

**PALAMUT (*Sarda sarda*) BALIKLARININ KIRMIZI ve BEYAZ KASLARINDAKİ BAZI BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Abdullah Öksüz\*, Akif Özeren, Ahmet Atlar

Mustafa Kemal Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İskenderun- Hatay

**Özet:**

Palamut balıklarında kırmızı ve beyaz kasların besin bileşenleri, mineral içeriği ve toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) içerikleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada palamut balıklarının kırmızı ve beyaz kaslarındaki nem, yağ içeriğinin istatistiksel yönden farklı olduğu ( $P<0.05$ ), protein ve kül içeriğinin ise farklılık göstermediği ( $P>0.05$ ) ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra aynı tazelik derecesine sahip balıklardan alınan örneklerde kırmızı kasların (37.5 mg N/100g), beyaz kaslara göre (22.4 mg N/100g) daha fazla toplam uçucu baz içerdiği bulunmuştur. Palamut balıklarında Cu, Mn, Pb, P ve Zn elementleri kas tipine göre farklılık ( $P>0.05$ ) göstermez iken, K, Fe, Mg, Na, ve Ca elementlerinin miktarı kırmızı ve beyaz kaslarda istatistiksel olarak farklılık göstermişlerdir ( $P<0.05$ ). Demir ve kalsiyum elementleri kırmızı kaslarda daha yüksek bulunurken, sodyum, magnezyum ve potasyum elementleri beyaz kaslarda daha yüksek miktarda bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Palamut, element, beyaz kas, kırmızı kas, TVB-N

**Abstract:****Comparison of Some Biochemical Parameters in Dark and Light Muscle of Bonito (*Sarda sarda*)**

Proximate compositions, TVB-N and mineral compositions of dark and light muscle of bonito were investigated. Results showed that moisture and lipid contents of light and dark muscle were significantly different in both muscles. Dark muscle of bonito contains high amount of lipid whereas light muscle contains elevated level of moisture. However, protein and ash contents of both muscles did not show any differences. Although the fish were at the same freshness level, the amount of TVB-N was much higher in dark muscle (37.5 mg N/100g) than light muscle (22.4 mg N/100g). Although no significant differences ( $P>0.05$ ) were found in the levels of Cu, Mn, Pb, P and Zn level, remaining K, Fe, Na, Ca and Mg levels showed significantly different ( $P<0.05$ ) in both muscle types. While iron and calcium were high in dark muscle, sodium, potassium and magnesium were high level in light muscle.

**Keywords:** Bonito, elements, light and dark muscle, TVB-N

\* Correspondence to:

Dr. Abdullah ÖKSÜZ, Mustafa Kemal Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İskenderun-Hatay/TÜRKİYE

Tel: (+90 326) 614 16 93 Faks: (+90 326) 614 18 77

E-mail: [aoksuz@mku.edu.tr](mailto:aoksuz@mku.edu.tr)

## Giriş

Balıkların beslenme ve yaşadıkları ortama göre kasın renginde ve kas tipinde değişiklikler görülür. Kemikli balıklarda beyaz ve kırmızı kas olmak üzere iki tip kas bulunur. Balıkların büyük çoğunluğu beyaz kaslı olmasına rağmen, türlere bağlı olarak, balıklarda belirli miktarda kırmızı-kahverengimsi kaslar bulunur. Bu tür kaslar genel olarak kırmızı veya koyu renkli kaslar olarak ta adlandırılır. Kırmızı kaslar derinin hemen altında yanal çizgi boyunca uzanır ve bu çizginin çevresinde yer alır. Beyaz etli balıklarda kırmızı kaslar yüzeysel olup ince bir hat şeklindedir (Ikem and Egiebor, 2005). Uskumru, palamut ve orkinoz gibi pelajik balıklarda kırmızı kasların oranı yüksektir ve yüzeysel olmayıp daha derindir.

