

***Melanogryllus desertus* Pall. (Orthoptera: Gryllidae)'un Çeşitli Gelişim Evrelerinde Total Yağ Asidi İçeriği**

Mehmet BAŞHAN, Kemal GÜVEN

Dicle Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Diyarbakır-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 23.05.1997

Özet: Bu çalışmada laboratuvar şartlarında stok kültür ortamı üzerinde yetiştirilen karaçekirge *Melanogryllus desertus*'un yumurtası 7. 8. 9. nimf evreleri, bir günlük ve 30 günlük ergin erkek ve dişi bireylerinin total yağ asitleri bileşimleri gaz kromatografik yöntemle ayrı ayrı analiz edilmiştir.

Analiz edilen böceklerin tüm gelişim evrelerinde yağ asidi bileşimlerinin büyük kısmını oleik, linoleik, palmitik ve stearik asitler oluşturdu. Palmitoleik, miristik, linolenik ve arakidik asitler daha düşük yüzdelerle bulunmuştur.

Nimf evreleri ile bir günlük ergin böcekler palmitoleik ve oleik asitlerin oluşturduğu toplam doymamış yağ asitleri; 30 günlük erginlerde ise linoleik ve linolenik asitlerden oluşan toplam aşırı doymamış yağ asitleri, ortalama yüzde değerlerde yüksek bulundu.

Anahtar Sözcükler: *Melanogryllus desertus*, Değişik Gelişim Evreleri, Total Yağ Asidi Bileşimi.

The Total Fatty Acid Compositions of *Melanogryllus desertus* (Orthoptera: Gryllidae) at Various Developmental Stages

Abstract: In this study, the total fatty acid compositions of the eggs, and the seventh, eighth and ninth nymphal developmental stages and one-day-old adults and thirty-day-old adults of both sexes of the black cricket *Melanogryllus desertus* reared on stock-culture medium, were analysed separately by gas chromatography.

Oleic, linoleic, palmitic and stearic acids constituted the major part of the fatty acid compositions at the examined developmental stages. However, palmitoleic, linolenic, myristic and arachidic acids were found in somewhat small percentages.

At the nymphal stages and in the one-day-old adult insects, the total unsaturated fatty acids, composed of palmitoleic and oleic acids, were found to have high mean percentage values. However, the total polyunsaturated fatty acids, composed of linoleic and linolenic acids, were found to have high mean percentage values in thirty-day-old adults.

Key Words: *Melanogryllus desertus*, Various Developmental Stages, Total Fatty Acid Compositions.

Giriş

Yağ asitlerinin omurgalı ve omurgasız hayvanlarda enerji kaynağı olarak kullanılmaları, biyolojik membranların yapısını oluşturmaları, prostaglandinler ve diğer ilgili eikosanooidlerin öncül maddeleri olmaları gibi önemli fonksiyonları vardır (1). Hayvanlarda davranış, üreme ve taşıma fizyolojisinde aracı madde olarak iş gören eikosanooidlerin (2,3), son zamanlarda yapılan çalışmalarda bazı böceklerde bakteriyel enfeksiyonlara karşı hücrel bağışık yanıtın oluşmasına da katkıda bulunması (4,5), böceklerde yağ asitlerinin analizi ile ilgili çalışmaların önem kazanmasını sağlamıştır.

Böceklerde yağ asidi profilinin yaş ve besin gibi biyolojik faktörlerce değiştiği bilinmektedir (1, 6-8).

Örneğin, *Culex tarsalis* larvalarında oleik asit (18:1), ergine oranla düşük bulunmuştur (9). *Lyctus planicollis*'in 20 günlük larvalarında ise aynı yağ asidi 60 günlük larvalardan çok farklıdır (10). *Acyrtosiphon pisum*'da doymuş yağ asitlerinden miristik (14:0), palmitik (16:0) ve stearik (18:0) asitlerin yüzde dağılımdaki miktarları, dene- nen tüm gelişim evrelerinde değişmemektedir, fakat bir günlük erginler, daha yaşlı erginlerle karşılaştığında doymamış yağ asitleri olan oleik (18:1) ve linoleik (18:2) asitlerin miktarları azalma göstermektedir (11). *Periplaneta americana*'da major yağ asitlerinin yüzde dağılımı yaşam siklusu boyunca sabit kalırken (12), *Acheta domesticus*'un her iki bireyinde de nimflere oranla erginlerde oleik asit azalırken linoleik asit artmaktadır (13).

