

# FERMENTE SOSİSLERDE LEZZET OLUŞUMU

## FLAVOUR DEVELOPMENT IN FERMENTED SAUSAGE

A. Hamdi ERTAŞ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ANKARA

**ÖZET:** Değişik tipteki et ürünlerinin elde edilmesi için uygulanan teknolojik işlemler, ürüne arzulanan duyuşsal özellikleri ve ürünün kimyasal ve bakteriyolojik dayanıklılığını sağlamaya yöneliktir.

Fermentasyon, fermente sosislerin üretiminde temel bir işlemdir. Üretim sırasında bir çok kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişiklikler meydana gelir ve bu değişiklikler ürünün karakteristik lezzetini oluşturur.

Bu makalede fermente sosislerde asidik lezzeti oluşturan bileşiklerin neler olduğu ve nasıl meydana geldikleri izah edilmeye çalışılmıştır.

**ABSTRACT:** The technological processing required to obtain the end product aims to confer desired organoleptic properties and to achieve chemical and bacterial stabilization.

Fermentation is the main process in fermented sausage production. Fermented sausage, during manufacture, undergoes numerous chemical, biochemical and microbiological changes which impart its characteristic flavour.

The aim of this article is to explain the compounds responsible for the acid flavour and the formation of them.

### GİRİŞ

Pişirme işlemi uygulanmayan fermente sosisler, çekilmiş olan et ve yağ karışımına tuzun, nitrat/nitritin, şekerin, baharatın, lezzet verici bileşiklerin, sarımsağın ve starterlerin ilavesi ve karışımın doğal ya da sentetik kılıflara doldurulduktan sonra olgunlaştırılması ve kurutulmasıyla elde edilen et ürünleridir. Türk sucuğu bu tip bir üründür ve geleneksel üretim biçiminde pişirme işlemi yoktur. Ürünün elde edilmesi için uygulanan teknolojik işlemler, ürüne arzulanan duyuşsal özellikleri sağlamaya kimyasal ve bakteriyolojik kararlılığını sağlamaya yöneliktir. Bakteriyel floranın gelişimi ve buna bağlı olarak bileşiklerin fermentasyonu, son ürün öncesi koşullara bağlıdır, eğer pişirme işlemi varsa, pişirme öncesi koşullara bağlıdır. Kurutma işlemi, üründe orta derecede bir nem miktarını (yaklaşık %30) sağlamak amacıyla ve bu nem miktarındaki ürün, su aktivitesinin düşük olması ( $a_w = 0.91$ ) nedeniyle, depolama sırasında kararlıdır (RÖDEL 1975).

Ürünün fermentasyonu ve kurutulması sırasında meydana gelen reaksiyonların kinetiği, bir çok karmaşık reaksiyona ve bu reaksiyonların birbirini etkilemesine bağlıdır. Üretim sırasında, bir çok kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişiklikler meydana gelir ve bu değişiklikler ürünün karakteristik lezzetini oluşturur. Bu reaksiyonlar arasında asitlenme, esas olarak şekerlerin laktik aside parçalanmasının ve lipidlerin de yağ asitlerine parçalanmasının sonucu olarak meydana gelir. Bu reaksiyon, pH'da kademeli bir değişiklikte sonuçlanır. Bu değişiklik iki safhada meydana gelir. İlk safhada pH 5,8'den 5,4-5,3'e düşmesine rağmen, ikinci safhada tekrar 5,5-5,6'ya yükselir. Bakteriyel yük,  $10^8$ - $10^9$  adet/g'a yükseldikten sonra  $10^7$  adet/g civarında sabitleşir (GIRARD ve BUCCHARLES 1992). Üretim sırasında birbirini izleyen bu reaksiyonlardaki herhangi bir karışıklık, ürünün kalitesine zarar verir ve ekstrem durumlarda ürün bozulabilir. Asitliğin aşırı derecede fazla oluşması, ortaya çıkacak durumlardan biridir. Bu durum, arzulanan pH'yı sağlamadaki başarısızlığın bir sonucu olarak görülür ve bu da bakteriyel sayının aşırı derecede yüksekliğiyle ilişkilidir. Bu oluşumlar, ürünün uygun olmayan kurumuş haliyle, ürünün partiküler bağlanmasıyla ve en önemlisi asidik lezzet ile sonuçlanır. Bu sonuçları bir çok araştırmacı belirtmektedir (CORETTI 1966, LIST ve ASKAR 1976), fakat asidik lezzetten gerçekten sorumlu olan bileşiklerin ve bu bileşiklerin artışıyla sağlanan mikroorganizmaların belirlenmesi zordur.

## 2. ASİDİK LETTEZİ OLUŞTURAN BİLEŞİKLER

### 2.1. Organik asitler:

#### 2.1.1. Monofonksiyonel mono-organik asitler:

Fermente sosislerde saptanan monoalkaneoit ve alkeneoit karboksilik asitler, kısa zincir uzunlukta, orta zincir uzunlukta ve uzun zincirler halindedir. Kısa zincirli olanlar, uçucudurlar ve şekerlerin parçalanmasından ve lipidlerin oksidasyonundan meydana gelirler. Bunlar formik, asetik, propiyonik, butirik, isobutirik ve valerik asittir (ANDERSEN ve ark. 1965, CORETTI 1966, De KETELAERE ve ark. 1974, HALVARSON 1972, LANGNER 1969, LIST ve ASKAR 1976).

