

***PLODIA INTERPUNCTELLA* (HUBNER) (LEPIDOPTERA:PYRALIDAE)' NİN
FARKLI GELİŞİM EVRELERİNİN YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİ**

Leyla Kalyoncu*, Senem Özge

Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Konya-TURKEY
e-mail:lkalyoncu@selcuk.edu.tr

(Geliş:10 Temmuz 2014; Düzeltme:22 Temmuz 2014; Kabul:14 Ağustos 2014)

Özet: *Plodia interpunctella* larva, pup ve erginlerinin yağ asidi bileşimi gaz kromatografik yöntemle araştırılmıştır. Analizler sonucu C12:0-C22:0 arasında değişen 20 adet yağ asidi belirlenmiştir. Larval gelişim evresinde en büyük yüzde palmitik aside (C16:0) aittir (%30,96). Oleik asit (C18:1) ise pup (%40,76) ve ergin evrede (%47,41) en yüksek yüzdede sahip yağ asididir. Yağ asidi yüzdelerinde gelişim evrelerine göre farklılıklar belirlenmiş, doymuş yağ asidi yüzdesi larval evrede en yüksek iken, aşırı doymamış yağ asidi yüzdesi ise pup evresinde en yüksektir.

Anahtar kelimeler: Lepidoptera, *Plodia interpunctella*, Yağ asidi bileşimi.

**FATTY ACID COMPOSITION OF DIFFERENT DEVELOPMENTAL STAGES OF
PLODIA INTERPUNCTELLA (HUBNER) (LEPIDOPTERA:PYRALIDAE)**

Abstract: Fatty acid compositions of larvae, pupae and adults of *Plodia interpunctella* were investigated with gas chromatographic method. Upon analysis of carbon numbers, 20 fatty acids ranging from C12:0 to C22:0 fatty acid was determined. The largest ratio belongs to palmitic acid (C16:0) in the larval stage (30,96%). Oleic acid (C18:1), has the highest fatty acid ratio in pupae (40,76 %) and adult (47,41%) stages. It has been noticed that some differences in the these ratios in the fatty acids were appeared according to the stages of development the ratio of saturated fatty acids in larval stage was the highest, while polyunsaturated fatty acid ratios are the highest stage of the pupae.

Keywords: Lepidoptera, *Plodia interpunctella*, Fatty acid composition.

1.Giriş

Plodia interpunctella (Hübner) depo ürünlerine zarar veren bir böcektir ve Antartika dışında her kıtada bulunur (Rees 2004). Kökeni Güney Amerika olan bu kozmopolit tür yaşamını yıl boyunca sıcak ortamlarda sürdürür (Baker, 2000). *P. interpunctella* dışardan beslenir ve larvalar hem besinin

içine hem de yüzeyine bir ağ yapar. *P. interpunctella*'nın etrafı istila etmesi direkt olarak ürün kaybına ve dolaylı olarak ekonomik masrafa neden olur (Phillips ve ark., 2000a, Mohandas ve ark., 2007).

Böceklerin yağ rezervlerinin bir kısmı bitkisel yağların asimilasyonu ile bir kısmı da besinde bulunan karbohidratlardan sentezlenerek karşılanmaktadır (Stanley-Samuelson ve ark., 1988). Yağ asitleri, yağların temel bileşeni olduğu gibi hücre membranlarının yapısına katılmaları ve biyoaktif metabolitlerin prekürsörleri olmaları bakımından da önemlidir (Sargent ve ark., 1990).

Lipitler, böcek biyokimyasında enerji kaynağı, hormonlar ve yapısal bileşikler olarak anahtar rol oynamaktadır. Lipitlerin böcek embriyogenesisinde başlıca enerji kaynağı olduğu da tespit edilmiştir (Gilbert, 1967). Enerji kaynağı olarak besinsel lipitler, besinsel proteinlerden daha önemlidir. Ayrıca linoleik asit ve linolenik asit gibi yağ asitleri, pup evresinden ergine geçişte önemli rollere sahiptirler. Biyolojide enerji depolama, transport, mobilizasyon ve biyomembranların yapısal bileşenler olma gibi bütün organizmalarda önemli işlevleri olan yağ asitlerinin az da olsa böceklere özel bazı görevleri de vardır. Ayrıca yağ asitleri mumların, feromonların ve eikosanoidlerin biyosentezinde öncü madde olarak önemli rol oynarlar. Bununla birlikte korunma sekresyonlarında bileşen olarak görev aldıkları da bilinmektedir (Wakayama ve ark., 1980; Stanley-Samuelson ve ark., 1988; Başhan, 1996). Eikosanoidlerin ilk bilinen fizyolojik rolü böceklerde keşfedilmiştir (Stanley, 2000). Eikosanoidler omurgasızların biyolojisinde bir çok alanda örneğin üretimde (Stanley ve Miller, 1998), iyon taşınmasında (Stanley, 2000), hormon sinyal aktarım sisteminde (Keeley ve ark., 1996; Ali ve Steele, 1997) ve bağışıklık sisteminde (Stanley, 2000) önemli bir ara maddedir. Eikosaonoidler, aynı zamanda av-avcılarının ilişkisinin dahil olduğu hayvan populasyonu ve konak parazit ilişkisi arasında bir yere sahiptir (Stanley, 2000). Triaçilgliserol formunda depolanmış yağ asitlerinin, böceklerin besin almadıkları zamanlarda ve uzun süren uçuşlarında böceklerde ana enerji kaynağı olarak iş gördüğü bildirilmiştir (Downer ve Matthews, 1976; Beenackers ve ark., 1985).

