

Bilge ERTEKİN<sup>1</sup>  
Zeynep SEYDİM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Araştırma Görevlisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, bilge@mmf.sdu.edu.tr

<sup>2</sup> Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta

## Laktoz, Sitrat ve Lipit Metabolizmalarının Peynirde Lezzet Bileşenlerinin Oluşumuna Etkileri

The effects of lactose, citrate and lipid metabolisms on formation of flavor components in cheese

Alınış (Received): 22.09.2008 Kabul tarihi (Accepted): 12.01.2009

### Anahtar Sözcükler:

Peynir, lezzet bileşenleri, laktoz metabolizması, sitrat metabolizması, lipit metabolizması

### Key Words:

Cheese, flavor compounds, lactose metabolism, citrate metabolism, lipid metabolism

### ÖZET

**P**eynirde lezzet oluşumu olgunlaşma sürecine bağlı olan karmaşık bir sistemdir. Peynirde lezzet, sütteki üç temel bileşenden kaynaklanır. Sütte bulunan laktoz (az miktarda sitrat), lipitler ve kazein üzerine özellikle peynir mikroflorasının enzimlerinin etkisi sonucu lezzet bileşenleri ortaya çıkar. Laktoz ve sitrat peynir pıhtısında az miktarda kalmalarına rağmen önemli lezzet bileşenlerinin oluşumu için substrattırlar. Süt yağının yağ asitleri de lezzete doğrudan katkı sağlamalarının yanında bazı lezzet bileşenleri için de öncül maddelerdir. Bu derlemede laktoz, sitrat ve lipit metabolizmalarının peynirde lezzet bileşenlerinin oluşumuna katkısı incelenmiştir.

### ABSTRACT

**F**lavor formation in cheese is a complex system depending on ripening duration. Flavor in cheese is based on from three basic components in milk. As a result of effect of enzymes of cheese microflora on lactose (less citrate), lipids and casein in milk existing, flavor components arise. Although lactose and citrate remain less amounts in cheese curd, they are substrates for formation of significant flavor components. In addition to contributing of fatty acids of milk fat to flavor directly, they are also precursors for some flavor components. In this review, contributing of metabolisms of lactose, citrate and lipid to formation of flavor components in cheese was investigated.

### GİRİŞ

Gıdanın tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini belirlemede diğer duyuşsal karakteristiklerle birlikte lezzetin önemi oldukça fazladır. Lezzet; genel olarak tat ve kokudan oluşan, aynı zamanda acı ve sıcaklık duygularını da kapsayan kompleks bir algıdır (Urbach, 1997; Altuğ ve Elmacı, 1998). Lezzet algısı, genelde tat ve kokunun bileşimi olarak ifade edilmesine rağmen, gıdanın görünüş ve doku özellikleri de bu algının değerlendirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Tat algısı; dilin tatlı, tuzlu, acı ve ekşiye verdiği yanıtların yanı sıra acı verme hissi ve sıcaklık uyarılarını da kapsamaktadır. Koku algısı da gıda üretimi ve tüketimi sırasında özellikle önem taşımaktadır. Gıdaların yenilip içilmeleri sırasında uçucu bileşenler burun tarafından algılanarak koku hücrelerini uyarır (Altuğ ve Elmacı, 1998). Burunda uçucu lezzet bileşenlerinin bir çoğuna yanıt veren farklı birçok reseptör (3-400) mevcuttur. Koku belirlemedeki bu reseptörler belirlenmiş

ve karakterize edilmiştir. Buck ve Axel bu tanımları ile 2004 yılında Nobel Tıp Ödülünü kazanmışlardır (Anonymous, 2008).

Lezzet maddeleri gıdalara katkı amacıyla katılabildiği gibi, gıdaların doğal yapısında da birçok doğal lezzet maddesi bulunmaktadır. Fermantasyon sırasında mikroorganizmaların temel metabolizmaları ve bakteriyel hücrelerin parçalanması ile açığa çıkan hücre içi enzimlerin aktivitesi sonucu birçok lezzet maddesi oluşmaktadır.

