

Tatlı su balıklarında aminoasitler

Aminoacids in freshwater fish

Esin Özçiçek^{1*} • Erkan Can²

¹ Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 62000, Tunceli, Türkiye

 <https://orcid.org/0000-0001-5035-725X>

² Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 62000, Tunceli, Türkiye

 <https://orcid.org/0000-0001-9440-7319>

*Corresponding author: esinbagci23@gmail.com

Received date: 16.04.2018

Accepted date: 03.06.2018

How to cite this paper:

Özçiçek, E. & Can, E. (2018). Aminoacids in freshwater fish. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(4), 497-503.
DOI:10.12714/egejfas.2018.35.4.16

Öz: Canlı organizmanın yapısına katılan en önemli yapı taşları olan proteinler, kimyasal nitelikleriyle aminoasitlerin polimerleridir. Aminoasitler, metabolizma sırasında başka maddelere dönüşebilecekleri gibi, vücudun ihtiyacı olan bazı kimyasal yapıların sentezlerinde de kullanılabilirler. Canlı organizmaların yapısında yer alan aminoasitlerin %90'dan fazlası proteinlerin bünyesinde yer alırken, kalan kısmı tüm dokularda ve vücut sıvılarında serbest aminoasitler halinde bulunmaktadır.

Balıklar aminoasitlerin hepsini vücutlarında sentezleyememektedir. Sentezlenemeyen aminoasitler, mutlaka yemler ile balıklara verilmelidir. Embriyolojik ve larval dönemde proteinlerin kullanımı oldukça önemli olup, serbest aminoasitler enerji metabolizmasının en önemli elemanlarından biridir. Aminoasitler, çeşitli balık türleri için kalite indeksleri olarak da kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, tatlı su balıklarının özellikle esansiyel aminoasitlere ihtiyacı olduğunu göstermiştir. Bunlar; arjinin, histidin, isolösin, lösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, threonin, triptofan ve valin'dir. Bu çalışmada; tatlı su balıklarında aminoasitlerin önemi hakkında bilgiler derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aminoasitler, protein, balık, tatlı su

Abstract: Proteins, which are the most important substances in the structure of living organism, are polymers of aminoacids with their chemical qualities. Aminoacids can be converted into other substances during metabolism, and can be used in the synthesis of certain chemical structures that the body needs. While more than 90% of the amino acids in the structure of living organisms are present in the protein, the other part is found as free aminoacids in all tissues and body fluids.

Fish cannot synthesise all the aminoacids in their body. Unsynthesised aminoacids must be given to fish with feed. The use of proteins in the embryological and larval stages is very important, and free aminoacids are one of the most important components of energy metabolism. Aminoacids are also used as quality indices for various fish species. Studies have shown that freshwater fish require especially essential amino acids. These; arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan and valine. In this study; information on the importance of aminoacids in freshwater fish has been compiled.

Keywords: Aminoacids, protein, fish, fresh water

GİRİŞ

Su ürünleri; yüksek protein içeriği, düşük karbonhidrat ve yağ oranı, yüksek oranda doymamış yağ asiti ve esansiyel aminoasit içeriği, sindirilebilirliği, zengin vitamin ve mineral madde içeriğine sahip olması dolayısıyla önemli bir besin kaynağıdır (Köprücü, 2000).

Proteinler, hayvansal dokuların temel bileşenleridir ve büyümenin sağlanmasında esansiyel bir besin maddesidir. Enerji kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Balıklar, belirli vücut fonksiyonları için yaşamsal olan hormonlar, enzimler ve bağırsak epitel hücreleri gibi proteinlerden oluşan ürünlerin üretilmesi ve yıpranmış dokuların yenilenmesi için proteine ihtiyaç duymaktadır (NRC, 1993). Aminoasitler ise, proteinlerin yapı taşı oluşturmaktadır. Aminoasitler, metabolizma sırasında başka maddelere dönüşebilecekleri gibi, vücudun ihtiyacı olan bazı kimyasal yapıların sentezlerinde de kullanılabilir. Ayrıca, çeşitli balık ve kabuklu türleri için kalite indeksleri olarak da kullanılmaktadır (Ruiz-Capillas ve Moral, 2001). Aminoasitler, balıklara karakteristik tat ve lezzet vermeleri açısından önemlidir (Ruiz-Capillas ve Moral, 2004). Balık yemlerinde bulunması gereken proteinin miktarından çok içerdiği aminoasit bileşimi ve düzeyi daha önemlidir (Kalaycıoğlu vd., 1998).

