

Balık ve Balık Ürünlerinde Biyojen Aminlerin Varlığı

Pınar Oğuzhan Yıldız¹, Birsen Kırım²

Özet

Biyojen aminler hayvan, bitki ve mikroorganizmaların normal metabolizmasında rol alan düşük molekül ağırlıklı organik bazlardır. Genellikle serbest aminoasitlerin mikrobiyal enzimlerle dekarboksilasyonu sonucu oluşmaktadır. Bu bileşikler, insan ve hayvanlarda toksik etkiye sahip olabilmektedirler. Biyojen aminler, olgunlaştırma veya fermentasyon işlemleri ile üretilen çeşitli gıdalarda ve içeceklerde bulunmaktadır. Biyojen amin içeren gıdalar arasında balık ve balık ürünleri, et ürünleri, yumurta, peynir çeşitleri, fermente sebzeler ve soya fasulyesi ürünleri, bira ve şarap yer almaktadır. Biyojenik aminler kimyasal olarak alifatik (putresin, kadaverin, spermin, spermidin), aromatik (tiramin, feniletilamin) ve heterosiklik (histamin, triptamin) yapıda olabilirler. Balık kasında en sık bulunan aminler histamin, kadaverin ve putresindir. Bu derlemede, biyojenik aminlerin önemi ve bunların balık ve balık ürünlerinde oluşumu üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Biyojen aminler, Balık, Balık Ürünleri

Presence of Biogenic Amines in Fish and Fish Products

Abstract

Biogenic amines are low molecular organic bases in normal metabolisms of animal, vegetable and microorganisms. These amines are formed by decarboxylation of free amino acids with microbial enzymes. These compounds can have toxic effects in human and animal. Biogenic amines, produced by ripening or fermentation processes are in various foods and beverages. Biogenic amines such as fish, fish products, meat products, eggs, cheese, fermented vegetables, soy bean products, beer and wine are available. The chemical structure of biogenic amines aliphatic (putrescine, cadaverine, spermine, spermidine), aromatic (tyramine, phenylethylamine) and heterocyclic (histamine, tryptamin) are vary. Most commonly amines are histamine, cadaverine and putresin in fish muscle. In this review, significance on the biogenic amines and the formation this amines of in fish and fish products were examined.

Key Words: Biogenic amines, fish, fish products

GİRİŞ

Aminler; amonyakta bulunan bir, iki ve üç hidrojen atomunun alkil ve aril grupları ile yer değiştirmesi sonucu oluşan temel nitrojenli bileşiklerdir (Hornero-Mendez and Garrido-Fernandez 1997; Özoğul ve ark. 2004; Yeğin ve Üren 2008). Canlı organizmaların aktivitesi sonucu oluştuklarından biyojen amin adını almaktadır (Shabaly 1996; Yeğin ve Üren 2008). Biyojen aminler; doğal olarak insan, hayvan, bitki ve mikroorganizmaların metabolizmalarında bulunan düşük molekül ağırlıklı organik bazlardır (Anonim 2012; Aygün 2003; Erginkaya ve Var 1989; Gökoğlu ve Varlık 1995; Hernandez-Jover ve ark. 1996; Izquierdo-Pulido ve ark. 1996; Sarkadi ve Holzapfel 1994; Silla Santos 1996; Ten Brink ve ark. 1990; Varlık 1994). Biyojenik aminlerin kimyasal yapısı alifatik (putresin, kadaverin, spermin, spermidin), aromatik (tiramin, feniletilamin) ve heterosiklik (histamin, triptamin) olarak değişiklik göstermektedir (Alper ve Temiz 2001; Kurt ve Zorba 2008; Ölmez 2000; Shabaly 1996; Silla Santos 1996). Bu aminler balık, balık ürünleri, et ürünleri, yumurta, peynir, fermente sebzeler, meyveler, soya ürünleri, bira,

şarap, fındık ve çikolata gibi geniş gıda ürünlerinde mevcut olmaktadır (Askar ve Treptow 1986; Aygün 2003; Özdekan ve Üren 2006; Silla Santos 1996; Ten Brink ve ark. 1990; Vatanser 2004).

Biyojen aminler temelde gıdalardaki aminoasitlerin, belirli bazı mikroorganizmaların (Clostridium, Lactobacillus, Escherichia, Aerobacter, Salmonella, Shigella, Aeromonas, Pseudomonas, Vibrio ve Photobacterium vs.) dekarboksilaz enzimleriyle dekarboksilasyonu sonucu oluşmaktadır (Alper ve Temiz 2001; Rodriguez-Jerez ve ark 1994; Gökoğlu ve Varlık 1995; Hernandez-Jover ve ark. 1996; Izquierdo-Pulido ve ark. 1996). Gıdalarda biyojen amin oluşumunu etkileyen faktörler; serbest aminoasitlerin varlığı, aminoasitleri dekarboksile edebilecek mikroorganizmaların varlığı ve mikroorganizmaların gelişerek dekarboksilaz enzimini üretebilecekleri uygun ortam koşulları şeklinde sıralanabilmektedir (Yeğin ve Üren 2008).

Bu faktörlerin birçoğu gıda kaynağı ile yakından ilişkilidir. Dolayısıyla, biyojen aminlerin oluşumu et türüne bağlı olarak da farklılık göstermektedir. Genellikle sığır ve domuz eti ürünlerinde biyojen amin oluşumu, tavuk eti ürünlerinden daha fazladır (Kurt ve Zorba 2008; Vinci ve Antonelli 2002).