Karaçekirge *Melanogryllus desertus* üzerinde yağ asidi analizi ile ilgili yapılan çalışmalarda böcekte, değişik ordolara ait 50 böcek türü için temel bir yağ asidi olan linoleik asidi (14) sentezleme yeteneği ile (15), farklı besinlerin böceğin yağ asidi içeriğine etkisi araştırıldı (16). Anılan her iki çalışmada (15, 16) analizlerde sadece bir günlük ergin böcekler kullanıldı.

Bu çalışmada *M.desertus*'un değişik gelişim evrelerinde alınan örneklerde gaz kromatografisi tekniği ile yağ asidi analizi yapılarak böceğin yağ asidi profilinin gelişim evrelerine göre değişip değişmediği saptanmaya çalışıldı.

Materyal ve Metot

a- Örneklerin Alınması

Stok kültür besini (17) üzerinde yetiştirilip erginleştirilen böceklerin bıraktığı yumurtalar, Getzin'e (18) göre steril edildikten sonra 30 °C de inkübasyona bırakıldı. Onbir-12 günlük inkübasyon süresinden sonra yumurtadan çıkan nimfler, deney kablarına alında ve 32±2 °C sıcaklık %50±5 bağıl nem içeren bir iklim odasında yetiştirildi. Nimflere deney süresince stok kültür besini verildi. Yağ asidi analizinde, böceklerin yetiştirilmesinde kullanılan bitkisel kaynaklı stok kültür besini, yumurtalar, birinci nimf evresi ile her iki eşeyin 7. 8. 9. nimf evreleri, bir günlük ve 30 günlük ergin böcekler kullanıldı. Eşey ayırımı ancak 7. evrede yapılabildiğinden, analizlerde bu evreden sonraki böcekler denendi.

b- Lipid Ekstraksiyonu

Stok kültür besinin yağ asidi analizi için 2 gr besin, yumurtaların analizi için 400 yumurta, 7. ve 8. nimflerin analizinde üçer nimf; 9. evre nimfi, bir günlük ergin ile 30 günlük ergin böceklerin analizinde ise birer böcek kullanıldı. Analizlenecek örnekler, kloroform-metanol karışımında (2:1), 5 dakika süre ile homojenize edildi. Aşırı doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonunu önlemek için ekstraksiyon sistemine, kloroformda %2 oranında hazırlanan butillenmiş hidroksitoluen maddesinde 50 µl ilave edildi. Ekstraksiyon karışımına asitli metanol katılarak 90 dakika süre ile geri soğutucu altında 85 °C de ısıtıldı. Böylece yağ asitlerinin, yağ asidi metil esterlerine dönüşmesi sağlandı. Çözelti soğuduktan sonra, bir miktar su eklendi ve metil esterleri heksan kullanılarak ekstrakte edildi.

c- Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografik Analizleri

Yağ asidi metil esterleri azot altında yoğunlaştırıldıktan sonra gaz kromatografisi ile analiz edildi. Yağ asidi metil esterleri, bir sıcaklık programı yapılarak kromatograflandı. Analizlerde, polietilen glikol ile sıvanmış DB-Wax kapiller kolon (15 m x 0.35 mm) kullanıldı. Kolon başlangıç sıcaklığı 180 °C, son sıcaklık 200 °C, ramp 3 °C/dak. FID dedektörüne sahip Ati Unicam 610 gaz kromatografisi ile aynı marka 4815 nolu integratör kullanıldı. Dedektör bloğu sıcaklığı 260 °C, enjektör bloğu sıcaklığı 250 °C. Enjeksiyon splitli olarak (40:1) 1 µl uygulandı. Taşıyıcı gaz olarak azot kullanıldı. Gazların akış hızı: azot+make up, 30 ml/dak; hidrojen, 33 ml/dak; kuru hava, 330 ml/dak.

d- Verilerin Değerlendirilmesi

M.desertus'un farklı gelişim evrelerinden üç tekrarlar elde edilen total yağ asidi örneklerinin gaz kromatografik analizleri, varyans analizi (19) ile istatistiksel olarak değerlendirildi. Ortalamalar arası farkın önem kontrolünde Duncan'ın (20) "Multiple Range Testi" uygulandı. Ortalamalar arası farklar 0.05 olasılık seviyesinde "F" değerinden büyük olduğu zaman önemli kabul edildi.

