



Erciyes University Journal of the Institute of Science and Technology

Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

ISSN 1012-2354

Cilt (Volume): 30, Sayı (Issue): 2, Mart/March-2014

<http://fbe.erciyes.edu.tr/>



Serban Baraj Gölü'nde (Afyonkarahisar) Yaşayan *Squalius cephalus* (L., 1758)'un Kas Dokusundaki Yağ Asidi Kompozisyonun Belirlenmesi

Sait BULUT¹ ve Ramazan MERT²

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, AFYONKARAHİSAR

²Nevşehir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, NEVŞEHİR

ÖZET

Anahtar Kelimeler:
Squalius cephalus, Yağ asidi kompozisyonu, ω3/ω6 oranı, Serban Baraj Gölü, Afyonkarahisar

Bu çalışmada Şubat 2010 tarihinde Serban Baraj Gölü'ndeki 20 kefal (*Squalius cephalus* L., 1758) kas örneğinin yağ asidi bileşimi ω3/ω6 oranı belirlenmiştir. Yağ asidi bileşimi FID dedektör, kapiller kolon (DB-23), supelco (37 mix) standart ve Gaz Kromatografisi (HP Agilent 7890 A) kullanılarak analiz edilmiştir. Palmitik asit (PA, %19,374±0,631) ve stearik asit (SA, %5,760±0,476) en büyük orandaki SFA'lardır. Oleik asit (OA, %16,825±0,710) ve palmitoleik asit (PA, %13,601±0,371) en büyük orandaki MUFA'lardır. Dokosaheksaenoik asit (DHA, %10,449±1,562), araşidonik asit (AA, %7,338±0,558), eikosapentaenoik asit (EPA, %5,954±0,916), linoleik asit (LA, %4,558±0,440) and linolenik asit (LNA, %3,061±0,449) en bol bulunan PUFA'lardır. Toplam SFA, toplam MUFA ve toplam PUFA'nın toplam lipitteki oranları sırasıyla %28,414; %32,524; %38,197 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar yağ asidi gruplarının oranları arasındaki farkın istatistikî olarak önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05). Kas dokularındaki ω3/ω6 oranı 1,285 olduğu bulunmuştur. Serban Baraj Gölü'ndeki *S. cephalus*'un yöre halkı için önemli bir ω3 PUFA (özellikle DHA, EPA ve AA) kaynağı olduğu ve filetolardaki ω3/ω6 oranının önerilen değerler (1-4) arasında bulunduğu gözlenmiştir.

Determination of the Fatty Acid Composition in Muscle Tissue of *Squalius cephalus* (L.1758) Living in Serban Dam Lake (Afyonkarahisar)

ABSTRACT

Key Words:
Squalius cephalus, fatty acid composition, ω3/ω6 ratio, Serban Dam Lake, Afyonkarahisar

In this study, the fatty acid composition and ω3/ω6 fatty acid ratio was determined in muscle samples from 20 chub (*Squalius cephalus* L., 1758) in Serban Dam Lake on February 2010. The fatty acid composition was analyzed by GC (HP Agilent 7890 A) with FID detector, capillary column (DB-23) and supelco (37 mix) standard. Palmitic acid (PA, %19,374±0,631) and stearic acid (SA, %5,760±0,476) were the major SFA. Oleic acid (OA, %16,825±0,710) and palmitoleic acid (PA, %13,601±0,371) were the major MUFA. Docosaheksaenoic acid (DHA, %10,449±1,562), arachidonic acid (AA, %7,338±0,558), eicosapentaenoic acid (EPA, %5,954±0,916), linoleic acid (LA, %4,558±0,440) and linolenic acid (LNA, %3,061±0,449) were the most abundant PUFA. The percentages of total SFA, total MUFA and total PUFA were found %28,414; %32,524; %38,197 of total lipid, respectively. These results have shown that there are significant statistical differences between fatty acid groups (P<0.05). The ω3/ω6 ratio in muscle tissues was found to be 1,285. *S. cephalus* is a significant dietary source of ω3 PUFA (especially DHA, EPA ve AA) for local people and ω3/ω6 ratio observed in the recommended values (1-4) in Serban Dam Lake.

