

TATLISU SALYANGOZU *Theodoxus syriacus* (BOURGUIGNAT, 1853) (GASTROPODA: PROSOBRANCHIA)'un YAĞ ASİTİ BİLEŞİMİNE BESİNİN ETKİSİ

İhsan EKİN^{1*}, Mehmet BAŞHAN¹

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 21280 Diyarbakır, TÜRKİYE

Özet: Anadolu faunası çok sayıda tatlısu salyangozu barındırmaktadır. Bu türlerin birçoğu Anadolu için endemiktir. Yurdumuzdaki tatlısu salyangozlarının biyokimyasal yapıları ile ilgili detaylı çalışmalar yapılmamıştır. Bu çalışmada, Algerin tatlısu salyangozlarının lipid içerikleri ve yağ asiti bileşimi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Mardin'nin Sultanköy Köyü kaynak sularından toplanan *T. syriacus*'un total vücut lipidleri; ince tabaka kromatografi ile fraksiyonlandı. Salyangozun total lipiti, fosfolipit ve nötral lipid fraksiyonları ile besinini oluşturan tatlısu alglerinin yağ asitleri gaz kromatografi ve gaz kromatografi-kütle spektrometre ile analizlendi. Analizlerde, doymuş yağ asitlerinden C10:0 (kaprik), C12:0 (laurik), C14:0 (miristik), C15:0 (pentadekanoik), C16:0 (palmitik), C17:0 (margarik), C18:0 (stearik); tekli doymamış yağ asitlerinden C16:1 ω 7 (palmitoleik), C18:1 ω 9 (oleik), C20:1 ω 9 (eikosenoik) ve çoklu doymamış yağ asitlerinden C18:2 ω 6 (linoleik), C18:3 ω 3 (α -linolenik), C20:2 ω 6 (eikosadienoik), C20:4 ω 6 (araşidonik), C20:5 ω 3 (eikosapentaenoik) asitler saptandı. Tüm analizlerde, yüzde dağılımda C16:0 ile C18:1 ω 9 asitler major bileşenler olarak bulundu. Fosfolipit, nötral, total ve besin lipidlerindeki yağ asitlerinin yüzde içeriğinde bazı farklılıklar saptandı. Salyangoz ile besinindeki major yağ asitlerinin benzer olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: Yağ asitleri, *Theodoxus syriacus*, *Tatlısu salyangozu*, *Tatlısu algleri*.

EFFECT OF DIET ON FATTY ACID COMPOSITION OF FRESHWATER SNAIL *Theodoxus syriacus* (BOURGUIGNAT, 1853) (GASTROPODA: PROSOBRANCHIA)

Abstract: Anatolian fauna contains a lot of freshwater snail species. Most of them are endemic to Anatolia. There aren't enough detailed studies on biochemical structures of freshwater snail in Turkey. In this study, it is aimed that what are the effects of algae on lipid contents and fatty acid composition of freshwater snail. Total body lipids of *Theodoxus syriacus*, collected from Sultanköy (Mardin) spring water, were fractionated by thin layer chromatography. Total lipid, phospholipid and neutral lipid of the snail and snail food lipid were analyzed by capillary gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. In the analyses, among saturated fatty acids C10:0 (capric), C12:0 (lauric), C14:0 (myristic), C15:0 (pentadecanoic), C16:0 (palmitic), C17:0 (heptadecanoic), C18:0 (stearic); among monounsaturated fatty acids C16:1 ω 7 (palmitoleic), C18:1 ω 9 (oleic), C20:1 ω 9 (eicosenoic) and among polyunsaturated fatty acids C18:2 ω 6 (linoleic), C18:3 ω 3 (α -linolenic), C20:2 ω 6 (eicosadienoic), C20:4 ω 6 (arachidonic) and C20:5 ω 3 (eicosapentaenoic) acids were obtained. In all analyses, C16:0 and C18:1 ω 9 acids were found as major components. Some proportional differences were observed among fatty acids of phospholipid, neutral, total and algal lipids. Major fatty acids were similar both in snail and its diet.

Keywords: *Fatty acids*, *Theodoxus syriacus*, *Freshwater snail*, *Freshwater algae*.

***Sorumlu yazar**

ekinihsan@gmail.com

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (DÜBAP) tarafından desteklenen DÜAPK-04-FF-41 nolu projenin bir kısmını oluşturmaktadır.

1. GİRİŞ

Mollusca (Yumuşakça) Filumu Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia ve Cephalopoda olmak üzere dört sınıfa ayrılmaktadır. Bu filum; kara, deniz ve tatlısularda yaşayan türlere sahip olup, çeşitlilik bakımından böceklerden sonra ikinci büyük hayvan topluluğunu oluşturur [1].

