

FERMENTE ET ÜRÜNLERİNİN LEZZET BİLEŞENLERİ ve OLUŞUMLARI

ÖZET

Fermente et ürünlerinin en önemli kalite faktörü lezzettir. Çiğ etin fermente et ürününe dönüşmesinde gerçekleşen temel reaksiyonlar glikoliz, proteoliz, amino asit yıkımı, lipoliz, oksidasyon ve bunlar arasındaki reaksiyonlardır. Bu sayısız reaksiyonların sonucu fermente et ürününün karakteristik lezzeti bir yada birkaç bileşiğe bağlı olmayıp, sayısı yüzleri bulan bileşiklerin oluşumuna bağlıdır. Bu çalışmada lezzet gelişimi kaynakları ve lezzet bileşikleri derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fermente et ürünleri, lezzet, lipoliz, proteoliz, glikoliz, lipit oksidasyonu, amino asit yıkımı, starter kültür

FLAVOUR COMPOUNDS OF FERMENTED MEAT PRODUCTS AND THEIR FORMATION

ABSTRACT

Flavour is one of the most important factors on the quality of the fermented meat products. Main reactions in conversion of raw meat to fermented meat products are; glycolysis, proteolysis, amino acid degradation, lipolysis, oxidation and inter-reaction of these reactions. As a result of these numerous reactions the characteristic flavour of fermented meat product is not dependent to one or few compounds but dependent to formation of hundreds of compounds. Sources of flavour development and flavour compounds are reviewed in this study.

Key Words: Fermented meat products, flavour, lipolysis, proteolysis, glycolysis, lipid oxidation, amino acid degradation, starter culture

1. GİRİŞ

Fermente et ürünlerinin üretiminde fermentasyon temel bir işlemdir. Fermentasyon süresince birçok kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişiklikler meydana gelmekte ve sonuç olarak ürünün karakteristik tat, koku, aroma, tekstür ve renk gelişimleri gerçekleşmektedir. Günümüzde fermente et ürünlerinin üretilmelerinin en önemli amacı etin muhafazası değil tüketicilerin beğendiği lezzete sahip ürün üretmektir (Ercoşkun 1999). Lezzet bir gıda maddesinin satın alınmasının en önemli sebebidir. Bu nedenle gıda bilimi, teknolojsi ve mühendisliği uzmanları gıdalarda lezzetin oluşumu ve bozulması üzerinde önemle durmaktadırlar.

Hüdayi ERÇOŞKUN,
Araş. Gör. Gıda Yük.
Müh.
Ankara Üniversitesi
Gıda Mühendisliği
Bölümü, Ankara

A. Hamdi ERTAŞ,
Prof. Dr.
Ankara Üniversitesi
Gıda Mühendisliği
Bölümü, Ankara

Fermente et ürünlerinin üretimi süresince meydana gelen reaksiyonların oluşumu birçok karmaşık reaksiyona ve bu reaksiyonların birbirleriyle etkileşimlerine bağlıdır (Ertaş 1999). Fermente et ürününün olgunlaşması süresince gerçekleşen lipoliz, proteoliz ve glikoliz reaksiyonları sonucu tat, koku ve genel lezzet oluşumu tamamlanmaktadır (Shahidi 1998). Ölüm sertliği devresinden önce et, kan lezzet ve aromasına sahiptir. Ölüm sertliğinden sonra az da olsa bu özelliklerini devam ettirir. Ancak buna rağmen et, lezzet bileşenlerinin ön-maddelerini içermektedir (Macleod 1998). Bu ön-maddelerin en önemli grubu lipitlerdir. Bununla birlikte peptidler, serbest yağ asitleri, indirgen şekerler ve nükleotidler de bu ön-maddeler arasında yer almaktadır. Bu bileşenlerin ve onların yıkım ürünlerinin birbirleriyle reaksiyonları uçucu bileşenleri oluşturmaktadır (Motttram 1998, Chen ve Ho 1998). Fermente et ürününün karakteristik kokusu bir ya da birkaç bileşiğe bağlı olmayıp, sayısı yüzleri bulan bileşiklerin farklı oranlarda harmanlanmasına bağlıdır (Ercoskun 1999).

Et ve et ürünlerinin lezzet özellikleri, tada etki eden uçucu olmayan bileşenlere ve hem tada hem de lezzete etki eden uçucu bileşenler arasındaki dengeye bağlıdır. Bu denge yüzlerce bileşenin belli oranlarda harmanlanmasıyla oluşmaktadır. Tat, koku ve aroma bileşenleri hammadde, katkı maddeleri ve baharat kaynaklıdır. Karbonhidrat, protein ve lipitlerin yanında amino asit ve yağ asitlerini parçalayan reaksiyonlar lezzet oluşumundan sorumludur. Bütün bu reaksiyonlar kas ve mikrobiyel enzim aktiviteleri ve kimyasal reaksiyonlar ile ilişkilidir (Johansson ve ark. 1994).