1. Giriş

Balıklar, besleyici özelliklerinin yanında uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ve özellikle de EPA ve DHA yönünden mükemmel doğal kaynaklar olduğu bilinmektedir. Uzun zincirli bu doymamış yağ asitleri insanlar tarafından sentez edilemedikleri için diyet ile dışarıdan almak zorunda olduğumuz moleküllerdir. EPA, insan diyetindeki $\omega 3$ serisinin en önemli esansiyel yağ asididir. Çünkü $\omega 3$ serisi eikosanoidlerinin öncüsüdür. LA ve LNA ana esansiyel yağ asitleridirler. Çoğu deniz bitkileri olmak üzere özellikle planktonlardan tek hücreli algler bu yağ asitlerinin hem doymamışlıkları hem de zincir uzunlukları artırılabilir. Ayrıca EPA, DHA ve AA hücre zarlarının önemli yapısal bileşenlerindedir [1,2,3,4,5,6,7].

İnsanlarda büyümede, gelişmede ve özellikle kronik hastalıklardan korunmasına balıklardaki PUFA'ların olumlu katkısı olduğu uzun zamandan beri bilinen bir gerçektir. Balık ve diğer deniz ürünlerinde yoğun olarak bulunan EPA ve DHA ile ilgili araştırmaların sonuçları koroner arter hastalıkları önlemede son derece yararlı özelliklere sahip olduklarını göstermiştir. Yine tüketilen besinlerin $\omega 3/\omega 6$ yağ asidi oranları yüksek olanlar bu olaya daha fazla katkı sağlamaktadır. Kalp damar hastalıkları başta olmak üzere kanser, akciğer ve karaciğer hastalıkları, alzheimer gibi birçok hastalığa yakalanma riskini azaltmaktadırlar. Bu nedenlerden dolayı insanların balıkların toplam yağ içeriği ve yağ asidi bileşimine olan ilgileri artmıştır [8,9,10,11,12].

Batı tipi diyetlerde SFA içeriği çok yüksek olan ve tohumlarda bol bulunan linoleik asit gibi $\omega 6$ PUFA'lar aşırı tüketildiği için günlük diyetteki $\omega 3$ PUFA'ların oranı azalmaktadır. Bu nedenle batı diyetindeki yüksek içerikli SFA ve PUFA $\omega 6$ 'yı dengelemek için yüksek miktarda PUFA $\omega 3$ içeren diyetler alınmalı böylece bir taraftan SFA seviyesi düşürülürken diğer taraftan $\omega 3/\omega 6$ oranı yükseltilmelidir [13]. Balıklardaki lipid düzeyleri ve yağ asidi bileşimleri tür, cinsiyet, yaş, mevsim, üreme periyodu, besin durumu, çeşitli kirleticiler, coğrafik farklılık, su sıcaklığı ve balıkların doğal veya kültür olmalarına göre değişebilmektedir. Bu değişkenler türler arasındaki hatta aynı tür balıklar arasındaki yağ asidi kompozisyonu farklılıklarını açıklayabilir. Ayrıca, tatlı su balıklarının tuzlu su balıklarından daha az oranda $\omega 3$ PUFA içerdikleri bulunmuştur [14,15,16,17,18].

Lezzetli eti nedeniyle bölge halkı tarafından sevilerek tüketilen ve ekonomik değeri olan *S. cephalus*'un yağ asidi bileşenleri ile ilgili herhangi bir çalışmaya Serban Baraj Gölü'nde rastlanmamıştır. Bu nedenle yaptığımız bu çalışmada, baraj gölünden yakalanan *S. cephalus*'un kas dokusundaki toplam yağ asidi kompozisyonu ve $\omega 3/\omega 6$ yağ asidi oranının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Gereç ve Yöntem

Afyonkarahisar ili Sinanpaşa İlçesi sınırları içerisinde yer alan Serban (Savran) Baraj Gölü, 38°38'43" Kuzey Paraleli ile 30° 22' 37" Doğu Meridyeni koordinatlarındadır. Serban Çayı üzerine taşkınları önleme ve sulama amaçlı kurulmuş olan baraj gölü, Afyonkarahisar-Antalya karayoluna 3 km. mesafede olup, Kocatepe Tarihi Milli Parkı içerisinde yer almaktadır. Yapımı 1995 yılında tamamlanan baraj gölü, 30 m yüksekliğinde toprak dolgu tipi gövdeye sahiptir. Normal su kotu 1285 m olan baraj gölünün depolama hacmi 3.35 hm³, aktif hacmi ise 3.14 hm³ tür [19].

