

ET ve ET ÜRÜNLERİNDE BİYOJENİK AMİNLER

Leyla VATANSEVER*

Yayın Kodu: 2003/27-D

Özet: Bu derlemede biyogenik aminlerin önemi, et ve et ürünlerinde oluşumu, oluşumlarını etkileyen faktörler ve bulunuşları tartışılmıştır. Biyogenik aminler gıda zehirlenmelerine ve bazı rahatsızlıklara neden oldukları için sağlık yönünden ve hayvansal gıdalarda mikroorganizmalar tarafından oluşturuldukları için hijyen açısından önemlidirler. Özellikle fermente gıdalar, olgunlaştırma ve depolama sırasında mikrobiyolojik bulaşmaya maruz kalmış gıdalar biyogenik amin içerebilirler. Gıdalarımızın kalitesini ve güvenilirliğini arttırmak için bu aminlerin oluşmasında etkili olan koşulların iyi bilinmesi gerekmektedir.

Anahtar sözcükler: Biyogenik amin, et, et ürünleri.

Biogenic Amines in Meat and Meat Products

Summary: Importance, occurrence and formation of biogenic amines and factors affecting the formation of biogenic amines in meat and meat products are reviewed. Biogenic amines are important from a hygiene and health point of view because they are formed in foods as a result of microbial action and they can cause food poisoning. Fermented foods and the foods have been exposed to microbial contamination during ageing and storage, are likely to contain amines. In order to improve the quality and safety of food is necessary to know the factors controlling amin formation.

Keywords: Biogenic amines, meat, meat products.

BİYOJENİK AMİNLERİN TANIMI ve SINIFLANDIRILMASI

Aminler, alifatik, aromatik, özellikle heterosiklik bağları ile açıklanan organik bazlı düşük moleküller olup, insan, hayvan, bitki ve mikroorganizmaların normal metabolizmasında yer alırlar ve amino asitlerin dekarboksilasyonu sonucu şekillenirler¹. Bitki kökenli gıdalarda aminler normal yapıda bulunan maddeler olarak görülürken diğer gıdalardaki aminlerin genellikle olgunlaşma ve depolama sırasındaki mikrobiyolojik faaliyetler sonucu meydana geldikleri kabul edilir. Gıdalarda amino asitlerden oluşan en önemli biyogenik aminler (BA) şunlardır².

Histidin	→	histamin
Tirosin	→	tiramin
Fenilalanin	→	β-feniletılamin
Triptofan	→	triptamin
Lisin	→	kadaverin
Ornitin	→	putresin
Arginin	→	spermin ve spermidin

Biojenik aminleri içerebilecek muhtemel gıdalar şu şekilde sıralanabilir. Balık ve balık ürünleri, peynir (özellikle uzun süre olgunlaştırılan peynirlerde), yumurta, fermente sebzeler, soya fasulyesinden yapılan ürünler, bira ve şaraplar, kısaca fermente ve proteince

zengin gıdalar^{1,3-6}. Biojenik aminler toksik maddeler olup insan ve hayvanlarda hastalık oluşturabilirler. Aktif BA'leri içeren gıdaların tüketilmesi sonucu oluşan zehirlenmeler pek çok ülkede rapor edilmiştir². Fakat gıdalarla alınan BA fazla miktarda olmadıkça; vücutta ki veya vücuda alınan aminlerin yıkımlanması engellenmedikçe zararlı etkilerinin olmadığı bildirilmiştir^{4,6}.

BİYOJENİK AMİNLERİN OLUŞUM MEKANİZMASI

Temel olarak biyogenik aminler üç şekilde oluşurlar.

- Azotun serbest metabolizma ürünlerinin aminleşmesi
- Amino asitlerin sekonder değişimi
- Azot içeren bileşiklerin hidrolize olmaları

Bunlar içerisinde önemli olan amino asitlerin dekarboksilasyonu sonucu şekillenen sekonder değişikliklerdir. Bu olay doku yada mikrobiyel kaynaklı dekarboksilaz enzimleri aracılığı ile meydana gelmektedir. Dekarboksilaz enzimleri genellikle ya spesifik olarak belirli bir amine yada bir seri halindeki amino asitlere etki ederler⁷. Fizyolojik dekarboksilasyon, intermedier metabolizma işlemleri sırasında intravital olarak meydana gelmektedir. Ancak gıdalarda mikrobiyel parçalanma sonucu oluşan dekarboksilasyona daha sık rastlanmaktadır. Amino asitlerin dekarboksilasyonunda

* Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Kars-TÜRKİYE

bakteri türlerinin yetenekleri oldukça farklıdır. Bazı bakterilerin dekarboksilasyon spektrumları geniş iken bazıları ise oldukça spesifiklik gösterirler ve dolayısı ile tek bir amino aside etki ederler. Yine dekarboksilaz oluşturma Enterobacteriaceae'ların sınıflandırılmasında kullanılan bir özelliktir. Mikroorganizmaların serbest amino asitlerin varlığında BA oluşturabilmesi için uygun koşulların bulunması gereklidir⁵.

BİYOJENİK AMİN ÜRETEEN MİKROORGANİZMALAR

Et ve et ürünlerinden *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchnerii*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus carnis*, *Lactobacillus divergens* (*Carnobacterium piscicola*, *Carnobacterium divergens* sırasıyla) ve *Lactobacillus hilgardii* gibi amin üreten laktik bakteriler izole edilmiştir^{9,2}. *Escherichia coli* ve *Klebsiella oxytoca* ve *Morganella morganii* ve *Edwardsiella* türleri gibi benzer bakterilerin amin ürettikleri doğrulanmıştır². Salamda histamin sentezi ile ilgili olarak *Pseudomonas fluorescens*, *Citrobacter freundii* ve *Acinetobacter calcoaceticus* var. *anitratum* gibi gram negatif bakteriler ve mikrokok ve stafilokoklar gibi bazı gram pozitif bakteriler bildirilmiştir⁸. Lactobasillerin özellikle *L. divergens* ve *L. carnis*'in tiramin¹⁰, bazı enterokok suşları ile *L. curvatus* veya *S. carnosus*'un tiramin ve feniletilamin ürettiği bildirilmiştir¹¹. Maijala ve ark.⁹ ise etten izole edilen bazı *Enterococcus faecalis* suşlarının tiramin ürettiğini, koliform ve benzer suşların ise aynı zamanda tiramin, putresin ve kadaverin ürettiklerini bildirmişlerdir. Aerobik olarak depolanan domuz etleri üzerinde yapılan saf kültür deneyleri sonucunda pek çok *Enterobacteriaceae* suşlarının önemli miktarda kadaverin ürettiği ve *Pseudomonas*'ların ise putresin ürettiği bildirilmiştir¹². Durlu-Özkaya ve ark.¹³ kıyma ve hamburgerlerden yaygın olarak elde edilen 44 *Enterobacteriaceae* suşunun BA üretme özelliklerini araştırmışlardır. Sonuç olarak sıvı besi yerinde, kıyma ve hamburgerde *Enterobacteriaceae*'ların başlıca putresin, kadaverin, tiramin ve histamin ürettiklerini bildirmişlerdir ve en çok histamin üreten bakteriler olarak *Escherichia coli* (strain EC04), *Morganella morganii* (strain MM4) ve *Proteus mirabilis* (strain PM02)'i tespit etmişlerdir. Ayrıca *Citrobacter freundii* ve *Enterobacter spp.* suşlarını en çok putresin üreten bakteriler olarak ve bu bakterileri sırasıyla *Serratia grimesii*, *Proteus alcalifaciens*, *E.coli*, *Escherichia fergusonii*, *Morganella morganii*, *Proteus mirabilis*, *Proteus penneri* ve *Hafnia alvei*'nin takip ettiğini bildirmişlerdir. Laboratuvarında besi yerinde *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Proteus* ve *Pseudomonas* ların ti-

ramin ürettiği fakat *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Salmonella arizonae*, *Serratia marcescens*, *Shigella* veya *Yersinia enterocolitica* ve aynı zamanda *Candida kursei* hariç araştırılan maya türlerinin hiç birinin tiramin üretmediği bildirilmiştir¹⁴.