¹Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ardahan

²Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Aydın

Biyojen amin oluşumu ortamın pH'sını yükseltmekte bu da mikroorganizmayı asidik ortam etkisinden korumaktadır (Alper ve Temiz 2001; Maijala ve ark. 1993; Maijala 1994).

Bazı biyojen aminler, insan vücudunda özellikle sinir sisteminde ve kan basıncının kontrolünde önemli metabolik fonksiyonlara sahiptir. Bu aminlerden histaminin düz kasların kasılmasına, damarları genişleterek kan basıncının düşmesine, kapıllar permeabilitenin ve mide asidi sekresyonunun artışına yol açtığı, nörotransmitter olarak işlev gördüğü ve ayrıca alerjik reaksiyonlarda da rol aldığı bildirilmektedir. Tiramin, triptamin ve feniletilaminin gibi biyojen aminlerin hipertansif etkiye sahip oldukları, bunlardan tiramin ve triptaminin, düz kasların (uterus, bronş) kasılmasına da yol açtıkları bildirilmiştir. Bazı poliaminlerin (putresin, kadaverin, spermidin, spermin) de, hücreler için esansiyel bileşikler olup, protein sentezinde, nükleik asit fonksiyonlarının regülasyonunda ve hücre membranının stabilizasyonunda rol aldıkları belirtilmektedir (Aygün 2003; Halasz ve ark. 1994; Joosten ve Van Boekel 1988; Loser 2000; Ramantanis 1984; Scheuer ve Rödel 1995; Silla Santos 1996).

Balık ve Balık Ürünlerinde Biyojen Aminler

Balıkların yapısında bulunan aminoasitlerin enzimatik dekarboksilasyonu sonucu aminoasitten alfa-karboksil grubun uzaklaştırılması ile birçok aminli bileşikler oluşmaktadır.

Balığın bozulması veya ayrışması süresince, bakteriyel üretim, aminoasit dekarboksilasyon faaliyeti ve proteoliz aktivitesinden dolayı amino asitler serbest kalmakta ve biyojenik amin üretilmektedir (Eitenmiller ve De Souza, 1984; Özoğul ve ark. 2004; Shalaby 1996). Protein içeren, mikrobiyal veya biyokimyasal aktiviteye imkan sağlayıcı durumlara maruz kalan gıdalarda genellikle biyojenik amin üretilmektedir. Amin miktarı gıdanın doğasına ve mevcut mikroorganizmaya bağlı olarak büyük bir değişkenlik göstermektedir. Aminoasitler, bakteriyel faaliyetler veya proteolitik aktivitenin bir sonucu olarak proteinden ayrılarak serbest forma geçebilmektedir (Özoğul ve ark. 2004; Ten Brink ve ark. 1990). Balık kasında en sık bulunan aminler histamin, kadaverin ve putresindir (Rawles ve

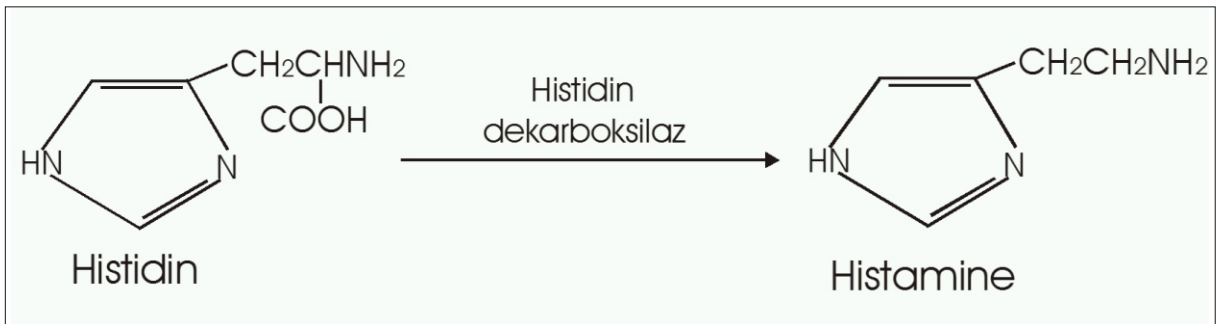
Flick 1996; Özoğul ve ark. 2004).

Histamin

Balıklarda özellikle histamin oluşumuna rastlanmaktadır (Alper ve Temiz 2001). Balıkta yüksek oranda histamin oluşumu insanlarda histamin (Scombroid) zehirlenmesine neden olmaktadır. Histamin zehirlenmesi yüksek miktarda histamin içeren taze, donmuş veya konserve balıkların tüketimi sonucu ortaya çıkmaktadır (Çaklı ve Kışla 2003). Histamin, Scombridae familyasına ait balıkların kas dokularında yüksek miktarda bulunan serbest histidin bakteriyel histidin dekarboksilaz enzimi ile dekarboksile olmasıyla meydana gelmektedir (Jay 1992) (Şekil 1).

Histamin genelde hamsi, uskumru, somon, ton balığı gibi kırmızı etli (koyu etli) ve/veya yağlı balıklarda ortaya çıkmaktadır. Mezgit ve kalkan gibi beyaz etli balıkların etlerinde histidine rastlanmadığı için bu balıklar ne kadar kötü koşullarda saklanacak olursa olsun histamin oluşumu görülmemektedir (Köse 1999). Histamin zehirlenmesine yaygın bir şekilde rastlanan diğer tip balıklar ise; tuna (*Euthynnus pelamis*), sarı kuyruk (*Seriola dumerili*), kahawai, bonito, mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), marlin (*Makaira indica*) ve bluefish (*Pomatomus saltatrix*)'tir (Ben-Gigirey ve ark. 1999; Chamberlain 2001; Mitchell 1993; Lehane ve Olley 2000). Rodriguez-Jerez ve ark. (1994)'e göre, bu türlerde histamin seviyelerinin yüksekliği kaslarda doğal olarak bulunan serbest histidin içeriğinin yüksek olmasıyla ilişkilidir.