Sonuçlar

Otuz günlük ergin dişilerle, bıraktıkları yumurtaların ve bu yumurtalardan yeni çıkmış birinci evre nimflerinin yağ asidi analizlerinin karşılaştırıldığı deneme serisinde; yumurtada, doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (16:0) ile tek doymamış yağ asidi oleik asit (18:1), yüzde dağılımda en fazla miktarda saptandı. Bu yağ asitlerini linoleik asit (18:2) izledi. Stearik asit (18:0) miktarı

Tablo 1. *M.desertus*'un Stok Klütür Besininin Total Yağ Asidi Bileşimi (%).

Yağ Asitleri	Ortalama±S.H.*
14:0	0.26±0.01
16:0	16.73±0.64
16:1	-
18:0	5.15±0.10
18:1	30.65±0.13
18:2	43.66±0.14
18:3	3.55±0.08
Doymuş Yağ Asitleri	22.14±0.24
Doymamış Yağ Asitleri	30.62±0.28
Aşırı Doymamış Yağ Asitleri	46.99±0.53

*Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

Tablo 2. *M. desertus* Dişilerinin Çeşitli Gelişme Evrelerinde Yağ Asiti Bileşimi (%).

Yağ Asitleri	Gelişme Evreleri						
	Yumurta (Ortalama±S.H.)*	1. nimf evresi (Ortalama±S.H.)*	7. nimf evresi (Ortalama±S.H.)*	8. nimf evresi (Ortalama±S.H.)*	9. nimf evresi (Ortalama±S.H.)*	1 günlük ergin ♀ (Ortalama±S.H.)*	30 günlük ergin ♀ (Ortalama±S.H.)*
14:0†	-	5.90±0.40 a	0.83±0.05 b	1.17±0.07 b	1.81±0.12 c	1.85±0.13 c	1.06±0.02 b
16:0	31.61±0.82 a	20.86±0.32 b	25.28±0.36 c	25.08±0.24 c	22.86±0.14 b	23.43±0.27 c	23.92±0.25 c
16:1	2.38±0.16 a	2.73±0.11 a	2.46±0.07 a	2.56±0.08 a	2.81±0.14 a	4.06±0.56 b	2.39±0.14 a
18:0	7.99±0.37 a	5.63±0.39 b	5.15±0.16 b	4.45±0.03 c	4.60±0.15 c	5.50±0.24 b	5.35±0.41 b
18:1	30.67±0.83 a	34.47±0.53 b	36.06±0.42 c	37.63±0.88 d	40.52±0.63 e	38.45±0.58 d	31.21±0.75 a
18:2	27.14±0.56 a	28.98±0.63 a	28.31±0.27 a	26.79±0.71 a	25.34±0.37 b	24.89±0.61 b	33.93±0.49 c
18:3	-	1.17±0.11 a	1.27±0.08 bc	1.42±0.04 c	1.23±0.06 ab	1.12±0.02 a	1.22±0.10 ab
20:0	-	-	0.87±0.06 a	0.53±0.03 b	0.59±0.04 b	0.85±0.07 a	0.89±0.08 a
D.Y.A.‡	39.61±0.52 a	32.39±0.73 b	32.14±0.35 b	31.03±0.26 c	29.58±0.14 d	31.12±0.63 bc	31.07±0.57 c
Dm.Y.A.‡	33.05±0.49 a	37.20±0.68 b	38.15±0.52 b	40.20±0.80 c	43.43±0.50 d	42.10±1.15d	33.31±0.70 a
A.Dm.Y.A.‡	27.14±0.38 a	30.15±0.59 b	29.69±0.34 b	28.39±0.69 b	26.67±0.39 c	26.22±0.69 c	35.31±0.47 d

* Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

† Aynı satırda aynı harflerle belirtilen değerler birbirinden farklı değildir, P>0.05.

‡ D.Y.A. Doymuş yağ asitleri, Dm.Y.A. Doymamış yağ asitleri, A.Dm.Y.A. Aşırı Doymamış yağ asitleri.