pH düşüşü, D- laktik asit, asetik asit, peroksitlerin oluşumu ve aromanın gelişimi fermentasyonun ilk günlerinde başlamakta ve fermentasyonun sonuna doğru yavaşlayarak devam etmektedir (Erginkaya 1993). Ayrıca lipoliz ve proteoliz de bu ilk periyotta başlamakta ve daha sonra devam etmektedir (Samelis ve ark. 1993). Bugüne kadar yapılan çalışmalar starter kültür kompozisyonunun da lezzet bileşenleri ve fermente et ürünü özelliklerini etkilediğini göstermiştir. Bu etki daha çok lipit ve karbonhidrat metabolizmalarından kaynaklanmaktadır (Berger ve ark. 1990, Morrisey ve ark. 1998). Ayrıca teknolojik üretim şartlarına bağlı olarak daha sınırlı bir şekilde gelişen amino asit degradasyonu meydana gelmektedir. Bu oluşumun ürünün uçucu bileşen içeriğini fazla etkilemediği ve proteoliz sonucu oluşan ürünlerin (amino asitler, küçük peptidler) aromadan daha çok lezzet üzerine etkili olduğu kabul edilmektedir (Berdague ve ark. 1993).

2. FERMENTE ET ÜRÜNLERİNDE LEZZET GELİŞİMİ KAYNAKLARI

Fermente et ürünlerinde lezzet oluşumu üzerinde etkili faktörler; mikroorganizmalar, karbonhidrat katabolizması, proteoliz, amino asit katabolizması, lipoliz ve yağ asidi oksidasyonudur. Bu reaksiyonlar enzimatik ve oksidatif değişiklikleri içeren reaksiyon tipleridir.

2.1. Mikroorganizmalar

Fermente et ürünlerinde, mikrobiyel flora ürünün karakteristik lezzetinin gelişmesinde iç ve dış faktörlere bağlı olarak etkili olmaktadır. Mikroorganizmalar enzimatik ve oksidatif reaksiyonları oluşturan karbonhidrat parçalanmasını, proteolizi, amino asit parçalanmasını, lipolizi ve lipit oksidasyonunu doğrudan ve dolaylı olarak etkilemekte ve bunun sonucu olarak ürünün lezzet özellikleri üzerinde önemli etki göstermektedir.

Fermente et ürünlerinde var olan mikroorganizmalar üretim sürecindeki işlemlerden ve starter kültürlerden kaynaklanmaktadır. Bu mikroorganizmalar genellikle fermentatif, anaerob eğilimli, üründeki tuzdan etkilenmeyen, pH 5,2-5,8 aralığına ve 0,80-0,99 a_w aralığına uyumlu mikroorganizmalardır. Fermente et ürünlerinde bulunan en önemli mikroorganizmalar laktobasil ve mikrokok cinslerine üye bakterilerdir (Ertaş 1999).

2.1.1. Laktik asit bakterileri

Bu fakültatif anaerobik G(+) basiller, olgunlaştırma işleminin başından sonuna kadar baskın bakterilerdir. Fermente et ürünlerinde laktobasillerin temel rolü asit özellikle laktik asit üretimidir. Bu etki sonucu protein koagülasyonu, bakteriyel stabilizasyon ve renk oluşumu gerçekleşmektedir (Ertaş 1999).

Fermente et ürünleri bakteriyel florasında laktik asit bakterileri baskındırlar. Starter kültür olarak çok kullanılan *Lactobacillus* türleri *L. plantarum*, *L. pentosus*, *L. sake*, *L. curvatus*, *L. lactis* ve *L. casei homofermentatif* bakterilerdir. *P. acidilactici* ve *P. pantosaceus* gibi pediokoklar laktobasillere kıyasla daha az asit oluşturmaktadırlar. Laktik asit bakterileri starter kültür kullanılan veya kullanılmayan et ürünlerinde fermentasyon süresince 10⁸ adet/g gibi yüksek sayılara ulaşmaktadır (Nychas ve Arcoudehos 1990).

2.1.2. Katalaz (+) koklar (*Micrococcus*, *Staphylococcus*)

Fakültatif aerob veya anaerob olan *Micrococcaceae*, olgunlaştırmanın sonunda laktobasillerden sonra en fazla sayıda olan mikroorganizmalardır ve sayıları 10⁵ adet/g civarındadır. Bu mikroorganizmalar nitratı nitrite indirger-

ler ve böylece renk oluşumunda ve stabilizasyonunda rol oynamaktadırlar. Katalaz enzimine sahip olan mikrokok ve stafilocokların lipolitik özelliklerinin yanında proteolitik aktiviteleri de vardır (Ertaş 1999).

Fermente et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan stafilocoklar *S. carnosus* ve *S. xylosus*'tur. Bununla birlikte *M. varians* ve *M. aurantiacus* sıklıkla kullanılan mikrokoklardır (Gökalp ve ark. 1994).