Histamin özellikle balık ve balık ürünlerinde kalite belirleyici ve mikrobiyal bozulma indeksidir. Taze bir balığın histamin içeriği çok düşüktür ve balıkta histaminin varlığı bozulma belirtisidir (Veciana-Nogues ve ark. 1989; Vidal-Carou ve ark. 1990; Yerlikaya ve Gökoğul 2002). Genel olarak balıktaki 100 mg/100 g histamin miktarı toksik olarak kabul edilmektedir. Yapılan bir araştırmaya göre 5 mg/100 g altı güvenli, 5-100 mg/100 g muhtemelen zehirli ve 100 mg/100 g ise zehirlidir (Shabaly 1996). Luten ve ark. (1992)'nin yapmış olduğu bir araştırmaya göre uskumrugillerden kaynaklı zehirlenmelerin başlama zamanı 100 mg/100 g balık-histamin seviyelerinden daha yüksek olduğunda vücuda alındıktan birkaç dakika ile 3 saat içinde



Şekil 1. Histidin amino asidinin histamin dekarboksilasyonu (An ve ark. 1996).

değişiklik göstermektedir. Yeni Zelanda'da yapılan bir çalışmada marketten satın alınan tütülenmiş 107 adet balığın 8'inde histamin seviyesini 5 mg/100 g'ın üzerinde, 2 tanesinde ise 20 mg/100 g'ın üstünde tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir kontrolde ise 91 örneğin 4'ünde 10 mg/100 g'ın üzerinde histamin belirlenmiş ve örneklerin 2'sinde ise 100 mg/100 g veya daha fazla histamin olduğu saptanmıştır (Fletcher ve ark. 1998). Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) balıklarda histamin sınırını 50 mg/100 g olarak kabul etmesine rağmen, genel olarak 30 mg/100 g sınırı kullanılır. 50 mg/100 g'ın üzerindeki histamin seviyesine sahip balıkların ise tüketiminin yasaklandığı ile ilgili yasa 1996 yılında yayımlanmıştır (FDA 1996).

Bu zehirlenmenin en yaygın belirtileri baş dönmesi, bayılma, kaşıntı, ağızda yanma hissi ve yutmada yetersizlik görülmekte (Anon. 1975), Hwang ve ark. (1995)'nin tespitlerine göre ise mağdurlar genellikle 8 saat içinde kurtarılmaktadır. Plahar et al., (1999), sardalya ve hamside yaptıkları çalışmada çiğ, tütülenmiş ve 6 ay boyunca depolanmış örneklerin kalorimetrik teknikle histamin düzeylerini belirlemişlerdir. Çiğ, tütülenmiş ve 6 ay boyunca depolanmış sardalyada sırasıyla 1,1 mg/100 g, 1,8 mg/100 g ve 1,5 mg/100 g bulunurken hamsi örneklerinde histamine rastlanmamıştır. Zotos ve ark. (1995), dondurulmuş ve depolanmış uskumru (*Scomber scombrus*)'ya sıcak tütüleme metodunu uygulamışlar ve histamin seviyelerine bakmışlardır. Sadece dondurulup depolanan örneklerde histaminde bir artış gözlenmiş ve 22 hafta sonunda 50 mg/kg değerine ulaştığı bulunmuştur. Histamin değerinin, tütülemeden dolayı 11 ve 33 hafta boyunca dondurulan örneklerde de %95 seviyesinde arttığı tespit edilmiştir. Yeni Zelanda'da yapılan bir çalışmada marketten satın alınan tütülenmiş 107 adet balığın 8'inde histamin seviyesini 5 mg/100 g'ın üzerinde, 2 tanesinde ise 20 mg/100 g'ın üstünde tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir kontrolde ise 91 örneğin 4'ünde 10 mg/100 g'ın üzerinde histamin belirlenmiş ve örneklerin 2'sinde ise 100 mg/100 g veya daha fazla histamin olduğu saptanmıştır (Fletcher ve ark. 1998).

Edmunds ve Eitenmiller (1975), İspanyol uskumrusu (*Scomberomorus maculatus*)'nda histamin ve histidin dekarboksilasyon seviyelerini araştırmışlar ve bu türlerin oldukça yüksek düzeyde histamin içerdiğini bulmuşlardır. Cemek ve ark. (2006) tarafından Eber ve Karamık göllerinden avlanan sazan (*Cyprinus carpio*) ve turna (*Esox lucius*) balıkları üzerinde yapılan bir çalışmada, depolama sıcaklığı ve süresinin biyojen amin oluşumuna etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde balık türleri arasında depolama süresi ve sıcaklığının histamin oluşumunda etkili olmadığını, ancak depolama süresi ve sıcaklığın histamin oluşumunda etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca önemli bir besin kaynağı olan balığın sağlıklı bir şekilde tüketilebilmesi için depolama süresi ve sıcaklığına

dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Mısır'da tuzlanmış-fermente edilmiş balıklar ile yürütülen bir çalışmada, örnekler 40-60 gün depolanmış ve depolama süresince biyojenik amin formasyonundaki değişiklikler incelenmiştir. Biyojenik amin içerikleri 84-1633 mg/kg oranında belirlenmiştir. Histamin içerikleri 60 günlük depolama sonunda 211 mg/kg olarak saptanmıştır. Ayrıca biyojenik amin içeriği yönünden, 20-40 günlük depolamada sağlık açısından tüketilebilir olduğu, ancak 60 günlük depolama sonunda tehlike oluşturabileceği ifade edilmiştir (Mohamed ve ark. 2009).

