

Biyojen Aminler ve Etkileri

Mürüvvet DÜZ^{1*}, A. Fatih FİDAN²

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Afyonkarahisar/TÜRKİYE

²Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Afyonkarahisar/TÜRKİYE

Corresponding author e-mail: muruvvetduz@aku.edu.tr

ÖZET

Aminoasit dekarboksilasyonu sonucu oluşan biyojen aminler, hem vücudumuzda sentezlenmekte hem de gıdalarla alınabilmektedir. Meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunmalarının yanında proteince zengin ve fermente edilmiş gıdaların olgunlaşması veya bozulması sonucu da ortaya çıkabilmektedirler. Gıdalarda aminoasitleri dekarboksilaz enzimi ile indirgeyen ve biyojen amin oluşumuna neden olan birçok mikroorganizma izole edilmiştir. Biyojen aminler, büyük ölçüde sucuk gibi et ürünleri yanı sıra balık ürünleri, peynir, bira, şarap ve turşu gibi fermente gıdalar ve maya ekstraktları gibi pek çok üründe bulunmaktadır. Besin hijyeni ve sağlıklı beslenme bilincinin artmasıyla birlikte gıdalardaki biyojen amin varlığı gıda bozulması ve gıda güvenliği açısından tüketiciler için büyük önem taşımaya başlamıştır. Biyojen aminler gıdalarda iki nedenle önem arz etmektedirler: Bunlar biyojen amin miktarının kalite indikatörü olarak kabul ediliyor olması ve sağlık açısından riskli toksik etkilerinin bulunmasıdır. Bu çalışmada biyojen aminlerin oluşumu ve sağlığa etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyojen Amin, Dekarboksilasyon, Histamin, Tiramin

Biogenic Amines and Effects

ABSTRACT

Amino acid decarboxylation caused by biogenic amines, as well as to synthesize in our bodies and can be taken with food. Besides naturally present in fruits and vegetables protein-rich food and maturation of the fermented or degradation as a result may occur. Many microorganisms that cause reducing amino acid with decarboxylase enzyme and formation of biogenic amine was isolated in foods. Biogenic amines, largely meat products such as sausages and fish products, including cheese, beer, wine and fermented foods, pickles, yeast extract and are present in many products. Due to the increase of consciousness of food hygiene and healthy nutrition, the presence of biogenic amines in foods is increasing emphasis on both food security and food spoilage for consumers. Biogenic amines in foods are important for two reasons. These are the amount of biogenic amines is considered as quality indicators and the presence of risky toxic health effects. In this study the formation and the health effects of biogenic amines were investigated.

Key Words: Biogenic Amines, Decarboxylation, Histamine, Tyramine

To cite this article: **Düz M, Fidan AF.** Biyojen Aminler ve Etkileri. *Kocatepe Vet.J. 2016; 9(2): 114-121.*

GİRİŞ

Biyojen aminler canlı hücrelerde önemli metabolik aktiviteye sahip moleküllerdir (Bardöcz 1989). Bu aminlerin “biyojen aminler” olarak adlandırılmalarının nedeni, canlı organizmanın aktivitesi sonucu oluşmalarıdır. Aminoasitlerin karboksil kökünün parçalanmasıyla söz konusu aminoasitin amini oluşur. Bu olaya dekarboksilasyon, ilgili enzime ise dekarboksilaz adı verilir (Sinell 1978). Dekarboksilasyondan sorumlu enzimler hayvansal ve bitkisel dokularda bulunabilir. Diğer yandan mikroorganizmalar tarafından da üretilebilir (Yerlikaya ve Gökoğlu 2002). Gıdalarda mikrobiyal aktivite sonucunda oluşan biyolojik aminler daha düşük molekül ağırlığına sahiptir. Hemen hemen tüm besinler serbest amino asitler veya proteinleri içerir. Mikrobiyal veya biyokimyasal aktivite şartları sağlandığında biyojen amin oluşumu beklenen bir olgudur (Ten Bring ve ark. 1990).

Biyojen aminler insan ve hayvanlarda fizyolojik fonksiyonların yerine getirilmesinde önemli rol oynamaktadırlar. DNA, RNA ve protein sentezinin neredeyse tüm basamaklarında rol aldıkları için hücre büyüme ve çoğalmasında önemlidir (Yeğin ve Üren 2008). Bazı aminlerin insanlarda hormon olarak, kan sirkülasyonunun regülasyonunda transmitter madde olarak sinir sisteminde ve düz kaslarda önemli rolleri vardır (Graf 1992).

Gıdalarda ise biyojen aminler iki nedenden dolayı önem arz etmektedirler. Birincisi, biyojen amin miktarının kalite indikatörü olarak kabul edilir olması diğeri ise sağlığa etkili toksik etkilerinin bulunmasından ileri gelmektedir. Gıdaların mikrobiyal bozulması sırasında dekarboksilaz aktivitesi arttığından biyojen aminlerin varlığı gıda bozulmasının göstergesi olması açısından önem taşımaktadır (Bardöcz 1995).

Bu çalışmada biyojen aminlerin oluşumu ile fizyolojik ve toksikolojik etkileri ele alınarak güncel literatürler eşliğinde tartışılmıştır.