2.2. Karbonhidrat Katabolizması

Karbonhidrat katabolizması fermente et ürünlerinin lezzeti üzerinde asit tadı oluşturan önemli bir reaksiyon zinciridir. Fermente et ürünlerinde asitlerin oluşumu üründe bulunan şekerlerin tipine ve konsantrasyonuna ve sonra diğer iç ve dış faktörlere bağlıdır (Montel ve ark. 1993). Asidik tat üründe oluşan D-laktat miktarıyla ilgilidir. Laktik asidin yanında asetik asit de ekşi koku gelişiminde önemlidir (Stahnke 1994). Asetik asidin homofermentatif laktik asit bakterileri ve stafilocoklar tarafından üretildiği ayrıca yağ asidi oksidasyonu ve alanin katabolizması ile oluştuğu bildirilmektedir (Nychas ve Arkoudelos 1990). Formik asit gibi diğer asitlerin ürün lezzeti üzerine etkileri hakkında fazla veri yoktur. Asitlerin oluşumu sonucu düşen pH ile amonyak kokusu azalmaktadır (Demeyer ve ark. 1974).

2.3. Proteoliz

Olgunlaştırma süresince proteinler gerek kas enzimleri ve gerekse mikrobiyel proteazların etkileri ile önce polipeptidlere daha sonra peptidlere ve amino asitlere parçalanmaktadır. Peptid ve amino asitler ürünün arzu edilen lezzetinin oluşmasına katkıda bulunmaktadır.

Peptid ve amino asitler tat üzerinde etkilidirler. Bununla birlikte fermente et ürünlerinde gerçekleşen diğer reaksiyonlar ile etkileşimleriyle indirekt etkileri de söz konusudur (Ercoşkun 1999).

Starter kültür olarak kullanılan bakteriler; *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Micrococcus/Staphylococcus* cinslerine ait türlerdir. *Laktobasiller* ve *pediokoklar* asit oluşturarak pH'yı düşürmekte ve ayrıca asit aromasını geliştirmektedir (Ertaş 1999). Graciela ve ark. (1988), *L. plantarum* ve *L. casei* suşlarının intraselular proteolitik aktivitelerine bağlı olarak 40°C civarında maksimum proteolitik aktivite gösterdiklerini belirtmektedir. Yine, Johansson (1996) laktik asit bakterilerinin zayıf proteolitik aktiviteye sahip olduklarını bildirmektedir. Ayrıca laktik asit bakterilerinin oluşturduğu asitlik protein çözünürlüğünü düşürerek proteolizi de etkilemektedir. Mikrokoklar da zayıf proteolitik özelliklere sahiptirler ancak basit yapıdaki sarkoplazmik proteinleri hidroliz edebilmektedirler (Molly ve ark. 1997).

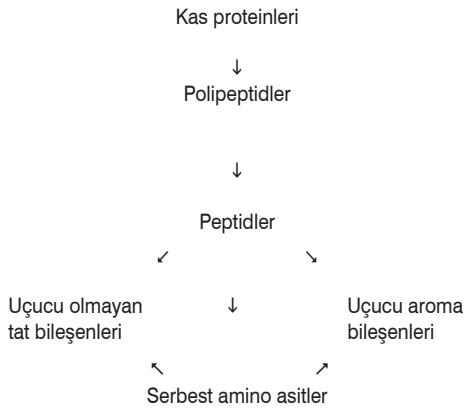
Fermente et ürünlerinin olgunlaşmasının başında gerçekleşen proteoliz reaksiyonları sonucu protein tabiatında olmayan azotlu bileşen miktarının arttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Toldra ve ark. 1997). Bu durumun starter kültür yerine antibiyotik ilave edilen ürünlerde de görülmesi araştırmacıların ilgilerini kas enzim sistemleri üzerine odaklamıştır. Mikrobiyel proteazlara nazaran endojen kas proteazları miktar ve aktivite bakımından sınırlıdır (Toldra 1998).

Çeşitli kaynaklardan elde edilen proteazların fermente et ürünlerine ilave edilmesiyle hızlı amino asit oluşumu gözlenmiş ancak bu sonucun ürünün lezzeti üzerine etkisi gözlenmemiştir. Ancak enzim ilavesi ile olgunlaşma süresinin kısaltıldığı ve lezzetin zenginleştirildiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. Buna rağmen et sanayinde enzim kullanımı hala yaygın değildir. Bu durumun ana nedeni proteazların oldukça pahalı olması gösterilmektedir. Ancak proteolitik enzim kullanımı sonucu depo ve enerji giderlerinde gerçekleşecek azalma bu dezavantajı yok etmektedir (Serdaroğlu 1998).

2.4. Amino Asit Katabolizması

Fermente et ürünlerinde amino asitler; aminlere, amonyağa ve aromatik bileşiklere parçalanabilmektedir. Aminlerin lezzet üzerine etkileri hakkında fazla çalışma yapılmamış olmasına karşın toksik etkileri nedeniyle biyojenik aminler üzerinde oldukça çalışılmıştır. Ancak biyojenik aminlerin ürünün duyuşsal özellikleri üzerine etkilerinin olmadığı ifade edilmektedir (Ercoşkun ve ark. 2000).