Tablo 3. *M. desertus* Erkeklerinin Çeşitli Gelişme Evrelerinde Yağ Asiti Bileşimi (%).

Yağ Asitleri	Gelişme Evreleri						
	Yumurta (Ortalama±S.H.)*	1. nimf evresi (Ortalama±S.H.)*	7. nimf evresi (Ortalama±S.H.)*	8. nimf evresi (Ortalama±S.H.)*	9. nimf evresi (Ortalama±S.H.)*	1 günlük ergin ♂ (Ortalama±S.H.)*	30 günlük ergin ♂ (Ortalama±S.H.)*
14:0†	-	5.90±0.40 a	2.62±0.40 b	1.85±0.18 c	1.56±0.12 d	0.83±0.04 e	1.49±0.13 d
16:0	31.61±0.82 a	20.86±0.32 b	23.03±0.52 c	26.77±0.22 d	23.27±0.32 c	23.19±0.38 c	24.41±0.26 e
16:1	2.38±0.16 a	2.73±0.11 ab	2.60±0.15b	2.28±0.06 c	2.47±0.05 a	3.10±0.22 d	2.76±0.09 ab
18:0	7.99±0.37 a	5.63±0.39 b	5.33±0.17 bc	4.86±0.26 c	4.51±0.10 d	5.62±0.21 b	4.28±0.12 e
18:1	30.67±0.83 a	34.47±0.53 b	32.41±0.39 c	36.27±0.49 d	40.30±0.65 e	37.24±0.50 d	33.62±1.09 c
18:2	27.14±0.56 a	28.98±0.63 a	30.79±0.37 b	26.11±0.44 c	25.82±0.67 c	27.86±0.71 a	32.73±0.80 d
18:3	-	1.17±0.11 a	1.39±0.02 b	1.30±0.03 c	1.14±0.06 d	0.99±0.05 e	1.14±0.09 d
20:0	-	-	1.85±0.22 a	0.89±0.06 b	0.63±0.04 c	0.69±0.07 c	1.26±0.20 d
D.Y.A.‡	39.61±0.52 a	32.39±0.73 b	33.00±0.39 b	33.22±0.90 b	29.68±0.34 c	31.23±0.42 d	29.65±0.41 c
Dm.Y.A.‡	33.05±0.49 a	37.20±0.68 b	35.08±0.04 c	39.42±0.54 d	43.18±0.53 e	40.30±0.53 d	36.31±0.56 e
A.Dm.Y.A.‡	27.14±0.38 a	30.15±0.59 b	31.53±0.31 b	27.30±0.40 a	26.92±0.73 a	27.86±0.67 a	33.89±0.53 c

* Her veri üç tekrarın ortalamasıdır.

† Aynı satırda aynı harflerle belirtilen değerler birbirinden farklı değildir, P>0.05.

‡ D.Y.A. Doymuş yağ asitleri, Dm.Y.A. Doymamış Yağ asitleri, A.Dm.Y.A. Aşırı Doymamış yağ asitleri.

birinci nimf evresi ve 30 günlük ergin dişilerinkinden istatistiksel olarak daha yüksek bulundu (Tablo 2).

Otuz günlük ergin dişilerde ve birinci nimf evresinde en yüksek düzeyde saptanan yağ asitleri, oleik ve linoleik gibi doymamış yağ asitleriydi. Yumurtada saptanamayan ve bir aşırı doymamış yağ asidi olan linolenik asit (18:3), birinci nimf devresi dahil denenen nimf evreleri ve ergin

böceklerde %1 den daha fazla miktarda tespit edildi (Tablo 2 ve 3).

Tablo 2 de görüldüğü gibi, yumurtada palmitik asitten dolayı, doymuş yağ asitleri yüzdesi, 30 günlük ergin dişi ve 1. nimf evrelerine oranla istatistiksel olarak daha yüksekti. Buna karşılık birinci nimf evrelerinde palmitoleik (16:1) ve oleik asit gibi tek doymamış yağ asitlerinden

oluşan total doymamış yağ asitleri, 30 günlük ergin dişilerde ise, linoleik ve linolenik asitlerden oluşan total aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzde miktarları, bu seride denenen diğer evrelere oranla istatistiksel bakımdan daha yüksek düzeyde saptandı.