Orta zincir uzunluktaki organik asitler, sadece lipidlerin parçalanmasıyla meydana gelirler. Bunlar kaproik, kaprillik, pelargonik, kaprik ve laurik asittir (CORETTI 1966, HALVARSON 1972). Uzun zincirli yağ asitleri lipolitik kaynaklıdır ve bunlar miristik, palmitik, palmitoleik, margarik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asitlerdir (De KETELAERE ve ark. 1974, DEMEYER ve ark. 1974).

#### 2.1.2. Poli-organik asitler ve multi-fonksiyonel mono-asitler:

Fermente sosislerde saptanan mono-organik asitler glikolik, laktik, piruvik, glukonik, 2-kateglukonik ve 5-ketoglukonik asit (ANDERSEN ve ark. 1965, CORETTI 1966, De KETELAERE ve ark. 1974, LIST ve ASKAR 1976), di-organik asitler oksalik, suksinik ve fumarik asit (ANDERSEN ve ark. 1965, CORETTI 1966, LIST ve ASKAR 1976), tri-organik asitler ise sitrik asittir (CORETTI 1966).

#### 2.1.3. Aminoasitler:

Serbest amino asitler, fermente sosislerin üretimi sırasında meydana gelirler ve değişen miktarlarda oluşurlar (STANCULESCU ve ark. 1970, DIERICK ve ark. 1974). Ancak, son ürün ağırlığında çok az miktardadırlar. Bu bileşiklerin ürünün lezzetine etki eden esas bileşiklerden biri olduğu beklenebilirse de, asit lezzeteki etkileri çok azdır (GIRARD ve BUCCHARLES 1992).

## 2.2. Karbonil Bileşikler

Karbonil bileşiklerden bir çoğu, fermente sosislerde bulunur. Bu bileşikler gerçek bir asidik tat vermelerine rağmen, yine de bu tada etki ederler. Ürünün olgunlaştırılması ve kurutulması sırasında kademe kademe oluşan bu bileşikler aldehitler ve ketonlardır (De KETELAERE ve ark. 1974, DEMEYER ve ark. 1974).

### 2.2.1. Aldehitler:

Bu bileşiklerin genel formülü R-CHO'dur. Fermente sosislerde saptanan doymuş aldehitler methanal, ethanal, propanal, n-butanal, isobutanal, n-pentanal, isopentanal, n-hekzanal, isohekzanal, n-heptanal, n-oktanal, n-nonanal ve n-dekanal; doymamış aldehitler ise 2-butenal, 2-pentenal, 2-hekzenal, 2,4-hekzenal, 2-heptenal, 2-oktenal, 2-desenal ve 2-undesenal'dır (LANGNER 1969, 1972, HALVARSON 1973). Akrolein'in ( $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CHO}$ ) piruvik asitten meydana getirilebileceği ve oluşmasıyla üründe aşırı derecede bir asitliğe neden olabileceği belirtilmektedir (GIRARD ve BUCCHARLES 1992).

### 2.2.2. Ketonlar:



Ketonlar da aldehitler gibi (-C-) grubuyla karakterize edilen karbonil bileşiklerinin bir grubudur. Bu bileşikler genel olarak aldehitlerden daha uzun karbon zincirlidir ve bazıları daha karmaşık yapıya sahiptir. Fermente sosislerde saptanan monofonksiyonel doymuş ketonlar 2-propanon, 2-butanon, 2-pentanon, 3-pentanon, 2-hekzanon, 2-heptanon, 2-oktanon, 2-nonanon, 2-dekanon, 2-undekanon, 2-tridekanon, 2-pentadekanon ve polifonksiyonel ve doymamış ketonlar ise 2-hidroksi-3-butanon (asetoin) ve 2,3-butandion (diasetil)'dir (ANDERSEN ve ark. 1965, LANGNER 1969, 1972, HALVARSON 1973).

### 3. FERMENTE SOSİSLERDE ASİT LEZZETİ OLUŞTURAN BİLEŞİKLERİN KAYNAKLARI

Fermente sosislerde asidik lezzetin oluşumunu sağlayan bileşikler iki temel reaksiyonun sonucu oluşur. Bu reaksiyonlar, enzimatik değişiklikleri ve oksidatif değişiklikleri içeren reaksiyon tipleridir. Enzimler, esas olarak mikrobiyel kaynaklıdır, ancak ette doğal olarak var olan enzimler ya da ilave edilen baharatın içerdiği enzimler de olabilir. Bu enzimler karbohidratlara, lipidlere ve proteinlere etki ederler.

#### 3.1. Mikroorganizmalar

Fermente sosislerde var olan mikroorganizmalar hammaddelerden, üretim sırasındaki işlemlerden ve inokülasyondan kaynaklanır. Bu mikroorganizmalar metabolizmalarıyla karakterize edilir ve genellikle fermentatif tiptedirler ve anaerobikliğe eğilimlidirler. Tuzun varlığı, gelişmelerini engellemez. Bu mikroorganizmalar pH 5,2-5,8 aralığına ve 0.80-0.99  $a_w$  aralığına uyum gösterirler. En önemlileri, Lactobacillaceae ve Micrococcaceae familyalarıdır. Bu iki familyaya ait 200 civarında suş fermente sosislerden izole edilmiştir.