Böcekler yüksek yapılı hayvanlar gibi doymuş ve tekli doymamış yağ asitlerini benzer sentez yoluyla sentezleyebilmektedir (Thompson, 1979). Ayrıca böceğin yaşı ve eşeyi, sıcaklık, ergin beslenmesi ve aktivitenin süresi gibi biyolojik faktörler yağ asidi bileşimini etkilemektedir (Cohen, 1990).

P. interpunctella'nın farklı besinlerde beslenen larvalarının yumurta verimi (Johnson ve ark., 1992), biyolojisi (Allotey ve Goswami, 1990), diapozu (Johnson ve ark., 1995), farklı besinlerin yağ asidi bileşimine etkisi (Üstüner ve ark., 2010) ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışma *P. interpunctella*'nın farklı gelişim evrelerinin yağ asidi bileşimini araştırmak amacı ile yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Örneklerin elde edilmesi

Kuru üzümünden alınan *Plodia interpunctella* pupları, içinde polen bulunan kavanozun içerisine aktarılarak ve kavanozun ağzı tülbent beziyle kapatılarak 25-30 gün, 30±2 °C' de ve %60±5 bağıl nemde etüv içerisinde gelişmeye bırakılmıştır. Bu süre içerisinde puplar gelişerek ergin fertlere dönüşmüş, ergin çıkışını izleyen 10±3 gün sonunda ortaya çıkan larvalar 15±3 gün içerisinde pup oluşturmaya başladı. Oluşan puplar başka bir polen kavanozuna alınarak bu şekilde 3 nesil üretilmiştir.

Yumurtalardan gelişen *P. interpunctella* larvaları (10 adet larva) kloroform/metanol (2:1,v/v) çözültisi içeren kapaklı küçük tüplere konularak analiz işlemine kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Pup gelişimi için polen kavanozundan alınan *P. interpunctella* larvaları, içinde beyaz pelur kağıtlar bulunan ağzı tülbent kaplı kaplara aktarılıp pup evrelerine geçmeleri beklenmiştir. 3 günlük deney grubu puplar (10 adet pup) kloroform/metanol (2:1,v/v) çözültisi içeren kapaklı küçük tüplere konularak analiz işlemine kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Gelişimine devam eden kültürde pupların ergin olmaları beklenerek, daha sonra bir günlük erginler (10 adet) kloroform/metanol (2:1,v/v) çözültisi içeren kapaklı küçük tüplere konularak analiz işlemine kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Uygulamalar üçer tekrar halinde yapılmıştır.

2.2. Yağ ekstraksiyonu

Alınan numunelerin yağ asidi bileşimini tespit etmek için öncelikle numunelerdeki yağların organik çözücülere aktarılması gerekmektedir. Bunun için numuneler Folch ve ark. (1957)' nin yönteminden faydalanılarak 24 bin devir/dk' ya ayarlı homojenizatörde kloroform/metanol karışımında (2:1,v/v) homojenleştirilmiş ve numuneler metilleşinceye kadar deep-freeze' de saklanmıştır.

