

## PEYNİRDE ACI TAT OLUŞUMU, ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE KONTROLÜ

Songül ÇAKMAKÇI<sup>(1)</sup>      Mustafa ŞENGÜL<sup>(1)</sup>

**ÖZET:** *Bu çalışmada bazı peynirlerde ortaya çıkan en önemli tat kusurlarından biri olan ve büyük ekonomik kayıplara neden olan acı tat üzerinde durulmuştur. Acı tadın oluşumu, acı tadın oluşmasına etki eden faktörler ile kontrolü hakkında bilgiler verilmiştir.*

### BITTER FLAVOR DEVELOPMENT IN CHEESE, FACTORS LIKELY TO INFLUENCE AND CONTROL OF CHEESE BITTERNESS

**SUMMARY:** *In this study, a cheese bitter taste which is accepted as an important taste defect that cause an substantial economic losses was evaluated. Also, the related information on the development and effecting factors of that taste was presented.*

### GİRİŞ

Dünyada aroma ve tekstür karakteristikleri farklı yaklaşık 4000 peynir çeşidi bulunmaktadır (Steele ve Ünlü, 1992). Peynir üretiminde kullanılan süt çeşidi ve kalitesi, peynir üretim yöntemi ve olgunlaştırma şartları peynirin aroma ve tekstürü ile direkt olarak ilgilidir.

Bir gıdanın ya da peynirin görünüşü çekici olabilir, aroma ve kokusu ile tüketici isteklendirilebilir, ancak kesin kabullenme, tadının beğenilmesiyle olmaktadır (Uraz, 1979).

Peynir lezzetine etki eden çok sayıda bileşik vardır. Peynir olgunlaşması sırasında, çeşitli ve çok karmaşık biyokimyasal olaylar sonucu açığa çıkan bu bileşikler, peynirin bileşiminde bulunan özellikle protein ve yağların parçalanmasıyla oluşmaktadır.

<sup>(1)</sup> Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum.

Peynir pıhtısı, kazein denilen ve toplam süt proteinlerinin % 80'ini oluşturan bir proteinler grubundan oluşmaktadır. Kazein başlıca 4 komponent içermektedir:  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ -,  $\kappa$ - kazein (Lemieux ve Simard, 1992; McHugh ve Krochta, 1994).

Peynirin olgunlaşması ve dolayısıyla lezzet gelişiminde, bir sıra dahilinde organize olmuş enzimler rol almaktadır. Bu işlemde, peynir mayası (özellikle kimozin), süt proteinazları, starter kültür, sekonder mikroorganizmalar ve starter olmayan laktik asit bakterilerinin faaliyeti esastır (Fox ve McSweeney, 1995; Lyne, 1995). Bunlardan herbirinin önemi peynir çeşidine göre değişmektedir. Bu enzimlerin substratları laktoz, lipitler, proteinler veya bunlardan üretilen bileşiklerdir. Enzimlerin etkisiyle kazeinin çok çeşitli şekillerde ve değişik basamaklarda parçalanması sonucu ortaya çıkan alt ürünler, peynirlerin çeşidine özgü nitelikleri kazanmasında rol almaktadır (Fox ve McSweeney, 1995; Çakmakçı, 1996).

Her peynir çeşidinin kendine özel olan tat, aroma, renk, yapı ve görünüş gibi olguların kazanıldığı olgunlaşma döneminde, hoş giden lezzet gelişimi için, peynirde meydana gelen çeşitli reaksiyonlar arasında hassas bir dengenin bulunması zorunludur (Lyne, 1995). Çok karmaşık biyokimyasal olaylar sırasında, bazen birtakım etkenlerle kusurlar oluşmakta ve elde edilen peynirlerin kendi çeşidinin özelliklerini taşımadığı ve tüketime sunulmalarının mümkün olmadığı görülmektedir ( Uraz, 1979). Bu kusurların en önemlilerinden olan acılık (acı tat) özellikle Gouda ve Cheddar peynirlerinde proteolitik enzimlerin kazein üzerindeki etkisi sonucu ortaya çıkan acı tattaki peptitlerin birikmesiyle oluşmaktadır ( Lemieux ve Simard, 1991).

Her ne kadar amino asitler, aminler, amidler, uzun zincirli ketonlar, bazı monogliseridler, diketopiperazinler gibi bazı bileşiklerin acılığa etki ettikleri belirtilmekteyse de (Lemieux ve Simard, 1992; Fox ve McSweeney, 1995), bu kusur genellikle hidrofobik peptitlerin birikmesinden kaynaklanmaktadır ( Fox ve McSweeney, 1995).

Acılık veren bileşiklerde kesin bir kimyasal sınıflama zordur. Gıda açısından başlıca 3 grup organik bileşik acılık kaynağıdır (Akgül, 1993): 1. alkoloitler (kafein, teobromin, kinin), 2. glikozitler (sinigrin, naringin), 3. peptitler.

Başlangıçta peynirin özel tadı oluşmadığından, normal olarak acı tat da yoktur. Olgunlaşma sırasında gelişen acılık, pıhtının bileşiminde bulunan yağ ve proteinlerden kaynaklanmaktadır. Bu maddeler, pıhtıda çok az miktarda bulunan veya olgunlaşma sırasında oluşan enzimlerin etkisiyle değişime uğramaktadırlar. Büyük çoğunlukla kazeinin, az miktarda da süt yağının parçalanmasıyla çok sayıda peynir çeşidi

oluşmaktadır. Lipazın süt yağı üzerine etkisiyle acı tadın oluşmadığı ancak, kazeinleri etkileyen proteazların aşırı faaliyetlerinin acı tadı hızlandırdıkları bildirilmektedir (Uraz, 1979).

