer alan probit eğrileri incelenecek olursa; 1 gün yaşlı yumurta evresinde sıcaklık artışıyla ölüm sürelerinin kısalması dikkat çekerken, 2 gün yaşlı yumurta evresinde ise 15 ve 20 °C sıcaklıklarda elde edilen ölüm süreleri arasındaki farktan ziyade 15 ve 25 °C sıcaklıklarda elde edilen ölüm süreleri arasındaki farklılığın daha belirgin olduğu görülmektedir. Yumurta evresinin dayanıklı evrelerden biri olması sebebiyle farklı sıcaklıklarda elde ettiğimiz mutlak ölüm süreleri *C. hemipterus* ile etkili bir mücadele için yol gösterici olacaktır.

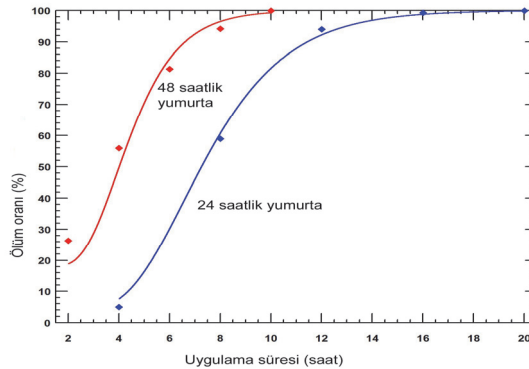
Yapılan çalışmalar yumurta ölüm süresi yönüyle irdelendiğinde, benzer sıcaklık ve fosfin konsantrasyonu koşullarında elde edilen değerler burada sunulan çalışmada elde edilen değerlere benzerlik göstermekte birlikte fümigant, fosfin konsantrasyonu, sıcaklık, tür, dayanıklı ve hassas ırk kullanımı gibi farklılıklar nedeniyle kısmen farklılık göstermektedir. 25 °C sıcaklıkta *S. granarius*'un 5 ve 6 günlük yumurtalarında 9 saatte mutlak ölüme ulaşılmış; ancak burada sunulan çalışmada kullanılan fosfin dozundan daha yüksek bir doz uygulanmıştır (How, 1973). Çalışmamızda en düşük sıcaklık derecesi baz alındığında 36 saatlik uygulama 1 ve 2 gün yaşlı tüm yumurtaların ölümü için yeterli olduğu düşünülürse yukarıda ayrıntıları verilen Flinn et al. (2000) ve Akan (2003)'e ait çalışma sonuçlarında tür, kısmen doz ve sıcaklık farklılıkları göz önünde bulundurulmak koşuluyla burada sunulan çalışma sonuçlarına yakın ölüm süreleri tespit edildiği görülmektedir. *Rhizoperta dominica* yumurtalarında 15 °C ve 20 °C sıcaklıklarda 1.5 günlük; 25 °C sıcaklıkta 1.0 günlük uygulama sonrasında elde edilen ölüm oranı %95'tir (Flinn et al.,2000). *Oryzaephilus surinamensis*'in 1, 2 ve 3 günlük yumurtalarının %100 ölüm süreleri ise 30 °C sıcaklıkta sırasıyla 18 saat, 12 saat ve 12 saat olarak tespit edilmiştir (Akan, 2003).



Şekil 1. *Carpophilus hemipterus*'un 1 ve 2 günlük yumurtalarının 15°C sıcaklıkta 200 ppm fosfin gazına tepkisi.



Şekil 2. *Carpophilus hemipterus*'un 1 ve 2 günlük yumurtalarının 20°C sıcaklıkta 200 ppm fosfin gazına tepkisi.



Şekil 2. *Carpophilus hemipterus*'un 1 ve 2 günlük yumurtalarının 25°C sıcaklıkta 200 ppm fosfin gazına tepkisi.