Kırmızı kasların balıklardaki miktarı, balığın faaliyetine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Örneğin pelajik balıklardan uskumru ve ringa gibi balıklar sürekli olarak hareket halindedirler ve yaklaşık olarak vücutlarının %48' ine yakını kırmızı kaslar oluşturur. Tabandan beslenen ve zaman zaman yer değiştiren balık türlerinde ise kırmızı kas miktarı çok azdır. Kırmızı ve beyaz kas tipinin kimyasal bileşenleri bakımından çok önemli farklılıkları vardır. Bunlardan en bariz olanları kırmızı kaslardaki myoglobin ve yağ miktarının yüksek olmasıdır. Kırmızı kaslarda yağ oranının fazla olması, teknik olarak bu tür balıkların yağlarının acılaşıp daha çabuk bozunabileceğini ortaya koymaktadır (Ando ve ark., 1985). Yağ sanayi açısından bakılacak olursa bu kaslardan daha fazla ürün eldesi demektir. Kırmızı ve beyaz kaslarda bulunan yağların yağ asidi profilinin farklı olduğu, beyaz kasların daha fazla EPA (20:5 n3) ve DHA (22:6 n3) içerdiği bildirilmiştir (Dulavik et.al., 1998).

Kırmızı ve beyaz kaslar fonksiyon olarak farklı görevlere sahiptir. Kırmızı kaslar daha çok rutin, yavaş yüzme hareketlerinde kullanılırken, beyaz kaslar ise ani hareket gerektiren kısa mesafeli yüzme işlemlerinde kullanılır. Ton balığı, orkinoz gibi aktif olarak hareket eden balıklar, tabanda yaşayan morina gibi balıklara göre daha fazla kırmızı kas içerirler (Kobayashi ve ark., 2006).

Lezzet açısından bakılacak olursa, kırmızı kaslar daha kuvvetli bir aromaya sahiptirler. Kırmızı kaslarda hipoksantin miktarı beyaz kaslara nazaran daha fazla olduğu için hafif ekşimsi bir tada sahiptirler. Kırmızı kaslarda enzim faaliyetleri ve biyokimyasal reaksiyonlar daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu nedenle kırmızı kaslar beyaz kaslara göre daha çabuk bozunmaya meyillidirler

(Orban ve ark., 2007). Bu çalışmada palamut balıklarının kırmızı ve beyaz kaslarının, protein, yağ, nem, kül, toplam uçucu bazik nitrojen miktarı, mikro ve makro elementler bakımından karşılaştırılması yapılmıştır.

## Materyal ve Metod

Palamut balıkları Antakya balık halinden taze olarak temin edilmiştir. Ortalama  $32.6 \pm 1.0$  cm boyda ve  $813.3 \pm 18.2$  g ağırlıkta palamut balıklarının iç organları temizlendikten sonra fileto edildi. Derisi çıkartılan filetolardan kırmızı ve beyaz kaslar ayrı ayrı homojen hale getirildi. Protein, nem, yağ ve kül için 3'lü tekerrürler halinde numuneler alındı ve sonuçlar ortalama değer olarak ifade edilmiştir.

Protein tayini, Kjeldahl yöntemine göre, Gerhart model yakma ve distilasyon ünitesinde azot tayini yapılmıştır. Borik asit (%4) içinde toplanan 20 ml destilat 0.1 N HCl ile titre edilmiştir. Hesaplanan azot miktarı 6.25 faktörü ile çarpılarak sonuçlar % protein olarak ifade edilmiştir. Ham yağ miktarı Modifiye edilmiş Bligh & Dyer (Hanson ve Olley, 1963) yöntemine göre yapılmıştır. Nem tayini darası önceden alınmış kaplara yaklaşık 5 gram numune tartılmış üzerine 5 ml etanol eklendikten sonra balıketi ile iyice homojenize edilerek kabın tabanına yayılmıştır. Daha sonra 105°C ye ayarlanmış etüvde 8 saat bırakılarak kurutulmuştur. Desikatörde soğutulan numunelerin kuru madde miktarı belirlenmiş ve dolaylı olarak kuru madde miktarından gidilerek nem oranı da hesaplanmıştır. Kül miktarı darası alınmış porselen krozelere yerleştirilen ve ağırlığı belli olan numuneler 550°C de kül fırınında 8 saat süre ile yakılmıştır. Elde edilen kül miktarı yüzde olarak ifade edilmiştir.