Arzu edilmeyen acı taddaki peptitlerin peynirin olgunlaşması sırasında üretilebildiği (Lemieux ve Simard, 1991; Steele ve Ünlü, 1992), kazeinin enzimatik hidrolizi sonucu ortaya çıkan acı tadın meydana gelen bazı özel peptit tiplerine bağlı olduğu bildirilmektedir (Fujimaki ve ark., 1970; Koçak ve Aydemir, 1994). Guigoz ve Solms (1976), süt protein hidrolizatlarından izole ettikleri 26 acı peptidin yapısını analiz etmişler ve bu peptitlerin 2-27 amino asit kalıntısı ve nispeten yüksek seviyede hidrofobik amino asitleri içerdiğini saptamışlardır. Benzer peptitlerin Cheddar ve Gouda peynirlerinden de izole edildiği bildirilmektedir (Steele ve Ünlü, 1992).

Acı peptitler özel kimyasal vasıflara sahip olup, dilin geri kısmında bulunan tat alma tomurcukları ile interaksiyona girerek acılık hissini vermektedirler. Acı peptitlerde iki acı tat tayin bölgesi olup, bunlar acı tat alıcısına bağlıdır. Peptitlerin hidrofobik rezidülerinin ilk bağlanan bölgeyi oluşturduğu, stimülatör bölge olarak nitelendirilen ikinci bölgenin mevcut olması halinde acı tadın hissedilebildiği, ancak ikinci bölgenin mekanizmasının henüz tam olarak anlaşılammış olduğu belirtilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991).

Acı peptitlerin peynirde hissedilebilmesi için konsantrasyonun belli bir düzeye ulaşması gerekir. Peynir acılığı, meydana gelen acı peptitler ile acı olmayan parçalanma ürünlerinin nispi seviyeleri belirlenerek tespit edilmelidir (Lemieux ve Simard, 1991).

## PEYNİRDE ACI TAT OLUŞUMU

Starter çeşidi, maya miktarı, pişirme sıcaklığı ve tuz miktarı gibi peynir yapım şartları ve parametrelerin modifikasyonu acılık çalışmalarına yardımcı olmuştur (Lemieux ve Simard, 1991).

Acı peptitler, başlıca rennet ve bakteriyel proteinazların kazein üzerindeki etkisi sonucu ortaya çıkar (Uraz, 1979; Lemieux ve Simard, 1991). Başlangıçta acı tat veremeyecek kadar büyük peptitlerin boyutlarını küçültecek bakteriyel peptidazların da acı tat gelişimine yardımcı olduğunun tahmin edildiği belirtilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991).

Ney (1971), acılık ve bir peptidin amino asit kompozisyonu arasında yarı kantitatif bir ilgi olduğunu (Q hipotezi) ilk ileri süren araştırmacıdır. Peynirdeki acılıkta belirli bir amino asit veya amino asit sıralanmasından ziyade bir peptidin hidrofobiklik

değerinin önemli olduğu; daha sonraki çalışmalarda acı peptitlerin ve bazı analoglarının sentezlenerek terminal amino asitlerin tabiatının ve bunların acı tadın yoğunluğu üzerindeki önemini gösteren belirli sterik parametrelerin ortaya konulduğu, ancak acılığın algılanmasında en önemli tek faktörün peptidin hidrofobiklik derecesi olduğu belirtilmiştir (Lemieux ve Simard, 1991, 1992; Fox ve McSweeney, 1995).

Yüksek hidrofobiklik değerine sahip proteinlerin hidrolizatları muhtemelen acı peptitleri içermektedir. Kazeinde birçok hidrofobik kısım mevcut olup bunlar, kazeinin hidrolizi sırasında acı tat oluşumunda etkiye sahiptir (Koçak ve Aydemir, 1994). Kazeinler ve özellikle  $\beta$ -kazein oldukça hidrofobik olduğundan ve hidrofobik rezidüler de biraraya gelip salkımlaştığından kazein hidrolizatları doğal olarak acılık eğilimine sahiptir (Fox ve McSweeney, 1995).

Acı peptitlerin incelenmesi ve teşhisi; bunların daha çok  $\alpha_{S1}$ - ve  $\beta$ - kazeinden meydana geldiğini ortaya koymuştur. Çünkü,  $\alpha_{S1}$  ve  $\beta$ -kazein hidrofobikliğinin yüksek olması, hidroliz olayı sonucu acı tadın ortaya çıkmasında potansiyel bir kaynaktır (Fox ve McSweeney, 1995). Her ne kadar Visser ve ark.(1975), rennet ve saf kimozinin,  $\kappa$ -kazeinden acı peptit materyali ortaya çıkardığını gösterdiyse de, bugüne kadar acı  $\kappa$ -kazein bölgelerinin identifikasyonu yapılamamıştır (Lemieux ve Simard, 1991).

$\alpha_{S1}$  ve  $\beta$ - kazeinin, starter bakteri hücre duvarlarında bulunan proteinazların ürettiği acı tattaki peptitlerin kaynağı olabildiği, rennetin ise bütün kazein komponentlerinden acı peptit üretebildiği belirtilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991).