Balıkların beslenmesi için büyük önem arz eden aminoasitler bakımından dengeli ve fiyat bakımından ekonomik olan rasyonların hazırlanabilmesi için; balıkların özellikle esansiyel aminoasit ihtiyaçlarının belirlenmesi, farklı tatlı su balığı türleri için kullanılacak kaynakların fiziksel, kimyasal özelliklerinin ve biyolojik etkinliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

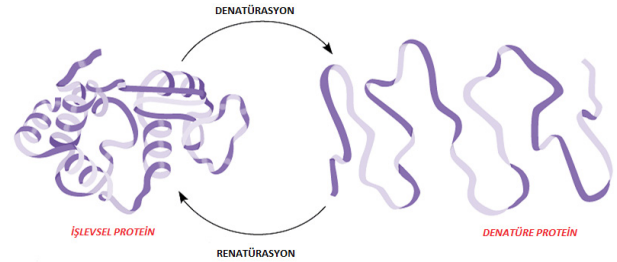
Proteinler

Proteinler, canlı varlıklardaki en önemli ve en fazla bulunan organik bileşiklerdir. Proteinlerin %50'si karbon, %7'si hidrojen, %23'ü oksijen, %16'sı azot ve %0-3'ü kükürtten oluşmaktadır. Ayrıca fosfor, demir, iyot, çinko ve bakır gibi bazı elementler de bulunabilmektedir (Keha ve Küfrevioğlu, 2015).

Her canlı türü kendine özgü proteine sahip olduğu gibi, bir organizmanın farklı hücre ve dokularındaki proteinler de farklıdır. Çünkü hayvan, bitki ve mikroorganizmaların protein sentezi için kullandıkları başlangıç ham maddeleri farklıdır. Bazı bitkiler ve mikroorganizmalar aminoasitleri sentezlerken CO₂, H₂O, nitrat, amonyum ve sülfat gibi inorganik maddelerden; bazıları ise nitrat ve amonyumla birlikte atmosferdeki serbest azottan da faydalanabilmektedir. Bitki ve mikroorganizmalar, proteinlerin asıl kaynaklarıdır. Hayvanlar ise, aminoasitleri basit inorganik maddelerden sentezleyememektedir. Sadece yemlerle alınan proteinleri ve aminoasitleri kendi bünyelerine uygun protein ve aminoasitlere çevirebilmektedir. Bu nedenle, yaşama, büyüme ve gelişme için devamlı olarak dışarıdan besinlerle proteinleri almalıdır

(Çetinkaya, 1995).

Proteinlerin özellikleri şu şekildedir; Bütün proteinler kolloidal yapıdadır ve sudaki çözünürlükleri birbirinden farklıdır. Aminoasitler gibi amfoter maddelerdir ve böylece ortamı nötr hale getirmektedir. Mineral asitler (H₂SO₄, HCL, HNO₃ vb.), ağır metaller, alkol ve diğer organik çözücüler ve ısı uygulaması proteinlerin çökmesine (koagülasyonuna) sebep olmaktadır. Çok asidik ve bazik ortamlarda, yüksek sıcaklıkta ve bazı kimyasal maddeler karşısında üç boyutlu yapılarında görülen değişme olayına denatürasyon adı verilmektedir (Şekil 1). Denatüre olan proteinin çözünürlüğünde belirgin bir azalma olmaktadır. Birçok protein 50-60°C'nin yukarısında, bazıları 10-15°C'nin altında denatürasyona uğramaktadır. Örneğin, yumurta beyazının ısıtılmasıyla beyaz renkli bir pıhtı oluşumu dönüşümsüz bir denatürasyondur. Bu olay sırasında protein yapısındaki kovalent bağlar etkilenmemektedir, değişme az bir ölçüde sekonder yapıda, büyük ölçüde de tersiyer ve varsa kuaterner yapıda oluşmaktadır. Bazı proteinler denatürasyondan sonra, bu olayı oluşturan şartların ortadan kaldırılmasıyla, tekrar eski hallerine kavuşabilmektedir. Bu tip denatürasyonlar, dönüşümlü değişimlerdir (Keha ve Küfrevioğlu, 2015).



Şekil 1. Denatürasyon (Anonim, 2017a)

Figure 1. Denaturation (Anonim, 2017a)

Proteinlerin en çarpıcı özelliklerinden birisi de, belirli ve kararlı bir üç boyutlu yapıya sahip olmalarıdır. Proteinlerin fonksiyon gösterebilmesi, fizyolojik şartlarda proteini oluşturan atomların üç boyutlu bir yapı içinde düzenlenmesine bağlıdır (Keha ve Küfrevioğlu, 2015).

Proteinlerin fonksiyonları

Biyolojik olaylarda hayati görevleri bulunmaktadır. Çeşitli biyolojik fonksiyonlarının en önemlileri şunlardır (Keha ve Küfrevioğlu, 2015):

Enzimatik katalizleme: Biyolojik sistemlerde kimyasal reaksiyonların çoğunu enzim adı verilen spesifik makro moleküller katalizlemektedir. Günümüzde 2000 civarında enzim tanımlanmıştır. Bazı katalitik RNA molekülleri haricindeki enzimlerin protein yapısında olduğu belirtilmiştir. Canlı sistemlerde kimyasal dönüşümlerin neredeyse tamamı proteinlerce sağlanmaktadır.

Taşıma ve depolama: Çoğu küçük molekül ile

iyonları spesifik proteinler taşımakta ve depolamaktadır. Örneğin; kanda oksijenin taşınması hemoglobin ile gerçekleşirken, kaslarda depolanması ise miyoglobin ile gerçekleşmektedir. Demir kan dolaşımında transferrin proteini tarafından taşınırken, karaciğerde ise ferritin proteini ile kompleks halde depolanmaktadır.