Diğer deney serisinde *M. desertus* dişi bireylerinin değişik gelişim evrelerinin yağ asidi bileşimleri değerlendirildi. Tablo 2 deki verilerden, yağ asidi sentetazın ara ürünü olan palmitik asitin (1), ergin evrelerde azaldığı görüldü. Nimfal gelişimin son evresi olan 9. evre ile bir günlük ergin evrede yüzde olarak en yüksek düzeyde bulunan oleik asit, 30 günlük erginlerde (böcek yaşlanmaya başlayınca) önemli ölçüde azaldı. Fakat, nimfal evrelerde ve bir günlük erginlerde ikinci olarak yüksek düzeyde bulunan linoleik asitin 30 günlük ergin böceklerde önemli derecede arttığı saptandı (Tablo 2).

Yedinci evreden itibaren artış gösteren toplam doymamış yağ asidi yüzdeleri, 30 günlük erginlerde oldukça düştü. Buna karşılık denenen diğer gelişim evrelerine oranla 30 günlük ergin dişilerde aşırı doymamış yağ asitlerinin yüzdelerinde önemli derecede artış saptandı (Tablo 2).

Karaçekirge erkek bireylerinin değişik gelişim evrelerindeki yağ asidi bileşimleri incelendiğinde, palmitik asit yüzdesinin 8. evre hariç diğer gelişim evrelerinde sabit kaldığı görüldü. Dişilerde olduğu gibi. 7. 8. ve 9. evrelerde gittikçe artan oleik asit miktarı, gelişimin sonraki evrelerinde -özellikle 30 günlük ergin bireylerde - önemli oranda düştü. Yedinci evre nimflerinde yaklaşık %31 olan linoleik asit, 8. 9. ve bir günlük ergin bireylerde oldukça azaldı. Fakat yaşlı böceklerde (30 günlük erginlerde), dişilerde olduğu gibi erkeklerde de arttı (Tablo 3).

Ayrıca denenen farklı gelişim evreleri arasında erginden bir önceki evre olan 9. evrede toplam doymamış yağ asitleri, en yüksek düzeyde bulundu. Buna karşılık aşırı doymamış yağ asitleri, 30 günlük erginlerde önemli derecede arttı (Tablo 3).

Tüm bu veriler, *M. desertus*'un denenen gelişim evrelerindeki total yağ asidi bileşimlerinin en yüksek yüzde ile doymamış yağ asitlerinden oleik asitin, doymuş yağ asitlerinden ise palmitik asitin oluşturduğunu göstermektedir. Aşırı doymamış yağ asitlerinden linoleik asit ise böceklerde, oleik asitten sonra en fazla bulunan yağ asitidir. Ayrıca Karaçekirgenin yağ asidi analizi ile ilgili

yapılan diğer çalışmalarda (15, 16) saptanamayan ve bir aşırı doymamış yağ asidi olan linolenik asit (18:3), bu çalışmalarda yumurta dışında denenen tüm gelişim evrelerinde ortalama %1 den daha fazla miktarda bulundu.

Tartışma

Bu çalışmadaki analiz sonuçlarına göre *M. desertus*'un yumurtadan itibaren 30 günlük ergine kadar denenen tüm gelişim evrelerindeki total yağ asidi bileşimlerini, miristik (14:0), palmitik (16:0), palmitoleik (16:1), stearik (18:0), linoleik (18:2n-6), linolenik (18-3n-6) ve arakidik (20:0) asitler oluşturmaktadır. Bu bileşenler, Gryllidae familyasının diğer üyeleri (13,21) ile çoğu böcek grupları için (1,22) geneldir. Analizlerin çoğunda yüzde olarak en fazla bulunan yağ asidi 18:1 di. Bu yağ asitini 18:2 ve 16:0 izledi. 18:0, 16:1, 18:3, 14:0 ve 20:0 ise daha düşük düzeylerde saptandı. Böceklerin büyük bir çoğunluğu bu dağılıma sahiptir (1,22). Ancak bu genel dağılıma uymayan bazı istisnalar da vardır. Örneğin, Diptelerde palmitoleik asit (16:1), Homoptelerde ise miristik asit (14:0), en büyük yüzdeye sahip yağ asitleri olarak belirlenmiştir (1,22).