2.3. Yağ asitlerinin metil esterlerinin hazırlanması

Deep-freeze' den alınan numunelerin çözücüsü rotary evaporatörde uçurulmuştur. Yağ örneklerinden 0.1-0.2 gr. kadar balonlara aktarılıp ve balonlar sokslet aparatına yerleştirilmiştir. Yağ örneklerinin üzerine 4 ml %2' lik NaOH çözeltisinden eklenerek sabunlaşmanın gerçekleşmesi için 10 dakika kaynatılmıştır. Sabunlaşma tamamlandıktan sonra 5 ml %14 BF₃-metanol kompleksi eklenmiş ve 5 dakika kaynatılmıştır. Daha sonra karışım üzerine 2 ml n-heptan eklenmiş ve 1 dakika kaynamaya bırakılmıştır. Kaynama tamamlandıktan sonra 4 ml doymuş NaCl çözeltisinden eklenmiştir. Balonlar iyice karıştırıldıktan sonra faz ayrımı için ayırma hunilerine aktarılmış ve 5-10 dakika beklenmiştir. Bu süre sonunda alttaki sulu kısım atılmış, üstteki sarı renkli faz viallere aktararak analiz edilinceye kadar -20 °C' de saklanmıştır (IUPAC, 1979).

2.4. Gaz kromatografik analizler

Gaz kromatografik analizler HP (Hewlett Packard) Agilent marka 7890 model FID (Flame Ionization Detector, alev iyonlaştırma dedektörü) dedektörlü ve otomatik injektörlü gaz kromatograf ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerde 100 metrelik HP-88 kapiller kolon kullanılmıştır. Gaz kromatografte injektör bloğu sıcaklığı 240 °C, dedektör bloğu sıcaklığıysa 240 °C olarak ayarlanmıştır. Kolona sıcaklık programı uygulanmıştır. Kolonun başlangıç sıcaklığı 50 °C olarak ayarlanmıştır. Bu sıcaklıkta 10 dakika bekletilmiş, daha sonra dakikada 4 °C artarak 240 °C' ye ulaşılmıştır. Bu sıcaklıkta da 10 dakika daha bekletilmiştir. Gaz kromatografin gaz akış hızları hidrojen: 30 ml/dk, kuru hava: 300 ml/dk ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyum: 13,38 psi. olarak ayarlanmıştır.

Yağ asiti metil esterleri standartları olarak Supelco 37' lik mix kullanılmıştır. Standartların bağlı alıkonma zamanları (relative retention time) gaz kromatografi cihazında aynı koşullarda analizlenerek belirlenmiştir. Böylece elde edilen standartların bağlı alıkonma zamanları yardımıyla kromatogramlardaki piklere karşılık gelen yağ asitleri belirlenmiştir. Üç tekrarlı olarak elde edilen kromatogramdaki piklerin yüzde alanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak tablo halinde verilmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Plodia interpunctella larva, pup ve erginlerinin yağ asit bileşimi gaz kromatografik yöntemle tespit edilmiştir. Gelişim evrelerine ait yağ asit bileşimleri Tablo 1' de; larva, pup ve erginlerdeki \sum SFA, \sum MUFA, \sum PUFA, \sum omega 3 ve \sum omega 6 yüzdeleri Şekil 1' de verilmiştir.

Gaz kromatografik analizler sonucu C12:0-C22:0 arasında değişen 20 adet yağ asiti belirlenmiştir. Yağ asidi bileşimlerinde en büyük yüzde palmitik asit (C16:0) ve oleik asite (C18:1n9) ait bulunmuştur. Buna göre larval dönemde palmitik asit yüzdesi %30.96, ergin dönemde ise oleik asit yüzdesi % 47.41' dir. Pup döneminde en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi % 40.76 ile yine oleik asitdir.

Larval dönemde en yüksek yüzdeye sahip 3 yağ asiti palmitik asit (C16:0) (%30.96), oleik asit (C18:1n9)(%28.78) ve palmitoleik asit (C16:1n7) (%18.04) ve en düşük yüzdeye sahip yağ asidi ise arakidonik asittir (C20:4n6)(%0.02). Linolenik asit (18:3n3) ise % 12.76 ile dördüncü en yüksek yüzdeli yağ asitidir. Larval evrede palmitik asit yüzdesi hem pup hemde ergin evreden yüksek bulunmuştur.