Amino asitlerin mikrobiyel metabolizması sonucu tat ve koku üzerine etkili birçok bileşik oluşmaktadır. Bu bileşikler ürünün orijinal lezzetinin oluşumunda önemli unsurlardır. Örneğin fermente et ürünlerinde glutamik asit tuz lezzetini, tiroşin ve lizin olgunlaşma lezzetini ve lösin asit lezzetini oluşturmaktadır (Toldra ve ark. 1997). Ayrıca meydana gelen peptid reaksiyonları ve peptidlerin diğer bileşenlerle özellikle yağlar ve karbonhidratlarla reaksiyonları sonucu uçucu aroma bileşenleri oluşmaktadır. Bu reaksiyonların seyri hakkında henüz yeterli bilgi yoktur ancak, birkaç uçucu bileşenin orijini hakkında çeşitli teoriler üretilmiştir. Bunlardan hareketle fermentasyon süresince et ürünlerinde gerçekleşen proteolitik reaksiyonlar sonucu kas proteinleri polipeptidlere; polipeptidlerin peptidlere; peptidlerin uçucu olmayan tat bileşenleri, uçucu aroma bileşikleri ve serbest amino asitlere; serbest amino asitlerin ise uçucu olmayan tat bileşenlerine ve uçucu aroma bileşenlerine parçalandığı Toldra ve ark. (1997) tarafından ifade edilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Et ve et ürünlerinde görülen proteoliz reaksiyonlarının ana basamakları (Toldra ve ark. 1997).

Protein polimerinin parçalanması sonucu serbest amino asitlerin açığa çıkması veya kısaca protein degradasyonu şeklinde tanımlanan proteoliz reaksiyonlarının asıl önemi serbest amino asitlerin deaminasyon, transaminasyon ve dekarboksilasyon reaksiyonları ile daha küçük molekül ağırlığına sahip bileşenler oluşturmasıdır (Gökalp ve ark. 1998). Amino asitlerin dekarboksilasyonu ile oluşan biyojenik aminler; bitki, hayvan ve mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri sonucu üretilen, alifatik, aromatik ve özellikle heterosiklik yapılar içeren küçük moleküllü toksik bileşiklerdir. Biyojenik aminler, amino asitlerin dekarboksilasyon reaksiyonları sonucu meydana gelmektedir. Birçok biyojenik amin, insan, hayvan ve bitkilerin fizyolojisinde önemli roller oynamaktadır. Bitkilerde putresin ve spermidin'in hücre bölünmesi, çiçek açma, meyve gelişimi gibi bir dizi fizyolojik olaylarla ilgili olduğu belirtilmektedir. Birçok memeli dokusunda histidin amino asitinden üretilen histamin kan damarlarının kasılmasında, midede asit salgılanmasında, sinirler yolu ile duyu iletilmesinde ve düzenlenmesinde çeşitli fonksiyonlara sahiptir. Tripsinden üretilen epinefrin ve norepinefrin memelilerde metabolizmanın düzenlenmesinde rol almaktadır (Prescott ve ark. 1993, Garret ve Grisham 1995). Biyojenik aminler genellikle yüksek miktarlarda tüketilmedikçe ve/veya bireyin doğal katabolizma mekanizması sınırlı veya genetik olarak kusurlu olmadıkça sağlık açısından tehlike oluşturmamaktadır (Ercoşkun ve ark. 2000).

2.5. Lipoliz

Fermente et ürünlerinde lipoliz olarak bilinen lipit fraksiyonunun yıkımı, son ürün kalitesine doğrudan ve bazen de belirleyici etkileri olan temel biyokimyasal reaksiyonları içermektedir. Bu tip ürünlerde oluşan yağ hidrolizi, mikro-

biyel lipaz enzimlerinin aktivitesi ile ilgilidir. Bununla birlikte kas ve bağ dokularında bulunan ve baharattan kaynaklanan lipazlar da etkilidir (Ertaş 1998). Yağların hidrolizi esterleşmiş yağ asitlerinin özelliklerine ve ester molekülündeki pozisyonuna bağlıdır. Lipaz reaksiyonları diğer enzimatik reaksiyonlara nazaran ortam sıcaklığı, su aktivitesi ve pH gibi faktörlerden daha az etkilenmektedir. Enzimlerin çoğu 0.6 a_w değerinin altındaki su aktivitelerinde inhibe olurlarken lipaz enzimleri 0.2 a_w değerinde bile aktivitelerini koruyabilmektedirler (Ertaş 1999).

Fermente sosislerde, lipaz aktivitesi genellikle mikrokoklar ve stafilkoklara atfedilse de, laktobasillerin de lipolitik aktivite gösterebildikleri çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir (Hinrichsen ve Andersen 1994). Laktik asit bakterilerinin lipolitik aktivitelerinin genelde mono- ve diğliseridler ile kısa zincirli yağ asitlerinin oluşturduğu trigliseridlere karşı olduğu bildirilmektedir. Fermente sosislerde, lipolitik parçalanmada fazlaca dikkate alınmayan laktobasillerin bazı türlerinin yüksek aktiviteli lipaz enzimleri ürettikleri bildirilmektedir (Selgas ve ark. 1993). Fakat genel olarak laktobasillerin düşük molekül ağırlıklı yağ asidi trigliseritleri dışındaki yağların hidrolizinde önemli rol oynamadığı belirtilmektedir (Samelis ve ark. 1993, Hinrichsen ve Pedersen 1995).