Element tayininde ise numuneler kuru yakma yöntemine göre yapılmıştır. Yaklaşık 4 gram numune daha önceden asit banyosuna tabi tutulmuş (%5 HNO<sub>3</sub>) ve ultra saf su ile durulanıp kurutulan porselen krozelere tartılmıştır. Numuneler 550°C de kül fırınında 8 saat süre ile yakılmış ve grimsi kül elde edilmiştir (method 938.08,

AOAC 1990). Küller üzerine 5 ml %65'lik HNO<sub>3</sub> ilave edilerek kaynatılmıştır. Berrak sıvı elde edilinceye kadar kaynatma ve üzerine asit ilavesi devam edilmiştir. Berrak sıvı elde edildikten sonra numuneler soğutulmuş ve elde edilen çözelti kül içermeyen mavi bant filtre kağıdından süzülerek son hacim ultra saf su ile 25 ml ye tamamlanmıştır (Vaidya ve Rantala,1996). Elementlerin miktarının belirlenmesinde High Purity Multi Standard (Charleston, SC 29423) kullanılmıştır. Numunelerin okunması Varian ICP-AES Liberty Series II model cihaz ile yapılmıştır. Fosfor içeriğinin belirlenmesinde ise 1000 ppm konsantrasyonunda KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (Merck) stok çözelti hazırlanmış olup çözelti, 100 ml çözeltiye 100 mikrolitre %65'lik HNO<sub>3</sub> eklenecek şekilde asitlendirilmiştir. Stok çözeltiden farklı konsantrasyonda standartlar hazırlanarak ICP cihazı kalibre edilmiştir.

İstatistik analizler SPSS 11.5 for Windows paket programında tek yönlü Anova ile değerlendirilmiştir (Efe ve ark., 2000).

### Bulgular ve Tartışma

Palamut balığında bulunan kırmızı ve beyaz kaslardaki nem, kül, yağ ve protein miktarları Tablo 1 de verilmiştir. Balıkların kimyasal bileşenleri içerisinde en fazla değişkenlik gösteren nem ve yağ oranıdır. Mevsimlere bağlı olarak yağ oranındaki artış, nem miktarında azalmaya, yağ miktarındaki azalma ise nem oranında artışa neden olmaktadır (Kiessling ve ark., 1991). Ama aynı balıkta bulunan kırmızı kasların beyaz kaslara göre daha fazla yağ içermesi, oransal olarak kırmızı kasların nem oranının da beyaz kaslara göre daha az olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmada beyaz kaslarda nem oranı %73 bulunurken kırmızı kaslarda ise ortalama nem oranı %70.8 olarak belirlenmiştir. Yağ oranı ise kırmızı kaslarda %3.3 bulunurken, beyaz kaslarda ise %1.44 olarak tespit edilmiştir. Kırmızı ve beyaz kaslardaki nem ve yağ oranının istatistiksel açıdan önemli bir fark (P<0.05) olduğu bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada Sockeye salmonlarının kırmızı ve beyaz kaslarının yağ içeriklerinin farklı olduğu, kırmızı kasların beyaz kaslara göre 8 kat daha fazla yağ içerdiği bildirilmiştir (Porter ve ark., 1992). Yapılan bir diğer çalışmada Atlantik uskumrularının kırmızı kasları beyaz kaslara göre 3 kat daha fazla yağ içerdiği bildirilmiştir (Öksüz, 2000).