Kadaverin ve Putresin

Kadaverin ve putresin balıkların bozulma indikatörü olarak kullanılan önemli sekonder diamindirler. Bunlar, nitritle birleşerek heterosiklik karsinojenik nitrozaminler, nitrozaprolidin ve nitrozopiperidin oluşturabilmektedir (Aras Hisar ve ark. 2004; Turantaş ve Öksüz 1998). Putresin, kadaverin gibi daiminler nitritlerle reaksiyona girme yatkınlıkları ve potansiyel karsinojen nitrozaminler oluşumu nedeniyle, mutajenik öncül maddeler olarak değerlendirilmektedir (Bover-Cid ve ark. 2000; Çolak ve Aksu 2002; Hernandez-Jover ve ark. 1997; Nakamura ve ark. 1979; Ordenez ve ark. 1997). Bu aminler ısıyla nitrozopirolidin ve nitrozopiperidin meydana getirerek pirolidin ve piperidine dönüşür. Bu yüzden pişirme (kızartma), serbest nitrozamin bulunan çiğ üründe, bunların oluşumunu arttırmaktadır (Çolak ve Aksu 2002; Nakamura ve ark. 1979; Shabaly 1996). Putresinin temel kaynakları meyve, peynir ve yeşil olmayan sebzelerdir (Alper ve Temiz 2001; Bardocz ve ark. 1995). Bozulmuş balıklarda bulunan putresin ve kadaverin gibi diğer biyojenik aminler bağırsaklarda histamini metabolize eden enzimleri inhibe ederek, histamin zehirlenmesini güçlendirmektedir. Balıklarda kadaverin, lizini dekarboksile eden bakterilerin faaliyeti sonucunda oluşmaktadır (Karahan 2003). Balık ve balık ürünlerinde oluşan kadaverin ve putresin gibi biyojenik aminlerin toksik dozu hakkında fazla bilgi bulunmamasına rağmen, bir öğünde alınan >40 mg biyojenik amininin potansiyel olarak toksik olduğu düşünülmüştür (Özoğul ve ark. 2004; Shabaly 1996). Krizek ve ark. (2002) kaliteli sazanda ortalama 10-20 mg / kg putresinin varlığı, Sims ve York (1992) ise konserve ton balığının (orkinos) kabul limiti olarak 0.5 mg putresin/kg değerini ileri sürmektedir. Yüksek miktarlardaki histamin zehirlenmeleri genelde uskumrugillerden kaynaklanmaktadır, ancak kadaverinin varlığı histamin toksisitesini güçlendirdiği bulunmuştur (Al Bulushi ve ark. 2009).

Tiramin

Tiramin, tirozin amino asidinin bakteriyel faaliyeti sonucu oluşmaktadır (Özoğul ve ark. 2004). Tiramin kan basıncını artırdığı bilinen bir biyojenik aminlerdir (Maijala 1994; Varlık 1994). Tiramin

monoamin oksidaz (MAO), triptamin diaminoksidaz (DAO), β -feniletilamin, DAO ve histamin -N-metil transferaz (HNMT) enzimlerini inhibe etmektedir (Yahia ve ark. 2003). Fermente edilmiş veya olgunlaştırılmış gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır. Monoamin oksidaz (MAO) inhibitörleri alan insanlarda peynir, dumanlanmış veya salamura et ve balık, şarap, bira, turşu ve maya ekstraktlarının tüketilmesine bağlı ciddi tiramin zehirlenmesi ve hatta ölümler görüldüğü bildirilmektedir (Jones 1992). *Enterococcus faecalis* subsp. *liquefaciens* gıdalarda zehirlenmelere neden olabilecek miktarlarda tiramin üretebilmektedir (Alper ve Temiz 2001; Beutling 1994). Tiramin zehirlenmesi; peynir reaksiyonu (cheese reaction) olarak adlandırılmaktadır. Tiramin, temel olarak sempatik sinir sistemine periferik vazokonstriksiyon ile kan basıncını artırarak indirekt olarak etki etmektedir (Çolak ve Aksu 2002; Shabaly 1996; Smith 1981). Tiramin, özellikle peynirlerde yüksek oranda birikebilmektedir. Tek başına alındığında, 10-80 mg arasındaki tiramin miktarının vücutta şişmeye, 100 mg üstündeki tiraminin ise insanlarda baş ağrısı ve migrene neden olduğu bildirilmektedir (Alper ve Temiz 2001; Erginkaya ve Var 1989; Kalac ve ark. 1999). MAO inhibitörü kullanan hastalar için ise, tiramin alımı 4 saat süresince 6 mg düzeyini aşmamalıdır (Kalac ve ark. 1999). Ekici ve ark. (2011) tarafından inci kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) üzerinde yürütülen bir çalışmada örnekler 2 gruba (1. grup baş, iç organ ve solungaçları çıkarılmış, 2. grup baş ve iç organları çıkarılmadan bütün halde) ayrılmış ve biyojen amin oluşumu incelenmiştir. Örneklerin hiçbirinde histamin ve tiramine rastlanılmamıştır.