Özellikle starter kültür olarak kullanılan mikrokoklar, fermente kuru sosislerde yağ hidrolizinden sorumlu bakterilerdir. Bu bakterilerin uzun zincirli yağ asitlerini de içeren trigliseritlere karşı gösterdiği lipolitik aktivite araştırmalarla gösterilmiştir (Samelis ve ark. 1993, Stahnke 1999a, b).

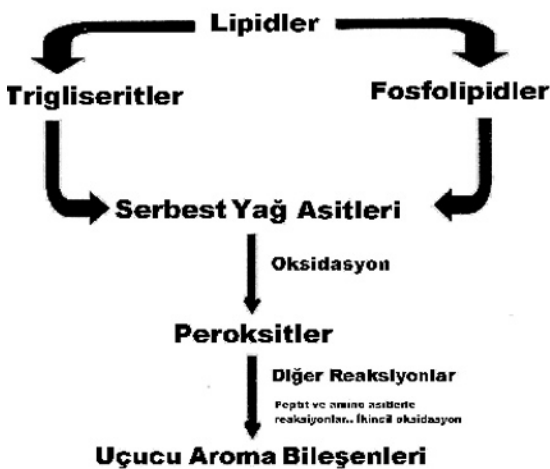
Bakteriyel lipazların optimum aktiviteleri genellikle pH 7'nin üzerindedir. Bu nedenle bakterilerin lipoliz üzerindeki etkileri aslında tahmin edildiğinden azdır. Çünkü lipolitik özellikler gösteren mikroorganizmaların lipaz aktiviteleri hızlı pH düşüşü ile yavaşlamaktadır (Stahnke 1995a, b, c).

Fermente et ürünlerinde meydana gelen lipoliz reaksiyonları sonucu trigliserit miktarında meydana gelen azalma sanılanın aksine serbest yağ asitliğini arttırmamaktadır. Çünkü Şekil 2'de özetlendiği gibi trigliseritlerin hidrolizi ile oluşan serbest yağ asitleri mikrobiyel metabolizma ve oto-oksidasyon reaksiyonları ile hidroperoksitlere ve karbonil bileşiklere dönüşmektedir (Stahnke 1995a, b, c, Toldra 1998).

Uçucu lezzet bileşenleri; yağ asitlerinin otooksidasyonu ve mikrobiyel katabolizması sonucu oluşmaktadır. Bu kataliz starter kültürlerin endojen veya eksojen enzimleri ile veya endojen et enzimleri ile gerçekleşebilmektedir. Ürüne lipoli-

tik enzim ilavesi lipoliz reaksiyonlarının hızlandırılması konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Geleneksel fermente sosis üretim prosesinde ilave edilen lipaz enzimlerinin, beklenen aksine oksidatif ransiditeyi arttırmadığı ancak starter kültür ile birlikte, starter veya enzimin ayrı ayrı olarak üretebildiklerinden daha fazla serbest yağ asidi oluşturduğu belirlenmiştir. Lipaz eklenen sosislerde, serbest yağ asitlerinde artış görülmüştür. Yine, lipaz enzimi katımı ile doymuş serbest yağ asidi miktarında bir artış, doymamış serbest yağ asidi miktarında ise bir azalış gözlenmiştir (Zalacain ve ark. 1996).

Fermente sosislerin aroma oluşumundan sorumlu diğer bir enzim grubu ise etin endojen enzimleridir. Endojen et enzimleri içerisinde çok çeşitli lipolitik enzim bulunmaktadır. Bu lipolitik enzimler, adipoz doku ve kas lipazları olmak üzere iki temel grupta toplanabilmektedir. Adipoz doku üç önemli lipolitik enzim içermektedir; lipoprotein lipaz, hormon-hassas lipaz ve monoaçil gliserol lipaz. Bu enzimler, optimal pH aralıkları nötral veya bazik olmasına rağmen et fermentasyonunda aktiftirler. Lipoprotein lipazı primer esterlere karşı spesifiklik göstermektedir. Monoaçil gliserol lipazı ise benzer spesifiklik göstermemekte, ancak doymamış yağ asitlerini daha hızlı hidroliz edebilmektedir. Kas lipazları arasında en önemli enzim ise lizozomal asit lipazıdır. Lizozomda bulunan bu enzim tri, di ve monoaçil gliserollerini asidik pH'da (4,5-5,5) hidrolize etmektedir (Gökalp ve ark. 1994, Toldra 1998).



Şekil 2. Et ve et ürünlerinde görülen lipoliz ve oksidasyon reaksiyonlarının ana basamakları (Toldra 1998).