Tablo 1. *P. interpunctella* larva, pup ve erginlerin yağ asidi kompozisyonları (%)

Yağ Asitleri	Larva Ort ^x ± S.S	Pup Ort ^x ± S.S	Ergin Ort ^x ± S.S
C 12:0	0.05 ± 0.00	0.08 ± 0.03	
C 14:0	0.30 ± 0.00	0.32 ± 0.03	0.24 ± 0.00
C 14:1 n5	0.05 ± 0.00		
C 15:0	0.40 ± 0.04	0.18±0.00	0.14 ± 0.00
C 15:1 n5	0.12 ± 0.05		
C 16:0	30.96 ± 0.86	12.38 ± 0.12	13.53 ± 0.08
C 16:1 n7	18.04 ± 0.04	2.22 ± 0.05	0.43 ± 0.00
C 17:0	0.21 ± 0.09	0.30 ± 0.00	0.24 ± 0.00
C 17:1 n8	0.55 ± 0.05	0.34 ± 0.33	0.14 ± 0.00
C 18:0	0.81 ± 0.05	2.94 ± 0.02	2.69 ± 0.02
C 18:1 n9	28.78 ± 0.26	40.76 ± 0.16	47.41 ± 0.20
C 18:2 n6	5.59 ± 0.22	36.21 ± 0.10	30.74 ± 0.13
C 18:3 ω6	0.07 ± 0.00	0.17 ± 0.00	
C 18:3 ω3	12.76 ± 0.46	1.90 ± 0.01	1.35 ± 0.10
C 20:0	0.13± 0.01		0.32 ± 0.01
C 20:1 ω9	0.07 ± 0.02	0.17 ± 0.00	
C 20:4 ω6	0.02 ± 0.00		
C 20:5 ω3	0.16 ± 0.01	0.44 ± 0.01	0.70 ± 0.03
C 21:0	0.05 ± 0.01	0.97 ± 0.27	0.25 ± 0.01
C 22:0	0.28 ± 0.05	0.08 ± 0.02	0.69 ± 0.07
Diğer	0.60	0.54	1.13
ΣSFA*	33.19± 0.82	17.25 ± 0.18	18.10 ± 0.36
ΣMUFA*	47.61 ± 0.33	43.49 ± 0.34	47.98 ± 0.21
ΣPUFA*	18.60 ± 0.66	38.72 ± 0.10	32.79 ± 0.15

*Değerler üç tekrarın ortalamasıdır

S.S: Standart sapma

*SFA: Doymuş yağ asitleri;

*MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri;

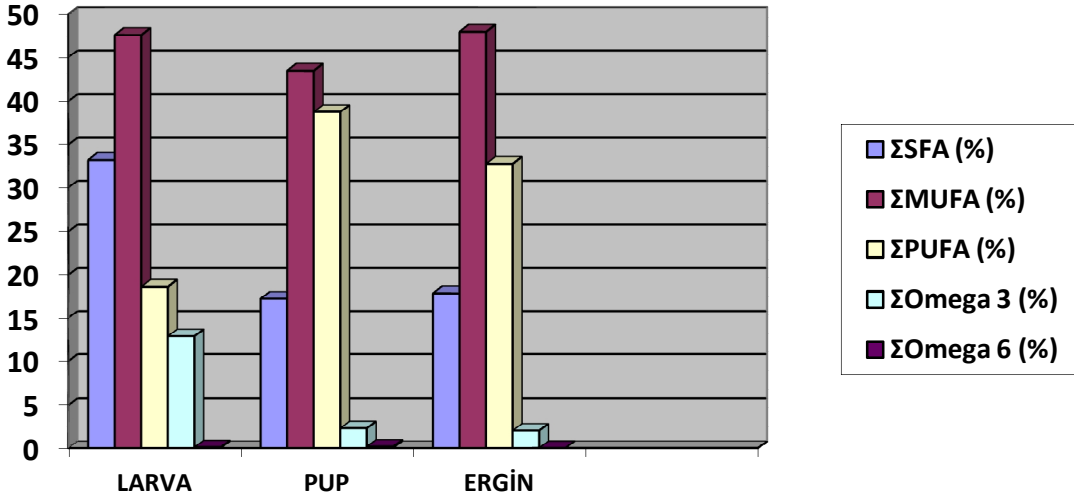
*PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri

Yağ asidi bileşimi analizlenen puplarda ise, en yüksek bulunan 3 yağ asiti sırasıyla oleik asit (C18:1n9) (%40.76), linoleik asit (C18:2n6) (%36.21), palmitik asit (C16:0) (%12.38)' tir.

Ergin döneme ait yağ asitlerinden en yüksek yüzdeye sahip 5 yağ asiti sırasıyla oleik asit (C18:1n9), linoleik asit (C18:2n6), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0) ve linolenik asit (C18:3n3) iken; ergin evreye ait oleik asit yüzdesi hem larval hemde pup döneminden oldukça yüksektir (%47.41).

Miristoleik asit (C14:1n5), pentadekanoik asit (C15:1n5), arakidonik asit (C20:4n6) pup ve erginde bulunmazken; ayrıca arakidik asit (C20:0) pupta; laurik asit (C12:0), γ-Linolenik asit (C18:3n6) ve gadoleik asit (C20:1n9) erginde bulunmamıştır.