$\beta$ -kazeinin C- terminal kısmının ekstrem derecede acı tada sahip olduğu ve Gouda peynirinde acı peptitlerin başlıca kaynağını oluşturduğu belirtilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991; Fox ve McSweeney, 1995). Cheddar peynirinde  $\alpha_{S1}$ - kazeinin ileri derecede parçalanmasına rağmen,  $\beta$ - kazein proteolize oldukça dayanıklıdır. Proteolize (hidrolizasyon) karşı bu mukavemetin esas nedeni  $\beta$ - kazein polimerleridir (Phelan ve ark. 1973; Creamer, 1975).

Acı peptitlerin kaynağı  $\alpha_{S1}$ -kazein ve  $\beta$ -kazein olmasına rağmen başlangıçta, kimozin ve/veya laktokoklardan gelen hücre zarı proteinazı (CEP), özellikle  $\beta$ -kazeinin çok hidrofobik C terminal bölgesinde ilk olarak acı peptitlerin oluşmasına neden olabilir.  $\alpha_{S1}$ - kazeinden başlangıçta üretilen peptitler genel olarak hidrofobik değildir. Acı peptitlerin üretimi laktokokal CEP'in spesifikliğine de bağlıdır (Fox ve McSweeney, 1995).

Peynir lezzetinin belirgin olmasında en önemli etkinin suda çözünebilir fraksiyon tarafından sağlandığı (McGugan ve ark., 1979), fraksiyondaki çok belirgin acılığın üçten

altıya kadar amino asit içeren orta büyüklükteki peptitlerden kaynaklandığı bildirilmektedir (Biede ve Hammond, 1979). Orta büyüklükteki peptitler de kazeinin enzimatik parçalanmasıyla ortaya çıkmaktadır (Lemieux ve Simard, 1991).

Üretim sırasında acı peptitlerin ortaya çıkmasının her zaman arzu edilmeyen durum olmadığı, peynirin tadını oluşturan önemli komponentlerden birinin de acı tat olduğu belirtilmektedir. Ancak, acı peptitlerin peynirde birikmesi ve acı hissi verecek düzeye gelmesi, peynirin kabuledilebilirliğini azaltmaktadır (Lemieux ve Simard, 1991, 1992; Fox ve McSweeney, 1995).

Acılık, Gouda ve Cheddar peynirlerinde, temel bir kusur olarak uzun zamandan beri bilinmektedir. Ancak, Camambert peyniri ve Fransa 'da üretilen benzer peynirlerde, Swiss dağ peynirinde, Gorgonzola, Cottage ve diğer bazı peynirlerde de rastlandığı bildirilmektedir (Lemicux ve Simard, 1991). Bu durum, problemin dünya çapında bir problem olduğuna işaret etmektedir.

Koyun ve keçi sütlerinden işlenen peynirlerde acılık kusuru, inek sütü peynirine göre çok nadir görülür. İnek sütü daha fazla  $\alpha_1$ - kazein içermektedir.  $\alpha_1$ - kazein hidrolizatları,  $\beta$ -kazeinlere göre daha acıdır. Buradan, daha az  $\alpha_1$ - kazein bulunması halinde daha az acılık olduğu ortaya çıkmaktadır ( Uraz, 1979; Lemieux ve Simard, 1991).

Peptit yapısı ve acılık arasında kesin bir ilişki olduğu bilinmemekle birlikte, acı peptitlerin hidrofobik amino asitleri fazla miktarda içerdiği (Koçak ve Aydemir, 1994; Fox ve McSweeney, 1995), acılığın gelişmesinde starter kültür proteinazları ve peptidazlarının spesifikliği ve seviyesinin kritik bir faktör olduğu belirtilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991; Steele ve Ünlü, 1992; Çakmakçı, 1996).

## ACILIK ÜZERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Acılık ile süt kalitesi, peynir mayası, asit oluşum hızı, pH, rutubet, tuz oranı, starter kültür vb. gibi belli başlı faktörler arasında kompleks bir ilgi bulunmaktadır. Fakat üretim sırasında belli ölçüler içinde kalındığında, acı tatta olmayan peynirlerin elde edilmesi mümkün olmaktadır. Her peynir çeşidi için değişik sınırlar göstermekle birlikte acı tadın oluşumuna etkisi olan bazı önemli faktörler aşağıda özetlenmiştir:

### 1. Süt Kalitesi

Peynir işlemede ilk ve en önemli iş sütün seçilmesidir. İyi lezzette ve raf ömrü uzun süt ürünleri elde edebilmek için organoleptik özellikleri ve mikrobiyolojik kalitesi

üstün süt kullanılmalıdır. Sütün kimyasal bileşimi, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri ile peynir kalitesi arasında çok sıkı korelasyon vardır.

Hayvanı besleme şeklinin de sütte acı tadın oluşumunda etkili olduğu bildirilmektedir. Süt hayvanlarına bozuk ve düşük kaliteli yem yedirilmesi sonucu, yemlerdeki acı maddeler süte ve süttten de peynire geçebilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991).

Rennetle pıhtılaşıma özellikleri zayıf olan sütle, çok acı tatta ve su içeriği yüksek peynirler elde edilir. Buna bağılı olarak peynir verimi azalacağından bu gibi sütünlerin peynir üretiminde kullanılmaması gerektiği bildirilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991).

Yağ miktarı azaltılmış (% 1.5 ± 0.1) ve pastörize edilmiş süttten yapılan Cheddar peynirinde gittikçe artan şekilde asit oluşumu ve acı aroma gelişmesi görülmüştür (Deana ve Dolan, 1973). Diğer taraftan bu aroma kusurunun Crescenza, Gorgonzola ve Robiola gibi çok yağlı süttten üretilen İtalya peynirlerinde de görüldüğü ileri sürülmüştür (Lemieux ve Simard, 1991).