ET VE ET ÜRÜNLERİNDE AMİN DEKARBOKSİLİZ AKTİVİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER ve BİYOJENİK AMİNLERİN BULUNUŞU

Aminler; poliaminler ve BA'ler olarak sınıflandırılabilir. Spermin ve spermidin poliaminlerinin doğal olarak taze domuz ve sığır etlerinde buldukları bildirilmiştir. Biyojenik aminler histamin, putresin, tiramin, triptamin, 2-feniletilamin ve kadaverin taze etin depolanması veya et ürünlerine işlenmesi sırasında bakteriyel aktivite sonucunda oluşabilirler^{2,5,8,15,16}. Fermente olmayan gıdalarda BA in belirli bir düzeyin üzerinde bulunmasının istenmeyen mikrobiyel aktivite sonucu olduğu kabul edilir. Bundan dolayı da amin düzeyleri mikrobiyel bozulmanın göstergesi olarak kullanılabilir. Fakat gıdalarda BA in bulunması her zaman bozukluk oluşturan mikroorganizmaların üremesi ile doğru orantılı değildir çünkü bu organizmaların hepsi dekarboksilaz pozitif değildir.

Aminler gıdalardaki enzimatik aktivite sonucu veya bakterilerin dekarboksilaz aktivitesi sonucu oluştuğuna göre, enzimatik aktivitenin kontrol edilmesi ve bakteriyel üremenin engellenmesi gıdalardaki amin miktarının kontrol edilmesinde oldukça önemlidir. Gıdaların üretim şartları da amin oluşumunu etkiler. Örneğin üretim sırasında kullanılan katkı maddeleri, ürünün pH sı, depolama ısısı, pişirme şekilleri, starter kültürün çeşidi gibi uygulanan işlemler, tiramin putresin ve kadaverin gibi amino asitlerin konsantrasyonlarının düşük veya yüksek olmasına neden olur^{8,15}. Aminlerin oluşmasından korunmada, uygun depolama ısısı en önemli faktör olarak bildirilmesine rağmen, Sayem-El-Daher ve ark.⁴ histamin düzeyinin depolama koşullarından (4,7 ve 10°C de 12 gün tutulan çiğ ve pişmiş sığır kıymalarında) etkilenmediğini rapor etmişlerdir. Baranowski ve ark.¹⁷ *Klebsiella pneumoniae* UH-2 nin 10, 25 ve 32°C lerde büyük miktarlarda histamin oluşturduğunu belirlemişlerdir ve 2°C de bu bakteriler üremese bile durgun fazdaki bu bakterilerin düşük ısıdaki depolamada histamin üretme kabiliyetlerinin devam ettiğini belirlemişlerdir. Aynı şekilde Komprda ve ark.¹⁸ 8 ve 22°C'lerde depolanan fermente sucukların amin miktarlarının depolama ısısından etkilenmediklerini bildirmişlerdir. Taze ve işlenmiş domuz etleri

yüksek miktarlarda adrenalin, spermin ve spermidin içerirken düşük miktarlarda noradrenalin, putresin, histamin, kadaverin ve tiramin içerirler¹⁹. Domuz etlerinin BA konsantrasyonunun artması ısıya bağlı olarak gelişir. Depolama sırasında BA konsantrasyonları artarken diğer iki aminin, spermin ve spermidin miktarları azalır. 30°C de depolanan domuz etleri 4°C de depolananlara nazaran daha fazla BA içerirken -18°C de depolananlarda BA düzeyi 9 ay boyunca değişmemiştir²⁰, BA miktarındaki önemli artışlar bozulma, kokuşma ile yakın olarak ilgilidir².

Vakum-paketleme ve CO₂-modifiye atmosfer paketleme teknikleri, düşük ısılarda depolama ile birlikte son yıllarda etlerin uzun süre muhafaza edilmesi için kullanılan yöntemlerdir. Düşük ısıda bu paketleme teknikleri ile paketlenen etlerin baskın florasını laktik asit bakterileri oluşturmaktadırlar. Bu nedenle duyuşal olarak bu etler uzun depolama süreci sonucunda yenilebilir karakterde olmalarına rağmen, bu etlerin BA'lere duyarlı kişilerde sağlık riski oluşturabileceği rapor edilmiştir²¹⁻²³. Bazı araştırmacılar vakum paketlerden çıkarılan etlerin yıkanmasını böylece daha çok yüzeyde yerleşen BA'in uzaklaştırılmasını önermişlerdir²².

Spermin, taze tavuk göğüs ve but etlerinin muhafazasında depolama süresi boyunca linear olarak azalmış, spermidin ise sabit kalmıştır²⁴. Tavuk etlerinin -20°C de 6 ay muhafazası sonucunda BA miktarlarının hala kabul edilebilir düzeyde oldukları bildirilmiştir²⁵. Spermin hariç amin konsantrasyonu, pişirme işleminden de etkilenmemiştir. Ancak spermin miktarı sığır kıymalarının 200°C de 2 saatlik ısı işlemi görmesi sırasında azalmıştır⁴. Histaminin ise ısıya dayanıklı olduğu bildirilmiştir⁸.