Karaçekirgenin hiçbir evresinde tek karbonlu yağ asitleri ile 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri saptanamadı. 15:0, 17:0 ve 21:0 gibi tek karbonlu yağ asitleri *P.americana*'nın eksokrin dokusunda (23), *Microdon albicomatus*'un fosfolipitlerinde (24) ve *Tenebrio molitor*'un bazı dokularında (25) çok az miktarda saptandılar. Prostaglandinler ve diğer eikosanoidlerin öncül maddesi olan eikosatrienoik asit (20:3), arakidonik asit (20:4) ve eikosapentaenoik asit (20:5) gibi 20 karbonlu aşırı doymamış yağ asitleri ise daha çok özel amaçlar için böceklerin kimi dokularının fosfolipit fraksiyonunda bulunurlar (1,7). Bu çalışmada analizlerde fraksiyonlanmamış total yağ asitleri kullanıldığı için anılan bileşenler saptanamadı.

Yumurtada fazla bulunan palmitik asit (16:0), nimf evrelerinde azaldı. Bu bileşenin palmitoleik ve stearik asit sentezinde kullanılmış olması olanak dahilindedir (1).

Böceğin tüm evrelerinde en fazla bulunan oleik asit, 30 günlük erginlerde önemli oranda azaldı. Bu durum, yapısal lipitlerin bileşimine giren ve metabolik faaliyetlerde enerji kaynağı olarak kullanılan bu bileşenin senteziyle ilgili enzim aktivitesinin azalmasından veya dişilerde yumurta üretimi sırasında kullanılmış olmasından ileri gelebilir (26).

Prostaglandinler ve ilgili diğer eikosanoitlerin öncül maddesi olan linoleik asit, çoğu böceğin normal büyüme ve gelişmesi için gereklidir (14). Son zamanlarda yapılan çalışmalarda (15, 17), *M.desertus*'un bu yağ asidini önemli oranda içerdiği saptandı. Karaçekirgede nimf evrelerinde bu yağ asidi deri değiştirme ve diğer fizyolojik aktivitelerde kullanıldığı için, miktarı azaldıysa da böcek erginleştikten sonra, deri değişimi işlevinin sonra ermesi ve yaşlanmayla birlikte fizyolojik aktivitelerin azalmasıyla kullanım hızı düşen linoleik asitin miktarı arttı ve yaşlı böceklerde daha fazla depolandı.

Diğer bir temel yağ asidi olan linolenik asitin, özellikle tam metamorfoz geçiren böceklerde larva ve pupa gelişimi ile normal kanat oluşumu için kullanıldığı saptandı. Bu aşırı doymamış yağ asidi eksikliğinde bazı Lepidopter ve Hymenopterlerde pupadan ergin böcek oluşamadı (27-30). Böceklerin yağ asidi analizlerinde linolenik asitin yüzde dağılımı genellikle farklı bulunmuştur. Bu bileşen bazı fitofaj böceklerde yağ asitlerinin %20 den fazlasını oluşturduğu halde (22,31), omnivor böceklerde %1 civarındadır (32,33).

Önceki çalışmalarda, bitkisel kaynaklı stok kültür besini ile buğday tohum yağı içeren sentetik besin üzerinde ayrı ayrı yetiştirilip erginleştirilen *M. desertus*'un bir günlük erginlerinin total yağ asidi analizlerinde linoleik asit saptanamadı (15, 16). Mevcut çalışmada bu yağ asidi

denenen nimf evreleri ile ergin böceklerde %1 ile %1.3 arasında tespit edildi. Bunun nedeni kanımızca bu çalışmada analizlerde kapiller kolonun kullanılmasıdır. Çünkü kapiller kolon, önceki çalışmalarda (15, 16) kullanılan çelik kolona oranla çok daha güçlü bir ayırma gücüne sahiptir. Böceğin linolenik asidi stok kültür besininden sağladığı inancındayız. Zira bu bileşen besinde %3.55 oranında bulunmaktadır (Tablo 1).

Nimf evreleri ile bir günlük evrelerde fazla miktarda bulunan toplam doymamış yağ asitlerinin, yaşlanmayla birlikte 30 günlük ergin böceklerde azaldığı, fakat toplam aşırı doymamış yağ asitlerinin ise nimf ve bir günlük ergin böceklerle oranla 30 günlük ergin böceklerde depolandığı saptandı. Demek ki, genç böceklerin aktif metabolik faaliyetlerinde önemli düzeyde kullanılan aşırı doymamış yağ asitleri, yaşlı böceklerde fazla kullanılmadıkları için dokularda biriktiriler.