BIYOJEN AMİNLERİN OLUŞUMU

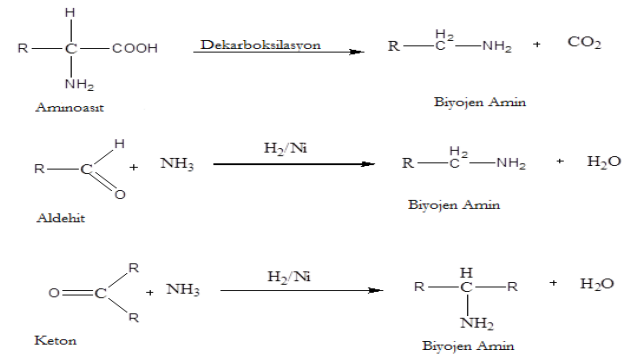
Protein yıkımı ile oluşan biyojen aminler temel olarak, azottan serbest metabolizma ürünlerinin aminleşmesi, amino asitlerin sekonder dönüşümü, azotlu bileşiklerin ve azotlu parçalanma ürünlerinin hidrolize olmaları ile meydana gelmektedir. (Gökoğlu ve Varlık 1995).

İçerdikleri azot sayısına göre ise biyojen aminler; monoaminler, diaminler ve poliaminler olarak gruplandırılırlar (Özdehan 2009). Diğer yandan biyojen aminler kimyasal özelliklerine göre aromatik ve heterosiklik aminler, alifatik di-, tri- ve poli-aminler ve alifatik uçucu aminler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadırlar (Mafra ve ark. 1999). (Şekil 1.) (Azim 2002).

Kimyasal Yapılarına Göre		
Aromatik ve Heterosiklik Aminler	Alifatik Di-, Tri- ve Poliaminler	Alifatik Uçucu Aminler
Histamin Tiramin B-feniletilamin Triptamin Serotonin	Putresin Kadaverin Agmatin Spermin Spermidin	Etilamin Metilamin İzoamilamin Etanolamin
İçerdikleri Azot Sayısına Göre		
Monoaminler	Diaminler	Poliaminler
Metilamin Etilamin İzopentilamin Etanolamin B-feniletilamin Tiramin	Histamin Triptamin Putresin Kadaverin Serotonin	Agmatin Spermin Spermidin

Şekil 1: Biyojen Aminlerin Sınıflandırılması (Azim 2002).
Figure 1: Classification of Biogenic Amines (Azim 2002).

Biyojen aminlerin oluşumu içerisinde en önemli olan, amino asitlerin dekarboksilasyonu sonucu şekillenen sekonder değişikliklerdir. Bu olay doku ya da mikrobiyal kaynaklı dekarboksilaz enzimleri aracılığı ile meydana gelmektedir. Gıdalarda mikrobiyal parçalanma sonucu oluşan dekarboksilasyona daha sık rastlanmaktadır (Vatansever 2004). Fermente gıdalarda, proteinlerin yıkılmasına bağlı olarak amin oluşumu Şekil 2.'de gösterildiği gibi aldehit ve ketonların aminasyonu, spesifik amino asitlerin mikrobiyal dekarboksilasyon yolu ile sekonder dönüşümü ya da azotlu bileşiklerin ve azotlu parçalanma ürünleri gibi nitrojen içeren komponentlerin hidrolizi şeklinde meydana gelmektedir (Leuschner ve ark. 1998, Nout 1994, Silla-Santos 1996, Sözbilir ve Bayşu 2008, Shalaby 1996).

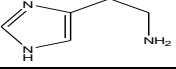
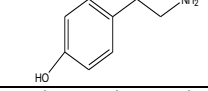
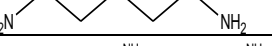
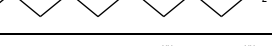

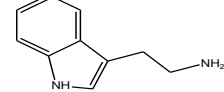
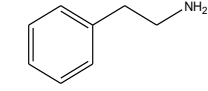
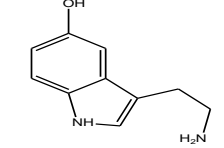
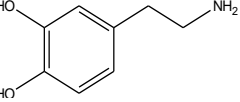
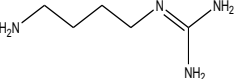


Şekil 2. Biyojen Aminlerin Oluşum Mekanizması (Silla-Santos 1996).

Figure 2. Formation Mechanism of Biogenic Amines (Silla-Santos 1996).

Gıdalarda oluşan başlıca biyojen aminler; Putresin, Kadaverin, Histamin, Tiramin, Triptamin, 2-feniletilamin, Spermin, Spermidin, Metilamin,

Agmatin, Etilamin ve Etanolamin'dir (Shalaby 1996). (Şekil 3.) (Toy 2010). Histidin, Lizin ve Ornitin amino asitleri bakteriyel faaliyetlerle sırasıyla Histamin, Kadaverin ve Putresin'e dönüşebilmektedir. Tiramin, Triptamin ve β -feniletılamin gibi biyojen aminlerde yine bakteriyel dekarboksilasyon yoluyla sırasıyla Tiyrosin, Triptofan ve Fenilalanin aminoasitlerinden oluşmaktadır. Arjinin aminoasidi Agmatin'e kolayca dönüşebilmekte veya bakteriyel aktivitenin bir sonucu olarak Ornitine indirgenebilmektedir. Ornitin ise dekarboksilasyon yoluyla Putresine dönüşmektedir (Özoğul ve ark. 2004).

Histamin (HİS)	
Tiramin (TYR)	
Kadaverin (CAD)	
Spermidin (SPD)	
Spermin (SPM)	
Triptamin (TRPT)	
Feniletılamin (PHEN)	
Serotonin (SER)	
Dopamin (DOP)	
Agmatin (AGM)	

Şekil 3: Biyojen Amin Çeşitleri ve Kimyasal yapıları (Toy 2010).

Figure 3. Biogenic Amines Type and Chemical Structure (Toy 2010).

