

Fermente Et Ürünlerinde Biyojen Aminler

Hüdayi ERCOŞKUN* - İsra TOPTANCI* - Aslı YORULMAZ**

*Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

** Balıkesir Üniversitesi, Edremit Meslek Yüksekokulu, Zeytin Endüstrisi Bölümü, Edremit Balıkesir

ÖZET

Fermente et ürünlerinde biyojen amin birikimi; mikrobiyel floranın nicel ve nitel kompozisyonu, fiziko-kimyasal farklılıklar ve üretim sırasında uygulanan hijyenik koşullar gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu derlemede fermente et ürünlerinde biyojen aminlerin oluşumları ve bunu etkileyen faktörler ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fermente et ürünleri, biyojen aminler

BIOGENIC AMINES IN FERMENTED MEAT PRODUCTS

ABSTRACT

Accumulation of biogenic amines in fermented meat products is caused by some factors such as qualitative-quantitative composition of microflora, physico-chemical differences, and hygienic conditions during production. The formation of biogenic amines and influencing factors are reviewed in this study.

Keywords: Fermented meat products, biogenic amines

1. GİRİŞ

Biyojen aminler birçok gıdada esas olarak amino asitlerin mikrobiyel dekarboksilasyonu veya aldehit ve ketonların aminasyonu sonucu oluşan alifatik, aromatik veya heterosiklik yapıdaki organik bileşiklerdir (Santos 1996). Biyojen aminler insan, hayvan ve bitkilerin metabolizmalarında yer aldıkları için bir çok gıda maddesinde doğal olarak bulunmaktadır. Bitkilerde putresin, spermidin ve spermin hücre bölünmesi, çiçek açma ve meyve gelişiminde önemli fonksiyonlara sahipken, insanda histamin kan damarlarının kasılmasında, mide asitlerinin salgılanmasında, sinir sisteminin regülasyonunda önemli roller almaktadır. Epinefrin, nor epinefrin ve bunların tripsinden oluşumu sırasında oluşan dopamin adrenalinin fonksiyonlarına sahiptir. Bu aminler kalbin çalışmasını hızlandırarak kan basıncını yükseltmekte, heyecan, korku ve zevk duygularını oluşturmaktadır (Halasz ve ark. 1994, Gökoğlu ve Varlık 1995, Hocalar ve Turantaş 2000, Anlı ve ark. 2002).

Biyojen aminlerin metabolizmadaki bu fonksiyonlarına karşın farklı biyolojik etkileriyle çeşitli rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Örneğin histamin düz kaslar üzerine etki ederek kalbi ve gastrik salgı sistemlerini etkileyerek tansiyonu yükseltmekte ve midede yanma hissine neden olmaktadır. Ayrıca deride yanma, gastrointestinal sistemde bulantı, kusma, diare ve karın krampları biyojen amin zehirlenmelerinde görülen diğer semptomlardır. Biyojen aminlerin toksik dozu bireylerin detoksifikasyon mekanizmalarının etkinliği ile biyojen aminlerin antagonistik etkilerine bağlı olarak değişmektedir. Histaminin toksisitesini kadaverin ve putresin gibi diğer aminler ve alkol yükseltmektedir. Histamin için toksik doz gıdalarda 100mg/kg ve alkollü içkilerde 2mg/L'dir. (Erginkaya ve Var 1989, Halasz ve ark. 1994, Rawles ve ark. 1995,

Santos 1996, Coşansu ve Ayhan 2002).