Molluskler yüksek düzeyde ÇDYA (çoklu doymamış yağ asiti) ile karasal organizmalarda düşük oranlarda bulunan bazı yağ asitlerini içerdiğinden [2,3]; biyokimyacıların ve endüstriyel araştırmacıların özel ilgisini çekmiştir. Mollusklerdeki ÇDYA'lar üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda ÇDYA'ların tıbbi önemi özellikle vurgulanmıştır. Örneğin, esansiyel yağ asitlerinin eksikliği, memelilerde deri hastalıkları, büyümede yavaşlama, böbrek fonksiyon bozukluğu ile üreme sisteminde aksaklıklara sebep olmaktadır [4]. Tıbbi hipotezler, birçok hastalığın ÇDYA eksikliği ile bağlantılı olduğunu göstermiştir [5,6].

Denizde yaşayan mollusklerin yağ asiti analizi [7,8], tatlısu mollusklerinden daha çok çalışılmıştır [9]. Tatlısu salyangozları, deniz ve kara salyangozlarına oranla daha küçük olduklarından, lipit analizlerini yapmak daha güçtür. Bu canlıları kabuklarından ayırıp yeterince vücut dokusu elde etmek, büyük türlere göre daha zordur.

Mollusca içinde yer alan Gastropodların (Salyangozlar ve Sümüklü böcekler) yağ asiti dağılımına sıcaklık, tuzluluk ve besin gibi çevresel faktörlerin etkisi ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Bunların çoğu yağ asiti dağılımına besinin etkisi üzerinedir [9-11]. Çalışmaların bazılarında deniz ve tatlısu salyangozlarının yağ asiti içeriğinin farklı olduğu görülmüştür. Bu farklılığın, değişik çevre koşullarından ve coğrafik dağılımlardan ileri geldiği öne sürülmüştür [12].

Çalışma materyalimizi oluşturan *Theodoxus syriacus* bireyleri kaynak sularında yaşarlar. *Theodoxus* cinsine ait türler Avrupa ve Ortadoğu'da yaygın dağılışı gösterir. Yurdumuzda bu cinse ait yedi tür yaşamaktadır.

Bunlardan *T. syriacus*, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Akdeniz Bölgeleri'nde yaygın dağılışı göstermektedir. Genellikle boyları 4-10 mm civarındadır. Kaynak sularının ilk çıkış bölgelerinde veya kaynağa yakın yerlerde yaşarlar. Temiz ve serin sularında yaşayan bu canlılar sudaki planktonik organizmalar ve taşlar üzerindeki mikroalgler ile beslenir [13].

Bu çalışmada, Mardin'in Sultanköy Köyü kaynak sularından Şubat 2007 tarihinde toplanan *T. syriacus*'un total vücut lipiti, fosfolipit ve nötral lipit fraksiyonları ile canlıların besinini oluşturan alglerin yağ asiti içerikleri analiz edildi. Canlıların yağ asiti kompozisyonuna besinin etkisi araştırıldı.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Örneklerin Alınması

T. syriacus ile bunların besinini oluşturan algler, 2007 yılının Şubat ayı içinde Mardin ilinin Sultanköy köyünün (Rakım: 673 m, Koordinat: N 38° 16.8' / E 39° 46.2') kaynak sularından toplandı. Suyun sıcaklığı 4°C olarak ölçüldü. Salyangozlar bir miktar doğal yaşam alanlarındaki su ile birlikte laboratuara getirildi. Kabuklarından çıkarılan salyangozların vücut dokuları ve besinini oluşturan yosun ve alg karışımı, içinde kloroform-metanol (2:1) bulunan farklı kaplara konulup, analiz edilinceye kadar -80 °C'de derin dondurucuda bekletildi.

T. syriacus'un besininde, çoğunlukla; Bacillariophyta (Diatomlar) şubesine ait, *Cymbella*, *Gyrosigma* *Navicula*, *Melosira*, *Amphora*, *Gomphonema*, *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Cyclotella* cinsleri; Chlorophyta (Yeşil suyosunları) şubesine ait, *Stigeoclonium* cinsi ve Cyanophyta (Mavi suyosunları) şubesine ait, *Oscillatoria* cinsi alglerin olduğu teşhis edildi.