Poliaminler ve Putresin canlının büyüme ve gelişmesi için zorunludur. Putresin, Kadaverin, Spermin ve Spermidin gibi biyojen aminlerin nükleik asitlerin regülasyonu, protein sentezi ve membranların stabilizasyonunda önemli olduğuna değinilmektedir. Serotonin, Histamin ve Tiramin gibi diğer aminler sinir sisteminin çalışmasında ve kan basıncının kontrolünde gereklidir (Ten Bring ve ark. 1990). Histamin'in, vücutta ki en önemli etkisi, kalp ve kaslardır. Kalbi uyarabilir ekstrasvasküler yüzey kaslarının kasılmasına veya gevşemesine neden olabilir ve gastrik asit salgılanmasını kontrol edebilir.

Histaminin organizmada lokal kanamaları regüle edici olarak da etki gösterdiği bildirilmiştir. (Stratton ve ark. 1991).

Histamin'in aksine Tiramin vücutta önemli bir metabolit değildir ve çok düşük konsantrasyonlarda bulunur, genellikle kan basıncının artmasına, kalp çarpıntısına ve baş ağrısına neden olur (Bakırcı 2000, Joosten 1988).

Putresin, Kadaverin ve Agmatin insanlarda histamin oksidasyonunu engelleyerek histamin toksisitesini arttırmaktadır. Histamin, Triptamin, Tiramin ve β -feniletılamin gibi biyolojik aktif aminler, psikoaktif veya vasoaktif etkileri nedeniyle önemlidir (Ölmez 2000). Serotonin kan basıncında etkili olmakla birlikte ve barsak mukozasında oluşmakta ve peristaltik hareketleri arttırmaktadır (Graf 1992, Yerlikaya ve Gökoğlu 2002).

Spermin, Spermidin ve Putresin gibi poliaminler yapılarındaki amin grubu sayısı ile orantılı olarak çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu önleyici bir antioksidan özeliğine sahiptirler. Tiramin de, yapısındaki amin ve hidroksil grupları nedeniyle güçlü bir antioksidan etkiye sahiptir (Ölmez 2000).

Biyojen aminler bu fonksiyonları yanında; aroma ve lezzet maddeleri olarak kullanılabilir, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarında rol almaktadır. Nükleik asit, alkaloid ve protein sentezinde azot kaynağı olarak kullanılmakta, nitritle reaksiyona girerek kanserojenik nitrozaminleri oluşturmaktadırlar (Ölmez 2000, Uzaşçı 2011).

Decarboksilasyonların hemen hepsinde mikrobiyel proteoliz gözlenmektedir. Bu nedenle proteinli yapılarda biyofiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerde biyojen aminlerin oluşumu göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü proteince zengin ve fermente gıdaların elde edilmesi, işlenmesi, hazırlanması ve depolanması sırasında bu tip aminler oluşabilmektedir (Rice ve ark. 1976, Yerlikaya ve Gökoğlu, 2002).

Gıdalarda biyojen aminler mikrobiyel aktivite sonucu oluştuklarından ve aynı zamanda ısıya karşı dirençli olduklarından birçok çalışmada taze ve işlenmiş et ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde kullanılabilecek yararlı bir ölçüt olarak ileri sürülmüşlerdir. Böylelikle, ürünlerin biyojen amin düzeyi, ürünü oluşturan materyalin kalitesinin ve üretim sırasındaki hijyenik şartların bir göstergesi olabilir (Vatansever 2004).

Biyojen aminler, balık ve balık ürünleri, et ve et ürünleri, peynir, çikolata, fermente alkollü içecekler gibi gıdalarda işleme, olgunlaşma ve depolama sırasında, proteinlerin biyokimyasal ve/veya mikrobiyolojik etkileşimlerine bağlı olarak serbest kalan aminoasitlerin dekarboksilasyonu sonucu oluşabilmektedir (Ergen 2006, Silla-Santos 1996).

Mikroorganizmaların biyojen amin oluşturabilmeleri için gerekli koşullar şu şekildedir: serbest amino asitlerin bulunması, dekarboksilaz pozitif mikroorganizmaların bulunması, bu

mikroorganizmaların gelişebileceği ve dekarboksilaz enziminin aktif olabileceği pH, sıcaklık, tuz konsantrasyonu gibi uygun ortamın sağlanmış olması gerekmektedir (Silla-Santos 1996). Starter kültürlerin varlığı da önemli faktörlerdendir (Çolak ve Uğur 2002).

Gıdalarda 20-37°C 'lık uygun ısı ve 5-7 pH aralığında yeterli miktarda amin oluşturabilen mikroorganizma olması durumunda amin oluşumunun hızlandığı, ancak tuz oranının %5'ten fazla olması durumunda ise biyojen aminlerin oluşumunun azaldığı bildirilmektedir (Aygün 2003).

Gıdalardaki aminlerin miktarı ve çeşitliği, ürünün yapısına ve mikroorganizma varlığına bağlıdır (Dadáková ve ark. 2009). *Enterobacteriaceae* familyasındaki bakterilerin çoğu, *Pediococcus*, *Enterococcus* ve *Lactobacillus* türü bakteriler biyojen amin oluşumunda etkili olduğu bildirilmiştir (Halasz ve ark. 1994).

Gıdalarda ki biyojen amin derişimleri hijyenik koşullardan etkilenmekte, gıda işleme ve muhafaza sırasında değişime uğrayabilmektedir. Bu nedenle gıdalardaki biyojen aminlerin belirlenmesi ile gıda kalitesi hakkında bilgi edinilmesini mümkün kılmaktadır (Karahan 2003).