Yüksek düzeyde histamin ve tiramin içeren kürlenmiş et ürünlerinin de gıda zehirlenmesi meydana getirdikleri bildirilmiştir^{19,26,27}. Fermente et ürünlerinde BA'lerin oluşumu son yıllarda yoğun olarak çalışılmaya başlanmıştır. Taze ve kürlenmiş et ürünlerine nazaran, fermente edilmiş ürünlerde daha yüksek düzeyde tiramin bulunmuştur. Laktik asit bakterileri ile kontamine olan fermente sucukların olgunlaştırılmaları sırasında bu bakterilerin BA oluşturmada önemli bir rolünün olduğu rapor edilmiştir^{28,29}. Sucuklar genellikle ya laktik asit bakteri kültürleri ile kısa süre olgunlaştırılır, yada doğal mikroflora ile uzun süre olgunlaştırılırlar. Sucukların olgunlaştırılmasının ilk üç gününde histamin miktarının on kat arttığı ve sucukların çeşitli miktarlarda birçok BA içerdikleri rapor edilmiştir. Değişik oranda BA bulunması olgunlaşma işlemlerindeki

farklılıktan, doğal mikrofloranın dekarboksilaz aktivitesinin farklılık göstermesinden ve bu aminlerin metabolizmasının ve sentezinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca üretim tekniklerindeki farklılıklar, kullanılan etin farklı kaynaklardan gelmesi ve kalitesinin değişik olması kullanılan etin miktarı ve olgunlaşma süresi de etkileyebilmektedir^{2,29}. Aynı şekilde seçilmiş özel starter kültürlerin kullanılması da diğer amin üreten bakterilerin aktivitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir^{30,31}. Buncic ve ark.²⁶ kuru fermente sucuk üretiminde *Lactobacillus plantarum*'u starter kültür olarak kullanmışlar ve histamin veya tiramin üretme yeteneği olmayan bu bakteriyle yapılan sucuklarda bu biyojenik amin düzeylerini daha az bulmuşlardır. El-Fadaly ve ark.³⁰ *Lactobacillus acidophylus* ve *L. helveticus*'un BA oluşturan bakterilerin üremesi üzerine olan etkilerini incelemişler ve *L. helveticus*'un bu bakteriler üzerine özellikle *Enterobacter aerogenes* CK1 ve CK2 ve *E. cloacae* üzerine %100 e yakın bir üremeyi engelleyici etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Türk sucuklarının BA içeriği üzerine yapılan bir çalışmada starter kültür kullanan ve kullanmayan değişik firmaların sucuklarına bakılmış; histamin ve tiramin düzeyleri literatürlerde bildirilen düzeylerden oldukça yüksek bulunmuştur. Bu durumun Türk sucuklarının hijyenik kalitelerinin çok iyi olmaması nedeni ile fazla miktarda aerobik mezofilik genel canlı içermesinden kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür. Aynı zamanda starter kültür kullanan ve kullanmayan firmalara ait sucukların BA düzeyleri arasında da bir fark bulunamamıştır. Ancak kullanılan starter kültürlerin içeriği ve özellikleri hakkında bilgi verilmemiştir³².

Sucuklara Glucona Delta Lactan (GDL) ilavesi fekal streptokoklar, aerobik mezofilik bakteriler ve koliformların düzeyinde olduğu kadar histamin ve putresin düzeyinde de önemli bir düşüşe neden olur, fakat laktik asit bakterilerinin üremesini etkilemez⁹. Glukoz gibi fermente edilebilir karbonhidratların mevcudiyeti bakterilerin hem üremesini hem de amino asit dekarboksilaz aktivitesini artırır. % 0.5-2.0 arasındaki glukoz konsantrasyonu optimum olarak; %3'ü geçen miktar ise enzim oluşumunu engelleyen miktar olarak bildirilmiştir¹⁹. Bazı araştırmacılar fermente sucuklara şeker ilavesini BA miktarının artmasına neden olduğu için önermemektedirler¹⁶ fakat sodyum sülfat ilavesinin kadaverin oluşumunu olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir³³. Silva ve ark.²⁴ tavuk eti ürünleri üzerine yapmış oldukları araştırmada tavuk sosilerinin diğer ürünlerden daha düşük pH ya ve daha yüksek amin miktarına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Asidik çevrede amino asit dekarboksilaz aktivitesi daha güçlü

ve pH 4.0 ve 5.5 arasında optimum olduğu^{7,27} bunun nede- ninin de bakterilerin kendilerini korumak için daha fazla bu tip enzimleri üretmeleri olarak bildirilmiştir^{19,26,27}.