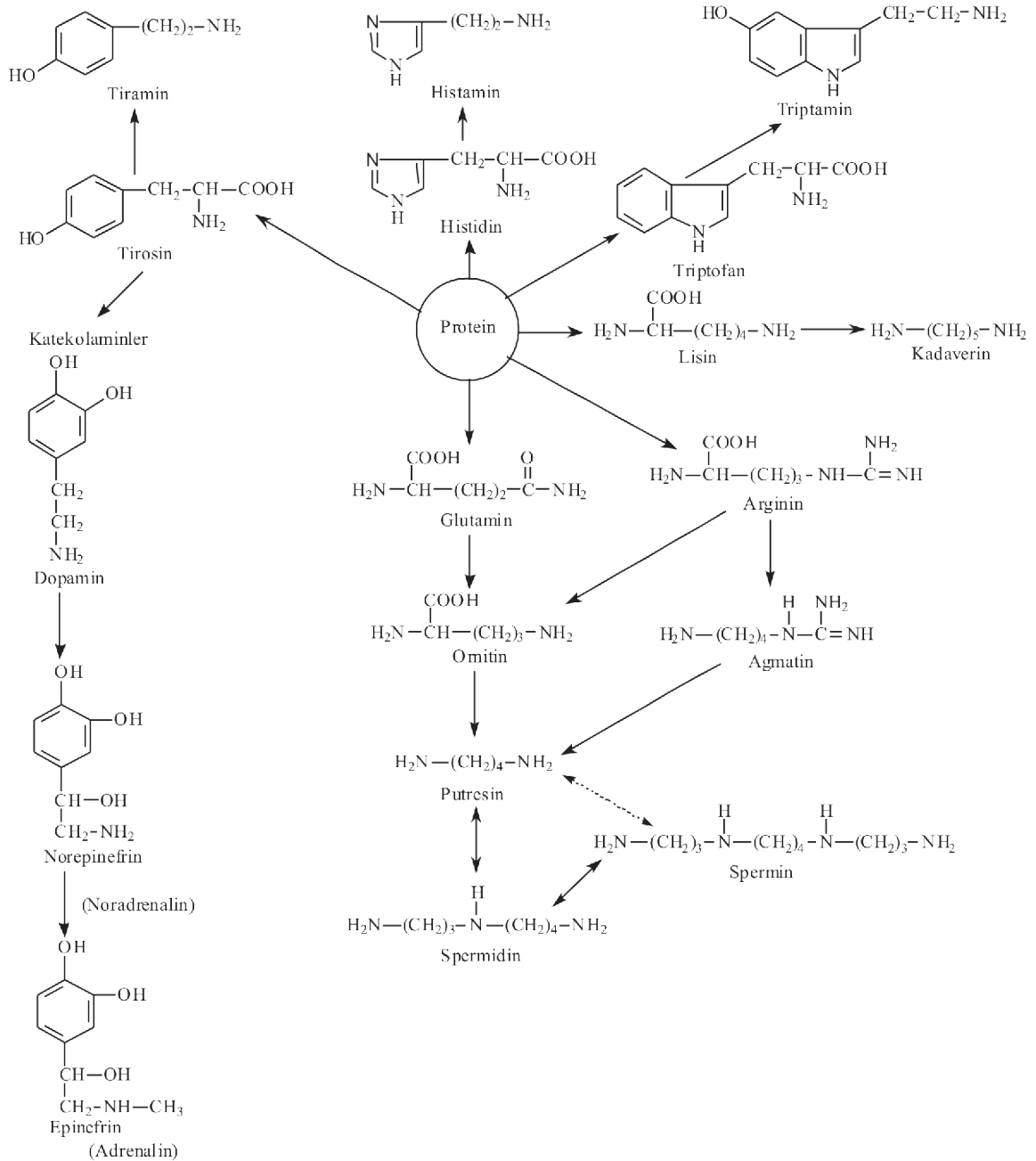
Diğer taraftan gıda ile birlikte tüketilen biyojen aminlerin büyük bir kısmı mide ve bağırsaklarda deaminasyon ve transaminasyon ile parçalanmaktadır. Biyojen aminlerin en önemli detoksifikasyon mekanizması sindirim sisteminde bulunan monoamin/diamin oksidaz enzimleri ile aldehitlere kadar okside edilmesidir. Monoamin/diamin oksidaz enzimleri bütün dokularda bulunmakla beraber aktivitesi en yüksek enzimler sindirim kanalında bulunmaktadır (Stratton ve ark. 1991, Halasz ve ark. 1994, Rawles ve ark. 1995).

Gıdalarda biyojen amin birikimi için serbest amino asitlere, peptit ya da polipeptitlere, amino asit dekarboksilaz aktivitesine sahip mikroorganizmaların varlığına ve dekarboksilaz enzim aktivitesi için uygun koşullara ihtiyaç vardır. Genel olarak histamin, putresin, kadaverin, tiramin, triptamin, 2-feniletilamin, spermin ve spermidin gıdalarda bulunan en önemli biyojen aminlerdir. Biyojen aminler şarap, fermente et ve balık ürünlerinde, peynirlerde ve fermente sebzeler gibi gıdalarda mikrobiyel aktivite sonucu oluşabilmektedir (Santos 1996, Shalaby 1996). Biyojen aminler yüksek miktarda protein içeren ham maddeden üretilen salam ve sosis gibi fermente et ürünlerinde bulunabilmektedir (Ünlütürk ve Ünlütürk 1981, Erginkaya ve Var 1989, Ercoşkun ve ark. 2000, Çolak ve Uğur 2002).

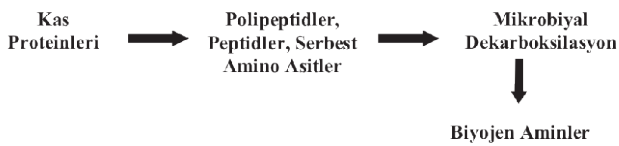
Birçok araştırmacı gıdalarda biyojen aminlerin oluşumu ile birlikte bunların biyolojik aktivitelerini de incelemişlerdir (Halasz ve ark 1994, Bardocz 1995). Fermente et ürünleri biyolojik olarak biyojen amin oluşumunu teşvik eden potansiyel gıdalardır. Bu ürünlerde yüksek miktarda bulunan proteinler ve olgunlaşma sırasındaki proteolitik aktivite, ilave edilen starter kültür ve yabancı mikrofloranın dekarboksilaz aktivitesi için ara ürünler sağlamaktadırlar. Şekil 1'de gıdalarda amino asitlerden biyojen amin oluşumu gösterilmiştir (Halasz ve ark. 1994).