Vakum paketlenme ve CO₂-modifiye atmosfer paketlenme teknikleri, düşük ısılarda depolama son yıllarda etlerin uzun süre muhafaza edilmesi için kullanılan yöntemlerdendir. Düşük ısıda paketlenme teknikleri ile paketlenen etlerin baskın florasını laktik asit bakterileri oluşturmaktadır. Bu nedenle bu etlerin yenilebilir olmalarına rağmen biyojen aminlere duyarlı kişilerde sağlık riski oluşturabileceği rapor edilmiştir. Vakumlu paketlerden çıkarılan etlerin yıkanması ve böylece daha çok yüzeyde yerleşen biyojen aminlerin uzaklaştırılması önerilmektedir (Vatansever 2004).

Depolama ve olgunlaştırma şartlarının yetersiz ve elverişsiz olması, olgunlaşma süresinin uzunluğu ve depolama ısı gibi unsurlar da biyojen amin oluşumu üzerinde etkilidir (Varlık ve Çifçioğlu 2000).

Biyojen amin oluşumunda rol oynayan dekarboksilaz pozitif mikroorganizmalar *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Betabacterium*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Lactobacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella*, *Streptococcus* ve *Pediococcus* türleridir (Taylor ve ark. 1994). *Escherichia*, *Salmonella*, *Clostridium*, *Bacillus* ve *Lactobacillus* türü bakteriler histidin dekarboksilaz aktivitesine sahiptirler (Halasz ve ark. 1994).

Çoğu fermente üründe laktik asit bakterileri fermentasyonda rol almakta, bu ürünlerde Putresin, Histamin, Kadaverin ve Tiramin oluşmaktadır (Ten Brink ve ark. 1990).

BIYOJEN AMİNLERİN TOKSİSİTELERİ

Memelilerin intestinal bölgelerinde bulunan detoksifikasyon sistemleri, günlük diyetle alınan biyojen aminleri metabolize etme yeteneğindedir. Normal koşullarda gıdalarla birlikte alınan biyojen

aminler, amin oksidazlarla reaksiyona girerek hızla detoksifiye edilir ve dolaşıma ulaşmaları engellenerek toksik etki oluşturamazlar. Ancak alerjik bireylerde, monoaminooksidaz ve diaminooksidaz enzimlerinin genetik olarak eksikliğinde, bu enzimleri inhibe eden ağrı kesiciler, stres ve depresyon ilaçları, Alzheimer ve Parkinson tedavisinde kullanılan ilaçlar alındığında, gastrointestinal rahatsızlık durumunda veya çok yüksek düzeylerde biyojen amin içeren gıdaların tüketilmesi sonucunda detoksifikasyon işlemi gerçekleşmemekte, biyojen aminler vücutta birirmektedir (Gürbüz ve Değirmencioğlu 2003, Özdehan 2013, Silla Santos 1996).

Farklı fizyolojik etkiler meydana getirirse de biyojen aminlerin temel etki mekanizmaları psikoaktif veya vasoaktifdir. Dopamin, Adrenalin, Noradrenalin gibi psikoaktif aminlerin etkileri merkezi sinir sisteminde neurotransmitter, Tyramin, Histamin gibi vasoaktif aminlerin etkileri ise doğrudan veya dolaylı olarak vasküler sistem üzerinedir (Vatansever 2004). Tüm biyojen aminler aynı toksik etkiye sahip değildir. Histamin, Tiramin ve β-feniletılamin aminler içinde en fazla toksik etkiye sahip olanlardır (Shalaby 1996). Biyojen amin içeren gıdaların tüketimi sonucu bir çok farmakolojik etki meydana gelebilir ki bunlar histamin zehirlenmesi, Tiramin toksisitesi gibi çeşitli rahatsızlıkların oluşmasına neden olabilir (Vatansever 2004).

Biyojen amin zehirlenmesinin tipik semptomları ishal, bulantı, baş ağrısı, hiper veya hipotansiyondur. Hastalık, hastalarda görülen semptomlar, başlama zamanı ve antihistamin tedavi etkisine dayalı olarak teşhis edilir (Yerlikaya ve Gökoğlu 2002).

Biyojen aminlerin toksisitesi ile ilgili kesin limitler vermek çok zordur. Çünkü tüketilen gıdanın çeşidi, miktarı ve amin içeriği gibi faktörler ile inhibitörlerin varlığı biyojen aminlerin toksisitesi ile ilgili limitlerin belirlenmesini güçleştirmektedir (Silla Santos 1996). Bununla birlikte 1000 mg amin /kg gıda seviyesi sağlık için tehlikeli limit olarak kabul edilmektedir. Bu seviye, gıda amin konsantrasyonu ile ilişkili gıda kaynaklı histamin zehirlenmesi bazlı olarak hesaplanmaktadır (Taylor 1985). Tiramin için 100-800 mg/kg ve feniletılamin için 30 mg/kg değerleri gıdalarda toksik doz olarak bildirilmiştir. Gıdalarda 100 mg/kg ve alkollü içeceklerde 2 mg/L Histamin için bir yasal üst sınır olarak önerilmektedir (Halasz ve ark. 1994, Ten Brink ve ark. 1990).