2.2. Lipit Ekstraksiyonu

Yağ asiti analizleri için 3 gram örnek (yaklaşık 15 salyangoz) kullanıldı. Örnekler, kloroform-metanol karışımında (2:1), homojenizatör aleti ile 5 dakika süre boyunca homojenize edildi [14]. ÇDYA'ların otooksidasyonunu önlemek

için ekstraksiyon sistemine, kloroformda % 2 oranında hazırlanan bütülenmiş hidroksitoluen (BHT) maddesinden 50 µl ilave edildi. Çözücü azot altında buharlaştırıldıktan sonra, salyangozların total lipit ekstraktları, silika-gel sürülmüş ince tabaka kromatografi pleytlerine (20x20 cm) tatbik edildi. Total lipitler; petroleteri-dietileter-asetik asit (80:20:1) karışımında yürütüldü. Pleytler, havada kurutulduktan sonra, 2'7' dikloroflorosein püskürtülerek lipit fraksiyonları UV altında görünür hale getirildi. Fosfolipit ve nötral lipitlere ait bantlar kazılarak reaksiyon tüplerine aktarıldı. Her fraksiyona ayrı ayrı asitli metanol katılarak 90 dakika süre ile geri soğutucu altında 85°C de ısıtıldı. Böylece yağ asitlerinin, yağ asiti metil esterlerine dönüşmesi sağlandı. Çözelti soğuduktan sonra metil esterleri hekzan kullanılarak ekstrakte edildi [15].

2.3.Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografi (GC) Koşulları

Metil esterlerine dönüştürülen yağ örneklerinin yağ asitleri, analizleri HP 6890 model Gaz Kromatografi cihazında, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve DB -23 (Bonded % 50 cyanopropyl) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA) kapiler kolon (60m x 0.25mm i.d x 0.250 µm film kalınlığı) kullanılarak yapılmıştır. Dedektör sıcaklığı, 280 °C; enjektör sıcaklığı, 270 °C; enjeksiyon: Split – model 1:20. Gaz akış hızları: taşıyıcı gaz: helyum 2.8 ml / dakika (sabit akış modeli); hidrojen, 30 ml / dakika; kuru hava, 300 ml / dakika; kolon (fırın) sıcaklığı: 130 °C da, bekleme süresi, 1 dakika; 170 °C ye 6.5 °C / dakika; 215 °C ye 2.75 °C / dakika, bekleme süresi, 12 dakika; 230 °C ye 40 °C / dakika, bekleme süresi, 3 dakika; toplam analiz süresi: 38.8 dakika. Örnek, alete 1 mikrolitre enjekte edilmiştir. Yağ asitlerinin teşhisinde, standart olarak yağ asitlerinin metil esterleri karışımı (Sigma Chemical Company; 1891-1, 1896-1, 189-13, D-2659, 189-3 nolu yağ asiti metil karışımları) kullanılmıştır. Yağ asitleri metil esterlerinin kromatogramları ve toplam yağ asitleri miktarları bilgisayarda HP 3365 ChemStation bilgisayar programı ile elde edilmiştir. Analiz edilen örneklerin kromatogramındaki pikler, standarttaki bütün yağ asitlerinin metil

esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak teşhis edilmiştir. Sonuçlar kalitatif değer olarak % yağ asiti olarak kullanıldı. Her analiz 3 defa tekrarlanmış, her tekrarda gaz kromatografisiyle 3 enjeksiyon yapılmıştır. Elde edilen değerlerin ortalama yüzdeleri Tablo 1 de verilmiştir.

2.4. Gaz Kromatografi Kütle Spektromu (GC-MS) Koşulları

Örnekler, GC-MS cihazına (HP 5890-E serileri GC-Sistem, Hewlett-Packard, Palo Alto, CA, USA) sırayla enjekte edildi. Analizlerde Innowax kolon (30m x 0,25mm i.d., 0,25 µm film kalınlık) kullanıldı. Kolon başlangıç sıcaklığı 150 °C, son sıcaklık 230 °C, ramp 2°C/dak., dedektör bloğu sıcaklığı 300 °C ve enjektör bloğu sıcaklığı ise 250 °C olarak ayarlandı. Enjeksiyon splitli olarak (1:50) 1µl uygulandı. Kütle spektrometresi elektron etki iyonizasyonu modunda (70 eV) çalıştırıldı. Yağ asiti metil esterleri Wiley 275 and Nist 98 veri bankalarıyla karşılaştırılarak tanımlandı.

Karasal organizmalarda tek karbonlu yağ asitleri yüzde olarak düşük oranlarda bulunmaktadır. Bu bileşenler ile 20 karbonlu ÇDYA'ların varlığı GC-MS cihazı ile aydınlatıldı. Bilindiği gibi GC-MS analizlerinde kütüphane taraması ve moleküler parçalanma yapılmaktadır.