##### 3.1.1. Lactobacillaceae:

Bu fakültatif anaerobik G (+) basiller, olgunlaştırma işleminin başından sonuna kadar dominant bakterileridir ve kuru ağırlıkta  $10^8$  adet/g civarındadır (REUTER ve LANGNER 1968). Laktobasillerin sayılarının yüksekliliği, laktobasillerin diğer mikroorganizmalara karşı inhibitör etkisini sağlar (TALON ve ark. 1980). Bu etki esas olarak G(-) bakterilere karşıdır, ama G (+) bakterilere de etkili olabilirler. Tuz, bir çok bakteri cinslerinin gelişmesini engellerken, laktobasiller tuza toleranslıdır. Laktobasillerin temel rolü asit bileşikler, özellikle laktik asit üretimidir. Bu etki, teknolojik yönden önemlidir, çünkü laktik asit oluşumu sonucu, protein koagülasyonu, bakteriyel stabilizasyon ve renk oluşumu ortaya çıkar.

*L. sake*, *L. curvatus*, *L. casei* subsp. *pseudoplantarum* gibi önemli cinslerin hepsi önce L(+) laktik asit üretirler, bu asit biriktikçe, rasemizasyon nedeniyle D(-) formuna döner (STETTER ve KANDLER 1973). Laktobasiller, flavoru artırıcı bileşiklerin üretiminden de sorumludurlar (CORETTI 1958). Bu bakteriler, üründeki bazı arzulanmayan lezzet değişikliklerinde de rol oynayabilirler, özellikle aşırı asidik tat gibi. Fakat bütün bu olumsuzluklardan sadece laktik asit bakterilerinin sorumlu olduğunu söylemek zordur. Laktobasillerin bazıları proteolitikdir (CORETTI 1958, FOURNAUD 1976) ve olgunlaştırma sırasında, amino asitlerin açığa çıkmasındaki olaylara karışmaktadırlar (REUTER ve LANGNER 1968). Bu bakterilerden bazıları,  $H_2O_2$  sentezlerler ve bu bileşik yağların oksidasyonunu hızlandırır (FOURNAUD 1976).

##### 3.1.2. Gram (+) koklar-Micrococcaceae:

Fakültatif aerob veya anaerob olan *Micrococcaceae*, olgunlaştırmanın sonunda laktobasillerden sonra en fazla sayıda olan organizmalardır ve kuru ağırlıkta  $10^5$  adet/g civarındadırlar (REUTER ve LANGNER 1968). Bazı araştırmacılara göre, doldurma öncesi sosis hamurunda çoğunlukta olan bakterilerdir. Olgunlaştırmanın başlangıcında mikrokokların gelişmesi, laktobasillerin gelişmesini teşvik eder (LABAN ve ark. 1978). Fermente sosislerde *Micrococcaceae* familyasına ait bakteriler arasında mikrokokların ve stafilokokların her ikisinin de görüldüğü belirtilmesine rağmen, fermente et ürünlerinden tanımlanmış mikrokokların çoğunluğunun *Staph. xylosus* type 2 olduğu görülmektedir (CORETTI 1956, FISHER ve SCHLEIFER 1980). Bu mikroorganizmalar nitratı nitrite indirgerler ve böylece renk oluşumunda ve stabilizasyonunda rol oynarlar. Bu mikroorganizmalar, fermente sosislerdeki homolaktik fermentasyonda kısmen rol alırlar ve lipolitik aktiviteleri (FOURNAUD 1976) kadar proteolitik özelliklere de sahiptirler (CORETTI 1956). Bu bakteriler aynı zamanda bazı önemli arzulanmayan organizmalara (peroksitlerin oluşumunu sağlayanlara) antagonistik etkiye sahiptirler.

*Lactobacillaceae*'lerin ve *Micrococcaceae*'lerin karışımı, fermente sosislerin temel iki bakteriyel florasıdır. Bu nedenle fermentasyon işlemi için starter olarak daha çok karışımları kullanılmaktadır (FAVIER ve ark. 1980).

### 3.1.3. *Streptococcus* ve *Microbacterium*:

G (+) aerob veya fakültatif anaerob olan bu iki tip bakteri, homolaktik fermentasyon sonucu ortamı asitlendirirler ve pişirme işlemi (eğer varsa) öncesindeki safhalarda gelişirler, daha sonra sayıları azalır. Gelişmelerinin azalması, diğer mikroorganizmalar ile özellikle laktobasiller ile ilişkileri nedeniyledir (FOURNAUD 1976).

### 3.1.4. Gram (-) bakteriler:

Bu grup esas olarak şu bakterilerden oluşur, *Enterobacter*'ler (*Escherichia* ve *Proteus* gibi) (CORETTI 1956, REUTER ve LANGNER 1968), *Pseudomonas* ve *Acinetobacter* (CORETTI 1956, FOURNAUD 1976). Bu gram (-) çubuk bakteriler, doldurma öncesi karışımda oldukça fazla miktarda vardır. Kuru ağırlıkta en az  $10^3$  adet/g'dir. Ama diğer işlemler sırasında ve pişirme işlemi sırasında azalır. *Pseudomonas*'lar ve *Acinetobacter*'ler kesin aerob olduklarından, ortamın anaerobluğa doğru gidişyle inhibe edilirler. Ancak fermente sosislerdeki kısmi anaerobik ortam *Pseudomonas*'ları tamamiyle engelleyemez, çünkü *Pseudomonas*'lar sadece %0.1 oksijen düzeyinde bile gelişebilirler. Bu mikroorganizmaların ortamdaki kayboluşu, özellikle G(-) bakterilerin, daha ziyade laktobasillerin inhibitör etkisi nedeniyledir (FOURNAUD 1976). Bu neden *Enterobacter*'ler için de geçerlidir. *Enterobacter*'ler, 0.95  $a_w$  değerinde de inhibe edilir (LEISTNER ve RÖDEL 1976). *Enterobacter*'ler "karışık asit fermentasyonu"yla ortamı asitlendirirler bu fermentasyon onlara özgüdür. Bu bakteriler kısa zincirli yağ asitlerini oluştururlar ve proteolitiklerdir. *Pseudomonas*'lar ve *Acinetobacter*'ler de proteolitiklerdir.