Histamin balık, peynir, et ürünleri ve fermente alkollü içeceklerde tespit edilen en toksik amindir. Histamin toksisitesini ortamda bulunan Kadaverin, Putresin ve alkol arttırmaktadır (Ten-Brink ve ark. 1990). Bozulmuş gıdalarda Histamin, Putresin ve Kadaverinle sinerjetik etkiye girer (Bjeldanes ve ark. 1978). Bu nedenle Histamin'in yüksek miktarlarda alımı gıda zehirlenmesine neden olmaktadır. 8-40 mg histamin alımı "düşük" 40-100 mg histamin alımı "orta" 100 mg'ın üzerinde histamin alımı ise "şiddetli" gıda zehirlenmesine neden olur (Özdehan

ve Üren 2012). Biyojenik amin kaynaklı intoksikasyonlardan en sık görüleni “scombroid balık zehirlenmesi” olarak adlandırılan Histamin zehirlenmesidir. Vücutta meydana getirdiği toksik etkiler ilk kez uskumru yemiş kişilerde saptandığı için bu zehirlenmeye çok eskiden beri scombroid/uskumru balık zehirlenmesi adı verilmiştir (Gökoğlu ve Varlık 1995, Olgunoğlu 2007).

Tiramin ve β -feniletilamin gibi biyojen aminler hipertansiyon krizi ve diyet kaynaklı migrene neden olabilirler (Özdehan ve Üren 2012). Tiramin sempatik sinir uçlarına etki edip, indirekt olarak adrenal ve nöradrenalinin salınmasını sağlayan önemli bir metabolittir (Bardocz 1995). Vücutun pek çok fonksiyonu sempatik sinir sistemiyle kontrol edildiğinden, Tiramin alımıyla birlikte, bu sistemle ilgili bazı reaksiyonları meydana gelebilmektedir (Varlık ve Berker 2001). Tiramin miktarı yüksek gıda tüketimi durumunda hipertansif kriz, kalp çarpıntısı, baş ağrısı, hipertansiyon ve migren gözlemlendiği, bazı vakalarda akciğer ödemi, solunum ve kalp yetmezliği, nörolojik bozukluklar ve intrakranial hemorajilere izlendiği bildirilmiştir (Jones 1995, Varlık ve Berker 2001).

Bazı biyojen aminler ise et ve et ürünlerinde kullanılan nitrit ve diğer kürlenme ajanları ile karsinojenik bileşikler oluşturmaktadır (Shalaby 1996).

GIDALARDA BİYOJEN AMİNLER

Biyojen aminler, balık ve balık ürünleri, et ve et ürünleri yumurta, peynir gibi proteince zengin gıdalar, fermente sebzeler, soyalı ürünler, fermente alkollü içkiler, meyveler, fındık ve çikolata gibi gıdalar da görülmektedir (Turgut 2006).

Histamin oluşumu özellikle balık ve balık ürünlerinde dikkat çekmektedir. Histamin, ısıya dirençli olması nedeniyle taze balık yanında balık konservelerinde de kendini göstermektedir. Hammadde olarak hijyenik kalitesi düşük balık kullanılması veya taze balığın uygun olmayan koşullarda depolanması veya işlenmesi konserve balık ürünlerinde toksik etki oluşturacak miktarlarda Histamin oluşmasına neden olabilir. Bu nedenle balık ve ürünlerinde kalite kriteri olarak kullanılan Trimetilamin, pH, volatil nitrojen ve hipoksantin analizlerine alternatif olarak biyojen amin düzeylerinin belirlenmesi günümüzde önem kazanmıştır (Yerlikaya ve Gökoğlu 2002).

Et ve et ürünlerinin de önemli düzeyde biyojen amin içerdiği, bunun sebebinin mikrobik kontaminasyon ve uygunsuz depolama koşullarının olabileceği bildirilmiştir (Hutarova ve ark. 2013). Bu nedenle, yüksek biyojen amin düzeyleri et kalitesinin düşük olduğunun göstergesi olarak kabul edilir (Duru Özkaya ve ark. 2001). Özellikle taze etlerde biyojen aminlerden Spermin ve Spermidinin yaygın olarak rastlanıldığı bildirilmektedir. Buna karşılık et bozulmalarından Tiramin, Kadaverin, Putresin ve

Histamin gibi biyojen aminler sorumlu tutulmaktadır. Diğer yandan bazı pişirilmiş et ürünlerinde de yüksek miktarlarda biyojen aminlere rastlanmış, bu durum hijyenik kalitesi düşük et kullanımının bir sonucu olarak değerlendirilmiştir (Alper ve Temiz 2001, Karahan 2003, Kurt ve Zorba 2008). Fermente sucuklarla ilgili yapılan bir çok çalışma önemli miktarlarda biyojen amin rapor etmiştir. Sucuklarda oluşan en önemli biyojen aminler Putresin, Histamin, Kadaverin, Tiramin, Triptofan, β -feniletilamin, Spermidin ve Spermin'dir (Shaply 1996). Gençcelep ve ark. (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada 30 farklı sucuk örneğinde biyojen amin analizleri yapılmış en önemli biyojen aminler Tiramin ve Putresin olarak belirtilmiştir. Bauer ve ark. tarafından yapılan çalışmada, uzun süre depolanmış etlerde ve bu etlerin ya da bozulmuş etlerin fermente sucuk üretiminde kullanılması durumunda tiramin miktarının uygun bir indikatör olduğu bildirilmiştir (Bauer 1994). Nitekim fermente sucuklarda yüksek düzeyde histaminin mevcut olması, kullanılan etin depolanma süresi ve histamin oluşturan mikroorganizmaların varlığının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Yalçın ve Kolsarıcı (1995) Türk sucuğunda olgunlaşma sırasında tiramin miktarının, olgunlaşmanın ilk üç gününde önemli bir artış gösterdiğini ve 6. günde maksimum seviyeye ulaştığını ve daha sonraki günlerde ise hafif bir azalma gösterdiğini belirlemişlerdir (Yalçın ve Kolsarıcı 1995).