Mekanik destek: Kemik dokuları ile derinin gerilmeye dayanıklılığını, bağ dokusu proteini olan kollagen sağlamaktadır.

Mekanik hareket: Proteinler, kaslardaki en önemli bileşenlerdir. Kas kasılması, iki farklı lif yapısındaki proteinin kayma hareketiyle oluşmaktadır.

Sinir uyarılarının üretimi ve iletimi: Sinir hücrelerinin spesifik uyarılara karşı cevabını reseptör proteinler vermektedir. Bu hücrelerde uyarıları ileten reseptör molekülleri de protein yapısındadır.

Koruma: Antikorlar, vücutta bulunan bakteri, virüs gibi yabancı maddeleri tanıyan ve onlara tutunarak uzaklaştıran önemli spesifik proteinlerdir. Bununla birlikte, pıhtılaşmayı sağlayan koagülasyon faktörlerinin çoğu protein yapısındadır.

Büyüme ve farklılaşmanın kontrolü: Hücre çekirdeğinde genetik bilginin ifadesi ve kontrolü gerekmektedir. Herhangi bir zamanda hücre genomunun belli bir kısmı ifade edilmektedir.

Hormonlar: Metabolik olayların düzenli olarak gerçekleşmesini sağlayan hormonların çoğu protein yapısındadır. Bununla birlikte, hormonlar hedef hücrelerde protein yapısındaki reseptör moleküllere bağlanarak etkilerini göstermektedir.

Aminoasitler

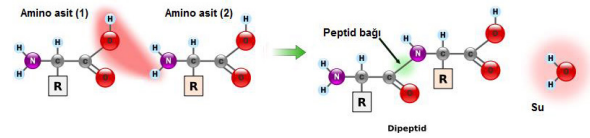
Canlı organizmanın yapısına katılan en önemli yapı taşları olan proteinler, kimyasal nitelikleriyle aminoasitlerin polimerleridir. Proteinlerin kimyasal ve enzimatik katalizleriyle serbest formlarda elde edilebilen aminoasitlerin önemi sadece proteinlerin yapı taşları olmalarından ileri gelmemektedir. Ayrıca, metabolizma sırasında başka maddelere dönüşebilecekleri gibi, vücudun ihtiyacı olan bazı kimyasal yapıların sentezlerinde de kullanılabilirlerdir. Canlı organizmaların yapısında yer alan aminoasitlerin %90'dan fazlası proteinlerin bünyesinde yer alırken, kalan kısmı tüm dokularda ve vücut sıvılarında serbest aminoasitler halinde bulunmaktadır (Kalaycıoğlu vd., 1998).

Aminoasitler, bir amino grubu (-NH₂), bir karboksil grubu (-COOH) ve ayırt edici özellik taşıyan bir kök (R) grubu içermektedir. α C (alfa karbonu) adı verilen bir karbon atomu ve R grubuna bağlanmaktadır. Buraya bağlanan gruplara göre aminoasit türleri belirlenmektedir. Alfa C atomu, aminoasitte karboksil grubuna en yakın olan C atomudur (Hoşsu vd., 2008). Yapı, boyut ve elektrik yükleri farklılık gösteren ve

aminoasidin suda çözünmesini etkileyen yan zincirleri, bir başka ifadeyle R grupları, birbirlerinden farklı olmalarını sağlamaktadır (Nelson ve Cox, 2016).

Aminoasitler amfoter elektrolitlerdir, bir başka deyişle çözeltinin H⁺ iyonu yoğunluğuna göre asit veya baz olarak işlev görmektedir. Bu özellikleri karboksil gruplarının proton verebilme, buna karşılık olarak amino gruplarının proton alabilme yeteneğinden kazanılmaktadır. Asidik ve bazik özellikleri yaklaşık olarak eşit olduğu için, nötral aminoasitler sulu çözeltilerinde nötral reaksiyon vermektedir (Kalaycıoğlu vd., 1998).

Aminoasitlerin bir araya gelip proteinleri oluşturabilmeleri için aralarında peptid bağı oluşturmaları gerekmektedir (Şekil 2). Peptid bağı bir çeşit amid bağıdır. Bir aminoasidin amino grubu ile diğerinin karboksil grubu birleşmektedir. Peptid bağı oluşurken bir molekül su açığa çıkmaktadır ve aminoasitler birbirlerine bağlanmaktadır. Bu olaya "peptidleşme", arada oluşan bağa "peptid bağı", meydana gelen bileşiğe ise "dipeptid" adı verilmektedir. Birleşen aminoasit miktarı 3 adet ise "tripeptid", 4 adet ise tetrapeptid, 5-10 arasındaysa oligopeptid, 10'dan fazla ise "polipeptid" denilmektedir (Hoşsu vd., 2008).