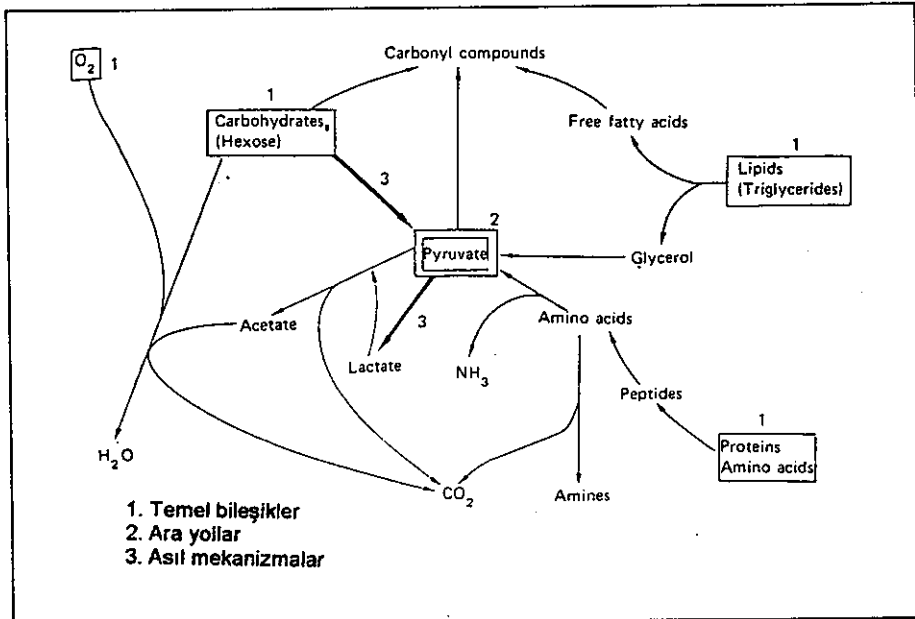
### 3.1.5. Maya ve Küfler:

Mayalar, fermente sosislerde her zaman vardır ve genellikle üretimin ilk günleri sırasında gelişirler. Olgunlaştırma sırasında sabit olan sayıları, daha sonraki safhalarda kuru ağırlıkta  $10^2$  adet/g'a kadar düşer. Karbonhidratlar ve lipidler kadar proteinleri de parçalayan mayalar, esas olarak lipolitiklerdir ve aromaya etki eden bileşiklerin oluşumuna neden olurlar (FOURNAUD 1976).

Bazı küfler, kurutma işleminin bir kusuru olarak gelişebilir. Özellikle olgunlaştırma ve kurutma kabınınin nisbi rutubetinin yüksekliğinde gelişmeleri hızlanmaktadır.

## 3.2. Asit tat'tan sorumlu olan bileşiklerin oluşmasına neden olan parçalanma reaksiyonları:

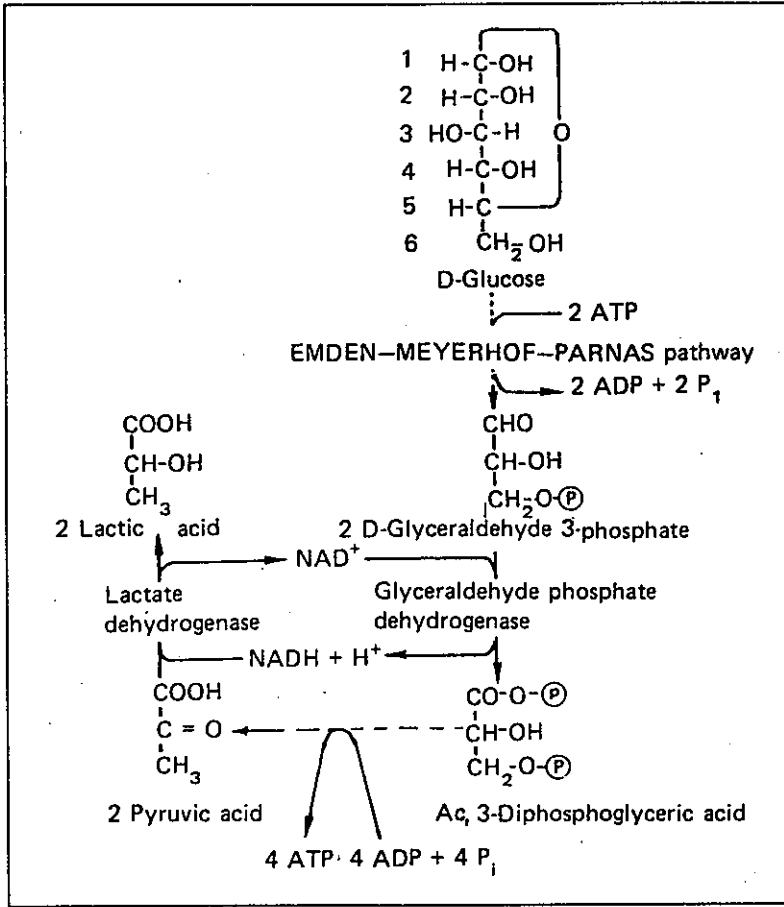
Fermente sosislerin asit lezzetine değişik derecelerde neden olan ve daha önce belirtilmiş olan bileşikler, değişik metabolik yollarla meydana gelir (Şekil 1).