Peynirler yüksek oranda protein içermeleri nedeniyle enzimatik ve mikrobiyal etkinlik sonucu biyojen amin oluşumuna yatkın gıda maddeleridir (Innocente ve ark. 2007). Nitekim, peynir balıktan sonra histamin zehirlenmesinden sorumlu tutulan ikinci gıdadır. Peynirde bakterilerin fermentatif işlevleri sonucu amino asitlerden Tiramin, Histamin, Serotonin, Noradrenalin ve Triptamin gibi aminler fazla miktarda oluşabilmektedir. Tiramin, monoamin oksidaz (MAO) inhibitörü alan hastalarda baş ağrısı ve hipertansiyon krizlerini de içeren bazı olumsuzluklardan sorumlu tutulan peynirdeki diğer önemli biyojen aminlerdir (Alper ve Temiz 2001). Aygün ve ark. (1999) tarafından çeşitli sert, yarı sert ve yumuşak peynirlerde biyojen aminlerin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, peynir örneklerinde Histamin, Tiramin, Putresin ve Kadaverin bulunmuştur.

Biyojen amin varlığına fermente alkollü içkilerde de rastlanmaktadır. Fermente alkollü içkilerdeki; Histamin ve Tiramin gibi biyojen aminlerin baş ağrısı ve yüzde kızarmalara neden oldukları bilinmektedir (Dönmezer 2014). Şarapta bulunan tiramin ve histamin gibi ögeler sulu çözeltilerde barsakta parçalanabildiği halde ortamda alkol bulunması halinde toksik etkilidirler. Alkol ve MAO inhibitörlerinin birlikte etkisi daha fazla olmaktadır (Alper ve Temiz 2001).

Protein bakımından önemli bir besin kaynağı olan balık ve balık ürünleri hasat aşamasından tüketim noktasına kadar uygun koşullarda tutulmadığı takdirde bakteriyel bozulma başlar başlamaz putresin ve kadaverin üretimi sürekli olarak artar. Bu nedenle bu aminler balık kalitesi için potansiyel bir indikatör olarak düşünülmektedir (Fernandez-Salguero ve Mackie 1987).

Muz ceviz, domates, karpuz ve ananas suyu önemli miktarda serotonin (5-hidroksi triptamin) içeren bitkisel gıdalardır. Yapraklı sebzelerdeki biyojen amin miktarı ile ilgili bilgiler henüz yeterli düzeyde değildir. Meyve ve sebzelerde tiramin ve diğer aromatik aminler, poliaminlere göre daha az miktarlarda bulunmaktadır, fakat özellikle bazı sebzelerde bu biyojen aminlerin de yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu belirlenmiştir (Alper ve Temiz 2001). Meyve suları, nektarlar, portakal, ahududu, limon, greylift, mandalina, çilek ve üzüm örnekleri çeşitli konsantrasyonlarda biyojen amin içermektedir (Silla Santos 1996).

GIDALARDA BİYOJEN AMİN TAYİNİ

Gıdalarda biyojen aminlerin tespit edilmesi genel olarak ekstraksiyon, saflaştırma ve türevlendirme aşamalarından oluşur (Bjeldanes ve ark. 1978). Biyojen aminlerin örneklerden izolasyonu ve miktar tayini için pek çok metod bildirilmektedir. Ancak gıdalara rutin olarak kullanılabilir tek bir kantitatif metodun olmayışı, ince tabaka kromatografisi, yüksek basınç tabaka kromatografisi (over pressure-layer LC), yüksek performanslı likit kromatografisi (HPLC) ve gaz kromatografisi (GC) gibi teknolojilerin biyojenik amin ve amin derivatlarının gıdadan ayrılması ve tanımlanması için kullanılır hale getirmiştir (Uylaşer ve Konak 2004). Gaz kromatografisi, türevlendirmenin sık kullanılması ve atık sorunları ile karşılaşılması nedeniyle biyojen aminlerin belirlenmesi için çok sık kullanılan bir uygulama değildir (Dadáková ve ark. 2009). İyon kromatografisinin ise özellikle karmaşık matrisler için uygun olduğu bildirilmektedir (Favaro ve ark. 2007). HPLC yöntemi gıdalarda biyojen amin analizinde en fazla kullanılan yöntemdir. Bu yöntemle biyojen aminlerin belirlenebilmesi için genel olarak C18 kolon kullanılmakta, dereceli elüsyon tekniği kullanılarak absorban dedektör veya floresans dedektörde analizler gerçekleştirilmektedir (Özdehan 2009).

SONUÇ

Tüketicilerin sağlıklı ve güvenli gıda konusunda bilinçlenmeleri gıdalarda var olan, sağlık üzerine olumsuz etkilere sahip bileşiklerin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmaların artmasına neden olmuştur. Bunlardan önemli birisi olan biyojen aminler, özellikle proteince zengin gıdalar, fermente gıdalar ve içkilerin üretimi, işlenmesi ve depolanması

sırasında oluşur, gıdalarla yüksek miktarlarda alındığında toksik etkilere neden olur. Gıdalarda analiz edilerek belirlenmesi bu nedenle önem arz etmektedir. Gıdalarda biyojen aminlerin oluşumu allerjik reaksiyonlara da sebep olabilmektedir. Taze ve işlenmiş gıdalarda biyojen aminlerin analiz edilerek belirlenmesi potansiyel toksik etkileri ve tazelik indikatörü olmaları açısından da önemlidir. Biyojen amin içermeyen sağlıklı ürünlerin üretimi için kaliteli hammadde seçimi, işlem hattında etkili sanitasyonun sağlanması ve biyojen amin üretmeyen suşların starter kültür olarak kullanılması gerekmektedir.