Tatlı su kefalı bütün Avrupa, Karadeniz, Hazar Denizi ve Azak Denizi Havzaları, Kafkasya ve Anadolu'da geniş bir yayılım alanına sahip bir cyprinid türüdür [20]. Genellikle suların yüzeyine yakın zonlarında büyük gruplar halinde yaşayan bir akarsu balığıdır. Omnivor karakterli olan bu balıklar genellikle her çeşit sucul böcekleri, kurtları, molluskları, balık yumurtalarını, küçük balıkları, çeşitli su bitkilerini ve tohumlarını yiyerek beslenirler [21].

2.1. Materyal temini

Çalışmada kullanılan 20 adet tatlı su kefalı örnekleri, Şubat 2010 tarihinde Serban Baraj Gölü'nden 20x20 ile 50x50 mm arasında değişen göz aralığına sahip fanyalı ağlarla yakalandı. Balık örneklerinin boy (0,1 cm) ve ağırlık (0,1g) ölçümleri yapıldı, yaş tayini için pul örnekleri alındı. Gonadların makroskopik incelenmesiyle cinsiyet tayinleri yapıldıktan sonra operkulum ile dorsal yüzgeç arasındaki bölgeden alınan kaslar analiz edilinceye kadar -25 °C'de saklandı.

2.2. Yağ asidi analizi

Örnekler Folch ve ark. (1957)'na göre ekstrakte edildi ve hassas terazide sabit tartımda tartılarak toplam lipid miktarı belirlendi [22]. Daha sonra 25 mg alınarak BF₃-metanol kompleks ile esterleştirildi [23]. Yağ asidi metil esterleri (FAME) Agilent 7890 N model gaz kromatografisinde (GC), FID dedektör ve DB-23 kapiler kolon (60 m, 0,25 mm i.d. ve 0,25 mm) kullanılarak analiz edildi. Enjektör 250 °C, dedektör 260 °C ve kolon sıcaklık programı 180 °C'de başlatılarak en son sıcaklık 230 °C'ye kadar çıkartıldı ve bu sıcaklıkta 5 dk bekletildi. Taşıyıcı gaz olarak helyum (2 ml/dk) ve split oranı 30:1 kullanıldı. Yağ asitleri Supelco (37 mix) standartlardan elde edilen piklerin alıkonma zamanlarına (retention times) göre numune pikleri kıyaslanarak belirlenmiştir. Her numunenin GC analizi üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

Elde edilen sonuçların ortalama ve standart sapmaları ile toplam doymuş ve doymamış yağ asitleri Excel bilgisayar paket programında yapılmıştır.

3. Bulgular

S. cephalus'un toplam yağ miktarı, yağ asidi kompozisyonu ve $\omega 3/\omega 6$ oranı Tablo 1'de verilmiştir. *S. cephalus*'un kas dokusunda 32 farklı yağ asidi tespit edilmiş ve toplam lipid miktarı %6,278±0,933 olarak belirlenmiştir. Yağ asitleri içerisinde en yüksek oranda bulunanlar sırasıyla palmitik asit (C16:0), oleik asit (C18:1), palmitoleik asit (C16:1), DHA (C22:6 $\omega 3$), AA (C20:4 $\omega 6$), EPA (C20:5 $\omega 3$), stearik asit (C18:0), and linoleik asit (C18:2 $\omega 6$) olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Toplam yağ asidi sonuçlarına baktığımızda en yüksekten en düşüğe doğru PUFA (%38,197), MUFA (%32,524) ve SFA (%28,414) şeklinde bulunmuştur. Bu çalışmada, toplam SFA %28,414 bulunurken yağ asitleri arasında en yüksek orana palmitik asit (% 19,374±0,631) ve stearik asit (%5,760±0,476) sahiptir. En düşük orana kaproik asitte (C6:0) (%0,117±0,044) rastlanmıştır (Tablo 1). En düşük orana sahip olanlar ise cis-11 eikosenoik asit (C20:1 $\omega 9$) (%0,192±0,021) ve miristoleik asit (C14:1) (%0,199±0,034) olarak tespit edilmiştir. *S. cephalus*'un kas dokusundaki lipidlerin önemli bir kısmını PUFA'lar oluşturmaktadır.

Toplam PUFA oranı %38,197 iken DHA (C22:6 ω3), AA (C20:4 ω6), EPA (C20:5 ω3) ve LA (C18:2 ω6) yüksek oranlarda belirlenmiş ve sırasıyla %10,449±1,562, %7,338±0,558, % 5,954±0,916 ve %4,558±0,440 olarak tespit edilmiştir.