Görüldüğü gibi, hemimetabol bir böcek olan karaçekirgede değişik nimf evreleri ile ergin böceklerin yağ asidi kompozisyonunda bazı farklar saptandı. Fakat bu farklar, holometabol böceklerde; yumurta, larva, pupa ve ergin evrede görülenler (34-37) kadar çok büyük değildi. Çünkü, tam metamorfoz geçiren holometabol böceklerdeki doku organizasyonu derecesi, yarı metamorfoz geçiren hemimetabol böceklerle oranla çok daha kompleksdir.

Kaynaklar

1. Stanley-Samuels, D.W., Jurenka, R.A., Cripps, C., Blomquist, G.J. and de Renobales, M., Fatty acids in insects: Composition, metabolism and biological significance. Arch. Insect Biochem. Physiol. 9: 1-31, 1988.
2. Stanley-Samuels, D.W., Comparative eicosanoid physiology in invertebrate animals. J. Am. Physiol. 260: 849-853, 1991.
3. Stanley-Samuels, D.W., Prostaglandins and related eicosanoids in insects. Adv. Insect Physiol. 24: 115-212, 1994.
4. Stanley-Samuels, D.W., Jensen, E., Nickerson, K.W., Tiebel, K., Ogg, C.L. and Howard, R.W., Insect immune response to bacterial infection is mediated by eicosanoids. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 88: 1064-1068, 1991.
5. Miller, J.S., Howard, R.W., Nguyen, T., Nguyen, A., Rosario, R.M.T. and Stanley-Samuels, D.W., Eicosanoids mediate nodulation responses to bacteria infections in larvae of the Tenebrionid beetle, *Zophobas atratus*. J. Insect Physiol. 42: 3-12, 1996.
6. Thompson, S.N. and Barlow, J.S., Metabolic determination and regulation of fatty acid composition in parasitic Hymenoptera and other animals. In Metabolic Aspects of Lipid Nutrition in Insects. Ed. by T.A. Mittler and P.H. Padd, Westview Press, Boulder CO, pp. 73-106, 1983.
7. Stanley-Samuels, D.W. and Dadd, R.H., Long-chain polyunsaturated fatty acids: Patterns of occurrence in insects. Insect Biochem. 13: 549-558, 1983.
8. Stanley-Samuels, D.W. and Loher, W., Prostaglandins in insect reproduction. Ann. Ent. Soc. Am. 79: 841-853, 1986.
9. Takata, N. and Harwood, R.F., Fatty acid composition during postembryonic development of the mosquito *Culex tarsalis*. Ann. Ent. Soc. Am. 57: 749-753, 1964.
10. Mauldin, J.K., Lambremont, E.N. and Graves, J.B., Principal lipid classes and fatty acids synthesized during growth and development of the beetle *Lyctus planicollis*. Insect Biochem. 1: 316-326, 1971.
11. Renobales, M., Cripps, C. and Kinsey, M., Lipid biosynthesis in adult *Acyrtosiphon pisum*: Effect of age and symbiont population. Arch. Insect Biochem. Physiol. 14: 85-92, 1990.
12. Kinsella, J.E., Metabolic patterns of the fatty acids of *Periplaneta americana* (L.) during its embryonic development. Can. J. Biochem. 44: 247-258, 1962.
13. Cripps, C. and Renobales, M., Developmental changes in fatty acid biosynthesis and composition in the house cricket, *Acheta domestica*. Arch. Insect Biochem. Physiol. 9: 357-366, 1988.