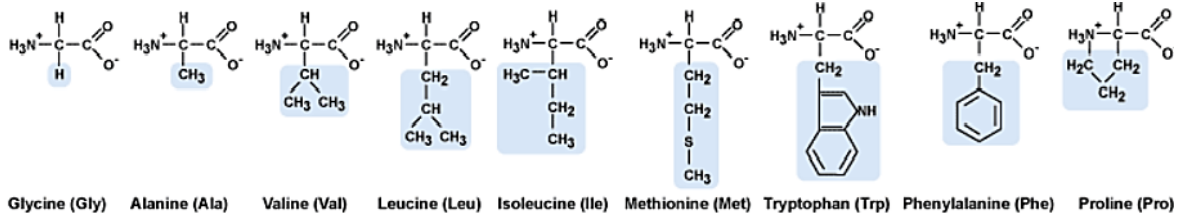


Şekil 2. Peptid zincirinin oluşumu (Anonim, 2017b)

Figure 2. The formation of the peptide chain (Anonim, 2017b)

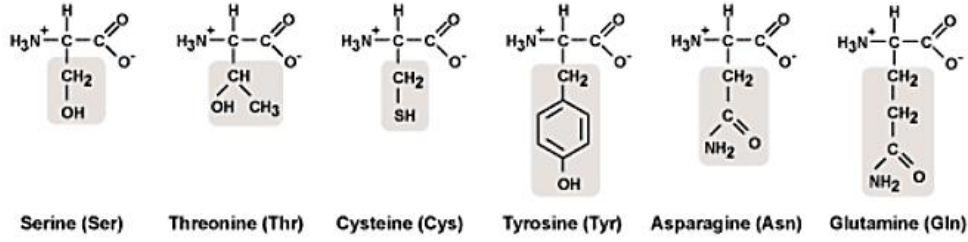
Bitkisel ve hayvansal proteinlerde 20 adet aminoasit bulunmaktadır. Bu aminoasitler, birbirleriyle birleşerek farklı uzunlukta ve farklı görevler üstlenen zincirler oluşturmaktadır. Sınırsız kombinasyonlar halinde bu 20 aminoasidi bir arada görmek mümkündür. Bu nedenle, proteinler çok çeşitlidir ve farklı görevlerde yer almaktadır (Hoşsu vd., 2008).

Kristal haldeki aminoasitlerin erime noktaları 200°C ve daha yüksektir. Sudaki çözünürlükleri, daha az polar çözücülere nispeten daha fazladır. Bu özellikler de ancak aminoasitlerin nötral sulu çözeltilerinden dipolar iyonlar halinde kristallendiğini göstermektedir. Nötrallığe yakın çözeltilerde dipolar hali aminoasitlerin, düşük pH'larda katyon, yüksek pH'larda ise anyon şekli gözlenmektedir (Keha ve Küfrevioğlu, 2015). Polar (hidrofilik) aminoasitler (Şekil 4), R gruplarının iyonize hale geçebildiği aminoasitlerdir. Suyla hidrojen bağı oluşturabilmektedir; bu sayede suda çözünmektedir. Proteinlerin dış kısmında bulunmaktadır. Apolar (hidrofobik) aminoasitler (Şekil 3) ise, protein molekülünün iç kısmında bulunmaktadır (Anonim, 2017b).



Şekil 3. Apolar aminoasitler (Anonim, 2017b)

Figure 3. Apolar aminoacids (Anonim, 2017b)



Şekil 4. Polar aminoasitler (Anonim, 2017b)

Figure 4. Polar aminoacids (Anonim, 2017b)

Balıklar aminoasitlerin hepsini vücutlarında sentezleyememektedir. Sentezlenemeyen aminoasitlere esansiyel aminoasitler denilmektedir.

Bunlar, mutlaka yemler ile balıklara verilmelidir. Vücutta sentezlenebilen aminoasitlere ise esansiyel olmayan aminoasitler denilmektedir. Esansiyel aminoasitler; threonin, triptofan, lizin, arjinin, histidin, lösin, isolösin, metiyonin, valin, fenilalanindir. Esansiyel olmayanlar ise; alanin, glutamik asit, aspartik asit, serin, tyrosin, prolin, glisin, sistindir (Hoşsu vd., 2008).

Tatlı su balıklarında aminoasitler

Embriyolojik ve larval dönemde proteinlerin kullanımını oldukça önemli olup, karbonhidratlar, serbest aminoasitler ve yağ asitleri enerji metabolizmasının en önemli elemanlarıdır (Navarro, 1998). Yem değerlendirme oranı, diyetlerin protein oranına bağlı olarak artmaktadır (Perez vd., 1997; Santinha vd., 1999).

Son zamanlarda çalışmalar, larvaların serbest aminoasit gereksinimleri üzerine yoğunlaşmış ve serbest aminoasitlerin larvaların erken safhalarında çok önemli enerji fonksiyonlarına sahip olduğu bildirilmiştir (Morris, 1997; Navarro, 1998). Aminoasit gereksinimleri üzerine yapılan çalışmalar, larvaların esansiyel nitelikteki aminoasitlere mutlak ihtiyacı olduğunu göstermiştir. Bunlar; arjinin, histidin, isolösin, lösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, threonin, triptofan ve valin'dir (De Silva ve Anderson, 1998).