Yaptığımız bu çalışmaya göre, kefalın kas lipitlerindeki toplam yağ asitlerinin en yüksek oranına palmitik asit (%19,374±0,631) sahiptir. DHA ve EPA oranları sırasıyla %10,449± 1,562 ve %5,954±0,916 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere bakıldığında kefal ω3 yağ asitlerinden DHA ve EPA'nın önemli bir kaynağı olduğu anlaşılmaktadır. DHA oranının yüksek olması besin yolu ile alınan yağ asitlerinin kefal tarafından DHA'ya dönüştürülmüş olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir.

Yağ asitleri	Ortalama sapma
C 6:0	0,117 ± 0,044
C 8:0	0,130 ± 0,026
C 10:0	0,146 ± 0,068
C 11:0	0,154 ± 0,035
C 12:0	0,119 ± 0,052
C 13:0	0,139 ± 0,075
C 14:0	0,492 ± 0,041
C 15:0	0,339 ± 0,081
C 16:0	19,374 ± 0,6
C 17:0	0,414 ± 0,058
C 18:0	5,760 ± 0,476
C 21:0	0,827 ± 0,080
C 22:0	0,232 ± 0,035
C 24:0	0,172 ± 0,032
Σ SFA	28,414
C 14:1 ω-5	0,199 ± 0,034
C 15:1 ω-5	0,682 ± 0,095
C 16:1 ω-7	13,601 ± 0,371
C 17:1 ω-8	0,375 ± 0,066
C 18:1 ω-9	16,825 ± 0,710
C 20:1 ω-9	0,192 ± 0,021
C 22:1 ω-9	0,388 ± 0,064
C 24:1 ω-9	0,263 ± 0,050
Σ MUFA	32,524
C 18:2 ω-6	4,558 ± 0,440
C 18:3 ω-6	2,574 ± 0,357
C 18:3 ω-3	3,061 ± 0,449
C 20:2 ω-6	0,106 ± 0,022
C 20:3 ω-6	0,581 ± 0,068
C 20:4 ω-6	7,338 ± 0,558
C 20:5 ω-3	5,954 ± 0,916
C 22:2 ω-6	1,559 ± 0,223
C 22:5 ω-3	2,016 ± 0,608
C 22:6 ω-3	10,449 ± 1,562
Σ PUFA	38,197
SFA/MUFA	0,874
SFA/PUFA	0,744
MUFA/PUFA	0,852
ω3	21,480
ω6	16,716
ω3/ω6	1,285
Toplam Lipit	6,278 ±0,933

PUFA'lardaki ω3/ω6 oranı balık yağları için önemli bir kriterdir. Bu değer yüksek olması insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Çalışmamızda ω3/ω6 oranı 1,285 olarak belirlenmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Balıkların kasları insanlar tarafından sevilerek tüketilen en önemli vücut bölümüdür [24]. Daha sağlıklı olabilmek için gıda olarak balık önerildiğinde yağ asidi bileşimi dikkate alınmalıdır [25]. Balık kaslarındaki lipid içeriği türe, yaş, mevsimsellik, coğrafi lokalite, cinsel olgunluk, vücut bölgesi, kas tipi ve diyetle bağlı olarak değişebilir [26]. Serban Baraj Gölü'ndeki *S. cephalus*'un yağ asidi oranları %0,106 (C20:2 ω6) ile %19,37 (C18:0) arasında değişim göstermiştir (Tablo 1).

S. cephalus'un toplam lipid miktarı % yaş ağırlık olarak %6,278±0,93 bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalarda, Keban Baraj Gölü'nde *S. cephalus*'un yağ oranını %13,97±1,89-%14,31±1,84 arasında [27]; Porsuk Baraj Gölü'ndeki kefalde 3,5±0,36 [28]; Beyşehir Gölü'ndeki Sazan'da kış mevsiminde yaş ağırlığının %4,45'i [29]; İndus nehrinde (Pakistan) üç farklı tatlı su türünün iki farklı lokasyondan aldıkları numunelerde yağ miktarını kuru maddenin yüzdesi olarak %9,94-%18,83 arasında [7]; aynı şartlarda kültürü yapılan üç farklı cyprinid türünde %2,82±0,01-%3,11±0,02 arasında bulmuşlardır. Balıklarda total lipid içeriği ve yağ asitlerinin oranlarının büyük ölçüde tüketilen diyetle bağlı olduğunu ifade etmişlerdir [30].