2. FERMENTE ET ÜRÜNLERİNDE BİYOJEN AMİNLER

Fermente et ürünlerinin olgunlaşması sırasında proteinlerde mikrobiyel aktivite ve endojen proteolitik enzimlerin aktivitesi sonucu parçalanmalar meydana gelmektedir. Proteoliz asitlikte artış, kuruma ve tuzun etkisi ile artmaktadır. Fermente et ürünlerinde biyojen amin ara ürün oluşumu çoğunlukla fermantasyon ve olgunlaşma sırasında etin endojen proteolitik enzimleri ve ette bulunan mikroorganizmaların proteolitik aktiviteleri ile ilişkilidir (Maijala ve Eerola 1993, Halasz ve ark. 1994, Paulsen ve Bauer 1997). Fermente et ürünlerinde olgunlaşma sırasında proteolitik aktiviteye endojen proteazlar ana katkırı yaparken, bakteriler daha az rol oynamaktadır. Protein polimerinin parçalanması sonucu serbest amino asitlerin açığa çıkması veya kısaca protein degradasyonu şeklinde tanımlanan proteoliz reaksiyonlarının önemi serbest amino asitlerin ve bazı peptitlerin bakteriyel dekarboksilasyon reaksiyonları ile daha küçük molekül



Şekil 2. Amino asitlerden biyojen amin oluşumunda dekarboksilasyon reaksiyonları (Halasz ve ark. 1994).



Şekil 2. Proteoliz reaksiyonları ve biyojen amin üretimi

Taze ette önemli miktarda bulunan biyojen aminler spermin ve spermidin iken, putresin daha az miktarlarda bulunmaktadır (Hernandez-Jover ve ark. 1997). Yüksek konsantrasyonda putresin ve diğer aminlerin varlığı mikrobiyel gelişimi ve etin tazeliği ile ilişkilidir. Bununla birlikte fermente et ürünlerinin biyojen amin içeriği biyojen amin birikimini etkileyen bir çok faktör nedeniyle büyük değişimler göstermektedir (Hernandez-Jover ve ark. 1996a, b, 1997).

Bir çok et ürününde, biyojen aminlerin varlığı et ürününün bir kalite kriteri olarak kullanılabilir. Bununla birlikte yapılan denemeler sonucu elde edilen veriler ışığında bazı aminlerin bazı gıdalardaki miktarları ile bakteriyel yükleri arasında ilişki kurulabileceği de ortaya konulmuştur. Nitekim sığır kıymasında putresin miktarının bakteriyel indeks olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir. Putresin miktarı ve bakteriyel sayım arasındaki ilişki lineer, ikinci dereceden ve geometrik modellerde denenmiş ve en yakın ilişki ikinci dereceden denklemlerle sağlanmıştır. Örneğin 20 mg/kg putresinin kıymada varlığı o numunede 10^5 kob/g düzeyinde toplam bakteri bulunduğunu göstermektedir. Psikrotroflar için putresin üretimi ile bakteri sayısı arasındaki ilişki, ancak 10^5 - 10^6 kob/g gibi yüksek sayılarda organizma içermesi durumunda kullanılabilir (Halasz ve ark. 1994, Majjala ve ark. 1995a, Eerola ve ark. 1998).

Fermente et ürünlerinin biyojen amin içeriğinde ham materyalin kalitesinin anahtar rol oynadığı saptanmıştır (Maijala ve ark. 1995a, Eerola ve ark. 1998, Komprda ve ark. 2001, Durlu-Özkaya ve ark. 2001). Biyojen amin birikimini etkileyen değişkenler (starter kültür, kontaminant mikroorganizmalar, pH, a_w , redoks potansiyeli, NaCl gibi) fermente et ürünlerinde biyojen amin oluşumunda önemli rol oynayabilmektedirler (Yalçın ve Kolsarıcı 1995, Ercoşkun ve ark. 2000, Çolak ve Uğur 2002).

Fermente et ürünlerinin tüketiminden kaynaklanan amin zehirlenme vakası bildirilmemesine rağmen, bu ürünlerde değişik seviyelerde biyojen amin bulunabilmektedir. Yapılan çalışmalar fermente et ürünlerinde histaminin yaygın bulunmadığını göstermiştir. 390 fermente sosis numunesinin incelendiği bir çalışmada insan için toksik seviye olan 100 mg histamin/ 100 g seviyesinin hiçbir zaman aşılmadığı gözlenmiştir (Stratton ve ark. 1991).

3. FERMENTE ET ÜRÜNLERİNDE BİYOJEN AMİN OLUŞUMUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

3.1. Mikroorganizmalar

Fermente et ürünlerinde olgunlaşma sırasında proteolitik aktiviteye endojen proteazlar ana katkıyı yaparken, bakteriler daha az rol oynamaktadır (Çolak ve Uğur 2002). Amino asit dekarboksilazlar gıdalla ilgili birçok mikroorganizmada bulunan enzimlerdir. Bunlar Bacillus, Pseudomonas, Photobacterium cinslerinde bulunmalarının yanı sıra Citrobacter, Klebsiella, Escherichia, Proteus, Salmonella cinsleri gibi Enterobacteriaceae familyasında ve Staphylococcus, Micrococcus ve Kocuria gibi Micrococcaceae familyası üyelerinde de bulunmaktadır. Ayrıca Lactobacillus, Enterococcus, Carnobacterium, Pediococcus, Lactococcus ve Leuconostoc cinslerine ait birçok bakteri de amino asitleri dekarboksile etme yeteneğine sahiptir (Rodriguez-Jerez ve ark. 1994a, Rodriguez-Jerez ve ark. 1994b, Jorgensen ve ark. 2000, Maijala ve ark. 1993, Bover-Cid ve Holzaphel 1999).