Şekil 1. Fermente sosislerde meydana gelen metabolik reaksiyonların şematik gösterimi (DEMEYER ve ark. 1986)

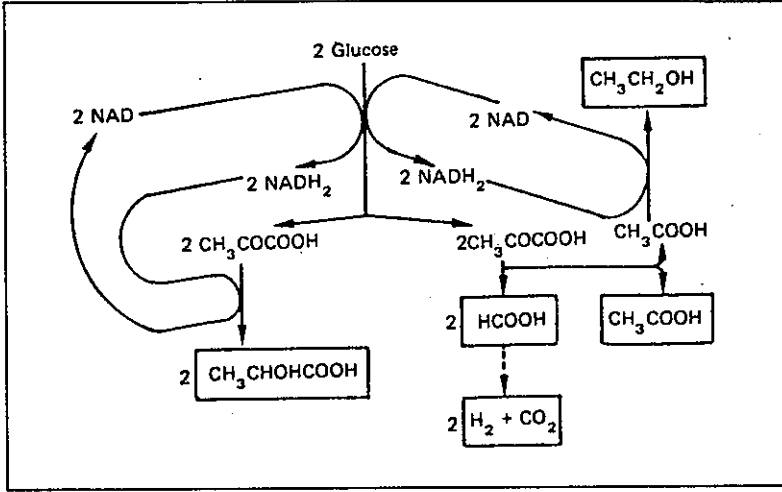
### 3.2.1. Karbonhidratların parçalanması:

Sosislerin fermentasyonu sırasında mikroorganizmalar tarafından kullanılan hidrate olmuş karbonlu substratlar, ette var olan glikojen (yaklaşık %1) ile sosis hamuruna ilave edilen şekerlerden ibarettir. Karbonhidratlar ve parçalanma ürünleri, fermente sosis üretimi sırasında öncelikle parçalanırlar. Bunlar enzimatik glikolisis yoluyla parçalanır ve bu parçalanma piruvik asit oluşumuna neden olur. Oluşan piruvik asit ortamda nadiren birikir (ANDERSEN ve ark. 1965). Piruvik asit çeşitli tipteki fermentasyonlarda kullanılır, örneğin homolaktik fermentasyon (Şekil 2), maya kökenli alkolik reaksiyonlar ve karışık asit fermentasyonu (Şekil 3). Homolaktik fermentasyon sonucu oluşan son ürün laktik asittir. Maya kökenli alkolik reaksiyonların son ürünü asetik asit, etanol ve çeşitli diğer bileşiklerdir ve karışık asit fermentasyonlarının son ürünü laktik, asetik, formik asit, etanol ve CO<sub>2</sub>'dir (GIRARD ve BUCARLES 1992).



Şekil 2. Homolaktik fermentasyon (HOLTEN 1971)

Diğer bir fermentasyon tipi olan heterolaktik fermentasyonda (Şekil 4), bir molekül glikozdan iki molekül piruvik asidin oluştuğu glikolisis'e alternatif bir yolla laktik asit, asetik asit, etanol ve CO<sub>2</sub> oluşur. Fermente sosislerin üretiminde homolaktik fermentasyonun yanında heterolaktik fermentasyon da önemli fermentasyon tiplerinden biridir. Karışık asit fermentasyonu ve alkol fermentasyonu çok önemli değildir ve nadiren oluşur (GIRARD ve BUCARLES 1992). Fermentasyonlarda oluşan metabolik ürünler için verilen miktarların, sosis hamurları karışımlarında mikrobiyel metabolizma ile meydana getirilen metabolik ürün miktarlarıyla tam olarak birbirini tutmayacağı açıktır. Homofermentatif mikroorganizmaların ürün verimi, 1 mol glikozdan 1,8 mol laktik asite ulaşabilir, heterofermentatif organizmalarda verim 0,8 mol'e ulaşabilir (GOTTSCHALK 1985). Ancak sosis hamuru ortamında, ortamdaki glikozdan ne kadar laktik asit oluşacağını tahmin etmek oldukça zordur.