2.6. Yağ Asidi Oksidasyonu

Lipoliz reaksiyonları sonucu oluşan yağ asitleri mikrobiyel metabolizma ve oto-oksidasyon reaksiyonları ile daha küçük moleküllere parçalanmaktadır. Yağ asidi oksidasyonu fermente et ürünlerinin rengini, lezzetini, besleyici değerini etkilemenin yanında lezzette istenilen ve istenmeyen değişikliklere de yol açmaktadır. Bu bileşenlerin fermente et ürünlerinde birikimi ppm seviyesinde olmasına rağmen koku, aroma ve genel lezzet üzerine oldukça etkilidirler (Stahnke 1995a, b, c). Fermente et ürünlerinde baharatın etkileri dışında uçucu bileşenlerin %60'ından fazlası oksidasyon kökenlidir (Berdague ve ark. 1993). Fermente et ürünlerinde koku, aroma ve tat birkaç yüz bileşenin kendi aralarında dengeli bir dağılımı ile arzulan niteliği kazanmaktadır. Üretim süresince meydana gelen reaksiyonların birinin veya birkaçının etkilenmesi istenilen, bu dengeli dağılımın bozulmasına ve sonuç olarak tat, aroma ve koku bozukluklarına neden olmaktadır (Ercoşkun 1999).

Kimyasal (oto-oksidasyon) ve enzimatik (β -oksidasyon) oksidasyonla ortaya çıkan hidroperoksitlerin parçalanmasıyla uçucu ve uçucu olmayan ve geniş çeşitliliği olan lezzet bileşikleri oluşmaktadır. Bu bileşikler arasında aldehit, alkan, alken ve alkoller ürünün lezzetini oldukça önemli oranda etkilemektedir (Ercoşkun 1999).

3. FERMENTE ET ÜRÜNLERİNDEKİ LEZZET BİLEŞİKLERİ

3.1. Aldehitler

Hidroperoksitlerin parçalanması ile oluşan bileşikler içerisinde en önemli lezzet bileşikler aldehitlerdir. Et ve et ürünleri için önem taşıyan doymamış yağ asitlerinden oluşan aldehitler Çizelge 1'de listelenmiştir. Aldehitler buldukları gıda maddesine sebzemsi, boyamsı lezzetler kazandırmaktadır (Ho ve Chen 1994). Fermente et ürünlerinde heksanal ve heptanal gibi aldehitler önemli lezzet bozukluğuna yol açmaktadır (Shahidi ve Pegg 1994). Ancak sucuktan izole edilen benzaldehit badem, cuminaldehit (4-izopropil benzaldehit) kimyon lezzetine sahip bileşiklerdir ve sucuk lezzetini desteklemektedirler (Ercoşkun 1999).

3.2. Ketonlar

Yağların oksidasyonu sonucu oluşan ketonlar da fermente et ürünlerinde lezzeti önemli oranda etkilemektedir. Sucukta 1-okten-3-on oluşumu fermentasyon süresince artmaktadır (Ercoşkun 1999). Bu bileşikler metalik ya da mantarimsi lezzeti oluşturmaktadır (Ho ve Chen 1994).

Çizelge 1. Doymamış yağ asitlerinden oluşan aldehitler (Ho ve Chen 1994)

Yağ asidi	Oluşan aldehitler
Oleik asit	2-un dekanal dekanal 2-dekanal nonanal oktanal
Linoleik asit	2,4-dekadienal 3-nonenal hekzenal
Linolenik asit	2,4,7-dekatrienal 3,6-nonadienal 2,4-heptadienal 3-hekzenal propanal
Araşidonik asit	2,4,7-tridekarienal 3,6-dodekadienal 2,4-dekadienal 3-nonenal hezenal
Eikosapentanoik asit	2,4,7,10,13-hekzadepentanal 3,6,9,12-pentadekatetraenal 2,4,7,10-tridekatetraenal 3,6,9-dodekatrienal 2,4,7-dekatrienal 3,6-nonadienal 2,4-heptadienal 3-hekzen propanal

3.3. Azotlu Bileşenler

Azotlu bileşenler ürünün özellikle aroması üzerine oldukça baskındırlar. Bu azotlu bileşenler arasında nitriller, nitroalkanlar gibi kimyasal guruplar yer almaktadır. Bu bileşenlerin proteoliz ve amino asit parçalanma ürünlerinin lipit oksidasyonu reaksiyonuna katılması ve ürüne katılan nitrat ve nitritten kaynaklandığı düşünülmektedir (Stahnke 1995b).

3.4. Asitler

Kısa orta ve uzun zincirli monoalkanoik ve monoalkenoik karboksilik asitler fermente et ürünlerinin lezzetinde etkilidir. Kısa zincirli olan formik, asetik, propiyonik, butirik, izobutirik ve valerik asit uçucudur ve temel oluşum mekanizmaları homo- ve heterofermentasyondur. Bununla birlikte lipit oksidasyonu ile de oluşabilmektedirler (Stahnke 1995b, Ertaş 1999). Orta ve uzun zincirli asitler lipit parçalanması ile oluşan yağ asitleridir (Ertaş 1999).

3.5. Yağ Asitleri

C₆-C₁₈ yağ asitleri triaçilgliserol ve fosfolipitlerin hidrolizi ile oluşmaktadır. Kısa zincirli yağ asitleri peynirimsi lezzetler oluşturmaktadır. Bununla birlikte yağ asitlerinin metil ve etil esterleri lipoliz ve proteoliz sonucu oluşarak esterlere has lezzetler oluşturmaktadır (Ercoskun 1999).