Fermente süt ürünlerinin kalitesi daha çok duyuşsal algısı ile belirlenir. Bir gıdadaki lezzet bileşenlerinin dengesi bu gıdanın hoşu gidip gitmediğini büyük ölçüde belirlemektedir. Peynir gibi fermantasyonun etkili olduğu bir gıdada birçok lezzet molekülü bulunabilmektedir. Bu derlemede laktoz, sitrat ve lipit metabolizmalarının peynirde lezzet oluşumuna katkısı detaylı olarak incelenmiştir.

Rennin ile pıhtılaştırılmış peynirler iki hafta ile iki yıl ve üzeri süreler arasında olgunlaşma süreci geçirirler. Peynirin olgunlaşma süreci çok önemli ve kompleks bir safhadır. Bu süreçte teleme, her peynir çeşidine özgü lezzet ve tekstürün oluşumu ile sonuçlanan pek çok mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişikliğe uğrar. Mikrobiyolojik değişimler olgunlaşma süresince starter hücrelerin lizisi ve ardından tesadüfi floranın [Starter Olmayan Laktik Asit Bakterileri (SOLAB)] gelişimini kapsar (McSweeney, 2004). Bu bakteri grubu temelde fakültatif heterofermentatif laktobasillerdir, ancak, yoğun çalışmalara rağmen bu bakteri grubunun lezzet gelişimine katkısı tam olarak belli değildir (Akın, 2002).

Peynir olgunlaşması sırasında lezzet oluşumu süt bileşenlerinin çeşitli kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlarının ardından daha küçük bileşenlere parçalanmasını içeren oldukça yavaş bir süreçtir. Peynirde lezzet maddeleri, enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu oluşur. Peynir pıhtısını oluşturmak için eklenen rennet enzimi, doğal süt enzimleri, birincil ve ikincil starter kültür enzimleri ve starter olmayan bakteri enzimleri enzimatik reaksiyonlarda rol alırlar. Lezzet bileşenlerini oluşturan metabolik yollarda gerekli enzimlerin ana kaynağı fermantasyonda kullanılan starter kültürlerdir. Starter olarak başlıca *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus* türleri, *Streptococcus thermophilus*,

*Leuconostoc mesenteroides* gibi laktik asit bakterileri kullanılmaktadır. Peynir üretiminde birincil starterlerin yanında İsveç tipi ve Maasdammer tipi peynirlerde Propiyonobakteriler ile yüzey olgunlaştırılmış peynirlerde çeşitli aerobik kültürler (*Brevibacterium*, *Penicillium*, *Debaromyces*) de ek olarak kullanılmaktadır (Smit ve ark., 2005).

Peynirde lezzet maddelerinin oluşumunu sağlayan birincil biyokimyasal reaksiyonlar:

1. Kalıntı laktoz ve sitrat metabolizması
2. Lipoliz
3. Proteolizdir (McSweeney, 2004).

Birincil biyokimyasal değişimleri takip eden ikincil reaksiyonlar çoğu uçucu lezzet bileşeninin oluşumu için çok önemlidir. Bu reaksiyonlar serbest yağ asitlerinin ve amino asitlerin metabolizmasını kapsar (McSweeney, 2004). Amino asitlerin; deaminasyonu, dekarboksilasyonu, desülfürasyonu ile yağ asitlerinin  $\beta$ -oksidasyonu ve esterifikasyon lezzet bileşenlerinin oluşumunu sağlar (Fox, 1997). Bu biyokimyasal değişimler Şekil 1'de ana hatları ile şematize edilmiştir.