Houlihan vd. (1995)'e göre, aminoasitlerin balıklarda pek çok önemli fonksiyonu vardır. En iyi bilinen görevi, proteinlerin yapı taşı oluşturulmalarıdır. Protein sentezi için gelişme dönemindeki balıklarda, toplam enerji harcamalarının %20-42'si kullanılmaktadır.

Aspartik asit ve glutamik asit enzimlerin aktif

merkezinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, proteinlerin çözünürlük ve iyonik karakterinin muhafaza edilmesinde yararlıdır (Belitz vd., 2001; Sikorski vd., 1990). Rosa ve Nunes (2004), sucul organizmalardaki önemli esansiyel aminoasitlerin arjinin, lizin ve lösin olduğunu belirtmiştir.

Viola ve Lahav (1991), sazanların yemlerine farklı miktarlarda lizin ilave ettiği çalışmada, katkılı gruplara göre kontrol grubunun yem alımı, vücut gelişimi ve yem değerlendirme oranlarının %10 daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Zambonino ve Cahu (1994), karma yemlere serbest aminoasit karışımını ilave ettiği zaman, tripsin'in spesifik aktivitesinde bir hareket gözlemlemiştir. Grendell ve Rothman (1981), serbest aminoasitlerden özellikle lizin'in, tripsin salgısını tetiklediğini bildirmiştir.

Polat ve Beklevik (1998), *Clarias gariepinus* yavrularındaki aminoasit metabolizması çalışmasında alanin, arjinin, glutamik asit ve glisin'in önemli rolleri olmasına rağmen tek başlarına pek etkili olmadıklarını, ancak glisin, inosin ve betain ile birlikte kullanıldıklarında daha etkili olduklarını belirtmiştir.

Beklevik ve Polat (2001), alanin ve betain ilaveli yemler ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarının kontrol yemiyle beslenen balıklara göre, canlı ağırlık artışının ve protein değerlendirme oranının daha fazla olduğunu belirlemiştir.

Tekelioğlu (2005), sazanların aminoasit ihtiyacını karşılamak için, yemlere en az %10 civarında balık unu eklenmesi gerektiğini bildirmiştir.

Aminoasitler çeşitli balık ve kabuklu türleri için kalite indeksleri olarak da kullanılmaktadır. Aminoasitlerden tyrosin, arjinin ve lizin balıkların bozulması sırasında çok

önemlidir. Çünkü bu aminoasitler dekarboksilasyon ile biyojen aminleri üretebilmektedir. Biyojen aminler, toksisite açısından önem taşımaktadır ve balıklar için kalite kontrol indeksi olarak kabul edilmektedir (Ruiz-Capillas ve Moral, 2001).

Histamin de histidin aminoasitinin dekarboksilasyonu sonucu oluşan, güçlü biyolojik aktivitesi olan bir kimyasal ajandır (Şekil 5) (Taylor, 1986). Özellikle su ürünlerinde histamin, kalite belirleyici ve mikrobiyal bozulma indeksidir. Taze balıkta histamin miktarı oldukça azdır ve balıklarda histamin bozulma belirtisi olarak görülmektedir (Veciana-Nogues vd., 1989; Vidal Corou vd., 1990). Genellikle 100 mg/100 g histamin oranı balıklarda toksik olarak değerlendirilmektedir (Shalaby, 1996). Avrupa Birliği 100 g balık etindeki histamin yasal limitini 10 mg belirterek, son olarak FDA (Food Drug Administration) bu limiti 5 mg olarak belirlemiştir (Anonim, 2018).



Şekil 5. Histidin aminoasitinin histamindekarboksilasyonu (An vd., 1996)

Figure 5. Histamine decarboxylation of histidine aminoacids (An vd., 1996)

Sıcaklık, biyojen amin dekarboksilaz aktivitesini

Tablo 1. Farklı balık türlerindeki aminoasit ihtiyaç düzeyleri (proteinin yüzdesi olarak)

Table 1. Aminoacid requirement levels in different fish species (as percentage of protein)

Balık türleri	Arjinin (%)	Histidin (%)	İsolösin (%)	Lizin (%)	Metiyonin (%)	Lösin (%)	Threonin (%)	Fenilalanin (%)	Valin (%)	Kaynaklar
Sazan balığı	5,50	2,00	4,60	10,50	3,00	8,40	5,40	4,60	6,00	Tekelioğlu (2005)
Gökkuşluğu alabalığı	6,67-6,84	2,16-2,92	4,52-4,99	5,26-8,24	2,47-4,08	8,51-14,55	3,55-4,69	4,68-5,55	4,39-5,78	Mertz (1968)