Doymuş yağ asitleri (SFA) yüzdeleri larval dönemde en yüksek iken (%33.19), doymamış yağ asidi (MUFA)yüzdesi erginde en yüksek değerdedir (% 47.98). Pup evresinde ise % 38.72 ile aşırı doymamış yağ asidi (PUFA) yüzdesi en yüksek değerdedir. Böcek gelişiminin belirli safhalarında, özellikle larval evre ve genç erginlerde sindirilen karbohidratların büyük bir bölümü lipide dönüştürülmektedir (Candy 1985). Candy ve Kilby (1975) böceklerin çoğunda doymuş ve doymamış C16 ve C18 yağ asitlerinin yağ asidi bileşimi içinde daha büyük bir orana sahip olduklarını göstermişlerdir.



Şekil 1. Larva, pup ve erginlerdeki ΣSFA (%), ΣMUFA (%), ΣPUFA (%), ΣOmega 3 (%) ve ΣOmega 6 (%) değerlerinin karşılaştırılması

Konak tür *Galleria mellonella* larvasında yağ asitlerinin en büyük kısmını SFA'nın, en düşük yağ asidi sınıfını ise aşırı doymamış yağ asidinin oluşturduğu görülmüştür (Uçkan ve ark., 2009). Elde edilen sonuçlara göre *Plodia interpunctella* larva, pup ve erginlerinin yağ asidi bileşimlerinde en büyük yüzdenin larval evrede palmitik asit (C16:0) (%30.96), pup ve ergin evrede ise oleik asite (C18:1n9) (%40.76-47.41) ait olduğu görülmüş, bu sonuçlar daha önce bu türün farklı evrelerinin incelendiği çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uygunluk göstermiştir (Göktay Seven, 2004; Üstüner ve ark., 2010; Akıncı, 2011). Linoleik asit ise (C18:2n6) pup ve ergin evrede ikinci yüksek yağ asidi olarak bulunmuştur. Ogg ve Stanley-Samuels (1992), *Manduca sexta*' nin larva ve erginlerindeki seçilmiş dokularının ve özellikle yumurta, larva, göçebe larva, prepup, pup ve erginlerinde tüm fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asit bileşimleri üzerine yaptıkları analizde, böcek doku lipitlerinde beklenen C16 ve C18 doymuş ve doymamış yağ asitlerini, en büyük komponentler olarak bulmuşlardır. 20:3n-6, 20:4n-6 ve 20:5n-3 içeren eikosanoit-prekürsör çoklu doymamış yağ asitlerini, pek çok dokuda saptamışlardır. Doymuş yağ asitlerinden yüksek oranda bulunan palmitik asit, larval gelişim boyunca yapısal lipidlerin bileşimine de girdiğinden (Dadd, 1973) düzenli bir şekilde azalmıştır. Bizim çalışmamızda da palmitik asit yüzdesi larval evreye göre pup ve ergin evrede azalmış, oleik asit yüzdesi ise artmıştır. Wimer ve Lumb (1967), *Phormia regina* larvalarının lipid fraksiyonları üzerine yaptıkları çalışmada, palmitoleik, oleik ve palmitik asitlerin büyük yüzdelerde bulunduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmada da larval evrede palmitoleik asit yüzdesi diğer evrelere nazaran oldukça yüksektir.

Farklı ordolara ait böcek türlerinde yapılan analizlerde de yağ asidi bileşimi bu çalışmadakine benzer sonuçlar göstermiştir. Taşkın ve Aksoylar (2010), *Tenebrio molitor* L.' un son evre larvası ve pupunun yağ asidi bileşimleri üzerine yaptıkları analizde, her iki evrede de total yağ asidi bileşimini C12:0-C18:2 yağ asitlerinin oluşturduğunu, larva ve pupa evresinde oleik asitin en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak, palmitoleik asitin yüzdesini her iki evrede düşük yüzdede bulmuşlardır. Çakmak ve ark. (2005), *Monosteira lobulifera*' nin fosfolipit ve triaçilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi içerikleri ile böceklerin beslendiği badem bitkisinin yağ asidi kompozisyonu üzerine yaptıkları analizde, besin ve her iki fraksiyonda palmitik (C16:0), stearik (C18:0) ve linoleik asit (C18:2n6)' lerin yüzde olarak en fazla bulunan bileşenler olduğunu saptamışlardır. Gilby (1965), analizlerin çoğunu bazı böceklerin istisnalarının bulunmasıyla birlikte, yağ asitlerinin genellikle uzun zincirli ve palmitik, stearik asitler gibi doymuş asitler ve palmitoleik, oleik, linoleik vb. asitler gibi doymamış olabildiğini saptamıştır.