### Laktoz ve Sitrat Metabolizması

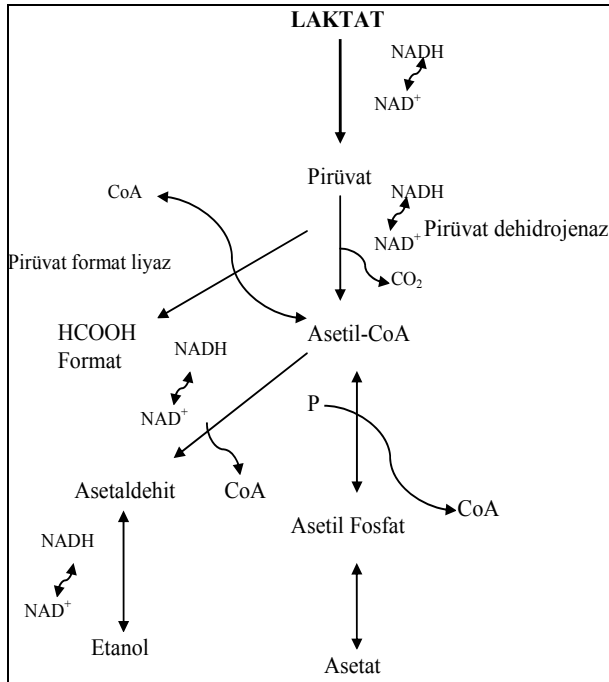
Peynir üretiminde starter olarak kullanılan laktik asit bakterileri (LAB) pıhtıda az miktarda kalan laktozu laktata metabolize etmektedir. Laktozun tam metabolizması, peynirde istenmeyen ikincil mikrofloranın gelişiminin önlenmesi bakımından önemlidir (McSweeney, 2004). LAB'nin laktat oluşturmak için kullandıkları substratlar; şekerler, organik asitler (malat, fumarat, tartarat), amino asitler (alanin, serin) ve bazı şeker alkolleridir (heksitoller, pentitoller) (Liu, 2003).

Glikoliz, metabolizmanın temel reaksiyonudur. Hücrenin sitoplazmasında gerçekleşir ve 6 karbonlu glukozun (ya da diğer heksozların) net 2 ATP olmak üzere düşük enerji üretimi ile beraber başlıca piruvata dönüştürülmesi amacıyla gerçekleşir. Oksijen kaynağı yetersiz ise piruvat laktata dönüştürülür. Fosfofruktokinaz enzimi (PFK) glikolizi Krebs`den gelen uyarılara bağlı olarak (ATP nin fazlası olması durumunda sistemin yavaşlatılması gibi) kontrol eden başlıca enzimdir.



ve leukonostoklar tarafından Leloir metabolik yolu ile glukoz-6-Fosfat'a veya laktokoklar tarafından Tagatoz metabolik yolu ile gliseraldehit-3-Fosfat'a dönüştürülür (Marshall ve Tamime, 1997; Marilley ve Casey, 2004). Peynir üretiminde laktoz metabolizması sonucu oluşturulan başlıca maddeler, laktik asit, asetik asit, asetaldehit, asetoin, diasetil ve etanoldür. Mikroorganizmalar tarafından oluşturulan organik asitler, diğer pek çok gıdada olduğu gibi peynir lezzeti üzerinde de etkili olmalarının yanı sıra, lezzet bileşenlerinin oluşumunda substrat olarak da kullanılırlar (Law, 1984).

İsviçre tipi peynirlerde Propionibacterium türleri, L-laktatı propiyonat, asetat ve CO<sub>2</sub>'e metabolize etmektedir. Bu tip peynirlerde CO<sub>2</sub> üretimi göz oluşumu için gereklidir. Propiyonat ve daha az olarak da asetat bu peynirlerin aromasına katkıda bulunmaktadır (McSweeney ve Sousa, 2000). Asetatın Cheddar ve benzer tip peynirlerde yüksek miktarlarda bulunduğu, ancak çok yüksek konsantrasyonlarının ise istenmeyen lezzete neden olabileceği bildirilmiştir. Beyaz peynir gibi taze peynirlerin de asetik asidi yüksek konsantrasyonlarda içerdiği bulunmuştur (Işın ve Kılıç, 2002).



Şekil 2. Laktat ve ileri pirüvat metabolizması (Michal, 1999).

Laktat metabolizması Camambert ve Brie gibi yüzey küfleriyle olgunlaştırılmış peynirlerde çok yoğundur. Mezofilik starter bakteriler pıhtıda laktik asit üretmekte (yaklaşık %1) ve bu da ikincil mikroorganizmalar (başlangıçta *Geotrichum candidum* ve *Debaryomyces hansenii* sonrasında *Penicillium camemberti* ve bazen de *Brevibacterium linens* gibi coryneform bakteriler yer alır) tarafından hızlı bir şekilde metabolize edilmektedir. Laktat tükendiği zaman, *P. camemberti*, amino asitleri metabolize ederek NH<sub>3</sub> üretir. Amonyak, bazı İsveç tipi peynirlerde, bazen de Camambert tipi peynirlerde lezzete katkı sağlar (McSweeney ve Sousa, 2000; McSweeney, 2004).