Tablo 1 deki yağ asiti yüzde oranları için GC analiz sonuçları kullanıldı. Tek karbonlu ve 20 karbonlu ÇDYA'ların varlığını doğrulamak için GC-MS sonuçlarından faydalanıldı. GC-MS analizleri Tübitak Ankara Test ve Analiz Laboratuvarında (ATAL) yapıldı.

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

İstatistiksel analizler SPSS (12.0) programı ile yapıldı. Salyangozun fosfolipit, nötral lipit fraksiyonları ile total lipit ve besin lipitinden elde edilen yağ asiti yüzdelerinin karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandı. Farklılıklar TUKEY HSD testi ile belirlendi. Sonuçlar ortalama ± Standart Hata olarak gösterildi. Anlamlılık derecesi, p<0.05 kabul edildi.

3. BULGULAR

T. syriacus'un total, nötral ve fosfolipit gibi fraksiyonlanmış lipit analizi ile canlının besin olarak tükettiği algerin lipit analizinde; DYA'lerden (doymuş yağ asiti) C10:0 (kaprik), C12:0 (laurik), C14:0 (miristik), C15:0 (pentadekanoik), C16:0 (palmitik), C17:0 (margarik), C18:0 (stearik); TDYA'lerden (tekli doymamış yağ asiti) C16:1 ω 7 (palmitoleik), C18:1 ω 9 (oleik), C20:1 ω 9 (eikosenoik) ve ÇDYA'lerden C18:2 ω 6 (linoleik), C18:3 ω 3 (α -linolenik), C20:2 ω 6 (eikosadienoik), C20:4 ω 6 (arakidonik) ve C20:5 ω 3 (eikosapentaenoik) saptandı (Tablo 1).

Toplam DYA yüzde dağılımı, total lipitte % 41.5, nötral lipitte % 39.3, fosfolipitte ise % 35.0 oranında tespit edildi. DYA'lar arasında C16:0 asit en yüksek orana sahipti. Bu bileşen, nötralde % 28.0, total lipitte % 27.6, fosfolipitte ise % 23.9 oranında bulundu. Kaprik, C12:0 ve C17:0 gibi az miktarda bulunan yağ asitlerine fosfolipit fraksiyonunda rastlanmadı (Tablo 1).

Toplam TDYA yüzde dağılımı, çoktan aza doğru nötral lipit, fosfolipit ve total lipit (% 34.5, % 26.7, % 23.9) şeklinde bulundu. Salyangozun TDYA'ları arasında, yüzde dağılımda en çok C18:1 ω 9 asit tespit edildi. Bu

bileşen, nötral lipitte % 20.4, fosfolipitte % 17.0, total lipitte ise % 10.7 oranında bulundu (Tablo1).

T. syriacus'un toplam ÇDYA oranı en fazla % 38.2 ile fosfolipitte, en az ise % 26.0 ile nötral lipitte saptandı. Fosfolipit fraksiyonunda C18:2 ω 6 (% 11.2), C20:4 ω 6 (% 10.0) ve C20:5 ω 3 (%11.4) gibi asitler ÇDYA'ların % 32.8 ini oluşturdu. Nötral ve total lipit analizlerinde ise bu yağ asitlerinin oranı daha düşük bulundu. Nötral ve total lipit analizlerinde oldukça düşük miktarlarda saptanan C20:2 ω 6 asite, fosfolipit ve besin analizinde rastlanmadı. Araşidonik asit oranı, nötrale göre, fosfolipit fraksiyonunda oldukça yüksekti. Eikosapentaenoik asitin fosfolipit ve total lipitteki oranı birbirine yakın bulundu (Tablo 1).

Besindeki toplam DYA yüzdesi, salyangozun nötral ve total lipitine oranla düşük, toplam TDYA yüzdesi ise yüksek bulundu. Bu durum besindeki C18:1 ω 9 (% 26.1) asitin, yüksek oranından ileri gelmekteydi. Linoleik asit, besin analizinde % 15.6 oranında saptandı. Bu oran besinin toplam ÇDYA'larının yarısından fazlasını oluşturmaktaydı. Ayrıca 20 karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerinden olan C20:4 ω 6 ve C20:5 ω 3 asitler az miktarda da olsa besin analizinde de tespit edildi (Tablo 1).