Tablo 2. Farklı balık türlerinin etindeki aminoasit kompozisyonu

Table 2. Aminoacid composition in muscle of different fish species

Balık türleri	Histidin	Lizin	Lösin	İsolösin	Threonin	Metiyonin	Fenilalanin	Valin	Kaynaklar
<i>Mastacembelus mastacembelus</i>	265,66 mg/100 g	1349 mg/100 g	1081,63 mg/100 g	483,63 mg/100 g	612,7 mg/100 g	279,23 mg/100 g	469,73 mg/100 g	504,4 mg/100 g	Olgunoğlu vd. (2010)
<i>Anguilla anguilla</i>	541,10 mg/100 g	1363,5 mg/100 g	1557,96 mg/100 g	874,60 mg/100 g	909,13 mg/100 g	327,32 mg/100 g	657,33 mg/100 g	948,36 mg/100 g	Olgunoğlu vd. (2010)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	902,80 mg/100 g	1409 mg/100 g	1165,80 mg/100 g	535 mg/100 g	746,20 mg/100 g	272,50 mg/100 g	650 mg/100 g	603,30 mg/100 g	Unusan (2007)
<i>Clarias gariepinus</i>	2,21 g/100 g	5,0 g/100 g	5,95 g/100 g	3,17 g/100 g	3,26 g/100 g	0,68 g/100 g	4,05 g/100 g	3,82 g/100 g	Oluwaniyi vd. (2017)
<i>Oreochromis niloticus</i>	2,21 g/100 g	5,21 g/100 g	6,53 g/100 g	3,20 g/100 g	3,01 g/100 g	2,19 g/100 g	4,22 g/100 g	3,18 g/100 g	Oluwaniyi vd. (2017)
<i>Salmo trutta forma fario</i>	-	-	1-2,06 g/100 g	0,63-1,27 g/100 g	-	-	0,66-1,18 g/100 g	0,67-1,29 g/100 g	Kaya vd. (2014)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	2,96 %	8,49 %	7,59 %	4,34 %	4,76 %	2,88 %	4,38 %	5,09 %	Wilson ve Cowey (1985)

etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Çoğunlukla sıcaklığın düşmesiyle biyojen amin üretimi de azalmaktadır. Balık endüstrisinde biyojen amin oluşumunu etkileyen en önemli faktör, avlanmadan sonra balığın düşük sıcaklıkta depolanmasıdır. Balıklar yüksek sıcaklıkta depolandığı zaman, bakterilerin kas dokusuna geçmesiyle histamin üretimi söz konusu olmaktadır. Depolama sıcaklığının 0°C'nin altında olduğu çalışmalarda çok az miktarda histamin olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, balıklarda histaminin oluşumu için en uygun sıcaklığın 15-20°C olduğu belirlenmiştir (Kimata, 1961).

Glutamik asit, aspartik asit, alanin ve glisin gibi birçok aminoasit tat ve lezzetten sorumludur. Bu aminoasitler, balıklara karakteristik tat ve lezzet vermeleri açısından önemlidir (Ruiz-Capillas ve Moral, 2004). Polat ve Beklevik (1998), betain gibi serbest aminoasitlerin suda yüksek miktarda çözünmediğini, özellikle glutamik asit, alanin, glisin ve arjinin'in besinsel açıdan cezbedici özelliği olduğunu bildirmiştir. Kyuzhalov (1996), sazanlar için en belirgin cezbedicilerin glutamik asit, sistin, threonin ile alanin olduğunu bildirmiştir.

Öğün ve Tekelioğlu (1980), balıkların aminoasit gereksinimlerinin; tür, yaş ve çevre koşullarına göre değiştiğini belirtmiştir. Araştırmacılar, dengeli ve başarılı bir yetiştiricilik yapabilmek için hazırlanan karma yemin %40-45 civarında ham protein içermesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Farklı çalışmalarda tespit edilen aminoasit değerleri arasındaki farklılıkların nedeni; farklı yaş, büyüklük ve kondisyondaki balıkların kullanılmasına, bazı çalışmalarda bildirilen değerlerin farklı balık türlerine ait olmasına, yemleme düzeyi ve sıklığındaki farklılıklara, araştırma koşullarının (su kalitesi vs.) birbiriyle uyumlu olmamasına, proteinlerin sindirilme oranlarının farklı olmasına bağlanabilmektedir (Köprücü, 2000). Pigott ve Tucker (1990)'e göre, balıkların kas dokusundaki aminoasit içeriği yumurtlama dönemi ve beslenme durumuna göre değişmektedir.

SONUÇ

Balık beslemedeki en önemli konulardan biri, uygun protein kaynaklarının dengeli şekilde bir araya getirilmesidir. Balık rasyonlarını hazırlarken kullanılan en önemli protein kaynakları, bitkisel ve hayvansal proteinlerdir. Bu protein kaynakları, kültürü yapılan balık türünün ihtiyacı olan aminoasitleri sağlayabilmelidir. Tek bir esansiyel aminoasidin eksik olması, protein sentezinin en düşük seviyede olmasına

sebeplenebilmektedir. Bu durumda, diğer aminoasitler normal değerlerin üzerinde olsa bile protein sentezi bakımından pek fazla önem arz etmemektedir (Polat, 2001).