Laktik asit fermantasyonunun son ürünü laktat olmasına rağmen, aerobik şartlar altında, *Lb. curvatus*, *Lb. sake*, *Lb. casei* ve *Lb. plantarum* gibi bazı LAB'deki laktat oksidaz ya da NAD<sup>+</sup>-bağımsız LDH ile pirüvata, ardından daha ileri katabolize edilebilmektedir:

Laktat → pirüvat → asetat + CO<sub>2</sub>.

Anaerobik şartlar altında laktat, *Lb. brevis*, *Lb. buchneri* ve *Lb. plantarum* gibi bazı laktobasiller tarafından NAD<sup>+</sup>-bağımsız LDH yoluyla da katabolize edilebilir: Laktat → pirüvat → asetat + CO<sub>2</sub> veya Laktat → pirüvat → asetat + format (Liu, 2003).

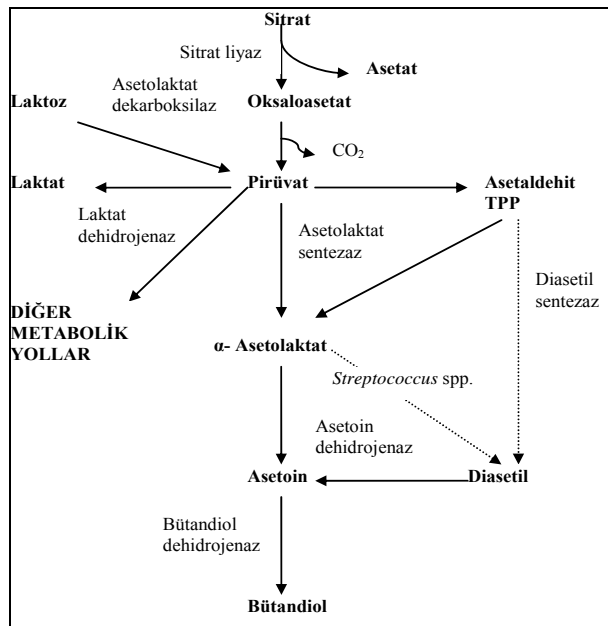
Sütte bulunan sitratın büyük kısmı sütün çözünebilir fazında olduğundan, peynir yapımı sırasında sitratın çoğu, peynir altı suyunda kaybedilmektedir. Belirli mezofilik starterler (sitrat-pozitif laktokoklar ve *Leuconostoc spp.*) tarafından çok sayıda uçucu lezzet bileşiğine metabolize edildiğinden peynir pıhtısındaki düşük konsantrasyonları bile büyük öneme sahiptir (Şekil 3).

Sitrat metabolizmasında üretilen temel lezzet bileşikler; asetat, diasetil, asetoin ve 2,3-bütandiol'dür. Çoğu fermente süt ürününün temel lezzet maddesi olan diasetil, bakteri ve mayalarda asetoinin oksidasyonu ile oluşturulmaktadır. *Lactococcus lactis ssp. lactis* biovar *diacetylactis* ve *Leuconostoc citrovorum* enzimatik etkiyle, direkt olarak asetaldehit-tiamin-pirofosfat (TPP) ve asetil-CoA tarafından diasetil üretebilir (Chuang ve Collins, 1968; McSweeney, 2004). Fakat diasetil sentezi LAB'de açık bir şekilde tanımlanmamıştır. Pirüvat ve asetaldehit-TPP nin reaksiyonundan oluşan α-asetolaktat çok sta-

bil değildir ve asetoini oluşturmak için oksidatif olmayan yolla veya diasetil oluşturmak için oksidatif yolla dekarboksile olabilmektedir.

Diasetil, Hollanda tipi peynirler, Quarg ve Cottage peynirleri gibi birçok çeşit peynirde önemli bir lezzet bileşimidir. Diasetil, bazı peynir çeşitleri için önemli lezzet bileşikleri olan asetoin, 2,3-bütandiol ve 2-bütanona çevrilmektedir. Asetoin, asetolaktat dekarboksilazın etkisiyle  $\alpha$ -asetolaktattan üretilmektedir (Law, 1984).