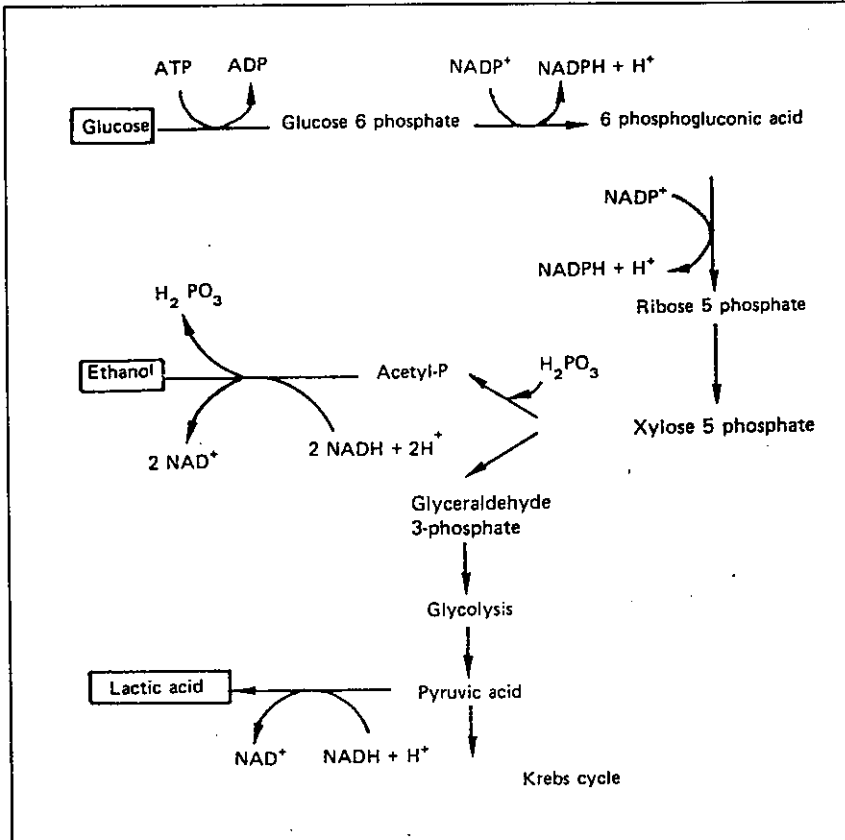


Şekil 3. *Enterobacter*'lerin glikozu karışık asit fermentasyonu ile parçalaması (WILKINSON ve ROSE 1963)

Bu fermentasyonlar sırasında oluşan asit ve karbonil bileşikler ve fermentasyonda rol alan bakteriler Çizelge 1'de verilmiştir.

Laktik asit, her çeşit fermentasyon tipinde sentezlenir, organizmanın karakterine bağlı olarak dextro- ya da laevo- formlarından birinde olabilir ve ortamdaki hakim reaksiyondur.

Acetoin, *Enterobacter*'ler tarafından aşağıdaki reaksiyonla üretilir (GIRARD ve BUCHARLES 1992).



Şekil 4. Heterolaktik fermentasyon (GIRARD ve BUCHARLES 1992)

**Çizelge 1. Fermente Sosislerin Üretimi Sırasında Fermentasyonda Rol Alan Bakteriler, Oluşan Asitler ve Karbonil Bileşikler**

	FERMENTASYON TİPİ			
	Homolaktik	Heterolaktik	Karışık asit	Alkolik
Mikroorganizmalar	Laktobasilferin çoğu <i>Streptococcus</i> <i>Microbacterium</i>	Laktobasilferin bazıları <i>Leuconostoc</i>	Proteus Escherichia	
Oluşan asitler ve Karboniller	- - - Laktik -	Formik Asetik - Laktik - Asetoin Diasetil	Formik Asetik - Laktik Süksinik Asetoin	Formik Asetik Butirik Laktik Süksinik

Diasetil, asetoin'in hava ile doğal oksidasyonunun oluşturduğu bir üründür. Glikozun, anaerobik yolla fosfoglukonik asite oksidasyonu da meydana gelebilir, bu olay *E. coli* ve *Pseudomonas* tarafından glukonik asit ve 2-katoglukonik asit ara ürünleri üzerinden olur. Böylece, şekerin parçalanması için üç muhtemel mekanizma söz konusudur, ya homo- veya hetero- fermentasyon ya da oksidasyon. Homofermentatif yol, işlemin başlarında önceliklidir. Heterofermentatif yol, mikroorganizmaların ortama alışmasıyla ortama hakim olur. Oksidatif yol, üretimin sonunda ve depolama süresinde etkili hale gelir (PYRCZ ve PEZACKI 1975). Karbonhidratların fermentasyonu, temel olarak monofonksiyonel kısa zincirli monokarboksilik asitlerin (formik asit, asetik asit, butirik asit), dikarboksilik asitlerin (süksinik asit) ve monobazık polifonksiyonel karboksilik asitlerin (laktik asit) oluşumuna neden olur.

Pratikte, fermente edilecek sosis hamuruna ilave edilen şekerin karakteri (monosakkarit veya polisakkarit oluşu) ve miktarı, fermentasyon sonucunda meydana gelecek asit ve asit olmayan ürünlerin birikimine etki eder. Şekerin özelliğinin ve miktarının ayarlanması, ürünün iyileştirilmesinin kontrolü için bir fırsat sağlar. Böylece, eğer yüksek molekül ağırlıklı şekerler kullanılırsa, asitlerin oluşumu gecikir. Asitlenmenin erken ya da geç oluşması, ürünün orta zaman sürecinde tüketilmesini veya uzun süre depolanmasına uygun bir ürün oluşumunu mümkün kılabilir. Bunun için, hamurda kullanılacak şekerin uygun bir şekilde seçimi, asit oluşumunun ayarlanmasında önemli olarak görülür (PYRCZ ve PEZACKI 1974). Pratikte elde edilen sonuçlara ve oluşacak reaksiyonlardan beklenen ürünlere göre, ürünün son pH'sının tahmin edilmesi ve buna göre karışıma şeker ilave edilmesi olası hale gelir. Ancak glikolitik yolla, bir molekül glikozdan iki molekül laktik asit üretilmesine rağmen, oluşacak reaksiyonların her birinin oransal dağılımının ne olacağı kesin olarak bilinmemesi, mikroorganizmaların oluşturacağı laktik asit miktarının bilinmemesi (reaksiyonların hangi aşamaya kadar gideceğinin bilinmemesi) ve etin tampon özelliği, karışıma ne kadar şeker ilave edileceğini önceden kestirmeyi güçleştirir.