Agmatin

Agmatin balık ve balık ürünlerinde yaygın olarak bulunmaktadır (Smith 1980). Agmatin üretiminin balığın ilk bozulma aşamasında arttığı fakat sonrasında azaldığı rapor edilmiştir. Bu nedenle agmatinin düşük seviyesi taze ve aynı zamanda çok bozulmuş balıkla ilişkili olmaktadır (Kamarı 2007; Veciana-Nogues ve ark. 1997a).

Spermin ve Spermidin

Spermidin ve spermin gıdalarda doğal olarak oluşan biyojenik aminler olup bunların formasyonu bakteriyel bozulmayla ilişkili olmamaktadır (Kamarı 2007; Veciana-Nogues ve ark. 1997b). Spermidin ve spermin balıkta önemsiz bir bileşiktir ve depolama süresince az miktarda oluşur (Ritchie ve Mackie 1980). Spermin ve spermidin putresinden de meydana gelebilmektedir (Busstra ve ark. 2003). Spermin ve spermidin gastrointestinal duvardan histamin geçişini arttırmaktadır (Yahia ve ark. 2003).

Park ve ark. (2010), Kore'de balık (300 adet) ve balık ürünlerinde (80 adet) yapmış oldukları bir çalışmada, balık ürünlerinin çoğunda biyojen amin

içeriğinin 20 mg/kg'dan daha düşük olduğu saptanmıştır.

Güney Çin'den satın aldıkları balık ve balık ürünlerinde yapılan bir çalışmada, 49 balık örneğinin 13'ünde 8 biyojenik amin (histamin, triptamin, putresin, feniletilamin, kadaverin, spermin, spermidin) belirlenmiştir (Zhai ve ark. 2012).

Yassoralipour ve ark. (2012), tarafından barramundi (*Lates calcarifer*) filetoları üzerinde yapılan bir çalışmada örnekler, hava (kontrol) ve 5 farklı gaz karışımı (M_1 %100 CO_2 ; M_2 %75 CO_2 + %25 N_2 ; M_3 %50 CO_2 + %50 N_2 ; M_4 %25 CO_2 + %75 N_2) kullanılarak ambalajlanmış ve 8°C'de depolanmıştır. Depolama sonunda örneklerde (M_1 , M_2 , M_3 , M_4 ve kontrol) histamin değeri sırasıyla 169.9, 180.8, 211.7, 240.4 ve 473.6 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ayrıca M_1 , M_2 ve M_3 örneklerinde putresin başlangıçta tespit edilemezken, depolama sonunda örneklerin hepsinde artış olduğu görülmüştür. Biyojenik amin içeriğindeki azalmadan dolayı en uygun gaz kompozisyonunun %100 CO_2 ve %75 CO_2 olduğu ifade edilmiştir.

Sazan (*Cyprinus carpio*) balıkları ile yürütülen bir çalışmada, balıklara 4 farklı metot (pastörizasyon, tuzlama, tütsüleme, laktik asitle muamele) uygulanmış ve örnekler 2 °C'de depolanmıştır. Örneklerde 8 biyojenik amin (histamin, triptamin, tiramin, putresin, kadaverin, spermin, spermidin) tespit edilmiştir. Ayrıca tuzlama metodu ile tiraminin etkili bir şekilde önlendiği vurgulanmıştır (Kr'iz'ek ve ark. 2011).

Bakar ve ark. (2010), tarafından barramundi (*Lates calcarifer*) dilimleri üzerinde yapılan bir çalışmada örnekler 0 ve 4 °C'de 15 gün süre ile depolanmış ve biyojenik amin formasyonundaki değişiklikler incelenmiştir. Depolama periyodu sonunda histamin değeri 0 ve 4 °C'de sırasıyla 82 mg/kg ve 275 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi ilerledikçe putresin, kadaverin ve triptaminin balık kasında baskın aminler olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca biyojenik amin konsantrasyonunun 0 ve 4 °C'de sırasıyla 6 ve 9 günlük depolanmanın sonunda önemli ölçüde arttığı ifade edilmiştir.

SONUÇ

Sonuç olarak, biyojenik aminler gıda maddelerinin üretimi, işlenmesi ve depolanması sırasında oluşan hem gıda bozulmasından hem de gıda zehirlenmesinden sorumlu toksik bileşiklerdir. Balık ve balık ürünlerinde biyojenik amin üretimi direkt olarak balıktaki serbest aminoasit içeriği ile bağlantılıdır. Bu nedenle balığın bozulması veya ayrışması süresince, bakteriyel üretim, aminoasit dekarboksilasyon faaliyeti ve proteoliz aktivitesinden dolayı amino asitler serbest kalmakta ve biyojenik amin üretilmektedir. Bir gıdanın belirli bir düzeyin üzerinde biyojenik amin içermesi, o gıdayı tüketen