Eğer bir kere bu aminler oluşmuş ise bunların yıkılınması oldukça zordur. Buna rağmen gıdalarda ki aminlerin orijinal konsantrasyonu depolama şartları sonucunda değişebilir ve bu yüzden bu değişim kontrol altına alınmaya çalışılmalıdır. Biyojenik aminlerden korunmak için onların oluşum mekanizmalarının daha iyi anlaşılabilmesi gereklidir. Genellikle gıdalardaki BA çiğ materyalde ve üretim sırasında uygulanan sıkı hijyenik önlemler ve kokuşma yapıcı mikroorganizmaların üremesinin engellenmesi ile kontrol edilebilir. Fermente gıdalarda, doğal fermentasyon yerine özel seçilmiş aktif starter kültürlerin kullanılması ve kısa süreli fermentasyon uygulamaları toksik aminlerin oluşmasını engelleyici olabilir.

Biyojenik aminler mikrobiyel aktivite sonucu oluştuğundan ve ısıya karşı dirençli oldukları için taze ve işlenmiş et ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde kullanılabilecek yararlı bir ölçüt olarak ileri sürülmüşlerdir^{24,34-36}. Böylelikle ürünlerin BA düzeyi ürünün yapıldığı materyalin ve üretim sırasındaki hijyenik şartların bir göstergesi olabileceği vurgulanmıştır²⁴. Biyojenik aminlerin gıdalardaki miktarının belirlenmesi toksikolojik ve duysal yönden de önemlidir. Aminler istenilmeyen tad ve koku oluşumuna neden olabilirler ve yüksek düzeyde histamin ve tiramin bulunması histamin zehirlenmesine, migren ve baş ağrısına neden olabilir. Biyojenik aminler özellikle monoamin oksidaz inhibitörü ilaç alanlarda, alkol kullananlarda ve bağırsak rahatsızlıkları olan insanlarda önemli bir sağlık riski oluşturabilir⁷. Mietz and Karmas³⁴ BA düzeylerine bakarak gıdaların hijyenik kalitelerinin belirlenmesi için "chemical quality index (CQI) adını verdikleri bir oranın (CQI = Putresin + Kadaverin + Histamin / 1+ Spermidin + Spermin) kullanılmasını önermişlerdir. Veciana ve ark.³⁵ ise Biyojenik amin indeksini (BAI = Putresin + Kadaverin + Histamin + Tiramin) önermişlerdir.

Silva ve ark.²⁴ bu iki kalite indeksinin, tavuk göğüs ve but etlerinde yapmış oldukları çalışmada, bozulmanın ileri derecesinde etkili olduklarını erken dönemlerde ise yetersiz kaldıklarını ileri sürmüşler ve bunun yerine Spermidin / Spermin oranının kullanılmasını önermişlerdir. Yaptıkları çalışmada sperminin spermidine oranının her iki kasta da depolama süresi boyunca arttığını ve depolama süresi ile iyi bir ilişki gösterdiğinden tavuk etlerinin değerlendirilmesinde bu ora-

nın kullanılmasını önermişlerdir. Bu oranı kullanmanın avantajını ise poliaminlerin mikrobiyel üremeden etkilenmelerinin yanı sıra floranın çeşitliliğinden etkilenmemeleri şeklinde açıklamışlardır. Diğer indekslerin ise mikroorganizmanın çeşidine göre değiştiğini bildirmişlerdir²⁴. Vinci ve Antonelli³⁶ özellikle kadaverin miktarının kırmızı ve beyaz ette, tiramin miktarının ise kırmızı etin depolanması sırasında hijyen kontrolü olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