### 3.2.2. Lipidlerin parçalanması:

#### Lipolisis:

Lipolisis'in başlangıç noktası, sosislardaki yağların enzimatik hidrolizidir. Sorumlu olan lipazlar, dokuda doğal olarak bulunabilen veya baharattan kaynaklanan (karabiber gibi) lipazlar olabileceği gibi esas olarak mikrobiyel kaynaklıdır (CANTONI ve ark. 1967). Üretimin başlarında mevcut olan mikroorganizmalar *Pseudomonas*'lar gibi psikrotrofik organizmalardır, daha sonra mezofilik *mikrokok*'lar olaya karışır. Ayrıca, mayalar lipolisis'de yer alabilirler (FOURNAUD 1976). Hidrolizin gidişi, esterleşmiş yağ asidinin karakterine ve ester molekülündeki asidin pozisyonuna bağlıdır (GIRARD 1976, GOUSSAULT ve GIRARD 1976). Enzimatik hidrolisis

reaksiyonu, ortamın sıcaklığı ve  $a_w$  gibi fiziksel faktörler tarafından etkilenir (LABUZA 1975). Ama lipolisis, ete meydana gelen diğer enzimatik reaksiyonlara (ATP'nin parçalanması gibi) benzemez ve çok düşük nem düzeyindeki ortamlarda meydana gelebilir. Lipazlar hariç, enzimlerin çoğu 0.6  $a_w$  değerinin altındaki değerlerde inhibe edilirler, ama lipaz enzimleri 0.2  $a_w$  değeri civarlarında bile aktif kalabilirler (ACKER 1969, DRAPRON 1972). Bu durum, serbest yağ asitlerinin dikkate değer biçimde oluşumunu sağlar. Örneğin 50 günlük kurutma periyodu sonunda, sosis ağırlığının %2'sine ulaşabilir. Lipolisis'le gliserol piruvik aside okside edilebilir (PYRCZ ve PEZACKI 1981).

#### Serbest yağ asitlerinin parçalanması:

Oluşan serbest yağ asitleri iki tip reaksiyona uğrarlar. Serbest yağ asitleri, mikrobiyel metabolik yolla veya oksidasyon ile daha küçük moleküllere (alkollere, ketonlara, aldehitlere) parçalanırlar ve bakteriler tarafından meydana getirilen peroksitlerin etkisiyle veya ürünün kılıfından penetre olan oksijen tarafından okside edilirler. Oluşan karbonil bileşikler, alkanal'ları, 2-alkenal'ları, 2,4-alkadienal'ları ve 2-alkanonları meydana getirirler. Bazan stabil olmayan aldehitler birikir ve bu bileşikler karboksilik aside okside edilirler (GIRARD ve BUCHARLES 1992).

#### 3.2.3. Proteinlerin parçalanması:

Bakteriyel proteolisis, sosislerde belli sınıra kadar istenen bir reaksiyondur. Bu olay fazlaca meydana geldiğinde, uygun olmayan bir yumuşaklıktaki ürün oluşumuyla sonuçlanır. Bu reaksiyon proteinli maddelere etki eder ve bu maddelerin düşük molekül yapısındaki peptidlere ve serbest amino asitlere fermentasyonuna neden olur (HENRY ve ark. 1976), proteinli maddelerin aşırı derecede parçalanmasıyla, amino asitler piruvik aside dönüştürülürken, kısmen  $NH_3$ 'da meydana gelir. Proteolisis'den büyük ölçüde endojen enzimler sorumludur. Laktobasiller ile mikrokoklar ve streptokoklar proteolitik bakterilerdir ve amino asitlerin oluşumuna neden olurlar (REUTER ve LANGNER 1968). Hidrolisis'den sonra, et proteinlerindeki bütün amino asitler, ortamda serbest halde bulunur (LANGNER 1969, 1972, DIERICK ve ark. 1974).

#### KAYNAKLAR

- ACKER, L. 1969. Water activity and enzyme activity. Food Tech., 23, 27-40.
- ANDERSEN, G., TEN CATE, L. and BURCULO, A. 1965. Zuckerszusatz und pH-wert-senkung bei der Rohwurstherstellung. Fleischwirtschaft, 45, 599-606.
- CANTONI, C., MOLNAR, M.R., RENOUE, J.P. and GIOVANNI, G. 1967. Investigations on the lipids of dry sausage. XII European Meeting of Meat Research Workers.
- CORETTI, K. 1956. Rohwurstkeime und wurstreinigung. Fleischwirtschaft, 260-261.
- CORETTI, K. 1958. Rohwurstfehlalrikate durch lactobazillen. Fleischwirtschaft, 3, 218-225.
- CORETTI, K. 1966. Beziehungen zwischen pH-wert sauregrad und Geschmack bei einwandfrei und fehlerhaften Rohwürsten. Fleischwirtschaft, 3, 251-254.
- De KETELAERE, A., DEMEYER, D.I., VANDEKERCKOVE, P. and VERVAEKE, I. 1974. Stoichiometry of carbohydrate fermentation during dry sausage ripening. J. Food Sci., 39, 297-300.
- DEMEYER, D.I., HOOZEE, S. and MESDOM, H. 1974. Specificity of lipolysis during dry sausage ripening. J. Food Sci., 39, 293-296.
- DEMEYER, D.I., VERPLAETSE, A. and GISTELINE, M. 1986. Fermentation of meat: An integrated processes. In: Meat Processing: Fermented Products. Sess. 5. XXXIIth European Meeting of Meat Research Workers. Genth.
- DIERICK, N., VANDERKERCKHOVE, P. and DEMEYER, D.I. 1974. Changes in non-protein nitrogen compounds during dry sausage ripening. J. Food Sci., 39, 301-304.
- DRAPRON, R. 1972. Reaction enzymatique en milieu hydrate. Ann. Technol. Agric., 21(4), 467-499.
- FAVIER, M.S., RAMET, F., FAVRE, C. and LARPENT, J.P. 1980. Use of a starter for the manufacture of French dried sausage. Zbl. Bakt. L. Abt. Orig. B. 170, 126-132.
- FISHER, U., SCHLEIFER, K.H. 1980. Vorkommen von Stahylokokken und Mikrokokken in Rohwurst. Fleischwirtschaft, 60 (5), 1046-1051.
- FOURNAUD, J. 1976. La microbiologie du saucisson sec. L'Alimentation et la vie, 64, 2-3, 82-91.