insanlarda çeşitli rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Bu nedenle bakteriyel aktiviteyi önlemek ve halk sağlığının korunması açısından balık ve balık ürünlerinin mümkün olduğunca düşük sıcaklıklarda ve hijyenik ortamlarda depolanması gerekmektedir. Yine biyojen aminlerin artışını önleyici tedbirlerden sayılan, kışın dahi yakalanan balıkların soğuk hava sistemli depolarda buz içinde muhafaza edilmesi ve soğuk zincirinde saklanması ile birlikte dondurulmuş ve işlenmiş balıkların pazarlanmasından önce de özellikle histamin ve diğer biyojen aminlerin miktarlarının ölçülmesi ve standartların oluşturulması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Alper, N., Temiz, A., 2001. Gıdalardaki biyojen aminler ve önemi. *Türk Hij. Den. Biyol. Der.*, 58 (2): 71-80.
- Al Bulushi I. , Poole S. , C. Deeth H. & A. Dykes G.,2009. Biogenic Amines in Fish: Roles in Intoxication, Spoilage, and Nitrosamine Formation—A Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49:4, 369-377, Taylor and Francis Group, LLC, ISSN: 1040-8398.
- Anonymous, 1975. Scombroid poisoning - New York City. *Morbid. Mortal.* 24:342-347.
- Anonim, 2012. http://www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Saglik/Balik-ve-Balik-Urunlerinde-Olusan-Biyojenik-Aminler_167.htm (Erişim tarihi 22.05.2012)
- An, H., Lee, H., Jun, S.H., Kim, S.H., 1996. Histamine formation in fermented seafood products. *Dept. Nutrition & Food Sci. Auburn Uni. Alabama.*
- Aras Hisar Ş., Hisar, O., Yanık, T., 2004. Balıklarda mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal bozulmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35 (3-4): 261-265.
- Askar, A., Treptow, H., 1986. Biogene amine in Lebensmitteln. Vorkommen, Bedeutung und Bestimmung, Eugen Ulmer GmbH and Co, Stuttgart, Germany.
- Aygün, O., 2003. Biyojen aminler-süt ve süt ürünlerindeki varlığı ve önemi. *Uludağ Üniv. J. Fac. Vet. Med.*, 22 (1-2:3): 91-95.
- Bakar, J., Yassoralipour, A., Abu bakar, F., Rahman, R. A., 2010. Biogenic amine changes in barramundi (*Lates calcarifer*) slices stored at 0C and 4C. *Food Chemistry*, 119:467-470.
- Bardocz, S., Duguid, T.J, Brown, D.S., 1995. The importance of dietary polyamines in cell regeneration and growth. *British Journal of Nutrition*, 73 (6): 819-28.
- Ben-Gigirey, B., Vieites Baptista de Sousa, J.M., Villa, T.G., Velazquez-Barros, J., 1999. Histamine and cadaverine production by bacteria isolated from fresh and frozen albacore (*Thunnus alalunga*). *J. of Food Pro.*, 62 (8):933-939.
- Beutling, D., 1994. Factors Influencing tyramine formation by *Enterococcus faecalis*. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 45 (6): 128-31.
- Bover-Cid, S., Hugas, M., Izquierdo-Pulido, M., Vidal-Carou, M.C., 2000. Reduction of biogenic amine formation using a negative amino acid decarboxylase starter culture for fermentation of fuet sausages. *J. Food Protect.*, 63 (2):237-243.
- Busstra, M.C., Siezen, C.L.E., Grubben, M.J.A., 2003. Tissue Levels Of Fish Fatty Acids and Risk Of Colorectal Adenomas: A Case-Control Study (Netherlands). *Cancer Causes Control.* 14: 269-276.
- Cemek, M., Bulut, S., Konuk, M., Akkaya, L., Birdane, Y., Yılmaz, E., 2006. Eber ve Karamık göllerinden avlanan sazan (*Cyprinus carpio*) ve turna (*Esox lucius*) balıklarında depolama sıcaklığı ve süresinin biyojen amin oluşumuna etkisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1: 27-34.
- Chamberlain, T., 2001. Histamine levels in longlined tuna in Fiji: A comparison of samples from two different body sites and effect of storage at different temperatures. *S.Pac. J.Nat. Sci.*, 19: 30-34.
- Çaklı, Ş., Kışla, D., 2003. Su ürünlerinde mikrobiyal kökenli bozulmalar ve önleme yöntemleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20, (1-2): 239-245.
- Çolak, H., Aksu, H., 2002. Gıdalarda biyojen aminlerin varlığı ve amin oluşumunu etkileyen faktörler. *YYÜ Vet. Fak. Derg.*, 13 (1-2):35-40.
- Edmunds, W.J., Eitenmiller, R.R., 1975. Effect of storage time and temperature on histamine content and histidine decarboxylase activity of aquatic species. *J. Food Sci.* 40:516-519.
- Ekici, K., Sağun, E., Sancak, Y.C., Sancak, H., Yörük, İ., İşleyici, Ö., 2011. Dondurulmuş olarak muhafaza edilen inci kefalinde (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) biyojen amin oluşumu ve mikrobiyolojik değişimlerin belirlenmesi. *Y.Y.U Vet. Fak. Der.* 22(2): 93-99.
- Erginkaya, Z., Var, I., 1989. Et ve et ürünlerinde biyojenik aminler. *Gıda*, 14 (3): 171-174.
- Eitenmiller, R. R., De Souza, S., 1984. Enzymatic Mechanisms for Amine Formation in Fish, In *Seafood Toxins*, ed. E. R. Ragelis, American Chemical Society, Washington, DC.
- Fletcher, G. C., Summers, G., Veghel, P.W.C., 1998. Levels of histamine and histamine-producing bacteria in smoked fish from New Zealand markets. *J. of Food Pro.*, 61:1064-1070.
- FDA, 1996. Decomposition and histamine in raw frozen tuna, and mahi-mahi, canned tuna; and related species: *Compliance Policy Guides*. 7108, 240, Sec. 540. 525.
- Gökoğlu, N., Varlık, C., 1995. Sardalya konservelerinin histamin biyojen amini yönünden incelenmesi. *Gıda*, 5: 273-279.
- Halasz, A., Barath, L.S.S., Holzapfel, W., 1994. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends in Food Science and Technology*. 5: 42-49.
- Hernandez-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogues, M.T, Vidal-Carou, M.C., 1996. Ion-pair high performance liquid chromatographic determination of biogenic amines in meat and meat products. *J Agric Food Chem.*, 44: 2710-2715.
- Hernandez-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogues, M.T, Marine-Font, A., Vidal-Carou, M.C., 1997. Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. *J. Agric. Food Chem.*, 45 (6):2098-2102.
- Hwang, D., Chang, S., Shiau, C. and Cheng, C., 1995. Biogenic amines in the flesh of sailfish (*Istiophorus platyterus*) responsible for scombroid poisoning, *J. Food Sci.* 60:926-928.
- Hornero-Mendez D., Garridio-Fernandez A., 1997. Rapid