Başhan ve Çakmak (2005), *Dolycoris baccarum* ve *Piezodorus lituratus* (Heteroptera:Pentatomidae)' un diyapoz öncesi ve diyapozdaki ergin bireylerinden hazırlanan fosfolipit ve triaçilgliserol yağ asitlerinin bileşimindeki değişiklikler ve diyapoz boyunca yağ asit doymamışlığında saptanan değişiklikleri üzerine yaptıkları analizde, her iki parçadan en büyük miktardaki yağ asitlerinin, palmitik (C16:0), oleik (C18:1n9), linoleik (C18:2n6), palmitoleik (C16:1n7), stearik (C18:0) ve linolenik (C18:3n3) asitler olduğunu bulmuşlardır.

Stanley-Samuelson ve ark. (1988), da pek çok böcek türünde yağ asit bileşimlerinin, gelişme evrelerine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Yağ asidi bileşimi bakımından eşeye ve vücudun değişik organlarına bağlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda da daha önce Göktay Seven (2004) tarafından yapılan çalışma ile yağ asidi bakımından benzerlik olmasına rağmen, yağ asidi yüzdesi olarak farklılıklar vardır. Bu farklılığın böceğin beslendiği ortama bağlı olduğu düşünülebilir. Nitekim, böcek gruplarının yağ asidi bileşimlerinin spesifik olmasına ve besine bağlı olarak değişebilmesine göre iki gruba ayrıldığı belirtilmiştir (Turunen, 1974). Bu çalışmada da C12:0-C22:0 arasında değişen 20 adet yağ asiti belirlenmiş, tespit edilen yağ asitlerini yüzdeleri gelişim evrelerine göre değişiklik göstermiştir. *Yponomeuta malinellus* Zell. ve *Galleria mellonella* L. üzerinde kültüre edilen *Itopectis maculator* Fab'un ergin dişi ve erkek bireylerinde yağ asidi bileşiminde konaklarıyla uyumlu olarak oleik, palmitik, linoleik ve linolenik asitlerin en yüksek yüzdeye sahip oldukları belirlenmiştir (Aktümsek, 1996). *G. mellonella* ile yapılan bir çalışmada türün beşinci, altıncı ve yedinci evre larvaları ile pupalarının yağ asidi bileşimini C12:0-20:0 yağ asitlerinin oluşturduğu belirlenmiştir (Aktümsek ve ark., 2000). *Achroia grisella* Fab. larva ve pupunun yağ asidi bileşiminde palmitoleik, palmitik ve oleik asit yüzdelerinin yüksek olduğu bulunmuştur (Nurulloğlu, 2003). *Tenebrio molitor* L.'un son evre larvası ile pupunun yağ asidi bileşimlerinin C12:0- C18:2 arasında değişen yağ asitlerinden oluştuğu belirlenmiştir (Taşkın ve Aksoylar 2010). Stanley-Samuelson ve Dadd (1983) hemen hemen bütün böceklerin total yağ asidi içerisinde düşük seviyede olmalarına rağmen, yirmi karbonlu PUFA'lara lipid dokularında sahip olduklarını kabul etmişlerdir. Gerçektende bizim çalışmamızda da yirmi karbonlu yağ asitlerine böceğin bütün evrelerinde az miktarda da olsa rastlanmıştır. Stanley (2000)'e göre 20 karbonlu yağ asitleri bütün böceklerde elongasyon ve desaturasyon yoluyla sentezlenmektedir.

Pek çok Lepidoptera türünde normal büyüme ve ergin çıkışı için besinsel linoleik ve linolenik asitlerin gerekli olduğu bildirilmiştir (Vanderzant, 1968). Bir Lepidopter olan *Plodia interpunctella*' da büyüme için, içinde bulunduğu besinin bileşenlerinden faydalanmaktadır. Böcekler sentezleyemedikleri yağ asitlerini besinle dışarıdan almak zorundadırlar ve bu besinlerin pup evreden ergine geçişte ve kanat oluşumunda rolleri vardır (House, 1962). Besinle ilgili yapılan çalışmalarda da besin bileşenlerinin özellikle besindeki yağ asitlerinin böceğin yağ asidi bileşimine etkisi olduğu belirlenmiştir (Başhan, 1996; Üstüner ve ark., 2010).