Sonuçlara bakıldığında, toplam yağ asitlerinin oranları en düşükten en yükseğe sırasıyla SFA (%28,414), MUFA (%32,524) ve PUFA (%38,197) olarak belirlenmiştir. Dönmez (2009) Porsuk Baraj Gölü'nde yaptığı çalışmada bulduğu sonuçlar, MUFA(%32,91) bakımından bizim çalışmamızla paralellik göstermesine rağmen, PUFA(%30,9) bakımından düşük, SFA (%36,19) bakımından yüksektirler [28]. Bu farklılığın nedeni mevsimler ve üreme periyodu olabilir [29].

Tatlı su kefalinin kas dokusundaki SFA içerisinde en yüksek orana palmitik asit sahiptir (%19,374±0,631). Palmitik asit kemikli balıklarda hem kaslarda hem de diğer dokularda dominant ve % 60 civarında bir paya sahip olduğu bilinmektedir [31]. Balıkların metabolizmasında önemli bir yere sahip olan palmitik asit, alınan besinlerden etkilenmemektedir [32]. Benzer sonuçlar diğer tatlı su balıkları için de belirlenmiştir. Doymuş yağ asitlerinden stearik asit, palmitik asidin ardından önemli oranda yüksek bulunmuştur (%5,760±0,476) [33,34,35,36,37,38,39].

Tatlı su kefalinin kas dokusunda en yüksek MUFA oranına oleik asit (%16,825±0,710) ve palmitoleik asit (%13,601±0,371) sahiptir. Dönmez (2009)'in sonuçlarına baktığımızda benzer şekilde oleik asit (%23,29) ve palmitoleik asit (%9,05) en yüksek oranda bulunan MUFA yağ asitleri olmuştur. Oleik asit miktarı bizim bulgularımızdan yüksek, palmitoleik asit düşüktür. Oleik asit ve palmitoleik asidin yüksek oranda bulunması tatlı su balıkları için karakteristiktir [40,41].

S. cephalus kas dokusundaki PUFA'lar %38,197 oran ile yağ asitleri arasında en büyük grubu oluşturmaktadır. Kefalin bu PUFA oranı Beyşehir Gölü'ndeki sazanların ilkbahardaki seviyesine (%37,8) [29] ve Suğla Gölü'ndeki kadifelerin (%37,59) sonucuyla benzerdir [43].

Porsuk Baraj Gölü'ndeki sonuçlardan (%30,9) yüksektir [28]. Beyşehir Gölü'nden ilkbaharda yakalanan karnivor olarak beslenen levreklerdeki (%54,2) (Güler ve ark 2007) ve Suğla Gölü'nden örneklenen levreklerdeki orandan (%50,64) daha düşüktür [43]. Genellikle karnivor beslenen balıklarda PUFA oranı yüksektir.

Çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) en fazla oranda bulunanlar sırasıyla dokosaheksaenoik asit (DHA, %10,449±1,562), araşidonik asit (AA, %7,338±0,558), eikosapentaenoik asit (EPA, %5,954±0,916), linoleik asit (LA, %4,558±0,440) ve linolenik asit (LNA, %3,061±0,449) olarak belirlenmiştir. Tatlı su balıkları için toplam yağ asidi içinde EPA'nı oranının %1,4-16,3 arasında, DHA oranının %0,3-30 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Henderson ve Trocher 1987). AA ve EPA eikosanoitlerin üretimi için temel bileşenlerdir [43]. Sadece deniz ürünlerinde bulunan EPA ve DHA, koroner hastalıkların önlenmesinde son derece etkilidirler [8]. Bu yüzden balık, sağlıklı diyetin en önemli bileşeni olarak kabul edilir [15]. Tüm balıklar EPA ve DHA içerir fakat miktarları balığın doğal veya kültür olmasına, besin ve habitatına, türün içinde bulunduğu çevre şartlarına bağlı olarak farklılık gösterebilir [44].

Balık yağındaki $\omega 3/\omega 6$ oranının balık türlerinin yağlarının besin değerinin kıyaslanmasında yararlı bir kriter olduğu düşünülür [45]. PUFA'lardaki $\omega 3/\omega 6$ oranı balık yağları için önemli bir kriterdir. Bu değer yüksek olması insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. $\omega 3/\omega 6$ oranı tatlı su balıklarında genellikle 1-4 ve deniz balıklarında 5-14 arasında değiştiği rapor edilmiştir [46]. Örneklediğimiz kefallerin $\omega 3/\omega 6$ oranı 1,285 olarak hesaplanmıştır. Bu sonucun tatlı su balıklarının karakteristiğini yansıttığı söylenebilir. Kadifenin $\omega 3/\omega 6$ oranı Dönmez (2009)'in *S. Cephalus* (2,73)'ta bildirdiği sonuçtan düşük [28], Çakmak ve ark. (2012) bildirdiği *Tinca tinca* (1,64) ve *V. vimba tenalla* (1,61) düşük, *Capoeta capoeta* (1,03) dan yüksektir [43].