3.1.1. Enterobacteriaceae

Fermente et ürünlerinden izole edilen Enterobacteriaceae familyası üyeleri genellikle yüksek dekarboksilaz aktivitelere sahiptir, özellikle kadaverin ve putresin üretiminden sorumludurlar. Ayrıca enterobakterlerin çoğu önemli miktarlarda histamin üretebilmektedir. Özellikle Enterobacter cloacae, E. aerogenes, Klebsiella oxytoca, E. coli ve Morganella (Proteus) morgani biyojen amin üretimi açısından önemli bakterilerdir (Halasz ve ark. 1994, Roig-Sagues ve ark. 1996, Bover-Cid ve ark. 2001a, Santos 1998, Durlu-Özkaya ve ark. 2001).

Enterobacteriaceae familyası üyeleri genellikle son üründe düşük sayılarda olmalarına rağmen bu mikroorganizmalar ham materyalin doğru depolanmaması ve kontrolsüz fermantasyon sonucu sosis üretiminin erken aşamalarında dekarboksilaz enzimlerini serbest bırakabilirler (Bover-Cid ve ark. 2001b).

3.1.2. Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri fermente et ürünleri üretiminde yaygın olarak starter kültür olarak kullanılmaktadırlar. Fermente gıdalarda kullanılan laktik asit bakterilerinin toksinogenik ve patojenik olmadıkları kabul edilmektedir. Çoğu araştırmacı fermente et ürünlerinden izole edilen laktobasillerde histidin dekarboksilaz aktivitesi gözlemlenmemişlerdir (Maijala 1993, Santos 1996, Bover-Cid ve ark. 2001a). Laktokok ve

leukonostoklar tiramin üretebildiği de bildirilmiştir (Choudhury ve ark. 1990, de Llano ve ark. 1998). L. buchneri, L. alimentarius, L. plantarum, L. curvatus, L. farciminis, L. bavaricus, L. homohiochii, L. reuteri ve L. sakei türlerine ait suşlar amin pozitifler ve ürettikleri en önemli biyojen amin tiramindir (Masson ve ark. 1996, Şenöz 1997, Ayhan ve ark. 1999, Bover-Cid ve ark. 2001a, Pereira ve ark. 2001).

3.1.3. Micrococcaceae

Histidin dekarboksilaz aktivitesi Micrococcus ve Staphylococcus cinslerine ait bazı türlerde belirlenmiştir. Fermente sosislerden izole edilen Staphylococcus xylosus suşlarının %76 'sının histamin ürettiği gözlenmiştir (Santos 1996). Staphylococcus carnosus ve Staphylococcus piscifermentans yüksek amino asit dekarboksilaz aktivitesine sahiptirler. Buna karşın Masson ve ark. (1999) koagülaz negatif stafilkokların güvenli bir şekilde starter kültür olarak kullanılabileceklerini bildirmişlerdir. Martuscelli ve ark. (2000) fermente sosislerden izole edilen S. xylosus'un 51 suşunu test ederek bunlardan 21 tanesinin amino asitleri dekarboksile etme yeteneğine sahip olduklarını ve sadece 7 tanesinin 10 mg/kg 'dan daha fazla tiramin, spermin ve spermidin oluşturduğunu tespit etmişlerdir.

3.1.4. Diğer Mikroorganizmalar

Fermente etlerden izole edilen Debaryomyces ve Candida cinslerine ait mayalarda laktik asit bakterileri ve stafilkoklardan daha yüksek aktivite gösteren histidin dekarboksilaz bulunmuştur. Ayrıca tanımlanmamış maya suşları yüksek miktarlarda 2-feniletilamin ve tiramin üretebilmektedirler (Stratton ve ark. 1991, Maijala ve ark. 1993).

Diğer bir çok Gram negatif bakteri (pseudomonaslar dahil) yüksek biyojen amin üreticisi olarak bilinmektedir. Bunların dekarboksilaz aktivitesi balık ürünlerinde çok iyi bilinmektedir (Lehane ve Olley 2000, Jorgensen ve ark. 2000). Bununla birlikte fermente et ürünlerinin üretim ve depolanmasını karakterize eden spesifik çevresel koşullar bunların gelişimi ve enzimatik aktivitesi için sınırlayıcı kabul edilmektedir (Paulsen ve Bauer 1997, Şenöz 1997).