Hangi peynir yapılırsa yapılsın, hammadde sütün sağılıklı hayvanlardan elde edilmiş, duyuşal özellikleri ve kimyasal bileşimi normal, taze, temiz ve hilesiz olması gerekmektedir.

## 2. Psikrotropik Bakteriler

Çiğ sütte fazla miktarda bulunan psikrotropik bakteriler buzdolabı sıcaklığında gelişebilir ve proteolitik ve lipolitik enzimler üretirler. Birçok araştırmacı bütün psikrotropların çiğ ve ısılı işlem görmüş sütte kazeini hidroliz ettiklerini ve böylece acılık problemine sebep olduklarını bildirmektedirler (Lemieux ve Simard, 1991).

Ticari şartlarda işlenen Cottage peynirinde sık rastlanan acı tadın, çözünür azot ve psikrofilik bakterilerin artması ile ilgili olduğu, ayrıca, Mısır'da lokal marketlerde satılan Beyaz peynirlerin çoğunun, yapıldığı çiğ sütün çok yüksek miktarda laktobasil ile kontamine olmasına bağılı olarak yüksek asitlik ve acı tatta olduğu belirtilmiştir. Benzer olarak, 5 gün depolanan çiğ süttten Yunanistan'da işlenen Teleme peynirlerinde de, psikrotropik bakteriler nedeniyle acılık, istenmeyen lezzet ve ransidite kusurları olduğu ve tekstürünün de beğenilmediği saptanmıştır. Bazı araştırmacıların soğukta depolanmış süttten yapılan Cheddar peynirinde benzer aroma bozukluklarını buldukları belirtilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991).

### 3. Peynire İşlenecek Sütün pH'sı ve Isıl İşlem Görmesi

Pastörize sütün yapılan peynirde acı tat geliştiği ve 85 °C 'de kısa süreli ısıtılarak pastörize edilen sütte, 74 °C (20-30 saniye) yapılandırma daha fazla acılık olduğu belirtilmektedir. Düşük pH'lı (pH= 6.25) sütün üretilen Gouda ve Cheddar peynirinde, pıhtıda daha fazla rennet kaldığından, acılık oluştuğu belirtilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991).

Peynir işlenecek sütün başlangıç pH'sının düşük olmasının nedenleri olarak;

- a) Sütün kalitesinin düşük olması ve sütte laktozdan laktik asit oluşması,
- b) Sütün starter ile ön bir olgunlaştırmaya tabi tutulması,
- c) Fazla starter kullanılması sayılabilir. Bu problem katılan rennet miktarının azaltılması ile azaltılabilir (Lemieux ve Simard, 1991).

Hollanda'da yapılan bir araştırma sonucunda, sütün yüksek sıcaklıkta pastörize edilen ve fazla miktarda maya katılarak işlenen peynirlerin, daha düşük dereelerde ısıtılan sütün işlenenlere göre daha acı olduğu belirlenmiştir (Uraz, 1979). Avusturyalı bir araştırmacının da, 73 °C'de 15 saniye bekletilerek pastörize edilen sütün peynir yapmak için gerekli maya miktarının, çiğ süt veya 65 °C'de 15 saniye ısıtım uygulanan sütün yapılan peynire göre iki kat fazla olduğunu saptadığı belirtilmektedir (Uraz, 1979). Bu sonuçlardan, yüksek sıcaklıkta ısıtım uygulanarak ve fazla miktarda maya kullanılarak üretilen peynirlerde acılık düzeyinin yüksek olacağı anlaşılmaktadır.

### 4. Pıhtılaştırıcı Enzimler

Peynirlerin büyük çoğunluğu, geviş getiren hayvanların süt emme döneminde bulunan yavrularının şirdenlerinden elde edilen ve yüksek oranda rennin (kimozin) enzimi içeren "peynir mayası" 'ndan yararlanılarak üretilmektedir. Ancak küçük yaşta hayvan kesiminin artması ve bunun da ekonomik kayıp olması nedeniyle, peynir yapımında rennin yerine kullanılacak enzimler üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Mikroorganizmalardan elde edilen enzimler de sütün pıhtılaştırır. Bu enzimler günümüzde bazı peynirlerin üretiminde başarıyla kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar katılan miktar fazla olursa peynirde acı ve saf olmayan tat hataları ile erime ve yumuşama gibi yapı bozuklukları olabileceğini göstermiştir.

Yararlanılan mikroorganizma kültürünün türü ve bileşiminin, acı tadın oluşmaması için kullanılan maya miktarının ayarlanmasında etkili olduğu; mayalama sıcaklığının da bu yönde bir rolünün bulunduğu belirtilmektedir. Örneğin, Cheddar peynirlerinde görülen acılığın giderilmesinde, mayalama sıcaklığının 0.55-1.1°C artırılması ve maya

miktarının da % 20 oranında azaltılması ile olumlu sonuçlar alınmıştır. Bu nedenle, örneğin pepsin tek başına kullanılmamakta ve 1: 1 oranında rennet ile karıştırılarak bazı peynirlerin (sert peynirler) yapımında kullanılmaktadır (Uraz, 1979).

### 5. Starter Kültür

Peynirde acılık oluşumunun nedenlerinden biri de starter kültürün proteolitik aktivitesidir. Bu prosesle kazein düşük molekül ağırlıklı peptitlere ( yaklaşık 1400 Da ) parçalanır. Bunlarda hidrofobik gruplar peptidin C- terminal noktasına doğru daha fazla bulunur. Amino asitlerin yan zincirlerindeki hidrofobik kısımların ortaya çıkardığı acılık tahmin edilebilir (Lemieux ve Simard, 1991, 1992).