Tür, uygulama yöntemi ve doz farklılıkları nedeniyle çalışmamızdaki sürelerden daha uzun sürelerde %100 ölümün görüldüğü bir diğer çalışma Muhareb et al. (2003) tarafından yapılmıştır. Araştırmada 26.7 °C sıcaklıkta (ct product ≥ 7000 ppmhr) yaklaşık 194.4 ppm fosfinin 36 saat uygulanması ile %92 oranında ölüm tespit edilmiştir. *Ephestia cautella*'nın en dayanıklı evresi olan 0-24 saatlik yumurtalarında 20 °C sıcaklıkta uygulanan 100 ve 200 ppm fosfinin neden olduğu LT₉₅ değerleri sırasıyla 29,647 ve 29,317 saat olarak ifade edilmiştir (Uslu, 2005). Çalışma sıcaklığımız olan 20 °C' deki LT₉₅ değeriyle kıyaslayacak olursak *E. cautella* yumurtalarının daha dayanıklı olduğunu söyleyebiliriz (Çizelge 2). Alpay (2006)'ın *C. hemipterus*'la yaptığı çalışmada yumurta dönemlerine ait sonuçlar burada sunulan çalışma sonuçlarıyla kıyaslandığında, Alpay (2006)'ın çalışmasında elde ettiği LT₉₅ değerleri daha yüksektir. Bu farklılığın nedeni doz olarak değerlendirilmektedir. Doz artışı ölüm süresini aynı oranda kısaltmamıştır. Dolayısıyla düşük sıcaklıkta doz arttırmak yerine uygulama süresinin uzun tutulması dayanıklılık gelişme sorununun aşılabilmesi açısından doğru bir yaklaşım olarak öngörülmektedir. *Plodia interpunctella*'nın 0-24 saatlik yumurtalarında 20 °C sıcaklık koşullarında yapılan 200 ppm fosfin uygulamasında tespit edilen LT₅₀ değeri -20 °C sıcaklıkta tespit ettiğimiz 12.323'e yakın bir değerde- yaklaşık 14 saat olarak hesaplanmıştır (Kahraman, 2009). Dharsana (2010) tarafından yapılan araştırmada *Tribolium castaneum* (H.) (Coleoptera: Tenebrionidae) yumurtalarına 27 °C sıcaklıkta 0.25 mg litre⁻¹ (185 ppm) fosfinin 24-120 saat uygulanmasıyla yumurtada elde edilen ölüm oranları uygulama süresi artışına bağlı olarak artmış ve 24 saatte %17.3; 96 saatte %53.7; 120 saatte ise %98.3 olarak tespit edilmiştir. Tür ve kısmen doz farklılığı nedeniyle burada sunulan 25 °C lik çalışma sonucunda elde edilen ölüm sürelerinden daha uzun uygulama sürelerine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir (Şekil 3).

Çizelge 3. 15, 20 ve 25 °C sıcaklıkta değişik uygulama sürelerinde tespit edilen larva ve ergin evre mutlak ölüm değerleri (%)

Uygulama süresi (saat)	15°C		20 °C		25 °C	
	12-günlük larva	1-haftalık ergin	12-günlük larva	1-haftalık ergin	12-günlük larva	1-haftalık ergin
0 (kontrol)	0.0	0.0	0.0	3.33	0.0	1.10
2 saat	12.67	15.73	8.11	82.22	16.0	88.04
4 saat	56.38	56.32	64.67	88.54	66.67	94.25
6 saat	84.11	91.21	76.51	100.00	90.60	100.00
8 saat	98.01	93.33	96.71		100.00	
10 saat	98.67	94.74	99.33			
12 saat	100.00	96.81	100.00			
16 saat		100.00				

Sitophilus granarius, *R. dominica*, *T. Castaneum*, *O. surinamensis*, *P. interpunctella* ve *E. cautella*'nın da yer aldığı diğer depolanmış ürün zararlılarının -en dayanıklı evre olması sebebiyle- yumurta evrelerinde yaklaşık 200 ppm dozunda yapılan çalışma sonuçları topluca değerlendirildiğinde *C. hemipterus*'un fosfinle mücadelesinin daha kısa sürede sağlanabileceği söylenebilir.