3.2 pH

pH, amino asit dekarboksilaz aktivitesini etkilemede anahtar bir role sahiptir. Bakteriyel amino asit dekarboksilaz enzimleri genellikle asidik pH'da optimum aktiviteye sahiptirler. Fermente et ürünlerinde biyojen amin oluşumu ile laktik asit fermantasyonunun neden olduğu pH düşüşü arasında bir korelasyonun olduğu kanıtlanmıştır. Amin oluşumu gelişme koşullarından çok dekarboksilaz aktivitesine sahip bakterilerin gelişmesine bağlıdır. Kuru ve yarı kuru sosislere glukano- δ -laktan ilavesi ile pH düşürülmüş ve laktik asit bakterilerinin etkisi olmaksızın Enterococ ve Enterobacteriaceae sayısının azalmasının sonucu olarak daha düşük konsantrasyonlarda histamin ve tiramin oluşmuştur. Fermente et ürünlerinde çok hızla pH düşüşünün amin-pozitif mikroorganizmaların, özellikle Enterobacteriaceae'nın gelişimini azalttığı bilinmektedir (Maijala ve ark. 1993, Maijala ve ark. 1994, Bover-Cid ve ark. 2001a). Olgunlaşmanın ilk günlerinde yüksek konsantrasyonlarda histamin oluşumu yavaş pH düşüşünden kaynaklanabilmektedir. Aynı şekilde Candida divergens tarafından tiramin üretimi pH 4.9 'da pH '5.3 'den hücre sayısının azalmasına bağlı olarak daha düşük olmaktadır (Maijala ve ark. 1993, Masson ve ark. 1999).

3.3 Tuz

Fermente et ürünlerinin depolanması ve fermantasyonu sırasında su miktarında ve tuz/su oranındaki değişim mikrobiyel gelişimde çok önemli bir role sahiptir. L. delbrückii subsp. bulgaricus'un amin üretim miktarı ortamın tuz konsantrasyonu %0 'dan %6 'ya çıkarıldığında önemli oranda azalmaktadır (Chander ve ark. 1989, Henry Chin ve Koehler 1986). Tuz konsantrasyonu %3.5 ile %5.5 arasında değiştiğinde histamin oluşumunun inhibe edilebileceğini kanıtlamışlardır. Bu etki yüksek tuz konsantrasyonunun hücre gelişimini ve membrana lokalize olmuş mikrobiyel dekarboksilaz enzimlerinin aktivitesinin azalmasına bağlanmaktadır (Sumner ve ark. 1990).

3.4 Redoks Potansiyeli

Farklı fermente et ürünlerinin farklı şekilleri (çap ve boyları) farklı anaerobik ortama, redoks potansiyeline, tuz konsantrasyonuna ve a_w değerlerine neden olmaktadır. Bover-Cid ve ark. (1999b) kuru fermente sosislerin boyutu ve biyojen amin içeriği arasında bir ilişki bulmuşlardır. Fermente sosisin yarıçapı mikroorganizmaların geliştiği ortamı etkilemektedir, örneğin geniş çapa sahip fermente sosislerde genellikle tuz konsantrasyonu daha düşük, su aktivitesi ise daha fazladır. Geniş çap tiramin ve putresin gibi belirli aminlerin yüksek oranlarda oluşmasının ana nedenlerinden birisi olabilmektedir (Parente ve ark. 2001). Fermente sosislerdeki biyojen amin düzeyi, kalın çaplı olanlarda ince çaplı olanlardan ve merkezinde kenarından daha fazladır. Trevino ve ark. (1997) fermente sosislerin farklı üç noktasında biyojen amin miktarları gözlemişlerdir. Sosislerin kenar kısmı daha yüksek kuruma düzeyine ve daha yüksek tuz konsantrasyonuna bağlı olarak daha düşük biyojen amin konsantrasyonu göstermiştir.

3.5 Sıcaklık

Balık ve peynirlerde biyojen amin oluşumunda sıcaklığın çok büyük etkisinin olduğu iyi bilinmektedir. Bir çok araştırmacı amin miktarının sıcaklığa bağlı olduğunu bildirmişlerdir (Diaz-Cinco ve ark. 1992, Halasz ve ark. 1994). Bununla birlikte sıcaklık fermente et ürünlerinde bulunan farklı mikroorganizmaların birbirleriyle olan ilişkilerini etkileyerek biyojen amin birikiminde zıt bir etkiye de sahip olabilmektedir. Gerçekten de bu değişim biyojen amin oluşumuyla ilgili büyüme kinetiği, hücre verimi ve enzimatik aktivite gibi birçok oluşum üzerine farklı etkiye sahiptir. Ayrıca, proteolitik ve dekarboksilik enzimlerin aktivitesi ve mikrobiyel popülasyon arasındaki ilişki toplam amin miktarı üzerinde önemli bir role sahiptir. Daha yüksek fermantasyon sıcaklıkları (24 °C) starter laktik asit bakterilerinin gelişimine katkıda bulunmaktadır (Maijala ve ark. 1995b). Daha yüksek sıcaklıklar, depolamadan sonra amin konsantrasyonunun artmasıyla sonuçlanan proteolitik ve dekarboksilaz aktivitesini artırılabilir (Çolak ve Uğur 2002).

3.6 Katkılar

Fermente et ürünlerine şeker ilavesi mikrobiyal popülasyonu arttırmakta ve bunun sonucunda da biyojen amin üretimini etkilemektedir. Eğer şekerler (glukoz ve laktöz) ilave edilmezse Enterococcus cinsi bakteriler daha erken gelişmektedir. Tiramin ve kadaverin fermente et ürünlerinde en önemli biyojen amindirler ve şeker ilave edilmediği zaman miktarları iki katına çıkmaktadır. Şekerin eksikliğinde depolama sırasında tiramin, kadaverin, putresin ve triptamin miktarlarında önemli artışlar gözlenmektedir (Bover-Cid ve ark. 2000, Ercoşkun ve ark. 2000).