Tablo 1. *Theodoxus syriacus*'un total, fosfolipit ve nötral lipit fraksiyonlarındaki yağ asitleri ile besinindeki yağ asitlerin yüzde dağılımı

Yağ Asitleri	Fosfolipit (ortalama*±S.H.)**	Nötral Lipit (ortalama*±S.H.)**	Total Lipit (ortalama*±S.H.)**	Besin Lipiti (ortalama*±S.H.)**
C10:0	-	0.68 ± 0.54a	0.65 ± 0.58a	-
C12:0	-	0.76 ± 0.65a	0.37 ± 0.32b	0.34 ± 0.31b
C14:0	2.41 ± 0.21a	4.42 ± 0.38b	4.34 ± 0.41b	2.41 ± 0.21a
C15:0	0.91 ± 0.08a	0.37 ± 0.28b	0.79 ± 0.08c	0.94 ± 0.85a
C16:0	23.98 ± 1.28a	28.06 ± 1.35b	27.68 ± 1.42b	25.47 ± 1.38a
C17:0	-	1.82 ± 0.11a	1.31 ± 0.13a	-
C18:0	7.71 ± 0.69a	3.19 ± 0.28b	6.39 ± 0.71a	4.89 ± 0.42c
ΣDYA	35.01 ± 1.48a	39.30 ± 1.65b	41.53 ± 1.72b	34.05 ± 1.54a
C16:1ω7	2.74 ± 0.21a	10.59 ± 1.01b	7.91 ± 0.65c	7.91 ± 0.74c
C18:1ω9	17.08 ± 1.27a	20.41 ± 1.36b	10.72 ± 1.04c	26.12 ± 1.38d
C20:1ω9	6.91 ± 0.72a	3.57 ± 0.33b	5.34 ± 0.53c	5.49 ± 0.54c
ΣTDYA	26.73 ± 1.34a	34.57 ± 1.54b	23.97 ± 1.35c	39.52 ± 1.64d
C18:2ω6	11.28 ± 1.08a	9.11 ± 0.90b	4.27 ± 0.44c	15.63 ± 1.12d
C18:3ω3	5.39 ± 0.48a	9.84 ± 0.94b	11.97 ± 1.10c	6.58 ± 0.72d
C20:2ω6	-	0.45 ± 0.42a	0.82 ± 0.88b	-
C20:4ω6	10.05 ± 1.01a	1.36 ± 0.12b	7.50 ± 0.71c	1.50 ± 0.14b
C20:5ω3	11.48 ± 1.04a	5.29 ± 0.54b	10.18 ± 1.05a	2.67 ± 0.32c
ΣÇDYA	38.20 ± 1.54a	26.05 ± 1.39b	34.74 ± 1.58c	26.38 ± 1.41b

** Aynı satırda aynı harfle belirtilen değerler birbirinden farklı değildir. P < 0.05

* Her veri 3 tekrarın ortalamasıdır. Her tekrarda gaz kromatografisiyle 3 enjeksiyon yapılmıştır.

DYA: Doymuş Yağ Asitleri, **TDYA:** Tekli Doymamış Yağ Asitleri, **ÇDYA:** Çoklu Doymamış Yağ Asitleri,

4. TARTIŞMAVE SONUÇ

Araştırmamızda, nötral lipit, fosfolipit ve total lipitin yağ asiti içeriğine besinin etkisini incelemek için *T. syriacus* tatlısu salyangozu ile bu canlının besininin çoğunluğunu oluşturan *Cymbella*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Melosira*, *Amphora*, *Gomphonema*, *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Cyclotella*, *Stigeoclonium*, *Oscillatoria* gibi algler kullanıldı.

Salyangoz ve besinini oluşturan algler ile ilgili yapılan lipit analizlerinde; C10:0, C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C16:1ω7, C18:1ω9, C20:1ω9, C18:2ω6, C18:3ω3, C20:2ω6, C20:4ω6 ve C20:5ω3

gibi asitler saptandı. Bu bileşenler hem tatlısu hem de denizde yaşayan birçok gastropod için de geneldir [10-12,16].

T. syriacus'un fosfolipit ve nötral lipit fraksiyonları ile total lipitindeki yağ asitleri kalitatif olarak benzerlik gösterdi. Ancak kantitatif olarak, fraksiyonlar arasında bazı farklılıklar saptandı. Toplam DY A total lipitte, toplam TDYA nötral lipitte ve toplam ÇDYA ise en çok fosfolipit fraksiyonunda saptandı. Analizlerdeki tüm yağ asitleri içinde en yüksek orana sahip olan C16:0 asit, % 28.0 gibi bir oranla en fazla nötral lipit fraksiyonunda saptandı. İkinci önemli bileşen olan C18:1ω9 asitin oranı ise % 10.7 ile % 20.4 arasında değişti. Bir diğer başlıca

bileşen olan C16:1 ω 7 asit salyangozun nötral lipitinde % 10.5, total vücut lipitinde ise % 7.9 oranında saptandı. Bu yağ asiti salyangozun besin analizinde de yüksek oranda (% 7.9) bulundu. Omurgalı ve omurgasız hayvanlarla ilgili çalışmaların çoğunda C16:1 ω 7 asit, genellikle düşük oranda saptanmıştır. Bu bileşen sadece dipterlerde [17], bazı heteropterlerde [18] ve diatomlarda [19] yüksek oranda bulunduğu bildirilmiştir. *T. syriacus*'un bu bileşeni, hem besinini oluşturan diatomlardan hem de C16:0 asitten elde edebileceğini düşünmekteyiz.