LAB, sitratı kullanarak süksinat da üretir. Süksinat, mono sodyum glutamat benzeri lezzet artırıcı bir bileşendir ve bazı peynir çeşitlerinden izole edilmiştir. İsveç tipi peynirlerin ve Cheddar peynirinin lezzetine katkı sağlar. ***Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii*** kullanıldığı İsveç tipi ve diğer tip peynirlerde propiyonik asit bakterilerinin aspartik asit katabolizmasına bağlı yüksek miktarda süksinat üretimi gözlenmiştir. Cheddar ve diğer çeşit peynirlerde süksinat, SOLAB tarafından indirgen trikarboksilik asit yolu ile üretilmektedir (Broadbent ve Steele, 2005). Cheddar peynirinde sitrat metabolizması sonucu ortaya çıkan diasetil, asetoin, 2,3-butilen glikol ve 2-bütanonun lezzete katkı sağladığı bildirilmiştir (Işın ve Kılıç, 2002).



Şekil 3. Sitrat pozitif laktokoklar ve *Leuconostoc spp.*'de sitrat metabolizması Yolu (McSweeney ve Sousa, 2000).

## Lipit Metabolizması

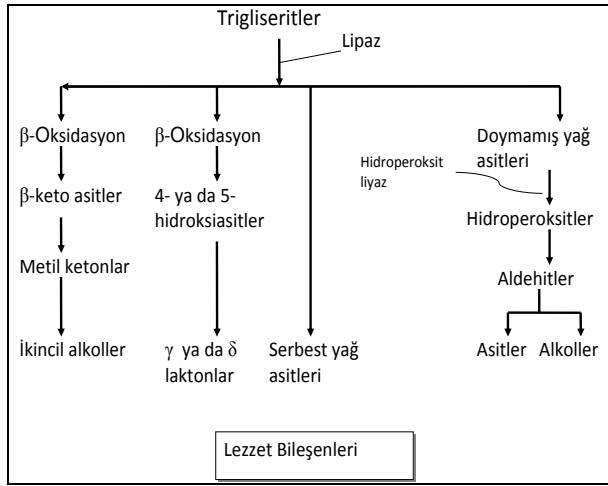
Peynir olgunlaşma sürecinde istenen lezzet gelişimi için süt yağı temel maddelerdendir. Peynirde yer alan lipitler oksidatif veya hidrolitik parçalanmaya uğrayabilmektedir. Fakat oksidatif parçalanma peynirdeki düşük Redoks potansiyeli nedeniyle sınırlıdır. Süt trigliseridlerinin enzimatik hidrolizi (lipoliz) yüksek konsantrasyonlarda kısa ve orta zincirli yağ asitlerini açığa çıkarır. Lipoliz, birçok peynirde lezzet gelişimi için gereklidir (Marilley ve Casey, 2004). Peynirde lipolize sebep olan lipaz ve esterazlar; süt (Lipoproteinlipaz), peynir mayası, birincil starterler (zayıf lipolitik), ek starterler (küfler), starter olmayan bakteriler (*Pseudomonas spp.*), ilave edilen enzimler (Pregastrikesteraz) kaynaklı olabilirler (Alewijn ve ark., 2004). Lipoliz, Serbest Yağ Asitlerinin (SYA) oluşumu ile sonuçlanır. Beyaz peynir benzeri peynir olan Feta peynirinde bütirik, hekzanoik ve oktanoik asitler gibi kısa zincirli yağ asitleri lipoliz reaksiyonu sonucunda peynir lezzetine katkı sağlar (Işın ve Kılıç, 2002). LAB lipolize nispeten daha az katkı sağlar, fakat ilave kültürler özellikle küfler, yüzey olgunlaştırılmış peynirlerde yağların parçalanmasında yüksek aktiviteye sahiptir. Yağlardan oluşan lezzet, Camambert ve Roquefort gibi yabancı tip yumuşak peynirlerde ve tam yağlı beyaz peynir, tulum peyniri ve eski kaşar peynirinde de özellikle önemlidir (Smit ve ark., 2005).