3.6. Esterler

Fermente et ürünlerinde birçok ester çok az miktarlarda oluşabilmektedir. Esterlerin büyük kısmı etil esterdir. Fermente et ürünlerinde esterlerin oluşumları diğer reaksiyonlara nazaran daha çok mikrobiyel faktörlere bağlıdır. Esterler üründe meyvemsi, baharatlı, yağsı, çiçeksi ve portakalimsi aromalar oluşturmaktadır (Stahnke 1995b).

3.7. Terpenler

Fermente et ürünlerinde 24 farklı terpen izole edilebilmiştir. Terpene ve limonen ette hayvanın yemlemesine bağlı olarak bulunabilmektedir. Bununla birlikte üretimde kullanılan baharat terpenlerin temel kaynağıdır. Thujen, α-pinen, sabinen, α-felandren, 3-karen ve α-terpinol çeşitli biberlerde bulunmaktadır (Ekundayo ve ark. 1988, Guadayol ve ark. 1997).

4. KAYNAKLAR

- Berdague, L.J., Montel, P., Montel, M.C. and Talon, R. 1993. Effects of Starter Cultures on the Formation of Flavour Compounds in Dry Sausage. *Meat Sci.*, 35, 275-287.
- Berger, R.G., Macku, C. and German, J.B. 1990. Isolation and Identification of Dry Salami Volatiles. *J. of Food Sci.*, 55(5), 1239-1242.
- Chen, J and Ho, T. 1998. The Flavour of Pork. In *Flavor of Meat, Meat Products and Seafood*. Ed. By F. Shahidi. 2nd Edt. Blackie Academic and Professional. London p429. England.
- Demeyer, D., Hoozee J. and Mesdom H. 1974. Specificity of Lipolysis During Dry Sausage Ripening. *J. Food Sci.*, 39, 293-296.
- Ekundayo, O., Laakso, I., Adegbola, R. M., Oguntimein, B., Sofowara, A., and Hiltunen, R. 1988. Essential Oil Constituents of Ashanti Pepper (*Piper guineense*) Fruits. *J of Agric. and Food Chem.*, 36,880-882.
- Ercoskun, H. 1999. Farklı Starter Kültürler Kullanılarak Üretilen Sucukların Bazı Özellikleri Ve Uçucu Aroma Bileşikleri, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 100 s. Denizli.
- Ercoskun, H., Çon, A.H. ve Gökalp, H. Y. 2000. Gıdalarda Biyogenik Aminler ve Mikroorganizmalarca Üretimi. *Standard*, (39), 457, 56-61.
- Ercoskun, H. ve Çon, A. H. 2003. Fermente Et Ürünlerinde Proteoliz Reaksiyonları. *Ondokuz Mayıs Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 18(1), 77-82.
- Erginkaya, Z. 1993. Fermente Sucuklarda Organik Asit Miktarının Belirlenmesi. *Gıda*, 18(6), 373-376.
- Ertaş, A. H. 1998. Et Yağlarının Oksidasyonu. *Gıda*, 23(1), 11-17.
- Ertaş, A. H. 1999. Fermente Sosislerde Lezzet Oluşumu. *Gıda*, 24(5), 303-317.
- Garret, R. H. and Grisham, C. M. 1995. *Biochemistry*. Saunders College Publications. Orlando, Canada.