**Tablo 1.** Kırmızı ve beyaz kasların besin bileşenleri

**Table 1.** Proximate composition of dark and light muscle

Besin Bileşeni	Kas Tipi	
	Kırmızı Kas (%)	Beyaz Kas (%)
Nem	70.8 ±0.82 <sup>a</sup>	73.1 ±0.33 <sup>b</sup>
Kül	1.4 ±0.14 <sup>a</sup>	1.3 ±0.09 <sup>a</sup>
Yağ	3.3 ±0.18 <sup>a</sup>	1.4 ±0.1 <sup>b</sup>
Protein	24.1 ±0.99 <sup>a</sup>	25.8 ±1.07 <sup>a</sup>

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir (P<0.05) n=3

**Tablo 2.** Kırmızı ve beyaz kasların Toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) içeriğinin karşılaştırılması

**Table 2.** Comparison of Total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in dark and light muscle

	Kas Tipi	
	Kırmızı Kas (mgN/100g)	Beyaz Kas (mgN/100g)
TVB-N	37.5 ±1.44 <sup>a</sup>	22.2 ±0.53 <sup>b</sup>

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir (P<0.05) n=3

Beyaz kaslarda protein oranı %25.8 iken, kırmızı kaslarda ise %24.1 olarak belirlenmiştir. Beyaz kaslarda protein oranı kırmızı kaslara oranla daha yüksek çıkmasına rağmen bu farklılık istatistiksel yönden önemsiz (P>0.05) bulunmuştur. Kırmızı kasların kül içeriği, beyaz kaslara göre fazla olduğu ve bu farklılığın da istatistiksel olarak önemli olduğu (P<0.05) bulunmuştur.

Balıklarda tazelik muayenesinde yaygın olarak kullanılan toplam uçucu bazların (TVB-N) miktarının kırmızı ve beyaz kaslardaki değişimi araştırıldı. Aynı tazelik derecesine sahip olan ve aynı balık türünden alınan numunelerde kırmızı kasların, beyaz kaslara göre daha fazla toplam uçucu baz içerdiği bulunmuştur (Tablo 2). Kırmızı kaslarda uçucu baz miktarı 37.5 mgN/100g bulunurken, beyaz kaslarda ise 22.2 mgN/100g olarak bulunmuştur (Tablo 2.). Kırmızı ve beyaz kaslardaki TVB-N miktarının farklı oluşu, TVB-N tayini yaparken numune alınımında kas tipinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Balıkların TVB-N içeriğine göre tazelik derecesinin belirlenmesinde, TVB-N miktarı 25mg/100g' a kadar "çok iyi", 30 mg/100g' a kadar "iyi", 35 mg/100g ' a kadar "pazarlanabilir", 35 mg/100g'dan fazla "bozulmuş" olarak değerlendirilmektedir (Botta ve ark., 1984). Sonuçlar TVB-N açısından, kırmızı kasların beyaz kaslara göre daha çabuk uçucu bazlar üretebileceğini ve böylelikle daha erken bozunabileceğini göstermektedir.

Balıklarda kırmızı kas ve beyaz kasların biyokimyasal özellikleri farklılık gösterir. Örneğin kırmızı kasların beyaz kaslara göre daha az allerjen molekülü parvalbumin içerdiği (Kobayashi ve ark., 2006) ve böylelikle kırmızı kasların beyaz kaslara göre daha az allerjik reaksiyona neden olduğu bildirilmiştir. Atlantik uskumrularının kırmızı kaslarının beyaz kaslara göre daha fazla biyojenik amin içerdiği (Putresin, kadaverin, spermidin, spermin, tiramin, histamin ve triptamin) bildirilmiştir (Öksüz,2000). Ayrıca, Eskin (1990) kırmızı kasların rigor kasılmasının beyaz kaslara göre daha kuvvetli olduğunu bildirmiştir.