Fermente sosislere 500 ve 1000 mg/kg konsantrasyonlarında sodyum sülfid ilavesi kadaverin oluşumunu inhibe ederken, tiramin oluşumunu azaltmamaktadır (Bover-Cid ve ark. 2001c).

Fermente et ürünlerinde asitliği arttıran katkı maddeleri ilavesi biyojen amin oluşumunu pH'yı düşürmek suretiyle azaltmaktadır. Bununla birlikte fosfatlar gibi tampon ya da asitliği düzenleyici katkıları pH'yı yükseltmeleri nedeniyle biyojen amin oluşumunu arttırabilmektedir (Bover-Cid ve ark. 2000, Bover-Cid ve ark. 2001).

3.7. Amin Oksidazlar

Biyojen aminler bakterilerde, küflerde ve sindirim sistemlerinde bulunan amin oksidazlar tarafından inaktive edilmektedirler. Monoamin oksidaz ve diammin oksidazlar aminleri deaminasyona uğratarak aldehitler, hidrojen peroksit ve amonyum bileşikleri oluşturmaktadırlar (Santos 1998, Lehane ve Olley 2000).

Leuschner ve ark. (1998) gıdalardan izole edilen birçok bakterinin, özellikle Lactobacillus, Pediococcus ve Micrococcus cinslerine ait türlerin yanında S. carnosus ve Brevibacterium linens 'in amin degradasyon potansiyellerini test etmişlerdir. Sonuçta bu aktivitenin çok farklı düzeyde olabileceğini bulmuşlardır. Birçok türün tiramin oksidaz aktivitesi pH, sıcaklık ve tuz konsantrasyonunun yanında glukoz ve hidralazin konsantrasyonuna bağlıdır. Ayrıca sıcaklık da histamin degradasyonunda önemli etkiye sahiptir. Histaminin en yüksek degradasyon oranı 37 °C 'de gözlenmiştir ve degradasyondan sorumlu amin oksidaz 37°C'de optimum aktiviteye sahiptir ve 20 °C 'de maksimum aktivitesinin %50 'sini koruyabildiği saptanmıştır (Dapkevicus ve ark. 2000).

Fermente et ürünlerinden izole edilen çoğu S. xylosus suşu biyojen aminleri degrade etme kabiliyeti göstermiştir. Test edilen suşlar arasında S. xylosus S81 histamini tamamen okside etmiş, ancak aynı koşullarda tiraminin bir kısmını da degrade edebilmiştir. S. xylosus starter kültür olarak kullanıldığında tiramin ve putresin konsantrasyonlarında önemli azalmalar gözlenmiştir (Leuschner ve Hammes 1998, Gardini ve ark. 2001).

4. SONUÇ

Gıdalarda biyojen aminlerin oluşumu, gıdanın kompozisyonu ile mikrobiyel popülasyonun enzimatik aktivitesi arasındaki kompleks dengenin bir sonucudur. Fermente gıdaların üretiminde kullanılan starter kültürlerin seçiminde, starter kültürün dekarboksilaz özelliğiyle birlikte amin oksidaz aktivitesinin varlığı ve düzeyi önemli bir özellik olarak göz önünde tutulmalıdır. Fermente et ürünlerinde biyojen amin oluşumu mikroorganizmaların büyüme kinetiği, bunların proteolitik ve dekarboksilaz aktivitesi, ortamın fiziko-kimyasal özellikleri ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini içeren birçok değişkene bağlıdır.

Saf veya karışık kültürlerin kullanımı ile biyojen aminlerin birikimi önlenmektedir. Fermente et ürünlerinde biyojen amin birikimini önlemek için starter kültürlerin biyojen amin oluşturmaması ve starter kültürlerin koruyucu etkisini önleyebilecek amin oluşturan mikroflora ile rekabete girebilmesi zorunludur.