BIYOJENİK AMİNLERİN TOKSİSİTESİ ve TESPİTİ

Farklı fizyolojik etkiler meydana getiren BA'in etki mekanizmaları genellikle psikoaktif veya vasoaktifdir. Psikoaktif aminlerin (dopamin, adrenalin, noradrenalin vs.) etkileri merkezi sinir sisteminde neurotransmitterler, vasoaktif aminlerin (tyramin, histamin vs.) etkileri ise direk veya indirek olarak vasküler sistem üzerinedir^{4,6}. Biyojenik amin içeren gıdaların tüketimi sonucunda pek çok farmakolojik etki meydana gelebilir ve bunun da histamin zehirlenmesi, tiramin toksisitesi gibi çeşitli rahatsızlıkların oluşmasına neden olabileceği belirtilmektedir^{2,5,8}. Ayrıca BA'in civcivler üzerine toksik etkileri olduğu ve bazı aminlerin ise nitrit ile tepkimeye girerek heterosiklik karsinojenik forma dönüşebilecekleri ve broylerlerde malabsorpsiyon sendromu ve yemden yararlanma kabiliyetlerinde azalmaya ve proventriküllerde genişlemeye neden oldukları da bildirilmiştir^{2,8,37}. Parantral alım durumunda yüksek toksisite gösteren BA, oral alımda daha az toksiktirler. Bunun nedeni organizmada bu aminlerin uzaklaştırılmasından sorumlu enzimlerin yani amino oksidazların karaciğer, böbrek gibi organlarda sentezlenmesi ve özellikle bağırsaklarda bu enzimlerin bulunmasıdır. Aminler amino oksidaz enzimleri ile dezaminedilerek aldehit ve karbon asitlerine dönüştürülürler. Yüksek dozda alındığında zehrin uzaklaştırılma mekanizması yeterli olmaz ve aminler emilerek zehirlenme oluşturur⁷. İnsanda 8 ila 40 mg arasında oral olarak alınan histaminin hafif zehirlenme, 70 – 1000 mg arasındaki miktarın orta derecede ve 1500 – 4000 mg arasındaki miktarın ise şiddetli zehirlenme oluşturduğu bildirilmiştir³⁸. Histamin zehirlenmelerinde semptomlar çok çeşitlilik gösterir. Karakteristik semptomlar deride kızarıklık, ürtiker, ödem, lokal yangılar, sindirim sisteminde abdominal kramplar, ishal, kusma, mide bulantısıdır. Diğer semptomlar ise düşük tansiyon, baş ağrısı, çarpıntı, uyuşukluk ve boğazda yanma hissidir^{2,5,8}. Histamin genellikle histamin N-methyltransferase (HMT) ve diaminoxidase (DAO) enzimleri ile iki yolla metabolize olur ve bu enzimlerin varlığın-

dan dolayı insanlarda nadiren toksik etki görülür. Bununla beraber bazı aminler özellikle putresin ve kadeverin histamini yıkımlayan enzimlerin her ikisini de inhibe etmektedirler³⁹. Yine triptamin DAO inhibitörü iken⁵, tiramin MAO'm⁴⁰, feniletilamin ise DAO ve HMT inhibitörüdür³⁹. Tiraminin gıdalarda bulunuşunun önemi kendisinin hafif toksik olmasının yanı sıra monoamin oksidase inhibitörü ilaçlar ile raksiyona girerek hiper tansiyon krizlerine neden olmasıdır². Biojenik aminlerin toksisitesi ve metabolizması ile ilgili pek çok kaynak bulunmaktadır^{2,5,39-41}.

Toksik etki meydana getiren amin miktarının saptanması, buldukları gıdaya bağlı olarak farklı özellik göstermelerinden ve ortamda diğer aminlerin de bulunmasından dolayı oldukça güçtür. Yasal üst limit olarak gıdanın kilogramında 100 mg histamin ve alkolik içkilerin litresinde 2 mg histamin bulunması önerilmiştir. Kilogramında 100-800 mg tiramin ve 30 mg feniletilamin bulunduran gıdaların toksik olarak kabul edilmesi gerektiği bildirilmiştir^{2,8}.

Gıdalarda BA in aranması için değişik metotlar geliştirilmiştir. Genel olarak bütün analitik metotlar, aminlerin ekstrakte edilmesi ve miktarlarının belirlenmesi olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Ekstraksiyon için pek çok değişik solvent (hydrochloric asit, trichloroacetic asit, perchloric asit, methanol ve diğer organik asitler gibi) kullanılmaktadır^{2,5,8,36}. Miktar tespiti için de değişik kromatografik metotlar (ince tabaka, gaz kromatografisi ve HPLC) kullanılmıştır. Ayrıca radioimmunoassay ve ELISA gibi enzimatik metotlarda histamin miktarının belirlenmesi için önerilen metotlardır.