- GIRARD, J.P. 1976. Influence de quelques caracteristiques des matieres premieres (viande et tissu adipeux) sur l'evolution biochimique de la fraction lipidique du saucisson en cours de maturation. *L'Alimentation et la vie*, 64(2-3), 160-177.
- GIRARD, J.P. and BUCHARLES, C. 1992. Acid fermentation. In: GIRARD, J.P. (Ed.) *Technology of Meat and Meat Products*. Ellis Horwood Ltd., Chichester, England, pp. 138-164.
- GOTTSCHALK, G. 1985. Lactate formation. In: *Bacterial Metabolism*. Springer-Verlag, Berlin.
- GOUSSAULT, B. and GIRARD, J.P. 1976. Methodes de fabrication et caracteristiques des matieres premieres. *L'Alimentation et la vie*, 64(2-3), 109-124.
- HALVARSON, H. 1972. A procedure for isolation and quantitative determination of volatile fatty acids from meat products. *J. Food Sci.*, 37, 136-139.
- HALVARSON, H. 1973. Formation of lactic acid, volatile fatty acids and neutral volatile monocarbonyl compounds in Swedish fermented sausage. *J. Food Sci.*, 38, 310, 312.
- HENRY, M., BARRAUD, C. and GRIMAUULT, M. 1976. Aspects nutritionnels du saucisson sec. *L'Alimentation et la vie*, 64, 93-107.
- HOLTEN, C.H. 1971. *Lactic acid*. Verlag Chemie, 418-423.
- LABAN, P., FAVRE, C., RAMET, F. and LARPENT, J.P. 1978. Lactobacilli isolated from French sausage (taxonomic study). *Zbl. Bakt. Hyg. i. Abt. Orig.* 166, 105-111.
- LABUZA, T. 1975. Oxidation changes in food at low and intermediate level. In: Duckworth, R. (Ed.), *Water Relation of Foods*. Academic Press, London, 455-474.
- LANGNER, H.J. 1969. Zur bildung von freien aminosäuren, flüchtigen fettsäuren und flüchtigen carbonylen in reifender roh-wurst. *Fleischwirtschaft*, 11, 1475-1479.
- LANGNER, H.J. 1972. Aromastoffe in der roh-wurst. *Fleischwirtschaft*, 10, 1299-1306.
- LEISTNER, L. and RÖDEL, W. 1976. The stability of intermediate moisture food with respect to microorganism. *Intermediate moisture food*. Applied Science, London, 120-137.
- LIST, D. and ASKAR, A. 1976. Flüssigchromatographische bestimmung der saurezusammensetzung von roh-wurst. *Fleischwirtschaft*, 72(11), 389-392.
- PYRCZ, J. and PEZACKI, W. 1974. Die technologische steuerung der roh-wurstreifung III Teil: Einfluss verschiedener arten von kohlehydraten auf die dynamik der prozesse einer ansammlung von sauren fermentationserzeugnissen. *Fleischwirtschaft*, 2, 203-211.
- PYRCZ, J. and PEZACKI, W. 1975. Die technologische steuerung der roh-wurstreifung IV Teil: Einfluss verschiedener arten von kohlehydraten auf die dynamik der prozesse einer ansammlung von nichtsauren fermentationserzeugnissen. *Fleischwirtschaft*, 3, 217-227.
- PYRCZ, J. and PEZACKI, W. 1981. Einfluss saurer gärungsprodukte der kohlenhydrate auf die sensorische qualität von roh-wurst. *Fleischwirtschaft*, 61(3), 446-454.
- REUTER, G. and LANGNER, H.J. 1968. Entwicklung der mikroflora in schnell reifender deutscher roh-wurst und analoge quantitative aminosäure analyse bei einer salami. *Fleischwirtschaft*, 2, 170-176.
- RÖDEL, W. 1975. Einstufung von fleischerzeugnissen in leicht verderbliche, und lagerfähige produkte, auf grund des pH wertes und  $A_w$ -wertes. *Fleischwirtschaft*, 59, 831.
- STANCULESCU, C., SANDULESCU, C. and SBIRCEA, C. 1970. Variation of compounds resulted from the principal biochemical changes on zones, during the ripening of raw Romanian sausage. XVth European Meeting of Meat Research Workers. Varna, Bulgaria, 1042-1066.
- STETTER, K.D. and KANDLER, O. 1973. Untersuchungen zur entstehung von DL-milchsäure bei Lactobacillen und charakterisierung einer milchsäurerocemase bei einigen arten der untergattung streptobacterium. *Arch. Mikrobiol.*, 94, 221-247.
- TALON, R., LABADIE, J.C., LARPENT, J.P. 1980. Characterization of the inhibitory power of *Lactobacillus*. *Zbl. Baktr. I. Abs. Orig. B*, 170, 133-142.
- WILKINSON, J. F. and ROSE, A.H. 1963. *Biochemistry of Industrial Microorganisms*. Academic Press. London, 398 p.