14. Dadd, R. H.. Nutrition: Organisms. In Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology (Ed. By Kerkut, G.A. and Gilbert, L. I). 8: 313-390, 1985.
15. Başhan, M. and Çelik, S., Linoleic acid biosynthesis in the black cricket *Melanogryllus desertus* Pall. Tr. J. Biol. 19: 391-397, 1995.
16. Başhan, M., Effects of various diets on the total lipid compositions of the black cricket *Melanogryllus desertus* Pall. Tr. J. Zool. 20: 375-379, 1996.
17. Başhan, M. ve Emre, İ., *Melanogryllus desertus* Paul.'un büyüme, hayatta kalma ve ergin evreye ulaşma süresine merdiven bir besinin ve farklı proteinlerin etkileri. Doğa Türk Zool. Derg. 12: 210-215, 1988.
18. Getzin, L.W., Mass rearing of virus-free cabbage loopers on an artificial diet. J. Insect Pathol. 4: 486-487, 1962.
19. Snedecor, G.W., Cochran, W.G., Statistical methods, 6 th. ed., Ames, Iowa, U.S.A., Iowa State University Press, 1967.
20. Duncan, D.B., Multiple range and multiple F test. Biometrics, 11: 1-14, 1955.
21. Stanley-Samuels, D.W., Loher, W. and Blomquist, G.J., Biosynthesis of polyunsaturated fatty acids in the cockroach *Periplaneta americana*. Arch. Biochem. Biophys. 1: 184-193, 1983.
22. Thompson, S.N. A review and comparative characterization of the fatty acid composition of seven insect orders. Comp. Biochem. Physiol. 45B: 467-482, 1973.
23. Stanley-Samuels, D.W. and Pipa, R.L., Phospholipid fatty acids from exocrine and reproductive tissues of male *American cockroach*, *Periplaneta americana* (L.). Arch. Insect Biochem. Physiol., 1: 161-166, 1984.
24. Stanley-Samuels, D.W., Howard, R. W. and Akree, R.D., Nutritional interactions revealed by tissue fatty acid profiles of an obligate myrmecophilous predator, *Microdon albicomatus*, and its prey, *Myrmica incompleta* (Diptera: Syrphidae) (Hymenoptera: Formicidae). Ann. Ent. Soc. Am. 83: 1108-1115, 1990.
25. Howard, R.W. and Stanley-Samuels, D.W., Phospholipid fatty acid composition and arachidonic acid metabolites in selected tissues of adult *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Ann. Ent. Soc. Am. 83: 975-981, 1990.
26. Dadd, R.H., Insect Nutrition. Current Development and Metabolic Implications. Ann. Rev. Entom. 18: 381-420.
27. Rock, G. C., Patton, R.L. and Glass, E.H., Studies of the fatty acid requirements of *Argyrotaenia velutinana* (Walker). J. Insect Physiol. 11: 91-101, 1965.
28. Yazgan, Ş., A chemically defined synthetic diet and larval nutritional requirements of the endoparasitoid *Itoplectis conquisitor* (Hymenoptera). J. Insect Physiol. 18: 2123-2141, 1972.
29. Kato, M., Phenols as indispensable components of the synthetic diet of the silkworm, *Bombyx mori*. Ent. Exp. App. 24: 485-490, 1978.
30. Thompson, S.N., The nutrition of parasitic Hymenoptera. Proc. IX th Int. Congr. Plant Protection. 1: 93-96, 1981.
31. Fast, P.G., Insect lipids. Prog. Chem. Fats lipids. 11: 181-242, 1970.
32. Baldus, T. J. and Mutchmor, J. A., The effects of temperature acclimation on the fatty acid composition of the nerve cord and fat body of the American cockroach, *Periplaneta americana*. Comp. Biochem. Physiol. 89A: 141-147, 1988.
33. Grapes, M., Whiting, P. and Dinan, L., Fatty acid and lipid analysis of the house cricket, *Acheta domesticus*. Insect Biochem. 19: 767-774, 1989.
34. Hodges, J.D., Barras, S.J., Fatty acid composition of *Dendroctonus frontalis* at various developmental stages. Ann. Ent. Soc. Am. 67: 51-55, 1974.
35. Madariaga, M.A., Mata, F., Municio, A.M., Ribera, A., Changes in the fatty acid patterns of glycerolipids of *Dacus oleae* during metamorphosis and development. Insect Biochem. 4: 151-155, 1974.
36. Pagani, R., Suarez, A. and Municio, A.M., Fatty acid patterns of the major lipid classes during development of *Ceratitis capitata*. Comp. Biochem. Physiol. 67B: 511-518, 1980.
37. Aktümsek, A., Aksoylar, M.Y., *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera, Ichneumonidae) nin yağ asidi bileşimi, Doğa Türk Biyoloji D. 1: 10-18, 1987.