- Gökalp, H. Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö. 1994. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üni. Yayın No:786, Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ofset Tesisi. 561s. Erzurum.
- Gökalp, H. Y., Ercoşkun, H., ve Çon, A. H. 1998. Fermente Et Ürünlerinde Bazı Biyokimyasal Reaksiyonlar ve Aroma Üzerine Etkileri. Pamukkale Üniv. Müh. Bil. Derg., 4(3), 805-811.
- Graciela, M. V., Holgado, P. R. and Oliver, G. 1988. Acid Production and Proteolytic Activity of Lactobacillus Strains Isolated from Dry Sausages. J. Food Prot., 51(6), 481-484.
- Guadayol, J. M., Caixach, J., Cabanas, J., and Rivera, J. 1997. Extraction, Separation and Identification of Volatile Organic Compounds from Paprika Oleoresin. J. of Agric. and Food Chem., 45, 1868-1872.
- Hinrichsen, L.L. and Andersen, H.J. 1994. Volatile Compounds and Chemical Changes in Cured Pork: Role of Three Halotolerant Bacteria. J. Agric. Food Chem., 42,1537-1542.
- Hinrichsen, L.L. and Pedersen, S.B. 1995. Relationship Among Flavor. Volatile Compounds. Chemical Changes and Microflora in Italian-Type Dry-Cured Ham During Processing . J. Agric. Food Chem., 43, 2932-2940.
- Ho, T. and Chen, Q. 1994. Lipids in Food Flavours: An Overview. American Chemical Society Symposium Series 558 Lipids in Food Flavors. 2-14. Denver, Colorado, U.S.A.
- Johansson, G. 1996. Bacterial Lipolysis by Staphylococcus xylosus Compared to Endogenous Lipolysis in Meat-Fat Mixtures of Beef or Pork. 42nd Intern. Congr. Meat Science Technol. (Icomst), 530, Norway.
- Johansson, G., Berdague, J. L., Larsson, M., Tran, N. and Borch, E. 1994. Lipolysis, Proteolysis and Formation of Volatile Components During Ripening of a Fermented Sausage with Staphylococcus xylosus as Starter Culture. Meat Sci., 38, 203-218.
- Macleod, G. 1998. The Flavour of Meat. In Flavor of Meat, Meat Products and Seafood. Ed. By F. Shahidi. 2nd Edt. Blackie Academic and Professional. London. p429. England.
- Molly, K., Demeyer, D., Johansson, G., Reamakers, M., Ghistelinck and Geenen, I. 1997. The Importance of Meat Enzymes in Ripening and Flavour Generation in Dry Fermented Sausages. First Results of a European Project. Food Chem., 59(4), 539-545.
- Montel, M.C., Talon, R., Berdague, J.L. and Cantonnet, M. 1993. Effects of Starter Cultures on the Biochemical Characteristics of French Dry Sausages. Meat Sci., 35(1), 229-240.
- Morrisey, P. A., Sheehy, P. J. A., Galvin, K., Kerry, J. P. and Buckley, D. J. 1998. Lipid Stability in Meat and Meat Products. Meat Sci., 49(1), 73-86.
- Mottram, D. S. 1998. The Chemistry of Meat Flavour. In Flavor of Meat, Meat Products and Seafood. Ed. By F. Shahidi. 2nd Edt. Blackie Academic and Professional. London. p429. England.
- Nychas, G. J. E. and Arkoudelos, J.S. 1990. Staphylococci: Their Role in Fermented Sausage. J. of Applied Bacteriology Symposium Supplement. 167-188.
- Prescott, L. M., Harley, L. P., and Klein, D. A. 1993. Microbiology. WMC Brown Publishing. Iowa. USA.
- Samelis, J., Aggelis, G. and Metaxopoulos, J 1993. Lipolytic and Microbial Changes During the Natural Fermentation and Ripening of Greek Dry Sausage. Meat Sci., 35, 371-385.
- Selgas, D., Garcia, L., De Fernando, G. G. And Ordonez, J. 1993. Lipolytic and Proteolytic Activity of Micrococci Isolated from Dry Fermented Sausages. Fleischwirtsch., 733(10), 1164-1166.
- Serdaroğlu, M. 1998. Sucuk Üretiminde Proteolitik Enzimlerin Kullanımı. Gıda ve Teknoloji, 3(3), 88-94.
- Shahidi, F. and Pegg, R. 1994. Hexanal as an Indicator of Flavour Deterioration of Meat and Meat Products. American Chemical Society Symposium Series 558. Lipids in Food Flavors. 256-281. Denver, Colorado, U.S.A.
- Shahidi, F. 1998. Assesment of Lipid Oxidation and Off-flavors Development in Meat, Meat Products and Seafood. In Flavor of Meat, Meat Products and Seafood. Ed. by F. Shahidi. 2nd Edt. Blackie Academic and Professional. London. p429. England.
- Stahnke, L.H. 1994. Aroma Components from Dried Sausages Fermented with S. xylosus. Meat Sci., 38(1), 39-53.
- Stahnke, L. H. 1995a. Dried Sausages Fermented with Staphylococcus xylosus at Different Temperatures and with Different Ingredient Levels. Part I. Chemical and Bacteriological Data. Meat Sci., 41(2), 179-191.
- Stahnke, L. H. 1995b. Dried Sausages Fermented with Staphylococcus xylosus at Different Temperatures and with Different Ingredient Levels. Part II. Volatile Components. Meat Sci., 41(2), 193-209.
- Stahnke, L. H. 1995c. Dried Sausages Fermented with Staphylococcus xylosus at Different Temperatures and with Different Ingredient Levels. Part III. Sensory Evaluation. Meat Sci., 41(2), 211-223.
- Stahnke, L. H. 1999a. Volatiles Produced by Staphylococcus xylosus and Staphylococcus cornosus During Growth in Sausage Minces. I. Collection and Identification. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 32, 357-364.
- Stahnke, L. H. 1999b. Volatiles Produced by Staphylococcus xylosus and Staphylococcus cornosus During Growth in Sausage Minces. I. The Influence Of Growth Parameters. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 32, 365-371.
- Toldra, F. 1998. Proteolysis and Lipolysis in Flavour Development of Dry-Cured Meat Products. Meat Sci., 49(1),101-110.
- Toldra, F., Flores. M and Sanz, Y. 1997. Dry – Cured Ham Flavour: Enzymatic Generation and Process Influence. Food Chem., 59(4), 523-530.
- Zalacain, I., Zapelena, M.J., Astiasaran, I. and Bello, J. 1996. Addition of Lipase from Candida cylindracea to a Traditional Formulation of a Dry Fermented Sausage. Meat Sci., 42(2),155-163. ■