Aşırı lipoliz, karakteristik lezzet gelişimi için hayvansal lipazların eklendiği Romano, Parmesan ve Provolone gibi İtalyan peynirleri ile küflerle olgunlaştırılan peynirlerde (mavi damarlı peynirler) de lezzet gelişimi için önemli olmasına karşın (Law, 1984; Akın, 2006), kendi iç bakterileri ile olgunlaştırılmış peynirlerde (örneğin Cheddar, Gouda ve İsviçre tipi peynirlerde) istenmemektedir. Bu peynirlerde yağ asitlerinin yüksek seviyeleri ransiditeye yol açmaktadır. Ancak, serbest yağ asitleri düşük konsantrasyonlarda, özellikle proteoliz ve diğer reaksiyonların ürünleri ile dengeli bir şekilde olduklarında, bu peynirlerin lezzetine katkıda bulunmaktadır (McSweeney ve Sousa, 2000).

Süt yağının yüksek konsantrasyonlarda içerdiği kısa ve orta zincirli yağ asitleri lipoliz ile serbest kaldığı zaman direkt olarak peynir lezzetine katkıda bulunmaktadır. Özellikle C4

ve C12 SYA ransit, keskin, keçimsi, sabunsu, hindistan cevizi benzeri gibi çeşitli spesifik lezzetlere sahiptir (Singh ve ark., 2003).

SYA, lezzet üzerine direkt etkilerine ilaveten, metilketonlar, ikincil alkoller, esterler ve laktonlar gibi lezzet bileşenlerinin öncül maddeleri olarak da lezzete önemli katkı sağlarlar (Şekil 4) (Smit ve ark., 2005). Yağ asitleri parçalanmasının ( $\beta$ -oksidasyon) reaksiyon dizilimi, yağ asidi sentezinin tersine benzerdir. Her reaksiyon çevriminde, asil zinciri, iki karbon ünitesinin asetil-CoA olarak ayrılması ile kısaltılır. Yine de yağ asitleri sentezi ile parçalanması arasında bazı farklılıklar vardır (Michal, 1999).



Şekil 4. Serbest yağ asitleri katabolizmasının genel şeması (McSweeney ve Sousa, 2000).

Mavi küflü peynirlerin lezzetinde alkan-2-on bileşikleri (2-metil ketonlar) baskındır. Alkan-2-on bileşiklerinin üretilmesindeki yol ( $\beta$ -oksidasyon), lipoliz ile yağ asitlerinin serbest bırakılmasını, onların  $\beta$ -ketoasitlere oksidasyonunu ve alkan-2-on bileşiklerine dekarboksilasyonunu içermektedir. Alkan-2-onlar ikincil alkollere (alkan-2-oller) indirgenebilmektedir ve bu aşama aerobik şartlar altında geri dönüşümlüdür. Camambert peynirinde lezzete katkı sağlayan 2 önemli metil keton; Nonan-2-on meyvemsi ve eskimsi lezzet verirken ve Heptan-2-on mavi peynir (blue cheese) lezzeti vermektedir. Ek olarak, bu peynirlerde *Geotrichum candidum*'un ürettiği metil ketonlar pentan-2-on meyvemsi, aseton lezzeti, undekan-2-on, çiçeksi ve bitkisel lezzet sağlamaktadır (Boutrou ve Guéguen, 2005). İsveç Gruyère peynirinde ve

Gorgonzola peynirinde metil ketonlar yanında metil alkoller de lezzet üzerine etkilidir. Parmesan peynirinde lezzet üzerine etkili metil keton heptan-2-on'dur (Urbach, 1997).

Laktonlar, hidroksi yağ asitlerinin molekül içi esterifikasyonu ile oluşturulan halka yapılı bileşiklerdir. Peynirdeki birincil laktonlar sırasıyla 5- ve 6- yan zincirlerine sahip  $\gamma$ - ve  $\delta$ -laktonlar olup, stabildirler, güçlü derecede aroma verirler ve  $\gamma$ - ve  $\delta$ -hidroksi yağ asitlerinden oluşturulabilirler (McSweeney ve Sousa, 2000). Laktonların her birinin lezzete katkısı farklıdır. Yeni Zelanda ve ABD'dekilere göre daha çok yeşillikle beslenen hayvan sütlerinden yapılan Avrupa peynirlerinden sıkça izole edilen  $\gamma$ -dodek-cis-6-enolakton, tatlımsı lezzetten sorumludur (Urbach, 1997).