Larva dönemi ile yapılan çalışma sonuçlarında mutlak ölümlerin kısa sürelerde gerçekleştiğini görmekteyiz (Çizelge 3). Literatürde benzer şekilde 1 günün altındaki larva ölüm süreleri Flinn et al. (2000), Akan (2003) ve Chaudhry et al. (2004) tarafından yapılan çalışmalarda da görülmektedir. 0.25 g litre⁻¹ dozunda fosfine maruz bırakılan *R. dominica* larvalarında 15 ve 20 °C derece sıcaklıkta tespit edilen

LT₉₅ değeri 0.8 gün iken; 25 °C' de 0.4 gün olarak ifade edilmektedir (Flinn et al., 2000). Yukarıda ayrıntıları verilen Akan (2003)'ün çalışmasında *O. surinamensis* larvalarında tespit edilen mutlak ölüm süresi 0.75 saattir. Yukarıda ayrıntıları verilen ve *L. serricone* ile ilgili bir diğer araştırmada, zararlının larvalarında tespit edilen ölüm oranları 15 °C de %98, 20 °C de %93 ve 25 °C de %98 olarak verilmektedir (Chaudhry et al., 2004). Benzer sonuçların elde edildiği bir diğer çalışmada 100 ve 200 ppm fosfin *E. cautella*' ya uygulanmış ve LT₉₅ değerleri sırasıyla 5,197 ve 2,409 saat olarak hesaplanmıştır (Uslu (2005). Alpay (2006)'ın çalışmasında burada bahsedilen çalışmadan farklı olarak 50 ppm'e (dörtte bire) inen fosfin konsantrasyonunda tespit edilen LT₅₀ değeri 6.226 saattir. Dozun 4 kat artışı - fosfin uygulamalarında doz artışı ile ölüm için gereken süre arasında negatif bağıntı olmadığı görüşüne uygun olarak- ölüm süresini aynı oranda kısaltmamıştır.

Erginlere ait istatistiki verilere bakıldığında 20 ve 25 °C sıcaklık derecelerinde LT₉₅ 5.0 saatin altında iken 15 °C sıcaklıkta değişik sürelerde fosfine maruz kalan erginlerde LT₉₅ yaklaşık 9.0 saat olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Mutlak ölüm süreleri ise 15 °C sıcaklıkta 16 saat, 20 ve 25 °C sıcaklıklarda 6 saat olarak gözükmektedir (Çizelge 3). *Rhizoperta dominica*'ya 27 ± 2 °C sıcaklıkta 48 saat süre ile fosfinin uygulandığı çalışmada LD₉₉ değeri 0.303 mg litre⁻¹ (217.5 ppm) olarak tespit edilmiştir (Rajendran et al., 2001). Çalışma sonucuna göre *C. hemipterus*'un, *R. dominica*'dan daha kısa sürede öldürülebileceği söylenebilir. *Oryzaephilus surinamensis* erginleri 30 °C sıcaklıkta 200 ppm dozunda fosfine maruz bırakıldığında mutlak ölüm 4 saatte gerçekleşmiştir (Akan 2003). Çalışmamızda, 25 °C sıcaklıkta elde edilen LT₉₅ değeri her ne kadar 3. 375 saat olsa da denemelerde %100 ölüm süresi 6 saatlik uygulama süresi sonunda tespit edilmiştir. Akan (2003)'in çalışması ile karşılaştırıldığında, *O. surinamensis*'in, *C. hemipterus*'dan daha kısa sürede öldüğü söylenebilir; ancak sıcaklık farklılığı göz önünde bulundurulmalıdır. Diğer depolanmış ürün zararlılarının ergin dönemi ile yapılan çalışmalarda elde edilen ölüm sürelerinin, çalışmamızda elde edilen sonuçları -doz ve sıcaklık farklılıkları göz önüne alındığında- destekler nitelikte olduğu Chaudhry et al. (2004) ve Hasan & Reichmuth (2004) tarafından yapılan çalışma sonuçları değerlendirilerek söylenebilir. Yukarıda ayrıntıları verilen *L. serricone* ile çalışan araştırmacıların böceğin ergin evresinde 15, 20 ve 25 °C sıcaklıklarda tespit ettikleri ölüm değerleri sırasıyla %84, %94 ve % 91'dir (Chaudhry et al., 2004). *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) erginleri 25 °C sıcaklık ve %75 nem koşullarında 12.5 saat süreyle 0.08 mg litre⁻¹ (57.44 ppm) fosfine maruz bırakıldığında %100 ölüm tespit edilmiştir (Hasan & Reichmuth, 2004). Uslu (2005)'ün çalışmasında *E. cautella* erginlerinin ölüm süresi 200 ppm fosfin ve 20 °C sıcaklık koşullarında yaklaşık 5 saat (LT₉₅) olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucumuz olan 4.709 değeriyle neredeyse çakışan bir değerdir. *Plodia interpunctella* ile çalışan Kahraman (2009)'a göre 200 ppm fosfinin 20 °C'de uygulanması ile LT₅₀ değeri 1.62 saat olarak hesaplanmıştır. Araştırmacının elde ettiği sonuç 20 °C sıcaklıkta elde ettiğimiz (LT₅₀ 0.86 saat) değerden daha yüksek niteliktedir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre kurutulmuş meyve zararlısı türlerin erginleri içerisinde *C. hemipterus* erginlerinin savaşımının diğerlerine göre- *E. cautella* hariç- daha kolay başarılabileceği değerlendirilmektedir.