Belirli starterler acılığa neden olma özelliğine sahiptir (Stadhouders, 1974; Lemieux ve Simard, 1991). Mikroorganizmaların acı tadın doğuşu üzerindeki etkilerini inceleyen birçok araştırma yapılmaktadır. Bu araştırma sonuçlarına göre, peynircilikte çok yararlanılan laktik asit suşlarından acı tadın oluşumunu etkilemeyenleri bulunduğu gibi, değişik derecelerde acılığa neden olanları da vardır (Uraz,1979).

Acı olmayan peynir, acı suşların acı olmayan suşlarla kombine bir şekilde kullanılmasıyla yapılabilir. Kimozin acı peptitlerin serbest kalmasına neden olabildiği için, acı tadın peynir pıhtısında tutulmasını etkileyen faktörlerle (tip ve miktarı, süzme pH'sı ve pişirme sıcaklığı) acılık gelişimini etkiler. Çok kuvvetli proteolitik etkiye sahip mikrobiyel kökenli peynir mayalarının fazla kullanılması da acılığa neden olmaktadır. Peynirin pH' sı da peynire geçen pıhtılaştırıcı ve diğer enzimlerin aktivitesini etkilemektedir (Lemieux ve Simard, 1991).

Bütün mikroorganizmalar belli miktarlarda proteaz bulundurmaktadırlar. Bu miktar mikroorganizmanın tabiatına göre değişir ve oluşan proteazların niteliği yararlanılan türe ve suşa bağlıdır. Yüksek düzeyde proteaz kaynağı olan veya acı peptitleri oluşturan mikroorganizmalar bulunmaktadır. Yani peynirdeki acılık starter kültür suşu ile yakından ilgilidir.

Rennin ve diğer pıhtılaştırıcı enzimler de dahil bütün proteazlar kazeinlerden acı tat veren peptitlerin açığa çıkmasına neden olabilmektedirler. Bazı amino asitlerin kendileri de (metionin, lisin, valin, lösin,prolin, fenilalanin, tirosin, izölösin, triptofan), az olmakla birlikte, acı tada sahiptirler ( Lemieux ve Simard, 1992).

Proteazların etkisine uğrayan kazeinlerden, değişik acı tat gösteren yirmi kadar peptit izole edilmiştir. Kimyasal yapıları da saptanan bu maddelerin bazı ortak yanlarının bulunduğu saptanmıştır. Bir kısmının acı peynirlerden izole edilmiş olmasına rağmen,



başlangıçta bunların hepsinin mi, yoksa birinin mi acı tadı meydana getirdiğinin saptanmasının oldukça zor olduğu belirtilmektedir. Çünkü birçok peptidin oluşturduğu bir karışımdan, yalnız acı tadı verenlerin izolasyonu mümkün değildir. Daha doğrusu, bir peynirin acılığı, acı olmayan veya çok az acılık veren birçok maddenin varlığı ile ortaya çıkan kompleks bir tattan ileri gelmektedir (Uraz, 1979).

Acı tat oluşumunda starter kültürün karakteristiklerinin sütü pıhtılaştırma enziminin tipinden daha önemli olduğu belirlenmiştir.

Lawrence ve ark., (1976) Cheddar peynirinde meyvemsi ve acı tat oluşumunda *Lactococcus lactis* subsp cremoris suşlarının *Lactococcus lactis* subsp *lactis* 'ten muhtemelen daha az etkiye sahip olduğunu saptamışlardır.

Peynirde acılığa sebep olmayan ve arzulanan lezzetin oluşumunu sağlayan starterde aşağıda belirtilen bir veya daha fazla özellik bulunmalıdır (Lemieux ve Simard, 1991):

1. Normal peynir pişirme sıcaklığında düşük oranda çoğalmalıdır.
2. Olgunlaşma süresince peynirde zayıf halde canlı kalmalıdır.
3. Proteolitik aktivitesi düşük olmalıdır.
4. Asit fosfataz aktivitesi yüksek olmalıdır.

Peynirin pH'sı, pıhtının asitliği, peynirin tuz ve nem içeriği ve rennet miktarı gibi faktörlere bakmayarak; starter kültür olarak kullanılan acı tada neden olmayan suşların peynirde nadiren acılığa neden olduğu öne sürülmüştür. Bununla birlikte, acı tada neden olan suşlar kullanıldığında -peynir salamurasının tuz seviyesi ve pH'sının nispeten yüksek olması dışında- peynirin her zaman acı olduğu da saptanmıştır. Acı tada neden olan suşlar ile üretilen peynirin acılığının, kullanılan rennetin miktarı ile direkt olarak ilgili olduğu; aksine, acı tada neden olmayan suşlar ile üretilen peynirde rennet miktarındaki 2 veya 3 kat artmadan dolayı peynirin acı olmadığı saptanmıştır (Lemieux ve Simard, 1991). Öteyandan, normal olarak acılığa neden olmayan bir suşun aşırı çoğalmasının acı tadı hızlandırıcı etkide bulunduğu, genellikle hızlı asidifikasyon gücü olan suşların acı tat oluşturdukları belirtilmektedir (Uraz, 1979).

Proteazların aşırılığı (yani mayanın, bakteri kültürü veya küf vb. 'nin aşırılığı) ve onların etkinliğini sağlayan koşullar (çok yüksek olgunlaşma sıcaklığı, zayıf tuz oranı) acılığın ortaya çıkmasında önemli neden sayılmaktadır (Uraz, 1979).