Balıklar, vücut fonksiyonları için yaşamsal olan hormonlar, enzimler gibi proteinlerden oluşan ürünlerin üretimi ve yıpranmış dokularının yenilenmesi için proteine gereksinim duymaktadır. Doku kuru maddesinin %45-75'ini proteinler oluşturmaktadır. Balıklar çok az miktarda protein sentezleyebildiğinden, proteinlerin büyük bir kısmı yemlerle dışarıdan alınmalıdır (NRC, 1993).

Balıkların beslenmesinde büyük öneme sahip olan aminoasitler bakımından dengeli ve fiyat bakımından ekonomik olan rasyonların hazırlanabilmesi için; balıkların özellikle aminoasit ihtiyaçlarının doğru olarak tespit edilmesi, farklı tatlı su balığı türleri için kullanılacak kaynakların fiziksel, kimyasal özellikleri ve biyolojik etkinliklerinin açıklığa kavuşturulmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

- An, H., Lee, H., Jun, S.H. & Kim, S.H. (1996). *Histamine formation in fermented seafood products*. Alabama: Department of Nutrition & Food Science, Auburn University.
- Anonim. (2017a). Proteinler. <http://www.biyolojidefteri.com/index.php/proteinler> (16 Mart 2017).
- Anonim. (2017b). Proteinler. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Proteinler.pdf (20 Mart 2017).
- Anonim. (2018). Histamin. http://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Mikrobiyolojik-Analiz/Balik-ve-Balik-Urunlerinde-Olusan-Biyojenik-Aminler_167.htm
- Beklevik, G. & Polat, A. (2001). DL-alanin ve betain katkılı yemlerin gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792) fingerliklerinin büyüme ve vücut besin madde bileşenlerine etkileri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 301-307.
- Belitz, H.D., Grosch, W. & Schieberle, P. (2001). *Lehrbuch der Lebensmittelchemie, 5. Aufl.* Berlin, Heidelberg and New York: Springer.
- Çetinkaya, O. (1995). *Balık besleme*. Yayın no:9, 137s. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- De silva, S.S. & Anderson, T.A. (1998). *Fish nutrition in aquaculture*. 319s. Suffolk: Chapman and Hall.
- Grendell, J.H. & Rothman, S.S. (1981). Digestive end products mobilize secretory proteins from subcellular stores in the pancreas. *American Journal of Physiology*, 241, 67-73. DOI: 10.1152/ajpgi.1981.241.1.G67
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., & Fırat, A. (2008). *Balık besleme ve yem teknolojisi I*. Yayın No: 50, 276s. İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi.
- Houlihan, D.F., Carter, C.G. & Mccarthy, ID. (1995). Protein synthesis in fish. (Hochachka P, Mommsen T eds.) *Fish Molecular Biology and Biochemistry*. 4, 191-220. DOI: 10.1016/S1873-0140(06)80011-1
- Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlioğlu, M., Başpınar, N. & Tiftik, A.M. (1998). *Biyokimya*. 654s. Konya: Veteriner Fakültesi Basım Ünitesi.
- Kaya, Y., Erdem, M.E. & Turan, H. (2014). Monthly differentiation in meat yield, chemical and amino acid composition of wild and cultured brown trout (*Salmo trutta forma fario* Linnaeus, 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14, 479-486. DOI: 10.4194/1303-2712-v14_2_19
- Keha, E.E. & Küfrevioğlu, Ö.I. (2015). *Biyokimya*. 11. Baskı, 635s. Erzurum: Aktif Yayınevi.
- Kimata, M. (1961). *The histamine problem*. In G. Borgstrom (editor), *Fish as food*. Vol. I Production, biochemistry, and microbiology, p. 329-352. N.Y.: Academic Press.
- Köprücü, K. (2000). *Gökkuşuğu alabalığı rasyonlarına farklı oranlarda sentetik esansiyel aminoasitlerin katılmasının büyüme performansına etkisi* (Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ).
- Kyuzhalov, N.B. (1996). Behavioral reactions of one-summer-old carp (*Cyprinus carpio*) to amino acids. *Voprosy Ikhtiologii*, 26(6), 1016-1022.
- Mertz, E.T. (1968). *Amino acid and protein requirements of fish*. In: O.W. Neuhaus and J.E. Halver (eds), *In fish in research*. 233p. New York: Academic Press.
- Morris, P. (1997). Nutritional needs of bass and bream. *Fish Farmer International File*. 11(6), 28-31.
- National Research Council (NRC). (1993). *Nutrient requirements of fish*, p.114. Washington, DC.: National Academy Press.
- Navarro, J.C. (1998). Aspect of larval physiology and larval nutrition, *Mediterranean Aquaculture New Techniques For Marine Hatcheries*. 23 Feb-06 Mar. Macaroon, Spain.
- Nelson, D.L. & Cox, M.M. (2016). *Biyokimyanın ilkeleri*. 5. Baskı. 1158s. Palme Yayıncılık.
- Olgunoğlu, İ.A., Olgunoğlu, M.P. & Artar, E. (2010). Dikenli yılan balığı (*Mastacembelus mastacembelus* Bank&Solender 1794) ile Avrupa yılan balığı (*Anguilla anguilla* L. 1758)'nın besinsel kalitesinin belirlenmesi. *E-journal of New World Sciences Academy*, 5(2), 5A0026. 74-81.
- Oluwaniyi, O.O., Dosumu, O.O. & Awolola, G.V. (2017). Effect of cooking method on the proximate, amino acid, and fatty acid compositions of *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus*. *Journal of the Turkish Chemical Society*, 4(1), 115-132. DOI: 10.18596/jotcsa.53143
- Öğün, S. & Tekelioğlu, N. (1980). Çukurova bölgesi ekolojik koşullarında yetiştirilen İsrail kökenli aynalı sazanların (*C. carpio*) protein gereksinimlerinin saptanması üzerine bir araştırma. Tübitak VII. Bilim kongresi veterinerlik ve hayvancılık araştırma