Sonuç olarak, gıdalarda biyojen aminlerin oluşumunun kontrol altına alınması, ham madde seçimi, üretim, işleme ve depolama için gerekli optimum koşulların araştırılması, biyojen amin alımını ve oluşacak gıda zehirlenmelerini önlemede faydalı olacaktır. Bununla birlikte, biyojen aminlerin fazla miktarda alımı toksisiteye sebep olduğundan teşhis ve tedavisi çalışmalarına gerekli önem verilmeli bu konuda daha fazla araştırma yapılmalıdır. Diğer yandan hem tüketicinin hemde üreticinin bilinçlendirilmesi ile biyojen aminlerden kaynaklanan toksikasyonların önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alper N and Temiz A.** Gıdalarda Biyojen Aminler ve Önemi. *Türk Hij Den Biyol Derg.* 2001; 58 (2): 71 – 80.
- Aygün O, Schneider E, Scheuer R, Usleber E, Gareis M, Martlbauer M.** Comparison of Elisa and HPLC for the determination of histamine in cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 1999; 47: 1961-1964.
- Aygün O.** Biyojen Aminler- Süt ve Süt Ürünlerindeki Varlığı ve Önemi.. *Uludağ Üniv. J. Fac. Vet. Med.* 2003; 22 (1-2-3): 91-95.
- Azim Ö.** Gıdalarda Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile Biyojen Amin Analizleri. *Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.* 2002; pp, 89.
- Bakırcı İ.** Peynirlerde Biyojen Amin Oluşumu ve Etkili Faktörler. *Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı.* 2000; 328-336, Tekirdağ.
- Bardocz S.** Polyamines in Food and Their Consequences for Food Quality and Human Health, *Trends in Food Science and Technology.* 1995; (6): 341–346.

- Bardocz S.** Polyamines in tissue regeneration. In: U. Barhrach and Y.M. Heimer (Eds.), *Physiology of Polyamines*. 1989; Vol. 1, C.R.C. Press, Boca Raton, FL, U.S.A, pp. 96-106.
- Bauer F, Seus I, Paulsen P, Vali S.** The formation of biogenic amines in meat and meat Products. 40 th International Congress of Meat Science and Technology, Netherlands. 1994.
- Bjeldanes LF, Schutz DE and Morris MM.** On the aetiology of scombroid poisoning: Cadaverine potentiation of histamine toxicity in the guinea-pig. *Food Cosmetol. Toxicol.* 1978; 16: 157-159.
- Çolak H, Uğur M.** Farklı muhafaza sıcaklığı ve süresinin fermente sucuklarda biyojen aminlerin oluşumu üzerine etkisi. *Türk. J. Vet. Anim. Sci.* 2002; 26: 779-784.
- Dadáková E, Krížek M, Pelikánová T.** Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). *Food Chemistry*. 2009; 116: 365–370.
- Dönmezer G.** “Migrenli Hastaların Beslenme Durumları İle Antropometrik Ölçümlerinin Belirlenmesi”. 2014. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Bölümü.
- Durlu-Özkaya F, Ayhan K, Vural N.** Biogenic amines produced by Enterobacteriaceae isolated from meat products. *Meat Sci* 2001; 58: 163-6.
- Ergen KÖ.** “Sofralık Zeytinlerde Biyojen Amin Miktarlarının Belirlenmesi” 2006. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Favaro G, Pastore P, Sacconi G, & Cavalli S.** Determination of biogenic amines in fresh and processed meat by ion chromatography and integrated pulsed amperometric detection on Au electrode. *Food Chemistry*. 2007; 105(4):1652–1658.
- Fernandez-Salguero J, Mackie IM.** Comparative Rates of Spoilage of Fillets and Whole Fish during Storage of Haddock (*Melanogammus aeglefinus*) and Herring (*Clupea arengus*) As Determined by the Formation of Non-volatile and Volatile Amines. *Int. J. Food Sci. Technol.* 1987; (22): 385–390.
- Gençcelep H, Kaban G, Aksu Mİ, Öz F and Kaya M.** Determination of Biogenic Amines in Sucuk. *Food Control*. 2008; 19: 868-872.
- Gökoğlu N, Varlık C.** Sardalya Konservelerinin Histamin Biyojen Amini Yönünden İncelenmesi. 1995; *Gıda*: (5): 273-279.
- Graf W.** Untersuchungen zum Vorkommen und zur Bildung von Histamin in Hartkäse. Dissertation med. Vet. MÜNCHEN. 1992.
- Gürbüz D ve Değirmencioglu N.** Gıdalarda Biyojen Amin Oluşumu. *Gıda*. 2003; 28(6): 565-570.
- Halasz A, Barath A, Simon-Sarkadi L and Holzapfel W.** Biogenic Amines and Their Production by Microorganisms In Food, *Trends in Food Science and Technology*. 1994; 5: 42-49.
- Hutařová Z, Večerek V, Steinhäuserová I, Maršálek P, Bořilová G.** Effects of storage temperature on biogenic amine concentrations in meat of unviscerated pheasants (*Phasianus colchicus*). *ACTA VET. BRNO* 2013; 82: 061–065; doi:10.2754/avb201382010061.
- Innocente N, Biasutti M, Padovese M, Moret S.** Determination of biogenic amines in cheese using HPLC technique and direct derivatization of acid extract. *Food Chemistry*. 2007; 101: 1285–1289.
- Joneja JM.** Tyramine sensitivity. *Food Allergy and Intolerance*. Hall Publications, Vancouver, B.C. 1995; 219-223.
- Joosten HMLJ.** The biogenic amine contents of Dutch Cheese and their toxicological significance. *Neth. Milk Dairy, J.* 1988; 42: 25-42.
- Karahan GA.** Gıdalarda Biyojen Aminler. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*. 2003; 01(5): 21-32.
- Kurt Ş, Zorba Ö.** Et ve Fermente Et Ürünlerinde Biyojen Aminler. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Leuschner RGK, Heidel M and Hammes PW.** Histamine and Tyramine Degredation by Food Fermenting Microorganisms, *International Journal of Food Microbiology*. 1998; 39: 1-10.
- Mafra I, Herbert P, Santos L, Barros P and Alves A.** Evaluation of Biogenic Amines in Some Portuguese Quality Wines by HPLC Fluorescence Detection of OPA Derivatives, *American Journal of Enology and Viticulture*. 1999; 50 (1):128-132.
- Nout MJR.** Fermented Foods and Food Safety, *Food Research International*. 1994; 27(3): 291–298.