Pıhtıda bulunan kazeinlerin, proteazlar etkisi ile kendinden küçük ürünlere parçalanması birbirlerine göre pek kolay olmamaktadır. Yalnız olgunlaşma sırasında s1-kazeinin, - kazeine oranla daha çok acı ürünler verdiği görülmüştür (Uraz, 1979).

Tuzlama sırasında peynirde starter popülasyonunun yoğun olması durumunda acılık ve meyvemsi aroma kusurlarının oluştuğu ve bunların gerçek peynir aromasını maskeleydiği belirtilmektedir (Lawrence ve ark., 1976).

## 6. Tuz ve Yağ

Acı peptitlerin oluşumu ve parçalanması üzerine tuz kesin olarak etkide bulunmaktadır (Lemieux ve Simard, 1991).

Tuz konsantrasyonu düşük olan peynirlerin acılık gelişimine daha meyilli olması belki de kimozin tarafından  $\beta$ -kazeinin hidroliz edilerek, acı peptitlerin üretimine karşı hassasiyetinin peynirdeki tuz konsantrasyonu tarafından şiddetle etkilenmesinden ileri gelmektedir (Fox ve McSweeney, 1995). Tuz, laktokokkal CEP'i inhibe eder ve büyük yapıları acı olmayan hidrofobik peptitlerin agregasyonunu artırır (Exterkate, 1990). Aksi takdirde bu peptitler acı peptitlere indirgenebilir (Visser, 1993). Acılık özellikle az yağlı peynirlerde problemlere yol açabilir. Tahminen yağ fazındaki hidrofobik peptitlerin dağılımının azalması sonucu acılık ortaya çıkabilir (Fox ve McSweeney, 1995).

Peynirde acı tat oluşumu üzerine, açıklanan faktörlerden başka faktörler (örneğin bakteriyofaj, mineral içeriği gibi) de etki etmektedir. Bu derleme kapsamında daha fazla ayrıntıya girilmemiştir.

## PEYİRDE ACILIĞIN KONTROLÜ

Peynirde acılığın belirlenebilmesi için, acılık veren peptitlerin belli bir düzeyi geçmesi gerekir. Bu düzey olgunlaşmış peynirlerde taze peynirlerden daha yüksektir. Bu nedenle peynirde acılığın kontrolü, ya bunların oluşum hızını düşürerek ve/veya bunların acı olmayan ürünlere parçalanma hızını artırarak, acılık veren peptit konsantrasyonunun acılık düzeyinin altında tutulmasıyla sağlanabilir (Lemieux ve Simard, 1991, 1992).

Pratikte, peynirdeki acılık aşağıdaki önlemlerin alınmasıyla kontrol edilebilir (Uraz, 1979; Lemieux ve Simard, 1991):

1. Starter hücre sayısını sınırlandırmak (pıhtının haşlanması suretiyle)
2. Peynirin pH'sını ve salamuradaki tuz konsantrasyonunu yükseltmek
3. Uygun starter çiftini dikkatli seçmek
4. Starter kültürü değiştirmek
5. Aşırı maya kullanımından kaçınmak, mayalama sıcaklığını 1-2 °C yükseltmek.

Oldukça karmaşık yöntemler ile peynir üretimi (örneğin, denatüre edilmiş peyniraltı suyu ilavesi) son üründe acılık oluşumuna neden olabilir. Peyniraltı suyu proteinleri, proteolizi teşvik edici ve dolayısı ile ürünün organoleptik özelliklerini etkileyici özelliğe sahip olduğundan, peyniraltı suyu proteinleri katılarak yapılan peynirlerde yüksek kalite için acı peptitleri hidrolize edebilme yeteneğinde starter kültür kullanmak gerekir (Lemieux ve Simard, 1991).

Buffalo peyniri yapımında, peynirin su tutma kapasitesini ve telemedeki (ham peynir) peptidlerin hidrolizasyon seviyesini yükseltmek amacıyla, peynir yapılacak süte pastörizasyon işleminden önce % 3 oranında tatlı peyniraltı suyu (inek sütünden yapılan peynirin) katılması, peynirlerde genellikle rastlanan acılığın kaybolmasına neden olmuştur (Tuckey ve Al Fayadh,1985).

Peynirde olgunlaşmayı hızlandırmak ve buzağı şirdeninden elde edilen mayayı değiştirmek - kaynağının az olması ve kalitede farklılıklar bulunması nedeniyle - amacıyla çok değişik metotlar denenmiştir. Ancak, son üründe sık sık acılık ile karşılaşılması (Lemieux ve Simard, 1991). Laktik asit bakterilerine soğuk şoku uygulanması bu bakterilerin parçalanmadan süte çok miktarda katılabilmesine imkan vermektedir. Bu da peynirde proteoliz olayının artırılmasında ve flavor gelişmesinin iyileştirilmesinde ümit vaadeden bir yöntem olarak görülmektedir (Bartels ve ark., 1987 a). Gouda gibi bazı peynirlerin lezzetini olgunlaşmanın ilk safhalarında kuvvetlendirmek için laktobasil türleri, özellikle *Lactobacillus helveticus* başarıyla kullanılabilir. Bunun, peynir yapım prosedürüne ve peynir kalitesine de herhangi bir zararlı etkisi olmaz (Bartels ve ark.1987 a, b). *Lactobacillus casei- casei* L2A'nın diğer starter laktokokları ile birlikte kullanılması Cheddar peynirinde aromanın düzelmesine ve olgunlaşma periyodunda kısalmaya neden olduğu gösterilmiştir. Ayrıca Cheddar peyniri üretiminde kullanılan diğer *Lactobacillus* suşları ile mukayese edildiğinde *Lactobacillus casei- casei* L2A'nın acı tat oluşturmadığı saptanmış ve bunların acılık giderici enzimlere sahip oldukları ileri sürülmüştür (Lemieux ve ark.,1989) .