5. KAYNAKLAR

- Anlı, E., Vural, N. ve Bayhan, A. 2002. Kırmızı şaraplarda biyojen aminlerin saptanması. Türkiye 7. Gıda Kongresi. 22-24 Mayıs. 449-452. Ankara
- Ayhan, K., Kolsarıcı, N., Özkan, G.A., 1999. The effects of a starter culture on the formation of biogenic amines in Turkish sou djoucks. *Int. J. of Food Mic.* 53,183-188.
- Barđocz, S., 1995. Polyamines in foods and their consequences for food quality and human health. *Trends in Food Science, & Technology*, 6, 341-346.
- Bover-Cid, S., Holzapfel, W.H., 1999. Improved screening procedure for biogenic amine production by lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 59, 391-396.
- Bover-Cid, S., Schoppen, S., Izquierdo-Pulido, M., Vidal-Carou, M.C., 1999. Relationship between biogenic amine contents and the size of dry fermented sausages. *Meat Science*, 51, 305-311.
- Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M., Vidal-Carou, M.C., 2000c. Changes in biogenic amine and polyamine content in slightly fermented sausages manufactured with and without sugar. *Meat Science*, 57, 215-221.
- Bover-Cid, S., Hugas, M., Izquierdo-Pulido, M., Vidal-Carou, M.C., 2001a. Amino acid decarboxylase activity of bacteria isolated from fermented pork sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 66, 185-189.
- Bover-Cid, S., Miguelez-Arrizado, J., Vidal-Carou, M.C., 2001b. Biogenic amine accumulation in ripened sausages affected by the addition of sodium sulphite. *International Journal of Food Microbiology*, 46, 95-104.
- Chander, H., Batish, V.H., Babu, S., Singh, R.S., 1989. Factors affecting amine production by a selected strain of *Lactobacillus bulgaricus*. *Journal of Food Science*, 54, 940-942.
- Choudhury, N., Hansen, W., Engesser, D., Hammes, W.P., Holzapfel, W.H., 1990. Formation of histamine and tyramine by lactic acid bacteria in decarboxylase medium. *Letters in App. Mic.* 11, 278-281.
- Coşansu, S. ve Ayhan, K. 2002. Ankara'da satışa sunulan sucukların biyojen amin içeriği. Türkiye 7. Gıda Kongresi. 22-24 Mayıs. 453. Ankara
- Çolak, H. ve Uğur, M. 2002. Farklı muhafaza sıcaklığı ve süresinin fermente sucuklarda biyojen aminlerin oluşumu üzerine etkisi. *Doğa Veteriner ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 26(4):779-784.
- Dapkevičius, M.L.N.E., Nout, M.J.R., Rombouts, F.M., Houben, J.H., Wymenga, W., 2000. Biogenic amine formation and degradation by potential fish silage starter microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 57, 107-114.
- de Llano, D.G., Cuesta, P., Rodriguez, A., 1998. Biogenic amine production by wild lactococcal and leuconostoc strains. *Letters in App. Mic.* 26, 270274.
- Diaz-Cinco, M.E., Fraijo, G., Grajeda, P., Lozano-Taylor, J., Gonzalezde Meja, E., 1992. Microbial and chemical analysis of Chihuahua cheese and relationships to histamine. *Journal of Food Science*, 57, 355365.
- Durlu-Özkaya, F., Ayhan, K., Vural, N., 2001. Biogenic amine produced by enterobacteriaceae isolated from meat products. *Meat Science*, 58, 163-166.
- Eerola, S. H., Majjala, R. L., Roig-Sague's, A.X., Salminen, M., Hirvi, T.K., 1998. Biogenic amines in dry sausages as affected by starter culture and contaminant amine-positive *Lactobacillus*. *Journal of Food Science*, 61, 1243-1246.
- Ercişkun, H., Çon, A. H. ve Gökalp, H.Y. 2000. Biyojen aminler ve gıdalarda mikroorganizmalarca üretimi. *Standard*, 39, (457), 56-61.
- Erginkaya, Z. ve Var, I. 1989. Et ve Et ürünlerinde biyojen aminler. *Gıda* 14(3), 171-174.
- Gardini, F., Martuscelli, M., Caruso, M.C., Galgano, F., Crudele, M.A., Favati, F., Guerzoni, M.E., Suzzi, G., 2001. Effects of pH, temperature and NaCl concentration on the growth kinetics, proteolytic activity and biogenic amine production of *Enterococcus faecalis*. *International Journal of Food Microbiology*, 64, 105-117.
- Gökoğlu, N. ve Varlık, C. 1995. Sardalya konservelerinin histamin biyojen amini yönünden incelenmesi. *Gıda*, 20(5), 273-279.
- Halasz, A., Barath, A., Simon-Sarkadi, L., Holzapfel, W., 1994. Biogenic amines and their production by micro-organisms in food. *Trends in Food Science, & Technology*, 5, 42-48.
- Henry Chin, K.D., Koehler, P.E., 1986. Effects of salt concentration and incubation temperature on formation of histamine, phenethylamine, tryptamine and tyramine during miso fermentation. *Journal of Food Protection*, 49, 423-427.
- Hernandez-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogues, M.T., Vidal-Carou, M.C., 1996a. Biogenic amine sources in cooked cured shoulder pork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 3097-3101.
- Hernandez-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogues, M.T., Vidal-Carou, M.C., 1996b. Ion pair liquid chromatographic determination of biogenic amines in meat and meat products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 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. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2098-2102.
- Hocalar, B. ve Turantaş, F. 2000. Peynir ve şaraplarda biyojen amin içeriğini etkileyen faktörler. 4. Uluslararası Tarım ve Gıda Fiziği Konferansı, 16-20 Mayıs, 94s, İstanbul.