Çalışmada belirlenen makro ve mikro element içerikleri Tablo 3'te sunulmuştur. Palamut balıklarında Cu, P, Mn, Pb ve Zn elementleri kas tipine göre farklılık ( $P>0.05$ ) göstermez iken, Fe, Mg, Na, K ve Ca elementleri kırmızı ve beyaz kaslarda miktarca istatistiksel olarak farklılık göstermişlerdir ( $P<0.05$ ). Su ürünleri, K bakımından çok zengindirler (Lall, 1995). Beyaz kaslarda K, Na, Mg, oranı kırmızı kaslardan daha yüksek iken, Ca ve Fe miktarının kırmızı kaslarda istatistiksel olarak daha fazla olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Fosfor, çinko ve kurşun değerleri istatistiksel açıdan farklılık göstermemesine rağmen bu değerler beyaz kaslarda kırmızı kaslara göre daha yüksek bulunmuştur. Kültür çipuralarında yapılan bir araştırmada çipuranın kırmızı kaslarının beyaz kaslarından daha fazla bakır, çinko ve demir içer-

diği bildirilmiştir (Carpene ve ark.,1998). Yaptığımız çalışmadan elde edilen bulgular literatürde kırmızı kaslar için belirtilen bakır ve demir elementleri için uyumluluk gösterirken, çinko elementi palamut balıklarının beyaz kasında kırmızı kaslara göre daha fazla bulunarak literatür verilerinden farklılık göstermiştir.

Deniz balıkları ve invertebra etlerindeki mineral madde oranı %0.6-1.5 arasında değişir (Gökoğlu ve ark., 2004). Gıdalarda mineral maddeleri bulunuş oranlarına göre makro ve mikro elementler olarak ikiye ayrılabilir. Makro elementler gıdanın 100 gramında yüzlerce miligram oranında bulunurken, mikro elementler 1 gramda mikrogram düzeyinde bulunmaktadır. Potasyum, magnezyum ve fosfor gibi bileşikler insan beslenmesinde önemlidir (Sikorski ve ark., 1990). Palamut balıklarının kırmızı ve beyaz kaslarında özellikle potasyum ve fosfor oldukça yüksek bulunmuştur. Kalsiyum ve fosfor balıklarda, insanlarda ve diğer canlı organizmalarda en fazla oranda bulunan mineral maddelerdir (Martínez-Valverde ve ark., 2000). Potasyum kan basıncını düşürmede önemli rol oynar. Bu nedene diyetle soyum tuzlarının alınımının (özellikle yemek tuzu) azaltılması ve potasyum alınımının artırılması, diyetle hipertansiyon kontrolü açısından önemlidir (Hui-Guang et al.,1996). Kalsiyumun yaklaşık %99'u, fosforun ise yaklaşık %80-85'i kemiklerde bulunur. Kalan kısımları ise hücre dışı sıvılarda, hücreler arası sıvılarda ve hücre membranlarında bulunur (Tahvonen ve ark., 2000). Vücutta kalsiyum, magnezyum ve fosfor kemik ve dişlerin oluşumunda rol alır (Nabrzycki, 2002).

Kırmızı kaslardaki demir değeri beyaz kaslara göre daha zengin olarak belirlenmiştir. Normal yetişkin bir kimsenin vücudunda ortalama 3-5 g kadar demir bulunur. Yetişkin insanların günlük demir gereksinimleri ortalama 9 mg olarak hesaplanmıştır. Gerek miktar ve gerekse emilme kolaylığı en iyi demir kaynağı etlerdir (Kinsella, 1998). Balıkların iyi bir demir kaynağı olmaması ile birlikte balık etindeki proteinin, gıdalarla alınan ve heme yapısında olmayan demirin biyolojik olarak vücut tarafından kullanılmasını artırdığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, minerallerin

vücut tarafından emilimi, mineralin biyolojik olarak vücut tarafından alınabilmesine ve minerallerin diğer minerallerle olan etkileşimine bağlıdır (Gordon,1987).