Zararlı bir türle mücadeleye yönelik çalışmalar yapılabilmesi için öncelikle laboratuvar şartlarında kitle halinde üretilebilmesi gerekir. Bunun içinde böceğin biyolojik ve fizyolojik özelliklerinin bilinmesi önemlidir. *Plodia interpunctella*' yı tarım ürünleri ve kurutulmuş gıdalar üzerinde yetiştirmek kolaydır. Bu nedenle bu türü laboratuvar şartlarında kültüre almak ve türün besin ihtiyacının öğrenilmesi ve farklı besinlerin böceğin gelişim evrelerinin yağ asidi bileşimine olan etkisinin tespiti açısından önemlidir. Ayrıca, yarı yapay ve yapay besin bileşenlerinin hazırlanması, besine katılması gereken yağ asidi bileşenleri ve oranlarının tespiti açısından da oldukça büyük öneme sahiptir.



Şekil 2. *Plodia interpunctella* larvası



Şekil 3. *Plodia interpunctella* pupu



Şekil 4. *Plodia interpunctella* ergini

Teşekkür

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi 12201056 no'lu BAP projesi ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akinci T (2011). *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera:Pyralidae) puplarının yağ asidi bileşimine düşük sıcaklığın etkileri. *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* Konya, 35 s.
- Aktümsek A (1996). Parazitoid *Itopectis maculator* F. (Hymenoptera:Ichneumonidae)'un yağ asidi bileşimine konak ve eşey farklılığının etkisi. *Turkish Journal of Zoology* 20:7-10.
- Aktümsek A, Nurullahoğlu ZÜ, Kalyoncu L (2000). *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera:Pyralidae) larva ve pupunun yağ asidi bileşimi. *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi* 17:29-32.
- Ali I, Steele JE (1997). Evidence that free fatty acids in trophocytes of *Periplaneta americana* fat body may be regulated by the activity of phospholipase A2 and cyclooxygenase. *Insect Biochemistry Molecular Biology* 27: 681-692.
- Allotey J, Goswami L (1990). Comparative biology of two Phycitid moths, *Plodia interpunctella* (Hübner) and *Ephesia cautella* (Wlk.) on some selected food media. *Insect Science and its Application* 11:209-215.
- Baker J (2000). The Problem; Indian meal moths [online], <http://impofalask.homestead.com/files/indian-meal-moth.html>
- Başhan M, Çakmak Ö (2005). Changes in composition of phospholipid and triacylglycerol fatty acids prepared from prediapausing and diapausing individuals of *Dolycoris baccarum* and *Piezodorus lituratus* (Heteroptera:Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America* Vol. 98, 4:575-579.
- Başhan M (1996). Effect of various diets on the total lipid compositions the black cricket *Melanogryllus desertus* Pall. *Turkish Journal of Zoology* 20:376-379.
- Beenackers AM T, Van Der Horst DJ, Van Marrewijk JA (1985). Insect lipids and lipoproteins and their role in physiological processes. *Progress in Lipid Research* 24:19-67.
- Candy DJ (1985). Intermediary Metabolism. In: *Comprehensive Insect physiology, Biochemistry and Pharmacology* 8ed. Kerkut GA, Gilbert LI 10 Pergamon, Oxford, England.
- Candy DJ, Kilby BA (1975). Insect biochemistry and function. Chapman and Hall London, UK.
- Cohen AC (1990). Fatty acid distributions as related to adult age, sex and diet in the phytophagous Heteropteran, *Lygus hesperus* (Heteroptera:Miridae). *Journal of Entomological Science* 25(1):75-84.
- Çakmak Ö, Başhan M, Bolu H (2005). *Monosteira lobulifera* Reut. (Heteroptera:Tingidae)'nin fosfolipit ve triasilgliserol fraksiyonundaki yağ asidi bileşimi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi* 17 (4):637-643.
- Dadd RH (1973). Insect nutrition: Current development and metabolic implications. *Annual Review of Entomology* 18:381-420.
- Downer RGH, Mathews JR (1976). Patterns of lipid distribution and utilization in insects. *American Zoologist* 16:733-745.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226:497-509.
- Gilbert LI (1967). Lipid metabolism and function in insect. *Advances in Insect Physiology* 4:69-211.
- Gilby AR (1965). Lipids and their metabolism in insects. [Follow Annual Review of Entomology](#) 10: 141-160
- Göktay Seven ES (2004). *Plodia interpunctella* (Lepidoptera:Pyralidae) larva ve pupunun total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşimi. Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya 51.
- House HL (1962). Insect lipids: a review. *Entomological Society Canada* 37:1-50.
- IUPAC (1979) Standards methods for analysis of oils, fats and derivatives. Paquot, C. (ed.) 6th edn, *Oxford Pergamon Press* 59-66.
- Johnson JA, Wofford PL, Gill RF (1995). Developmental thresholds and degree-day accumulations of Indianmeal moth (Lepidoptera: Pyralidae) on dried fruits and nuts. *Journal of Economic Entomology* 88:734-741.
- Johnson JA, Wofford PL, Whitehand LC (1992). Effect of diet and temperature on development rates, survival and reproduction of the Indian meal moth (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 85:561-566.
- Keeley LL, Park JH, Lu KH, Bradfield JY (1996). Neurohormone signal transduction for dual regulation of metabolism and gene expression in insects: hypertrehalosemic hormone as a model. *Archives Insect Biochemistry Physiology* 33:283-301.
- Mohandas S, Arthur FH, Zhu KY, Throne JE (2007). Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera:Pyralide) in stored products. *Journal of Stored Products Research* 43: 302-311.
- Nurullahoğlu ZÜ (2003). *Achroia grisella* F. (Lepidoptera:Pyralidae) larva ve pupunun yağ asidi bileşimi. *Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi* 21:75-78.
- Ogg CL, Stanley-Samuels DW (1992). Phospholipid and triacylglycerol fatty acid compositions of the major life stages and selected tissues of the tobacco hornworm *Manduca sexta*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry* 101:345-351.