- Jorgensen, L.V., Huss, H.H., Dalgaard, P., 2000. The effect of biogenic amine production by single bacterial cultures and metabiosis on cold-smoked salmon. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 920-934.
- Komprda, T., Neznalova, J., Standara, S., Bover-Cid, S., 2001. Effect of starter culture and storage temperature on the content of biogenic amines in dry fermented sausages. *Meat Science*, 59, 267-276.
- Lehane, L., Olley, J., 2000. Histamine fish poisoning revisited. *International Journal of Food Microbiology*, 58, 1-37.
- Leuschner, R.G.K., Hammes, W.P., 1998. Tyramine degradation by micrococci during ripening of fermented sausages. *Meat Science*, 49, 289-296.
- Leuschner, R.G.K., Heidel, M., Hammes, W.P., 1998. Histamine and tyramine degradation by food fermenting microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 39, 1-10.
- Majjala, R. L., 1993. Formation of histamine and tyramine by some lactic acid bacteria in MRS-broth and modified decarboxylation agar. *Letters in Applied Microbiology*, 17, 4043.
- Majjala, R. L., Eerola, S. H., Aho, M. A. and Hirn, J. A. 1993. The effect of GDL-induced pH decrease on the formation of biogenic amines in meat. *Journal of Food Protection*, 56, 125-129.
- Majjala, R. L., 1994. Histamine and tyramine production by a *Lactobacillus* strain subjected to external pH decrease. *Journal of Food Protection*, 57, 2592-262.
- Majjala, R. L., Eerola, S. H., Lievonen, S., Hill, P., Hirvi, T., 1995a. Formation of biogenic amines during ripening of dry sausages as affected by starter cultures and thawing time of raw materials. *Journal of Food Science*, 69, 1187-1190.
- Majjala, R.L., Nurmi, F., Fischer, A., 1995b. Influence of processing temperature on the formation of biogenic amines in dry sausages. *Meat Science*, 39, 19-22.
- Martuscelli, M., Crudele, M.A., Gardini, F., Suzzi, G., 2000. Biogenic amine formation and oxidation by *Staphylococcus xylosum* strains from artisanal fermented sausages. *Letters in App. Mic.* 31, 228-232.
- Masson, F., Johansson, G., Montel, M.C., 1999. Tyramine production by a strain of *Carnobacterium divergens* inoculated in meat-fat mixture. *Meat Science*, 52, 65-69.
- Masson, F., Talon, R., Montel, M.C., 1996. Histamine and tyramine production by bacteria from meat products. *Int. J. of Food Mic.* 32, 199-207.
- Paulsen, P., Bauer, F., 1997. Biogenic amines in fermented sausages: 2. Factors influencing the formation of biogenic amines in fermented sausages. *Fleischwirtsch. Int.* 77, 32-34.
- Parente, E., Martuscelli, M., Gardini, F., Grieco, S., Crudele, M.A., Suzzi, G., 2001. Evolution of microbial populations and biogenic amine production in dry sausages produced in Southern Italy. *Journal of Applied Microbiology*, 90, 882-891.
- Pereira, C.I., Barreto Crespo, M.T., San Román, M.V., 2001. Evidence for proteolytic activity and biogenic amines production in *Lactobacillus curvatus* and *Lactobacillus homohiochii*. *Int. J. of Food Mic.* 68, 211-216.
- Rawles, D. D., Flick, G. J. and Martin, R. E. 1995. Biogenic amines in fish and shellfish. *Food Research*, 39, 329-335.
- Rodriguez-Jerez, J.J., Colavita, G., Giaccone, V., Parisi, E., 1994a. *Bacillus macerans*, a new potential histamine producing bacteria isolated from Italian cheese. *Food Microbiology*, 11, 409-415.
- Rodriguez-Jerez, J.J., Mora-Ventura, M.T., Lopez-Sabater, E.I., Hernandez-Herrero, M.M., 1994b. Histidine, lysine and ornithine decarboxylase bacteria in salted semi-preserved anchovies. *Journal of Food Protection*, 57, 784-787.
- Roig-Sague's, A.X., Hernandez-Herrero, M., Lopez-Sabater, E.I., Rodriguez-Jerez, J.J., Mora-Ventura, M.T., 1996. Histidine decarboxylase activity of bacteria isolated from raw and ripened Salsicón, a Spanish cured sausage. *Journal of Food Protection*, 59, 5165-520.
- Shalaby, A.R., 1996. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29, 675-690.
- Santos, M.H. S. 1996. Biogenic amines: their importance in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 29, 213-231.
- Santos, M.H. S. 1998. Amino acid decarboxylase capability of microorganisms isolated in Spanish fermented meat products. *Int. J. of Food Mic.* 39, 227-230.
- Sumner, S.S., Speckhard, H.W., Somers, E.B., Taylor, S.L., 1990. Factors controlling histamine production in Swiss cheese inoculated with *Lactobacillus buchneri*. *Journal of Dairy Science*, 73, 3050-3058.
- Stratton, J.E., Hutkins, R.W., Taylor, S.L., 1991. Biogenic amine in cheese and other fermented foods. *Journal of Food Protection*, 54, 460-470.
- Şenöz, B. 1997. Türk sucuklarında biyojen aminlerin araştırılması. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 73s. Mersin
- Trevino, E., Beil, D., Steinhart, H. 1997. Formation of bioorganic amines during the maturity process of raw meat products, for example of cervelat sausages. *Food Chemistry*, 60, 521-526.
- Ünlütürk, A. ve Ünlütürk, Y. 1981. Gıdalarda histamin oluşumu ve histamin zehirlenmesi. *Gıda*, 6(1-2), 7-9.
- Yalçın, S., ve Kolsarıcı, N. 1995. Türk fermente sucuğunun olgunlaşması sırasında tyramin düzeyindeki değişiklikler. *Gıda*, 20(6), 353-355