Karantina uygulamaları hariç olmak üzere metil bromitin Montreal Protokolü çerçevesinde Ülkemizde kullanımının yasaklanmış olması nedeniyle kuru incir fümigasyonunda alternatif olarak fosfin gazının kullanımı üzerinde yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde 15 °C gibi nispeten düşük bir sıcaklık derecesinde dayanıklı bir evre olan yumurtalarda mutlak ölüme 1.5 gün gibi kısa bir sürede ulaşılabilmesi kurutulmuş incirde, fosfinin metil bromitin yerini alabileceğine işaret etmektedir.

Yararlanılan Kaynaklar

- Akan, K., 2003. Fosfin ve Fosfin + CO₂ Uygulamalarının *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae)'e Bazı Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 52 s.
- Alpay, S., 2006. Fosfin Gazının *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)'a Farklı Sıcaklıklarda Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 64 s.
- Bond, E. J., 1984. Manual of Fumigation for Insect Control. FAO Plant Production and Protection, 54 (viii): 432 pp.
- Chaudhry, M. Q., A. D. MacNicoll, K. A. Mills & N. R. Price, 1997. "The potential of methyl phosphine as a fumigant for the control of phosphine resistant strains of four species of stored-product insects,45-57". Proceedings of the International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, (21-26 April 1997, Cyprus).
- Chaudhry, M. Q., H. A. Bell, N. Savvidou & A. D. MacNicoll, 2004. Effect of low temperatures on the rate of respiration and uptake of phosphine in different life stages of the cigarette beetle *Lasioderma serricorne* (F.) Journal of Stored Products Research, 40 (2): 125 –134.
- Dharsana, C., 2010. Effect of Phosphine Fumigant on Immature Stages of *Tribolium castaneum*. University of Bharathiar Nallamuthu Gounder College, (Not Printed) Degree of Master, Pollachi, India, 107pp.
- Donahaye, E. J. & S. Navarro, 1989. Sensitivity of two dried fruit pests to methyl bromide alone, and in combination with carbon dioxide or under reduced pressure. Tropical Science, 29 (1): 9-14.
- EİB, 2014. İstatistikler. (Web sayfası: <http://www.egebirlik.org.tr/asp/Content.asp?MS=1&Id0> (Erişim tarihi: 23.01.2014).
- Emekci, M. & A. G. Ferizli, 2000. Current status of stored products protection in Turkey. Integrated Protection of Stored Products IOBC Bulletin 23 (10): 39-46.
- FAO, 1975. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. 16: Tentative method for adults of some major pests of stored cereals with methyl bromide and phosphine. FAO Plant Protection Bulletin, 23 (1): 12–25.
- Ferizli, A. G. & M. Emekci, 2010. "Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşım, sorunlar ve çözüm yolları, 579-587".TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi (11-15 Ocak, Ankara) Bildirileri.
- Flinn, P., T. Phillips, D. Hagstrum, F. Arthur & J.Throne, 2000. "Modeling the effects of insect stage and grain temperature on phosphine-induced mortality for *Rhizoperta dominica*, 531-539", Proceedings of the International Conference on Controlled Atmospheres and Fumigation in Stored Products, (29 Oct-3 Nov 2000, Fresno, California).