KAYNAKLAR

- 1 **Erginkaya Z, Var I:** Et ve et ürünlerinde biyojenik aminler. *Gıda*, 14(3): 171-174, 1989.
- 2 **Shalaby AR:** Significans of biojenic amines to food safety and human health. *Food Research Int*, 29(7): 675-690, 1996.
- 3 **Ienista C:** Bacterial production and destruction of histamine in foods and food poisoning caused by histamine. *Nahrung*, 15(1): 109-113, 1971.
- 4 **Sayem-El-Daher N, Simard RE, Fillion I, Roberge AG:** Extraction and determination of biogenic amines in ground beef and their relation to microbial quality. *Lebensm Wiss Technol*, 17: 20-23, 1984.
- 5 **Stratton JE, Hutkins RW, Taylor SL:** Biogenic amines in cheese and other fermented foods: A review. *J Food Prot*, 54(6): 460-470, 1991.
- 6 **Tarjon V, Janossy G:** The role of biogenic amines in foods. *Nahrung*, 22(3): 285-289, 1978.
- 7 **Sinell HJ:** Biogene amine als risikofactoren in der Fischhygiene *Arch Lebensmittelhyg*, 29(6): 206-210, 1978.
- 8 **Silla-Santos MH:** Biogenic amines: Their importance in foods. *Int. J Food Microbiol*, 29: 213-231, 1996.
- 9 **Maijala RL, Eerola SH, Aho MA, Hirn JA:** The effect of GDL-induced pH decrease on the formation of biyojenic amines in meat. *J Food Prot*, 50: 125-129, 1993.
- 10 **Edwards RA, Dainty RH, Hibbard CM, Ramandanis SV:** Amines in fresh beef of normal pH and the role of bacteria in changes in concentration observed during storage in vacuum packs at chill temperature. *J Appl Bacteriol*, 63: 427-434, 1987.
- 11 **Montel MC, Masson F, Talon R:** Comparison of biogenic amine content in traditional and industrial French dry sausages. *Sci Des Aliments*, 19(2): 247-254, 1999.
- 12 **Slemr T:** Biogene amine als potentieller chemescher qualitätsindikator für fleisch. *Fleischwirtsch*, 61: 921-924, 1981.
- 13 **Durlu-Özkaya F, Ayhan K, Vural N:** Biogenic amines produced by Enterobacteriaceae isolated from meat products. *Meat Sci*, 58(2): 163-166, 2001.
- 14 **Von-Beutling D:** Studies on the formation of tyramine by microbes with food hygienic relevance. *Arc Lebensmittelhyg*, 44: 83-87, 1993.
- 15 **Nassar Am, Emam WH:** Biogenic amines in chicken meat products in relation to bacterial load, pH value and sodium chloride content. *Nahrung*, 46(3): 197-199, 2002.
- 16 **Bover S, Izquierdo M, Vidal MC:** Changes in biogenic amine and polyamine contents in slightly fermented sausages manufactured with and without sugar. *Meat Sci*, 52: 215-221, 2001.
- 17 **Baranowski JD, Brust PA, Frank HA:** Growth of Klebsiella pneumoniae UH-2 and properties of its histidine decarboxylase system in resting cell. *J Food Biochem*, 9: 349-360, 1985.
- 18 **Komprda T, Neznalova J, Stondara S, Bover S:** Effect of starter culture and storage temperature on the content of biogenic amines in dry fermented sausages polican. *Meat Sci*, 59(3): 267-276, 2001.
- 19 **Halasz A, Barath A, Simon L, Holzapfel W:** Biogenic amine and their production by microorganisms in food. *Trends Food Sci. Technol*, 5: 42-49, 1994.
- 20 **Chen CM, Lin LC, Yen GG:** Relationship between changes in biogenic amine contents and freshness of pork during storage at different temperatures. *J Chin Agr Chem Soc*, 32: 47-60, 1994.
- 21 **Smith JS, Kenney PB, Moore MM:** Biogenic amine formation in fresh vacuum packaged beef during storage at 1°C for 120 days. *J Food Prot*, 56: 497-500, 1993.
- 22 **Kaniou I, Samouris G, Mouratidou T, Eleftheriadou A, Zantopoulos N:** Determination of biogenic amines in fresh unpacked and vacuum-packed beef during storage at 4°C. *Food Chemistry*, 74(4): 515-519, 2001.
- 23 **Nadon CA, Ismond MAH, Halley R:** Biogenic amines in vacuum-packaged and carbon dioxide-controlled atmosphere-packaged fresh pork stored at -1.5°C. *J Food Prot*, 64(2): 220-227, 2001.
- 24 **Silva CMG, Beatriz M, Gloria A:** Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at 4±1 °C and in chicken based-meat products. *Food Chemistry*, 78(2): 241-248, 2002.
- 25 **Ayesh AM, Nadir AS İbrahim Sh, AM:** Effect of frozen storage on the content of biogenic amines of the main edible parts of chicken. *Egypt J Food Sci*, 25(1): 83-97, 1997.
- 26 **Buncic S, Paunovic L, Teodorovic V, Radisic D, Vojinovic G, Smiljanic D, Baltic M:** Effect of gluconodeltalactone and Lactobacillus plantarum on the production of histamin and tyramin in fermented sausages. *Int J Food Microbiol*, 17: 303-