T. syriacus'un fosfolipit fraksiyonunda, C18:2 ω 6, C20:4 ω 6 ve C20:5 ω 3 asitler total ve nötral lipit fraksiyonuna oranla istatistiksel olarak önem arz edecek şekilde yüksek bulundu. İki ve daha fazla çift bağ içeren ÇDYA'ların, hücre ve organel zarlarının yapısal bileşenlerinden olan fosfolipitte daha yüksek oranda bulunması gayet doğal bir sonuçtur. Sıcaklık düştükçe canlılar; özellikle sucül canlılar, hücre membran akışkanlığını sabit tutabilmek için hücre membranlarındaki doymamış yağ asiti oranını artırırılar [20]. *Limnaea fragilis* [21], *Coretus carneus*, *Viviparus viviparus*, *Radix auricularia*, *Limnaea stagnalis* [22] gibi tatlısu salyangozlarında da çoklu doymamış yağ asitlerinin, fosfolipit fraksiyonunda biriktiği belirtilmiştir. Özellikle C20:4 ω 6 ve C20:5 ω 3 gibi 20 karbonlu ÇDYA'ların salyangozun fosfolipitinde daha fazla birikmesinin diğer bir nedeni, bu bileşenlerin fizyolojik bakımdan önemli olan eikosanoidlerin öncül maddelerini oluşturmalarıdır. Eikosanoidlerden olan prostaglandinler; tatlısu salyangozlarında yumurta oluşumunu uyarma, midyelerde sodyumun vücut içine alınması, deniz yıldızında oosit olgunlaşması, böceklerde üreme ve nodulasyon, süngerlerde hücre agregasyonu gibi çok önemli fonksiyonlar üstlenmektedir [23].

Salyangozların yağ asiti dağılımına su, sıcaklık, tuzluluk ve besin gibi faktörler etki edebilmektedir [24, 25]. Tatlısu salyangozlarının yağ asiti içeriğine besinin etkisi ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Fried ve arkadaşları (1992a), tavuk yumurtası ve marul ile ayrı ayrı besledikleri tatlısu salyangozu *Biomphalaria glabrata*'nın total vücut lipitlerinin yağ asiti içeriğinin, besinden etkilendiğini ileri sürdüler. Yumurta sarısı ile besledikleri salyangozlarda C16:0, C18:0 ve C18:2 ω 6 asitlerin oranlarını; bu bileşenlerin yumurta sarısındaki yüzde oranları ile önemli derecede benzerlik gösterdiğini bildirdiler. Marul ile besledikleri salyangozlarda da C16:0, C18:2 ω 6, C18:3 ω 3 asitlerin oranlarını; marul yaprağındaki oranlara yakın buldular. Fried ve arkadaşları (1992b) başka bir çalışmalarında da *Helisoma* tatlısu salyangozunun iki irkının total, triasilgliserol ve fosfolipit fraksiyonlarında C18:2 ω 6 asiti başlıca bileşen olarak buldular. Bu durumun salyangozların marul ile beslenmesinden ileri geldiğini belirttiler. Çünkü marul yapraklarında C18:2 ω 6 asitin fazla miktarda bulunmaktaydı. *T. syriacus* ve besini ile ilgili yaptığımız yağ asiti analizlerinde de temel doymuş ve temel tekli doymamış yağ asiti içeriği benzerlik gösterdi. DY A'lar arasında C16:0 asit; TDYA'lar arasında ise C18:1 ω 9 asit; hem analizlenen fraksiyonlarda hem de besinde yüksek oranda bulundu.