**Tablo 3.** Kırmızı ve beyaz kasların makro ve mikro element içeriği

**Table 3.** Macro and micro element composition of dark and light muscle

Elementler	Kas Tipi	
	Kırmızı Kas (ppm)	Beyaz Kas (ppm)
<b>P</b>	853 ±120 <sup>a</sup>	895 ±129 <sup>a</sup>
<b>K</b>	654.9 ±124.7 <sup>a</sup>	914.0 ±42.8 <sup>b</sup>
<b>Ca</b>	241.1 ±31.36 <sup>a</sup>	104.0 ±14.84 <sup>b</sup>
<b>Na</b>	117.4 ±19.6 <sup>a</sup>	197.6 ±10.1 <sup>b</sup>
<b>Mg</b>	95.3 ±9.58 <sup>a</sup>	134.7 ±7.74 <sup>b</sup>
<b>Fe</b>	48.7 ±4.73 <sup>a</sup>	13.6 ±1.48 <sup>b</sup>
<b>Cu</b>	5.9 ±2.96 <sup>a</sup>	3.13 ±1.03 <sup>a</sup>
<b>Zn</b>	4.73 ±0.7 <sup>a</sup>	5.8 ±0.95 <sup>a</sup>
<b>Mn</b>	0.483 ±0.09 <sup>a</sup>	0.451 ±0.7 <sup>a</sup>
<b>Pb</b>	0.178 ±0.043 <sup>a</sup>	0.455 ±0.179 <sup>a</sup>

Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki olarak önemli farklılıkları göstermektedir (P<0.05) n=3

Yapılan çalışmada kurşun dışındaki bütün elementler canlı organizma için elzem elementler olarak tanımlanmıştır. Bunlar içerisinde çinko, bakır ve mangan bazı enzimlerin yapısında ve çalışmasında görev almaktadır. Bakır vücudun demiri kullanabilmesi, hemoglobin ve elastik dokuların oluşumunda rol alır. Mangan pek çok enzim için ko-faktör görevini üstlenir ve normal beyin fonksiyonları için elzemdir. Çinko, vücutta karbondioksit naklinde ve A vitaminin kullanılabilmesi için gereklidir (Nabrzyski, 2002). Kurşun ise elzem bir element olmayıp organizma için toksik bir özelliğe sahiptir. Beyaz kaslardaki kurşun miktarı kırmızı kaslardan yüksek olmasına rağmen (0.455 ppm) günlük balık tüketiminin 250 g olduğunu hesap edilecek olursa beyaz kaslarda hemen hemen WHO tarafından bildirilen sınıra yakın olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından günlük müsaade edilebilen miktar 0.2-0.1 mg dır.

## Sonuç

Çalışmada hem kırmızı hem de beyaz kasa sahip olan palamut balığı incelenmiş, kasların kimyasal kompozisyon olarak yağ ve nem içeriği bakımından farklı olduğu belirlenmiştir. Özellikle kırmızı kaslarda yağ miktarı artarken nem oranı düşmüş, beyaz kaslarda ise kırmızı kasın aksine yağ oranı daha düşük ve nem miktarı daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca mineral madde içeriği bakımından ise özellikle makro elementlerde (K, Na, Ca, Mg) ve mikro elementlerden demir içeriğinde önemli miktarda farklılık tespit edilmiştir. Makro elementlerden fosfor içeriğinde ise kas tipinin etkisi görülmemiştir. Kırmızı ve beyaz kaslarda çinko, bakır ve mangan miktarının kas tipine bağlı olmaksızın bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

## Kaynaklar

- Ando, S., Hatano, M., Zama, K., (1985). A consumption of muscle lipid during spawning migration of chum salmon (*Oncorhynchus keta*). *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **51**: 1817-1824.
- Botta, J.R., Lauder, J.T., Jewer, M.A., (1984). Effect of methodology on total volatile basic nitrogen (TVBN) determination as an index of quality of fresh Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science*, **49**: 734-736, 750.
- Carpene, E., Martin, B., Dalla Libera, L., (1998). Biochemical differences in lateral muscle of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Fish Physiology and Biochemistry* **19**: 229-238
- Dulavik, B., Sorensen, N.K.R., Barstad, H., Horvli, O., Olsen, R.L., (1998). Oxidative stability of frozen light and dark muscle of saithe (*Pollachius virens* L.). *Journal of Food Lipids*, **5**: 233-245.
- Efe, E., Bek, Y., Şahin, M., (2000). SPSS'te Çözümleri ile istatistik yöntemler II. KSÜ Rektörlüğü Yayın No:10 Kahramanmaraş
- Eskin, N.A.M., (1990). Biochemistry of Foods. Second edition. Part 1