- gurubu tebliğleri 85-89. İSTANBUL.
- Perez, L., Gonzalez, H., Jover, M. & Fernandez-Carmona, J. (1997). Growth of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) fed extruded diets containing vary levels of protein, lipid and carbohydrate. *Aquaculture*, 156; 183-193. DOI: [10.1016/S0044-8486\(97\)00089-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00089-6)
- Pigott, G.M. & Tucker, B.W. (1990). *Seafood effect of technology on nutrition*. 359 p. New York: Marcel Dekker Inc. ISBN: 0824779223, 9780824779221.
- Polat, A. & Beklevik, G. (1998). *The importance of betaine and some attractive substances as fish feed additives. Feed Manufacturing in the Mediterranean Region*. CIHEAM Zaragoza-SPAIN.
- Polat, A. (2001). *Balık besleme ders notları*. Adana: Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi.
- Rosa, R. & Nunes, M.L. (2004). Nutritional quality of red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso), pink shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas), and Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 89–94. DOI: [10.1002/jsfa.1619](https://doi.org/10.1002/jsfa.1619)
- Ruiz-Capillas, C., & Moral, A. (2001). Changes in free amino acids during chilled storage of hake (*Merluccius merluccius*, L.) in controlled atmospheres and their use as a quality control index. *European Food Research and Technology*, 212, 302–307. DOI: [10.1007/s002170000232](https://doi.org/10.1007/s002170000232)
- Ruiz-Capillas, C. & Moral, A. (2004). Free amino acids in muscle of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in controlled and modified atmospheres during chilled storage. *Food Chemistry*, 86, 85–91. DOI: [10.1016/j.foodchem.2003.08.019](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.08.019)
- Santinha, P.J.M., Medale, F., Corraze, G. & Gomes, E.F.S. (1999). Effect of dietary protein: lipid ratio on growth and nutrient utilization in gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture and Fisheries Management*. 24, 295-304. DOI: [10.1046/j.1365-2095.1999.00107.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.1999.00107.x)
- Shalaby, A.R. (1996). Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29(7); 675-690. DOI: [10.1016/S0963-9969\(96\)00066-X](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(96)00066-X)
- Sikorski, Z.E., Kolakowska, A., & Pan, B.S. (1990). *The nutritive composition of the major groups of marine food organisms*. In: Resources Nutritional Composition and Preservation. Ed., SIKORSKI. CRC Press-Inc., Boca Raton, FL, pp. 30–52.
- Taylor, S.L. (1986). Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. *CRC Critical Reviews in Toxicology*, 17; 91- 117. DOI: [10.3109/10408448609023767](https://doi.org/10.3109/10408448609023767)
- Tekelioğlu, N. (2005). İç su balıkların yetiştiriciliği. sf. 158-159.
- Unusan, N. (2007). Change in proximate, amino acid and fatty acid contents in muscle tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after cooking. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 1087–1093. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2006.01354.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01354.x)
- Veciana-Nogues, M.T., Vidal Carou, M.C. & Marina-Font, A. (1989). Histamine and tyramine in preserved and semipreserved fish products. *Journal of Food Science*, 54(6); 1653-1655. DOI: [10.1111/j.1365-2621.1989.tb05182.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb05182.x)
- Vidal Corou, M.C., Veciana-Nogues, M.T. & Marine Font, A. (1990). Spectrofluorometric determination of histamine in fish and meat products. *Journal Association of Official Analytical Chemists*, 71(4), 565-567.
- Viola, S. & Lahav, E. (1991). Effects of lysine supplementation in practical carp feeds on total protein sparing and reduction of pollution. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*. 43(3), 112-118.
- Wilson, R.P. & Cowey, C.B. (1985). Amino acid composition of whole body tissue of rainbow trout and atlantic salmon. *Aquaculture*, 48, 373-376. DOI: [10.1016/0044-8486\(85\)90140-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(85)90140-1)
- Zambonino, I.J. & Cahu, C.L. (1994). Influence of diet on pepsin and some pancreatic enzymes in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 109(2), 209-212. DOI: [10.1016/0300-9629\(94\)90122-8](https://doi.org/10.1016/0300-9629(94)90122-8)