Salyangozlar, diğer omurgasız ve omurgalı hayvanlarda olduğu gibi C18:1 ω 9 asite kadar olan yağ asitlerini kendileri sentezlemekte, iki çift bağ içeren C18:2 ω 6 asit ile üç çift bağ içeren C18:3 ω 3 asit gibi temel yağ asitlerini dışarıdan besinle alırlar. Besinle alınan bu temel bileşenlerden de C20:3 ω 6 (eikosatrienoik), C20:4 ω 6 ve C20:5 ω 3 asitleri sentezlerler. Yaptığımız analizlerde salyangoz besinini oluşturan alglerde, C20:4 ω 6 ve C20:5 ω 3 asitleri saptadık. Bu bileşenler, bazı tatlısu mikroalglerinde de düşük oranlarda bulunmuştur [26]. Ancak,

C20:4 ω 6 ve C20:5 ω 3 asitlerin besindeki oranlarının, *T. syriacus*'un lipid fraksiyonlarına; özellikle fosfolipite oranla daha düşük olması, bu 20 karbonlu ÇDYA'ların, salyangozlar tarafından hem besinle alınabileceğini hem de besinden gelen C18:2 ω 6 ile C18:3 ω 3 asitlerden sentezlenip daha çok fosfolipit fraksiyonunda biriktiğini göstermektedir.

Birçok deniz [27, 29], ve bazı tatlısu mollusklerinde [11, 30, 31], bulunan diğer bir ÇDYA çeşidi de NMID (non- methylene interrupted dienoic) yağ asitleridir. Tatlısu mollusklerinde nadir bulunan bu bileşenler, *T. syriacus*'ta tespit edilemedi. Bunun nedeni; türlerin yaşama alanları, sentezleme yeteneği ve besinin farklılığı olarak belirtilebilir. Örneğin, çalışmamızda numunenin toplandığı yer küçük bir kaynak suyu iken, NMID'lerin tespit edildiği molluskler ile ilgili çalışmalarda örnekler ya büyük göllerden ya da denizlerden toplanmıştır.

Kaynaklar

- [1] Ekman, S., "Zoogeography of the Sea", Plenum Pres, London, 417 p., (1953).
- [2] Ackman, R.G., Hooper, S.N., Non-methylene-interrupted fatty acids in lipids of shallow water marine invertebrates: a comparison of two molluscs with the sand
- [10] Fried, B., Rao, S.K., Sherma, J., Fatty acid composition of *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda: Planorbidae) fed hen's egg yolk versus leaf lettuce. *Comp. Biochem. Physiol.* 101A: 351-352, (1992a).
- [11] Dembitsky, V.M., Rezanka, T., Kashin, A.G., Comparative study of the endemic freshwater fauna of Lake Baikal-I. Phospholipids and fatty acid composition of two mollusc species, *Baicalia oviformis* and *Benedictia baicalensis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 106B (4): 819-823, (1993a).
- [12] Go, J.V., Rezanka, T., Srebnik, M., Dembitsky, V.M., Variability of fatty acid component of marine and freshwater gastropod species from the littoral zone shrimp. *Comp. Biochem. Physiol.*, 46B: 153-165, (1973).
- [3] Johns, R.B., Nichols, P.D., Perry G.J., Fatty acid components of nine species of molluscs of the littoral zone from Australian waters. *Comp. Biochem. Physiol.*, 65B: 207-214, (1980).
- [4] Alimova, E.K., Astvatzatur'an, A.T., Zharov, L.B., Lipids and fatty acids in normal and some pathological states. In *Medicine* (Ed. by Levachev M.M.), Meditsina, Moscow. 280 p., (1975).
- [5] Wennmalm, A., Vasodilatory action of arachidonic acid in human following indomethacin treatment. *Prostaglandins*, 13: 809-810 (1977).
- [6] Rudin, D.O., The dominant diseases of modernized societies as omega-3 essential fatty acid deficiency syndrome: substrate beri - beri. *Med Hypotheses* 8: 17-47, (1982).
- [7] Dembitsky, V.M., Alkoxylipids of marine invertebrates. *Z. Evo. Biochem. Physiol.* Leningrad, 21; 70-76, (1985).
- [8] Ackman, R.G., "Fatty acids in Marine Biogenic Lipids, Fats and Oils" (Edited by Ackman, R.G.), 1, CRC press, Boca Raton, Florida, 103-137 p., (1989).
- [9] Dembitsky, V.M., Rezanka, T., Kashin, A.G., Comparative study of the endemic freshwater fauna of lake Baikal-IV. Phospholipids and fatty acid composition of two gastropod molluscs of the genus *Valvata*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 107B: 325-330, (1994).
- of the Red Sea, Mediterranean Sea and Sea of Galilee, *Biochem. Syst. and Ecol.*, 30: 819-835, (2002).
- [13] Schütt, H., Şeşen, R., *Theodoxus* in South-Eastern Anatolia, TURKEY (Gastropoda: Prosobranchia, Neritidae), *Basteria* 53: 39-46 p., (1989).
- [14] Bligh, E.G., Dyer, W.J., A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. of Biochem. and Physiol.*, 37: 911-917, (1959).
- [15] Stanley-Samuelson, D.W., Dadd, R.H., Long chain polyunsaturated fatty acids: Patterns of occurrence in insects. *Biochemistry*, 13: 549-558, (1983).
- [16] Fried, B., Rao, K.S., Sherma, J., Fatty acid composition of two strains of *Helisoma*