Herbir ineğin sütünün periyodik olarak test edilerek, maya enzimi (kimozin) ile pıhtılaşma özelliğinde bir azalma olup olmadığının kontrol edilmesi tavsiye edilmektedir. Laktasyon döneminde ineklerin dikkatli olarak beslenmesinin de sütün maya enzimi ile pıhtılaşma özelliğindeki zayıflamayı önleyebileceği belirtilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991).

Cottage peynirine katılan kalsiyum tuzlarının acı tadının bazı hidrokolloidler tarafından maskelendiği saptanmıştır (Puspitasari ve ark.,1991).

Peynir teknolojisinde bazı yardımcı maddelerin ve yüksek dozda kullanılması, örneğin yüksek sıcaklıklarda pastörize edilen sütlere katılan  $\text{CaCl}_2$  miktarının gereğinden fazla olması (20 g/ 100 litre süt), peynirde acı tada neden olmaktadır

Acı tadı ortadan kaldırmak için herbir suşun gücünün peptitleri amino asitlere hidroliz kabiliyeti ile direkt olarak ilgili olduğu; *Pseudomonas fluorescens* 'in bir suşunun (VTTE 8.7) kültür şişelerinde laboratuvar şartları altında, süt proteinlerinin % 60-90' ını serbest amino asitlere çevirebildiği ve böylece acı bileşikler parçalandığında tat özelliklerinin değiştiği belirtilmektedir (Lemieux ve Simard, 1991).

Sood ve Kosikowski (1979), *Aspergillus oryzae* 'dan elde edilen fungal proteaz 31000, *Bacillus subtilis* 'ten elde edilen mikrobiyal proteaz P-53 veya *Candida cylindracea* 'dan elde edilen lipaz-MY gibi mikrobiyal proteazların acı tada sebep olan starterlere düşük seviyelerde ilavesinin peynirde acılığı önleyebileceğini belirtmektedirler.

Acı tatlar proteaz pozitif (prt+) hücre aktivitesi ile ilgilidir. Proteinaz negatif (prt-) hücreleri yüksek oranda içeren kültürlerin peynirdeki acılık gelişimini azaltmak için kullanılmasının mantıksal bir yaklaşım olabileceği; Cheddar peynirinde acılığın, *Lactococcus lactis* subsp *cremoris* ve *Lactococcus lactis* subsp *lactis* 'in proteaz negatif (prt-) variantlarını ihtiva eden starterleri kullanma ile azaldığı; acı ve acı olmayan starter çiftlerinin birlikte kullanılmasının Cheddar ve Gouda peynirleri yapımında acılığı belirgin bir şekilde azalttığı belirtilmiştir (Lemieux ve Simard, 1991).

Çalışmalar rennet yerine kullanılacak enzimlerin, özellikle mikrobiyal rennetlerdeki ekzopeptidazların faaliyetinin acılığı önlemede yardımcı olabileceğini ve peynir olgunlaşmasını hızlandıracağını ortaya koymuştur (Lemieux ve Simard, 1991).

Acı peptitlerin kazein hidrolizatlarından birçok yöntemle uzaklaştırılabileceği, bu yöntemlerden en önemlilerinin, kazein hidrolizatlarının  $\alpha$ -kimotripsin ile reaksiyona sokularak erimez haldeki protein polimerlerinin elde edilmesi ya da aktif karbon kullanımı ile acı peptitlerin uzaklaştırılabilmesi olduğu bildirilmektedir (Koçak ve Aydemir, 1994).

## SONUÇ

Sütten, katkı maddelerinden, kontaminasyonlardan, teknolojinin yanlış uygulanmasından ve diğer bazı faktörlerden kaynaklanan acılık kusurları, izlenecek üretim yöntemlerinin sözkonusu kusuru en aza indirebilecek şekilde düzenlenmesi ile önlenebilir. Örneğin acılığa neden olacak düzeyde acı peptit oluşumunu azaltacak bir proteolitik aktivite sağlanabilir.

Süt ürünlerinde ve özellikle peynirde mevcut olan enzim ve substrat sistemleri oldukça karmaşık ve teknolojik parametreler de çok geniş bir varyasyon gösterdiğinden, peynirde acı tadın oluşumu üzerinde yoğun araştırmalar devam etmektedir. Peynirlerde görülen acı tat kusurunun giderilmesini hedefleyen birçok araştırma, nisbeten kontrolsüz şartlarda yürütüldüğünden sağlıklı sonuçlar alınamamıştır. Aseptik çalışma (üretim) yöntemlerinin geliştirilmesi acılık problemine ilişkin araştırmalara yeni bir kapı açmıştır. Çünkü, bu gelişme problemin kısımlara ayrılarak ayrı ayrı veya kombinasyonlar halinde incelenmesine imkan vermektedir. Bu şekildeki çalışma, bir taraftan enzim sistemlerinin tek tek olarak acı kusurdaki rolünü gün ışığına çıkarırken, diğer taraftan genel anlamda peynir olgunlaşmasının iç yönünün de daha iyi anlaşılmasına muhtemelen yardımcı olacaktır. Böylece peynir üreticileri, arzu edilmeyen yan tesirler olmaksızın peynirin kompozisyonu, lezzeti ve fiziksel özelliklerinde modifikasyon imkanı sağlayabileceklerdir.