- Biochemical changes in raw foods: Meat and fish. 4 -35. Academic Press Limited London.
- Gordon, D.T., (1987). Minerals in Seafood: Availability and interactions. In: *Seafood Quality Determination*, (Eds. D. A. Kramer, & J. Liston) 517-542, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Gökoğlu, N., Yerlikaya P., Cengiz, E., (2004). Effect of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Chemistry*, **84**(1): 19–22.
- Hanson, S.W.F., Olley, J., (1963). Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. *Biochemical Journal*, **89**, 101-102.
- Hui-Guang, T., Hu, G., Dong, Q., Yang, X., Nan, Y., (1996). Dietary sodium and potassium, socioeconomic status and blood pressure in a Chinese population. *Appetite*, **26**: 235–246.
- Ikem, A., Egiebor, N.O., (2005). Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herring) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). *Journal of Food Composition and Analysis*, **18**: 771–787.
- Kiessling, A., Aasgaard, T., Storebakken, T., Johansson, L., Kiessling, K.-H., (1991). Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. 111. Chemical composition. *Aquaculture*, **93**: 373-387.
- Kinsella, J.E., (1998). Fish and seafoods: nutritional implications and quality issues. *Food Technology*, 146–149.
- Kobayashi, A., Tanaka, H., Hamada, Y., Ishizaki, S., Nagashima, Y., Shiomi, K., (2006). Comparison of allergenicity and allergens between fish white and dark muscles. *Allergy*, **61**: 357-363.
- Lall, S.P., (1995). Macro and Trace Elements in Fish and Shellfish. In: *Fish and Fishery Products: Composition, Nutritive Properties and Stability* (Ruiter, A., ed.), pp. 187–214. Wallingford: CAB International.
- Martínez-Valverde, I., Periago, M.J., Santaella, M., Ros, G., (2000). The content and nutritional significance of minerals on fish flesh in the presence and absence of bone. *Food Chemistry*, **71**(4): 503–509.
- Nabrzyski, M., (2002). Mineral Components In: *Chemical and Functional Properties of Food Components*, Sikorski, Z. E., CRC Press, 2002, chap.4.
- Orban, E., Nevigato, T., Masci, M., Lena, Di G., Casini, I., Caproni, R., (2007). Nutritional quality and safety of European perch (*Perca fluviatilis*) from three lakes of Central Italy. *Food Chemistry*, **100**(2): 482–490.
- Öksüz, A., (2000) Quality indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) a comparative study. Univ. of Lincolnshire & Humberside, UK. PhD Thesis.
- Porter, P.J., Kramer, D.E., John M., Kennish, J.M., (1992). Lipid composition of light and dark flesh from sockeye salmon. *International Journal of Food Science and Technology*, **27**: 365-369.
- Sikorski, Z.E., Lolakowska, A., Pan, B.S., (1990). The nutritive composition of the major groups of marine food organisms. In Sikorski Z. E. (Ed.), *Resources Nutritional Composition and Preservation*. Boca Raton, Florida: CRC Press-Inc. 30-52.
- Tahvonen, R., Aro, T., Nurmi J., Kallio, H., (2000). Mineral content in Baltic Herring and Baltic Herring products. *Journal of Food Composition and Analysis*, **13**: 893–903.
- Vaidya, O. C., Rantala, R.T.T., (1996). A comparative study of analytical methods determination of heavy metals in mussels (*Mytilus edulis*) from Eastern Canada. *International Journal of Environmental & Analytical Chemistry*, **63**: 179–185.