- Olgunoğlu Aİ.** "Marine Edilmiş Hamside (Engraulis engrasicholus L., 1758) Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler". Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı. 2007; 122.
- Ölmez HK.** Biyojenik Aminler. Gıda-Dergisi. 2000; 5(6): 51-57.
- Özdestan Ö, Üren A.** Biyojen Amin Analiz Yöntemleri, Akademik Gıda. 2006; 4(20): 19-24.
- Özdestan Ö, Üren A.** Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi. 2012; 12: 32-40.
- Özdestan Ö.** Peynirde Biyojen Aminler. Analiz 35 Dergisi. 2013; 18: 42-47.
- Özdestan Ö.** Türkiye'de Üretilen Bazı Fermente Gıdalarda Biyojen Aminlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 2009.
- Özoğul F, Küley E, Özoğul Y.** Balık ve balık ürünlerinde oluşan biyojenik aminler. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi. 2004; 21 (3-4): 375-381.
- Rice SL, Eitenmiller RR, Koehler PE.** Biologically active amines in food: a review. J. Milk Food Technol. 1976; 39: 353-358.
- Shalaby AR.** Significance of biogenic amines to food safety and human health. Food Res. Int. 1996; 29: 675-690.
- Silla-Santos MH.** Biogenic amines: their importance in foods. Int. J. Food Microbiol. 1996; 29: 213-231.
- Sinell HJ.** Biogene Amino als Risikofaktoren in der Fischhygiene. Archiv für Lebensmittelhygiene. 1978; (29): 206-210.
- Sözbilir BN, Bayşu N.** Biyokimya. Güneş Tıp Kitabevleri. 2008; ISBN:978-975-277-171-1.
- Stratton JE, Hutkins WR and Taylor SL.** Biogenic amines in cheese and other fermented foods: A review. J. Of Food Protect. 1991; 54(6): 460-470.
- Taylor SAN, Shulman KI, Walker SE, Moss J and Gardner D.** Hypertensive Episode Associated with Phenelzine and Tap Beer-A Reanalysis of the Role of Pressor Amines in Beer. Journal of Clinical Psychopharmacology. 1994; 14(1): 5-14.
- Taylor SL.** Histamine poisoning associated with fish, cheese and other foods. World Health Organization. 1985; WPH/FOS/85: 11, I-47.
- Ten Brink B, Damink C, Joosten HMLJ and Huis In't Veld JHJ.** Occurrence and Formation of Biologically Active Amines in Foods, International Journal of Food Microbiology. 1990; 11: 73-84.
- Toy N.** "Laktik Asit Bakterileri Serbest Hücre Ekstraktlarının Patojenik Bakterilerin gelişimine Ve Biyojenik Amin Üretimine Etkisinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2010; 87.
- Turgut Z.** "Starter Kültür Kullanılarak Üretilen Hıyar Turşularında Biyojen Amin Oluşumu Üzerine Araştırma". Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. 2006.
- Uylaşer V, A Konak.** Gıdalardaki Biyojen Aminler ve İnsan Sağlığı Açısından Önem, Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi. 2004; 3 (6):26-33.
- Uzaşçı S.** "Misel Elektrokinetik Kromatografi Lif Yöntemiyle Şarap ve Nar Ekşisi Örneklerinde Biyojenik Amin Tayini", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 2011; 55.
- Varlık H, Berker A.** Gıda Intoksikasyonlarında Histamin ve Tiraminin Önemi. Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi, Bursa. 2001; 20: 97-102.
- Varlık H, Çiftçioğlu G.** Peynirde Biyojenik Amin Oluşumu ve Amin Oluşumuna Etki Eden Faktörler. İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi. 2000; 26(2): 503-511.
- Vatansever L.** Et ve Et Ürünlerinde Biyojenik Aminler. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi. 2004; 10: 203-208.
- Yalçın S, Kolsarıcı N.** Change in Tyramine Level During the Ripening of Turkish Fermented Sausage, Gıda. 1995; 20(6): 353-355.
- Yeğin S, Üren A.** Gıdalarda biyojen amin oluşumunu etkileyen faktörler. Türkiye 10. Gıda Kongresi. 2008; 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Yerlikaya P, ve Gökoğlu N.** Biyojen Aminler ve Önemi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Dergisi. 2002; (6): 24-30.