Alewjin ve ark. (2005), Gouda peynirinin 2 yıldan fazla olgunlaşma sürecinde üretilen yağ türevli lezzet bileşenlerini, 4 farklı Gouda peynirinde 2-6 haftalık periyotlarda GC/MS ile analiz etmişlerdir. Kuru maddede toplam SYA içeriği artmıştır. Telemelerde uzun zincirli yağ asitleri hâkimken, olgunlaşma sürecinde nispeten kısa ve orta uzunluktaki SYA açığa çıkmıştır.  $\delta$ -laktonlar başlangıçta hızla artarak, sonuçta  $3 \text{ mg kg}^{-1}$ 'den  $55 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a,  $\gamma$ -laktonlar daha uzun bir sürede  $0.2 \text{ mg kg}^{-1}$  dan  $5.5 \text{ mg kg}^{-1}$  a ulaşmıştır. Keton miktarı yavaş bir şekilde artarken, uzun zincirli alkol ve aldehitler bulunmamıştır.

Serbest yağ asitleri, esterleri oluşturmak üzere alkollerle, tiyoesterleri oluşturmak üzere serbest sülfidril grupları ile reaksiyona girebilmektedir (McSweeney ve Sousa, 2000). Esterler, fermente süt ürünlerinde bulunan lezzet etkili bileşenlerdir. Düşük konsantrasyonlarda lezzet dengesine olumlu katkı sağlamlarına rağmen, yüksek konsantrasyonlarda meyvemsi lezzet bozukluklarına neden olabilirler. Bir organik asit ve bir alkol arasındaki bir reaksiyonda oluşturulurlar. Yağ metabolizmasının yanında, amino asit metabolizması ve şeker metabolizması da ester oluşumu için substrat sağlar. Fermente süt ürünlerinde ester sentezi iki basamaklı bir süreçtir; Gliseridler, serbest yağ asitleri ve gliserole hidrolize edilir. Daha sonra, bir alkol, genellikle etanol, serbest yağ asitleri ile reaksiyona girerek esterleri oluşturur. Etil esterler,

Cheddar ve Hollanda tipi (Gouda ve Edam) peynirlerin lezzetine katkı sağlarlar. Meyvemsi lezzet ile karakterize İtalyan tipi peynirlerde de (Parmigiano Reggiano, Parmesan, Grana Padano) esterler hakim uçucu bileşenlerdir. Mozzarella peynirinde baskın C4-C10 esterleri ve 3-metil bütanatın oluşturduğu 12 ester belirlenmiştir. Esterler, küfle olgunlaştırılmış peynirler (Mavi Küflü peynirde 57 ester) ve yüzey küfleri ile olgunlaştırılmış peynirlerde (Camambert, 2-fenil asetat) lezzete katkı sağlarlar. İsveç tipi peynirler (Emmental, Gruyère) C2-C8 yağ asitlerinin esterlerine ilaveten etil propiyonat, 1-metil propil propiyonat, bütül propiyonat gibi kendine özgü esterleri de içerir (Liu ve ark., 2004).

## SONUÇ

Peynirde lezzet bileşenlerinin oluşum süreci birbiri ile ilişkili pek çok karmaşık olayı