- Hasan, M. M. & C. Reichmuth, 2004. Relative toxicity of phosphine against the bean bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Applied Entomology, 128 (5): 332-336.
- Howe, R. W., 1973. The susceptibility of the immature and adult stages of *Sitophilus granarius* to phosphine, Journal of Stored Product Research, 8 (4): 241-262.
- İBP, 2014. Ekonomi bakanlığı sektör raporları. (Web sayfası: http://www.ibp.gov.tr/pg/sectorpdf/tarim/kuru_incir.pdf (Erişim tarihi: 21.01.2014).
- James, D.G. & B. Voge, 2000. Development and survivorship of *Carpophilus hemipterus* (L.), *Carpophilus mutilatus* Erichson and *Carpophilus humeralis* (F.) (Coleoptera: Nitidulidae) over a range of constant temperatures. Australian Journal of Entomology, 39 (3): 180-184.
- Kahraman, E., 2009. Kuru Meyve Güvesi, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae)'ya Fosfinin Bazı Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 46 s.
- Muhareb, J. S., P. L. Hartsell, M. L. Arnest, J. M. Hurley & R. Deksın, 2003. "Efficacy of a mixture of phosphine/carbon dioxide on stored product insects, 87". Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, (3-6 Nov 2003, San Diego, California).

- Nayak, M. K. & P. J. Collins, 2008. Influence of concentration, temperature and humidity on the toxicity of phosphine to the strongly phosphine-resistant psocid *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae), *Pest Management Science*, 64 (9): 971–976.
- Phillips, T. W., E. L. Bonjour, K. Payne, R. T. Noyes, G. W. Cuperus, C. Schmidt & D. K. Mueller, 1998. "Effects of exposure time, temperature and life stage on mortality of stored grain insects treated with cylinderized phosphine, 320-325", *Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-product Protection*, (14-19 October 1998, Beijing, China).
- Rajendran, S., K. R. Nayak & S. S. Anjum, 2001. The action of phosphine against the eggs of phosphine-resistant and-susceptible strains of *Rhyzopertha dominica* F. *Pest Management Science*, 57 (5): 422-426.
- Rajendran, S., H. Parveen, K. Begum & R. Chethana, 2004. Influence of phosphine on hatching of *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae), *Lasioderma serricornis* (Coleoptera: Anobiidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae). *Pest Management Science*, 60 (11): 1114-1118.
- Robertson J. L., R. M. Russel, H. K. Preisler & N. E. Savin, 2007. *Bioassays with Arthropods*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, New York, 229 pp.
- Turanlı, F., 2003. Aydın ve İzmir illerinde kuru incirlerde zararlı böcek türlerinin bulaşıklık oranları. *Türk Entomoloji Dergisi*, 27(3):171-180.
- Uslu, S., 2005. İncir Kurdu *Ephestia cautella* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae)'ya Fosfinin Bazı Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 44 s.