- 309, 1993.
- 27 **Teodorovic V, Buncic S, Smiljanic D:** A study of factors influencing histamin production in meat. *Fleischwirtsch*, 74: 170-172, 1994.
 - 28 **Maijala RL, Eerola SH:** contaminant lactic acid bacteria of dry sausages produce histamine and tryptamine. *Meat Sci*, 35: 387-395, 1993.
 - 29 **Shalaby AR, Abd El-Rahman HA:** Effect of potassium sorbate on development of biogenic amines during sausage fermentation. *Die Narung*, 39: 310-317, 1995.
 - 30 **El-Fadaly H, Ismail I, Kassem M, El-Hersh M:** A trial to reduce production of toxic biochemical substances in contaminated food. *Egyptian J Chem*, 45(1): 165-177, 2002.
 - 31 **Gardini F, Martuscelli M, Grudele MA, Paparella A, Suzzi G:** Use of *Staphylococcus xylosum* as a starter culture in dried sausages: effect on the biogenic amine content. *Meat Sci*, 61(3): 275-283, 2002.
 - 32 **Şenöz B, Işık N, Çoksöylü N:** Biogenic amines in Turkish sausages (sucuks). *J Food Sci*, 65(5): 764-767, 2000.
 - 33 **Bover S, Miquelez MJ, Vidal MC:** Biogenic amine accumulation in ripened sausages affected by the addition of sodium sulphite. *Meat Sci*, 59: 391-396, 2001.
 - 34 **Mietz JL, Karmas E:** Chemical quality index of canned tuna as determined by HPLC. *J Food Sci*, 42: 155-158, 1977.
 - 35 **Veciana MT, Marine A, Vidal MC:** Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationships with microbiol count, ATP-related compounds, volatile amines and organoleptic changes. *J Agr Food Chem*, 45: 2036-2041, 1997.
 - 36 **Vinci G, Antonelli ML:** Biogenic amines: quality index of freshness in red and white meat. *Food Cont*, 13:519-524, 2002.
 - 37 **Barnes DM, Kirby YK, Oliver KG:** Effects of biogenic amines on growth and the incidence of proventricular lesions in broiler chickens. *Poultry Sci*, 80(7): 906-911, 2001.
 - 38 **Ünlütürk A, Ünlütürk Y:** Gıdalarda histamin oluşumu ve histamin zehirlenmesi. *Gıda*, 6(1-2): 7-10, 1981.
 - 39 **Hui JY, Taylor SL:** Inhibition of in vivo histamin metabolism in rats by foodborne and pharmacologic inhibitors of diamine oxidase, histamin N-methyl transferase and monoamine oxidase. *Toxicol Appl Pharmacol*, 8: 241-249, 1985.
 - 40 **Voigt MN, Eitenmiller RR:** Role of histidine and tyrosine decarboxylases and mono and diamine oxidases in amine build-up in cheese. *J Food Prot*, 41: 182-186, 1978.

Yazışma adresi (Correspondence address)

Yrd.Doç.Dr Leyla VATANSEVER
Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı
36200 Paşaçayırı / Kars – TÜRKİYE
Tel : +90 474 2426800/1123
e-posta: lvatansever@yahoo.com