kapsamaktadır ve çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Olgunlaşma süre ve sıcaklığı, mikrobiyal flora, kullanılan enzim ve starter kültür, süt tipi ve bileşimi, süte uygulanan işlemler, hatta sütün elde edildiği hayvanların beslenme şekilleri lezzet gelişiminde etkili faktörler arasındadır. Bu parametrelere bağlı olarak her peynirin kendine özgü lezzet ve yapısı oluşmaktadır. Kazein, laktoz, lipitler ve sitrat gibi süt bileşenlerinin biyokimyasal dönüşümleri lezzet bileşenlerini oluşturmaktadır. Bu bileşenlerin her birinin lezzete katkısı farklıdır. Bu bileşenler, diğer bileşenlerin varlığına bağlı olarak da peynir lezzetine değişik katkılar sağlayabilmektedir. Farklı peynir çeşitlerinde lezzet bileşenleri oluşumunda ileri katabolizmaların ve bileşenler arasındaki etkileşimlerin tam olarak belirlenmesi ve kontrolü ile her çeşide özgü lezzetler sağlanabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Akın, N. 2002. Peynirin olgunlaşmasında starter olmayan laktik asit bakterilerinden kaynaklanan proteoliz. Türkiye 7. Gıda Kongresi (22-24 Mayıs 2002, Ankara) Bildirileri. Ankara Üniversitesi Basımevi, syf: 839-847.
- Akın, N. 2006. Peynirin olgunlaşması esnasında lezzet bileşiklerinin üretimi için metabolik yollar: II-Lipoliz ve Proteoliz. Akademik Gıda, 4(19):19-25.
- Alewijn, M., E. L. Sliwinski and J. T. M. Wouters. 2005. Production of fat-derived (flavour) compounds during the ripening of Gouda cheese. Int. Dairy J., 15: 733-740.
- Altuğ, T. ve Elmacı, Y., 1998. Gıdalarda Doğal Olarak Bulunan Lezzet Bileşenleri, Editör: İlbilge Saldamlı, Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 453-484.
- Anonymous, 2008. www.nobelprize.org.
- Boutrou, R. and M. Guéguen. 2005. Interests in *Geotrichum candidum* for cheese technology. Int. J. Food Microbiol., 102:1- 20.
- Broadbent, J.R. and J.L. Steele. 2005. Cheese flavor and the genomics of lactic acid bacteria. ASM News, 71(3):121-128.
- Chuang, L. F. and E. B. Collins. 1968. Biosynthesis of diacetyl in bacteria and yeast. J. Bacteriol., 95(6): 2083-2089.
- Fox, P. F. and J.M. Wallace. 1997. Formation of flavour compounds. Adv. Appl. Microbiol., 45: 17-85.
- İşın, T.G ve M. Kılıç. 2002. Peynirde olgunlaşma sürecinin incelenmesi. Türkiye 7. Gıda Kongresi (22-24 Mayıs 2002, Ankara) Bildirileri. Ankara Üniversitesi Basımevi, syf: 771-775.
- Law, B.A. 1984. Flavour Development in Cheeses. Pages 187-207, In: Advances in the Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk, Eds. F.L. Davies and B.A. Law, Elsevier Applied Sciences Publishers, London, England.
- Liu, S.-Q., R. Holland and V.L. Crow. 2004. Esters and their biosynthesis in fermented dairy products: a review. Int. Dairy J., 14:923-945.
- Liu, S.-Q., 2003. Practical implications of lactate and pyruvate metabolism by lactic acid bacteria in food and beverage fermentations. Int. J. Food Microbiol., 83:115-131.
- Marilley, L. and M.G. Casey. 2004. Flavours of cheese products: metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. Int. J. Food Microbiol., 90:139-159.
- Marshall, V.M.E. and A.Y. Tamime. 1997. Physiology and Biochemistry of Fermented Milks. Pages 153-192, In: Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milks, 2nd ed. Ed. B.A. Law, Chapman & Hall, London, England.

- McSweeney, P.L.H. and M.J. Sousa. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80:293–324.
- McSweeney, P.L.H., 2004. Biochemistry of cheese ripening. *Int. J. Dairy Technol.*, 57(2/3):123-144.
- Michal, G., 1999. *Biochemical Pathways: An Atlas of Biochemistry and Molecular Biology*. Pages 27-45. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- Singh, T.K., M.A. Drake and K.R. Cadwallader. 2003. Flavor of cheddar cheese: A chemical and sensory perspective. *CRFSFS*, 2:139–162.
- Smit, G., B.A. Smit and W.J.M. Engels. 2005. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiol. Rev.*, 29:591–610.
- Urbach, G., 1997. *The Chemical and Biochemical Basis of Cheese and Milk Aroma In: Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milks*, 2nd ed. Ed. B.A. Law, Chapman & Hall, London, England.