#### KAYNAKLAR

- Akgül, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No: 15, Ankara.
- Bartels, H.J., Johnson, M.E., Olson, N.F., 1987 a. Accelerated ripening of Gouda cheese. 2. Effect freeze-shocked *Lactobacillus helveticus* on proteolysis and flavour development . Milchwissenschaft 42, 139-144.
- Bartels, H.J., Johnson, M.E., Olson, N.F., 1987 b. Accelerated ripening of Gouda cheese. 1. Effect of heat-shocket thermophilic lactobacilli and streptococci on proteolysis and flavor development. Milchwissenschaft 42, 83-88.
- Biede, S.L., Hammond, E.G., 1979. Swiss cheese flavor. II. organoleptic analysis. J. Dairy Sci. 62, 238-248.
- Creamer, L.K., 1975.  $\beta$ -casein degradation in Gouda and Cheddar cheese. J. Dairy Sci. 58, 287-292.
- Çakmakçı, S., 1996. Peynir lezzeti ve oluşumu. Gıda (basımda).
- Deane, D.D., Dolan, E.T., 1973. Curing of cheese with reduced fat content. J. Dairy Sci. 56, 631-633.
- Exterkate, F.A., 1990. Differences in short peptide-substrate cleavage by two cell-envelope-located serine proteinases of *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* are related to secondary binding specificity. Appl. Microbiol. Biotechnol. 33, 401-406.

- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., 1995. Chemistry, biochemistry and control of cheese flavour. In 4 th Cheese Symposium. National Dairy Products Research Centre Moorepark, pp. 135-159, Fermoy Co., Cork.
- Fujimaki, M., Yamashita, M., Okazawa, Y., Arai, S., 1970. Applying proteolytic enzymes on soybean. 3. Diffusible bitter peptides and free amino acids in peptic hydrolysate of soybean protein. J. Food Sci. 35, 215-218.
- Guigoz, Y., Solms, J., 1976. Bitter peptides: occurrence and structure. Impact of lactic acid bacteria on cheese flavor development, J.L. Steele and G. Ünlü (Der.), Food Technol., 46, 128-135.
- Koçak, C., Aydemir, S., 1994. Süt Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No: 20, Ankara.
- Lawrence, R.C., Thomas, T.D., Terzaghi, B.E., 1976. Reviews of the progress of dairy science: cheese starters. J. Dairy Res. 43, 141-193.
- Lemieux, L., Puchades, R., Simard, R.E., 1989. Size-exclusion HPLC separation of bitter and astringent fractions from cheddar cheese made with added *Lactobacillus* strains to accelerate ripening. J. Food Sci. 54, 1234-1237.
- Lemieux, L., Simard, R.E., 1991. Bitter flavour in dairy products. I. A review of the factors likely to influence its development, mainly in cheese manufacture. Lait 71, 599-636.
- Lemieux, L., Simard, R.E., 1992. Bitter flavour in dairy products. II. A review of bitter peptides from caseins: their formation, isolation and identification, structure masking and inhibition. Lait 72, 335-382.
- Lyne, J., 1995. Improving cheese flavour. In 4 th Cheese Symposium. National Dairy Products Research Centre Moorepark, pp.46-50, Fermoy Co., Cork.
- McGugan, W.A., Emmons, D.B., Larmond, E., 1979. Influence of volatile and non-volatile fractions on intensity of Cheddar Cheese flavor. J. Dairy Sci. 62, 398-403.
- McHugh, T.H., Krochta, J.M., 1994. Milk-protein-based edible films and coatings. Food Technol. 48, 97-103.
- Ney, K.H., 1971. Prediction of bitterness of peptides from their amino acid composition. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 147, 64-68.
- Phelan, J.A., Guiney, J., Fox, P.F., 1973. Proteolysis of  $\beta$ -casein in Cheddar cheese. J. Dairy Res. 40, 105-112.

- Puspitasari, N.L., Lee, K., Greger, J.L., 1991. Calcium fortification of Cottage cheese with hydrocolloid control of bitter flavor defects. *J. Dairy Sci.* 74, 1-7.
- Sood, V.K., Kosikowski, F.V., 1979. Ripening changes and flavor development in microbial enzyme treated Cheddar cheese slurries. *J. Food Sci.* 44, 1690-1694.
- Stadhouders, J., 1974. Dairy starter cultures. *Milchwissenschaft* 29, 329-337.
- Steele, J.L., Ünü, G., 1992. Impact of lactic acid bacteria on cheese flavor development. *Food Technol.* 46, 128-135.
- Tuckey, N.K., Al-Fayadh, M.H., 1985. Role of added dry whey and coagulant in the ripening of buffalo milk Cheddar cheese slurry. III. total peptides. *J. Dairy Sci.* 68 (suppl 1), 91.
- Uraz, T., 1979. Peynirlerde acı tadın oluşumu. Ankara Üniv. Ziraat Fak.Yay. No: 730, Ankara.
- Visser, S., Slangen, K.J., Hup, G., 1975. Some bitter peptides from rennet- treated casein. A method for their purification, utilizing chromatographic separation on silica gel. Bitter flavour in dairy products. I. A review of the factors likely to influence its development, mainly in cheese manufacture, L. Lemieux and R.E. Simard (Der.), *Lait* 71, 599-636.
- Visser, S., 1993. Proteolytic enzymes and their relation to cheese ripening and flavour: an overview. *J. Dairy Sci.* 76, 329-350.