- high performance liquid chromatography analysis of biogenic amines in fermented vegetable brines. *Journal of Food Protection*, 60 (4):414-419.
- Izquierdo-Pulido, M., Hernandez-Jover, T., Marine-Font, A., Vidal-Carou, M.C., 1996. Biogenic amines in European beers. *J Agric Food Chem.*, 44: 3159-3163.
- Jay, J.M., 1992. *Modern Food Microbiology*. 4th edition, Chapman and Hall, New York.
- Jones, J.M., 1992. *Food safety*. 2nd Print. Minnesota USA: Eagon press St. Paul.
- Joosten, H.M.L.Y.J., van Boekel, M.A.J.S. 1988. Conditions allowing the formation of biogenic amines in cheese. 4. A study of the kinetics of histamine formation in an infected Gouda Cheese. *Neth. Milk Dairy J.* 42: 3-24.
- Kalac, P., Spicka, J., Krizek, M., Steidlova, S., Pelikanova, T., 1999. Concentrations of seven biogenic amines in sauerkraut. *Food Chem.*, 67: 275-280.
- Kamarı, N., 2007. Buzda depolanan yayın balığı (Siluriformis glanis L. 1758) nükleotid yıkım ve biyojenik amin konsantrasyonunun araştırılması. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, Adana.
- Karahan, A.G., 2003. Gıdalarda biyojen aminler. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(5):21-32.
- Köse, S., 1999. Su ürünlerinden kaynaklanan histamin zehirlenmesi ve önemi. Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu 14-16 Haziran, Erzurum.
- Krizek, M., Pavlicek, T. and Vacha, F., 2002. Formation of selected biogenic amines in carp meat. *J. Sci. Food Agric.* 82:1088-1093.
- Krizek, M., Vacha, F., Pelikanova, T., 2011. Biogenic amines in carp (Cyprinus carpio) preserved by four different methods. *Food Chemistry*, 126: 1493-1497.
- Kurt, Ş., Zorba, Ö., 2008. Et ve fermente et ürünlerinde biyojen aminler. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Lehane, L., Olley, J., 2000. Histamine fish poisoning revisited. *Int. J. of Food Mic.*, 58:1-37.
- Luten, J., Bouque, W., Seuren, L., Burggraaf, M., Riekwel-Body, G., Durand, P., Etienne, M., Gouyo, J., Landrein, A., Ritchie, A., Leclercq, M. and Guinet, R., 1992. Biogenic amines in fishery products: Standardization methods within EC. In *Quality assurance in the fish industry*. pp 427-439. Huss, H., Ed. Elsevier Science Publishers.
- Loser, C., 2000. Polyamines in human and animal milk. *Br. J. Nutr.*, 84: Suppl. 1, S55-S58.
- Maijala, R.L., Eerola, S.H., Aho, M.A., Hirn, J.A., 1993. The Effect of GDL-induced pH decrease on the formation of biogenic amines in meat. *J. Food Protect.*, 56 (2): 125-129.
- Maijala, R., 1994. Histamine and tyramine production by a Lactobacillus strain subjected to external pH decrease. *J. Food Protect.*, 57 (3): 259-262.
- Mitchell, J., 1993. Scombrototoxic fish poisoning. Report for the Ministry of Health, Wellington.
- Mohamed, R., Livia, S.S., Hassan, S., Soher, E.S., Ahmed-Adel, E.B., 2009. Changes in free amino acids and biogenic amines of Egyptian salted-fermented fish (Feseekh) during ripening and storage. *Food Chemistry*, 115: 635-638.
- Nakamura, M., Wada, Y., Sawaya, H., Kawabata, T., 1979. Polyamine content in fresh and processed pork. *J. Food Sci.*, 44 (2): 515-517.
- Ordóñez, A.I., Ibanez, F.C., Torre, P., Barcina, Y., 1997. Formation of biogenic amines in Idiazabal Ewe's-Milk cheese. Effect of ripening, pasteurization and starter. *J. Food Protect.* 60 (11):1371-1375.
- Ölmez, H.K. 2000. Biyojenik aminler. *Dünya Gıda*, 51-57.
- Özdehan, Ö., Üren, A., 2006. Biyojen amin analiz yöntemleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu.
- Özoğul, F., Küley, E., Özoğul, Y., 2004. Balık ve balık ürünlerinde oluşan biyojen aminler. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21 (3-4):375-381.
- Park, J.S., Lee, C.H., Kwon, E.Y., Lee, H.J., Kim, J.Y., Kim, J.Y., 2010. Monitoring the contents of biogenic amines in fish and fish products consumed in Korea. *Food Control*, 21: 1219-1226.
- Plahar, W.A., Nerquaye-Tetteh, G.A., Anan, N.T., 1999. Development of an Integrated Quality Assurance System for the Traditional Sardinella sp. and Anchovy Fish Smoking Industry in Ghana. *Food Research Institute. Accra. Ghana. Food Control*, 10:15-25.
- Ramantanis, S. 1984. Histamin, Tyramin und Triptamin in Lebensmitteln. *Arch. Lebensmittelhyg.*, 35: 75-80.
- Rawles, D.D., Flick, G.J., 1996. Biogenic amines in fish and shellfish. *Adv. Food Nutr. Res.*, 39: 329-365.
- Ritchie, A. H., Mackie, I. M., 1980. The Formation of Diamines and Polyamines During Storage Of Mackerel (Scomber scombrus). In *Advances in Fishery Science and Technology* (Ed. Connell, J. J.) pp. 489-494. Farnham. Fishing News Books.
- Rodríguez-Jerez, J.J., Lopez-Sabater E.I., Roig-Sagues A.X., Mora-Ventura M.T., 1994. Histamine, cadaverine and putrescine forming bacteria from ripened spanish semipreserved anchovies. *J Food Sci* 1994; 59 (5): 998-1001.
- Rodríguez-Jerez, J., Mora-Ventura, M., Lopez-Sabater, E. and Hernandez-Herrero, M., 1994. Histidine, lysine, and ornithine decarboxylase bacteria in Spanish salted semi-preserved anchovies. *J. Food Protect.* 57:784-787, 791.
- Sarkadi, L.S, Holzapfel, W.H., 1994. Determination of biogenic amines in leafy vegetables by amino acid analyser. *Z Lebensmit Unters Forsch*, 198: 230-233.
- Scheuer, R., Rödel, W., 1995. Bestimmung von biogenen Aminen in fermentierten Fleischerzeugnissen. *Fleischwirtschaft*, 75: 73-75.
- Shalaby, A.R. 1996. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29 (7):675-690.
- Silla Santos, M.H., 1996. Biogenic amines: their importance in foods. *Int. J. Food Microbiol.*, 29: 213-231.
- Sims, G. and York, R., 1992. Quality indices for canned skipjack tuna: Correlation of sensory attributes with chemical indices. *J. Food Sci.* 57:1112-1115.
- Smith, J. G. M., Hardy, R. S., McDonald, I., Temoleton, J., 1980. The Storage of Herring (Clupea harengus) in Ice, Refrigerated Sea Water And At Ambient Temperature, Chemical and sensory assessment. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 31: 375-385.
- Smith, T.A., 1981. Amines in food. *Food Chemistry*, 6:169-200.
- Ten Brink, B., Damink, C., Joosten H.M.L.J., Huis in't Veld, J.H.J., 1990. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. *Int. J. Food Microbiol.* 11: 73-84.
- Turantaş, F., Öksüz, A., 1998. Balık ve balık ürünlerinde biyojenik aminler ve amin üretiminde rol oynayan bakteriler. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 3: 5, 58-65.
- Varlık, C., 1994. Soğukta depolanan sardalyalarda histamin düzeyinin belirlenmesi. *Gıda*, 2: 119-124.