- Phillips TW, Berbert RC, Cuperus GW (2000a). Post-harvest integrated pest management. In :Francis, FJ. (Ed.), *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Wiley Inc. New York 2690-2701.
- Rees D (2004). Insects of stored of Products. *CSIRO Publishing*, Collingwood, Victoria, Australia.
- Sargent J, Bell MV, Hendersen RJ, Tocher DR (1990). Polyunsaturated fatty acids in marine and terrestrial food webs, In: Mellinger J (eds) animal nutrition and transport processes, I, nutrition in wild and domestic animals. *Comparative Physiology* 11-23.
- Stanley DW (2000). Eicosanoids in invertebrate signal transduction systems. *Princeton University Press*, Princeton, NJ 277.
- Stanley-Samuelson DW, Dadd RH (1983). Long-chain polyunsaturated fatty acids:patterns of occurrence in insects. *Insect Biochemistry* 13:549-558.
- Stanley DW, Miller JS (1998). Eicosanoids in animal reproduction: what can we learn from invertebrates? In: Rowley, A.F., Kuhn, H., Schewe, T. ŽEds., Eicosanoids and related compounds in plants and animals. *Portland Press* 183-196.
- Stanley-Samuelson DW, Jurenka RA, Cripps C, Blomquist GJ, De Renobales M (1988). Fatty acids in insects: composition, metabolism, and biological significance. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 9:1-33.
- Taşkın D, Aksoylar MY (2010). *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera:Tenebrionidae) ve pupasının yağ bileşimi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2: 66-72.
- Thompson SN (1979). The effect of dietary carbohydrate on larval development and lipogenesis in the parasite, *Exeristes roborator* (Fabricius) (Hymenoptera:Ichneumonidae). *Journal of Parasitology* 65:6 849-854.
- Turunen S (1974). Lipit utilization in adult *Pieris brassicae* with special reference to the role linolenic acid. *Journal Insect Physiology* 20:1257-1269.
- Uçkan F, Nurullahoğlu ZÜ, Sak O, Öztürk R (2009). *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera:Braconidae) ve parazitlenmiş konağı *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera:Pyralidae)'nin toplam lipit ve yağ asidi bileşimleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 2(2):93-99.
- Üstüner P, Kalyoncu L, Aktümsek A (2010). Besinin *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera:Pyralidae) larva ve pupunun total lipit ve total yağ asidi bileşimine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Dergisi E-Dergi* 5:29-37.
- Vanderzant ES (1968). Dietary requirements of the bollworm, *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae), for lipids, choline, and inositol and the effect of fats and fatty acids on the composition of the body fat. *Annals of the Entomological Society of America* 61, Number 1, 6: 120-125.
- Wakayama EJ, Dillwith JE, Blomquist GJ (1980). In vitro biosynthesis of prostaglandins in the reproductive tissues of the male house fly *Musca domestica* (L.). *American Zoologist Abstract* 1010.
- Wimer LT, Lumb RH (1967). Lipit composition of the developing larvae fat body of *Phormia regina*. *Journal Insect Physiology* 13:889-896.