- trivolis* (Gastropoda). Biochem. Syts. and
- [17] Thompson, S.N., A review and comparative characterization of the fatty acid compositions of seven insect orders. Comp. Biochem. Physiol., 45B; 467-482, (1973).
- [18] Spike, B.P., Wright, R.J., Danielson, S.D., Stanley-Samuelson, D.W., The fatty acid compositions of phospholipids and triacylglycerols, from two chinch bug species *Blissus leucopterus leucopterus* and *B. iowensis* (Insecta; Hemiptera; Lygaeidae) are similar to the characteristic dipteran pattern, Comp. Biochem. Physiol., 99B: 799-802, (1991).
- [19] Kharlamenko, V.I., Zhukova, N.V., Khotimchenko, S.V., Svetashev, V.I., Kamenev, G.M., Fatty acids as markers of food sources in a shallow water hydrothermal ecosystem (Kraternaya Bight, Yankich Island, Kurile Islands), Mar. Ecol. Prog. Ser., 120: 231-241, (1995).
- [20] Ueda, T., Changes in the fatty acids composition of short neck clam with reference to environmental mud temperature, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 40: 949-957, (1974).
- [21] Dembitsky, V.M., Rezanka, T., Kashin, A.G., Fatty acid and phospholipids composition of freshwater molluscs *Anadonta piscinalis* and *Limnaea fragilis* from the River Volga, Comp. Biochem. Physiol., 105B 3(4): 597-601, (1993b).
- [22] Dembitsky, V.M., Kashin, A.G., Stefanow, K., Comparative investigation of phospholipids and fatty acids of freshwater molluscs from Volga River Basin, Comp. Biochem. Physiol., 102B (1): 193-198, (1992).
- [23] Stanley, D.W., Howard, R.W., The biology of prostaglandins and related eicosanoids in invertebrates: Cellular organismal and ecological actions, Am. Zool. 38: 369-381, (1998).
- Ecol., 20 (6): 553-557, (1992b).
- [24] Logue, J.A., Howell, B.R., Bell, J.G., Cossins, A.R., Dietary n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids deprivation, tissue lipid composition, ex vivo prostaglandin production and stress tolerance in juvenile (*Solea solea* L.), Lipids, 35: 745-755, (2000).
- [25] Nichols, D.S., Olley, J., Garda H., Brenner, R.R., McMeekin, T.A., Effect of temperature and salinity stress on growth and lipid composition of *Shewanella gelidimarina*. Appl. Environmen. Microbial., 66: 2422-2429, (2000).
- [26] Ahlgren, G., Gustafsson, B.I., Boberg, M., Fatty acid content and chemical composition of freshwater microalgae, J. Phycol., 28: 37-50, (1992).
- [27] Zhukova, N.V., The pathway of the biosynthesis of non-methylene-interrupted dienoic fatty acids in molluscs, Comp. Biochem. Physiol., 110B: 801-804, (1991).
- [28] Abad, M., Ruiz, C., Martinez, D., Mosquera, G., Sanchez, J.L., Seasonal variation of lipid classes and fatty acids in flat oyster *Ostrea edulis* from San Cibrían (Galicia, SPAIN), Comp. Biochem. Physiol., 110C (2): 109-118, (1995).
- [29] Pazos, J.A., Sanchez, L.J., Roman, G., Perez-Parelle, M.L., Abad, M., Seasonal changes in lipid classes and fatty acids composition in digestive gland of *Pecten maximus*, Comp. Biochem. Physiol., 134B: 367-380, (2003).
- [30] Pollero, R.J., Irazu, C.E., Brenner, R.R., Effect of sexual stage on lipids and fatty acids of *Diplodon delodontus*, Comp. Biochem. Physiol., 76B: 927-931, (1983).
- [31] Fried, B., Rao, K.S., Sherma, J., Huffmani, J.E., Fatty acid composition of *Goniobasis virginica*, *Physa* sp. and *Viviparus malleatus* (Mollusca: Gastropoda) from lake Musconetcong, New Jersey, Biochem. Syst. and Ecol., 21(8): 809-812, (1993).

Geliş Tarihi: 26/01/2010

Kabul Tarihi: 12/05/2010