- Vatansever, L., 2004. Et ve et ürünlerinde biyojenik aminler. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg., 10 (2): 203-208.
- Veciana-Nogues, M.T., Vidal Carou, M.C., Marina-Font, A., 1989. Histamine and Tyramine in Preserved and Semi-preserved Fish Products. J. Food Sci., 54 (6): 1653-1655.
- Veciana-Nogues, M. T., Marine-Font, A., Vidal-Carou, M. C., 1997a. Biogenic amines in fresh and canned tuna. Effects of canning on biogenic amine contents. J. Agric. Food Chem. 45: 4324-4328.
- Veciana-Nogues, M. T., Marine-Font, A., Vidal-Carou, M. C., 1997b. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tunas. Relationships with microbial counts, ATP-related compounds, volatile amines, and organoleptik changes. J. Agric. Food Chem. 45: 2036-2041.
- Vidal Carou, M.C., Veciana-Nogues, M.T., Marine Font, A., 1990. Spectrofluorometric Determination of Histamine in Fish and Meat Products, J. Assos. Off. and Chem. 71 (4): 565-567.
- Vinci, G., Antonelli, M.L., 2002. Biogenic amines: quality index of freshness in red and white meat. Food Control, 13: 519-524.
- Yahia, D.A., Madani, S., Savelli, J.L., 2003. Dietary Fish Protein Lowers Blood Pressure and Alters Tissue Polyunsaturated Fatty Acid Composition in Spontaneously Hypertensive Rats. Nutrition 19: 342-346.
- Yassoralipour, A., Bakar, J., Abdul Rahman R., Abu Bakar, F., 2012. Biogenic amines formation in barramundi (Lates calcarifer) fillets at 8C kept in modified atmosphere packaging with varied CO2 concentration. LWT-Food Science and Technology, 48:142-146.
- Yeğin, S., Üren, A., 2008. Gıdalarda biyojen amin oluşumunu etkileyen faktörler. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Yerlikaya, P., Gökoğlu, N., 2002. Gıdalarda biyojen aminler ve önemi. Gıda Mühendisliği Dergisi, 6, 24-30.
- Zhai, H., Yang, X., Li, L., Xia, G., Cen, J., Huang, H., Hao, S., 2012. Biogenic amines in commercial fish and fish products sold in southern China. Food Control, 25: 303-308.
- Zotos, A., Hole, M., and Smith, G., 1995. The Effect of Frozen Storage of Mackarel (Scomber scombrus) on its Quality When Hot Smoked. Journal Science Food Agriculture, 67: 43-48.

Sorumlu Yazar

Pınar OĞUZHAN YILDIZ
pınaroguzhan@ardahan.edu.tr

Ardahan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü, ARDAHAN

Geliş Tarihi : 03.06.2015
Kabul Tarihi : 30.06.2015