Bu çalışma Serban Baraj Gölü'nde yaşayan *S. cephalus*'un kas dokusundaki yağ asidi kompozisyonu üzerine ilk çalışmadır. Bu çalışmadan elde ettiğimiz verilere göre EPA, DHA, AA ve $\omega 3/\omega 6$ oranı seviyeleri açısından baktığımızda insan diyeti için tavsiye edilen kriterlere sahip olduğu görülmüştür. İncelenen farklı türler arasında tüketicilerin bilinçli seçim yapması, aynı ortamdaki diğer balık türlerinin yağ asidi bileşenleri ve elde edilen sonuçların ekolojik önemini daha iyi vurgulayabilmemiz için su sıcaklığına bağlı olarak mevsimsel yağ asidi değişiminin tespiti gerekli olduğu düşünülmektedir. Serban Baraj Gölü'nde yaşayan *S. cephalus*'un dengeli ve sağlıklı beslenmede PUFA ve özellikle DHA, EPA ve AA yönünden önemli bir besin kaynağı olduğu söylenebilir.

Bu çalışma AKÜ BAP Koordinasyon Birimi tarafından 12.HIZ.DES.29 numaralı hızlı destek BAP projesi olarak desteklenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmada numunelerin temininde yardımcı olan Prof. Dr. M. Oğuz ÖZTÜRK'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Innis, S.M., Essential fatty acids in growth and development, *Progress in Lipid Research*, 30, 39–103, 1991.
- [2] Simopoulos, A. P., Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development, *American Journal of Clinical Nutrition*, 54,438–463, 1991.
- [3] Bezar, J., Blond, J.P., Bernard, A., Clouet, P., The metabolism and availability of essential fatty acids in animal and human tissues, *Reproduction Nutrition Development*, 34, 539–568, 1994.
- [5] Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M., Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition, *Food Chemistry*, 79(2), 145–150, 2002.
- [6] Guil-Guerrero, J.L., Venegas, E.V., Cervera, M.A.R., Suarez, M.D., Fatty acid profiles of livers from selected marine fish species, *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, 217–222, 2011.
- [7] Jabeen, F., Chaudhry, A.S., Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species, *Food Chemistry*, 125, 991–996, 2011.
- [8] Leaf, A., Weber, P.C., Cardiovascular effects of n-3 fatty acids, *New England J Med Food*, 318, 549-557, 1988.
- [9] Kinsella, J.E., Lokesh, B., Stone, R.A., Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: Possible mechanism, *American Journal of Clinical Nutrition*, 52, 1–28, 1990.
- [10] Stone, M.D., Fish Consumption, Fish Oil, Lipids, and Coronary Heart Disease, *Circulation*, 94, 2337-2340, 1996.
- [11] Lovegrove, J.A., Brooks, C.N., Murphy, M.C., Gould, B.J., Williams, C.M., Use of manufactured foods enriched with fish oils as means of increasing long-chain n-3 polyunsaturated fatty acid intake. *British Journal Nutrition* 67, 223–236, 1997.
- [12] Lemaitre, R.N., King, I.B., Mozaffarian, D., Kuller, L.H., Tracy, R.P., Siscovick, D.S. n3 polyunsaturated fatty acids, fatal ischemic heart disease, and nonfatal myocardial infarction in older adults: The Cardiovascular Health Study, *American Journal of Clinical Nutrition*, 77(2), 319–325, 2003.
- [13] Ahlgren, G., Blomqvist, P., Boberg, M., Gustafsson, I.B. Fatty acid content of the dorsal muscle an indicator of fat quality in freshwater fish, *Journal of Fish Biology*, 45, 131–157, 1994.
- [14] Henderson, R.J., Tocher, D.R., The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog Lipid Res* 26: 281-347, 1987.
- [15] Rahman, S.A., Huah, T.S., Hassan, O., et al. Fatty-acid composition of some Malaysian fresh-water fish, *Food chem*, 54, 45-49, 1995.
- [17] Luzia, L. A., Sampaio, G. R., Castellucci, C. M. N., Torres, E. A. F. S. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish, *Food Chemistry*, 83(1), 93–97, 2003.

