

## PEYNİR LEZZETİ VE OLUŞUMU-II

Songül ÇAKMAKÇI

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

### SÜTTEKİ SÜLFÜR GRUPLARININ PEYNİR LEZZETİ ÜZERİNE ETKİSİ

Lezzette etkili sülfidril gruplarının rolü, özellikle taze peynirlerde (olgunlaşmanın ilk safhalarında) diğer lezzet bileşenlerinin gelişmesinden daha önce ve daha çok bulunmalarından kaynaklanır. Sülfid ve merkaptanlar gibi kükürt içeren türevler dahil olmak üzere diğer lezzet bileşenleri oluştuğunda, -SH ve -SS aroması maskelenir (KRISTOFFERSEN, 1973). Bunların spesifik etkisi, tam peynir lezzetinin gelişmesini sağlayan O-R prosesinde rol almalarıdır. Proteinlere bağlı disülfür grupları, fermentasyon reaksiyonları sırasında meydana gelen hidrojen için ekseptör görevi yaparak sülfidril gruplarının formasyonunu sağlayabilir (KRISTOFFERSEN, 1985). Sülfür grupları, birçok peynir çeşidinde önemli aroma bileşenidir ve ayrıca sentetik peynir aromatanlarının formülasyonunda kullanılan başlıca bileşiklerdir (KRISTOFFERSEN, 1973). Ancak, aktif sülfidril gruplarının oluşumu, her zaman, arzu edilen aromanın gelişmesinde indikatör değildir. İstenmeyen mikroorganizmalar, peynirde aktif sülfidril gruplarının artışına neden olabilir. Ayrıca, tam tersine olarak aktif sülfidril grupları bakımından fakir peynirler lezzetçe zayıf değildir. Yine de, bulunmasalar dahi, tam peynir lezzeti için aktif sülfidril gruplarının oluşmasına uygun ortamın önemi, taze ve ısı işlem görmüş süttten yapılan peynir denemeleriyle gösterilmiştir (KRISTOFFERSEN, 1985).

Yüksek, yoğun ve devamlı aynı lezzette peynir üretebilme yollarından birisinin de süttün enzimatik olarak olgunlaştırılması olduğu; böyle bir işlemin, süt proteinlerinin (olgunlaşma sırasında) lezzet gelişmesi için gerekli O-R reaksiyonlarını destekleyecek şekilde ayarlanmasına imkan verdiği belirtilmektedir (KRISTOFFERSEN, 1985).

Eskiden süt kalitesinin bakteri sayısı ile değerlendirildiği, bununla birlikte peynir yapan tecrübeli kişilerin arzu edilen bakterileri çok miktarda içeren sütle üstün lezzetli peynir elde edildiğini bildikleri ifade edilmektedir (KRISTOFFERSEN, 1985).

Genel olarak peynirin olgunlaşma odasına alınmasıyla olgunlaşmanın başladığı, ancak geniş anlamda olgunlaşmanın süt memeden sağıldığı anda başladığı belirtilmektedir (KRISTOFFERSEN, 1985; KURT, 1990). Peynir yapılacak süt tankının soğutulmasını kısıtlayarak 10-15°C'de bazı bakterilerin gelişmesine imkan sağlamakla, daha iyi lezzette peynir elde edilebileceği belirtilmektedir. İsviçre'de peynirciliğin tam modern olmadığı yerlerde, sabahleyin fabrikaya süttün soğutulmadan getirilmesiyle bunun sağlandığı bilinmektedir. Süt sağımından sonra ve soğutmadan önce 3 saat uygun sanitasyonla ılık şartlarda tutulduğunda bakteri sayısının çoğalmasına izin verilmediği, arzu edilen bakterilerinse sınırlı ölçüde geliştiği, ayrıca psikrofilik mikroorganizmalar gibi, bugünkü mevcut uygulamalar sırasında sütte problem olan bakterilerin önlenmediği bildirilmektedir (KRISTOFFERSEN, 1985).

Sağım ile peynir yapımı arasında süttü nisbeten yüksek sıcaklıkta depolama, enzimatik aktivitenin yükselmesini sağlamaktadır. Ancak bakteriler sayısal olarak artmadan enzimlerin aktif olacağı bir sıcaklıkta süttün saklanması çok zor olduğu belirtilmektedir. Şüphesiz, peynirin enzimatik olarak daha kontrollü şartlarda olgunlaştırılması arzu edilmektedir. Belki de bu olay enzimlerin regülasyonu ile sağlanabilir; örneğin substrat ilavesi (KRISTOFFERSEN, 1985).

KRISTOFFERSEN (1985), 37°C'de 3 saatten kısa bir süre saklanmış taze süttten yapılan peynirde olgunlaşma olayı sırasında aromanın eksik geliştiğini, 3.5-5 saat depolanan süttten yapılan peynirde aroma gelişiminin tam olduğunu, 5 saatten daha uzun süre depolanan süttten yapılan peynirde ise aromanın dolgun olduğunu fakat acılık gibi kusurlar görüldüğünü saptamıştır. Ancak, peynir lezzetindeki farklılık ile taze ve depolanmış süttlerdeki bakteri tipi ve sayısı arasında ilişki belirlenmemiştir. Zira tam lezzet kazanmış peynirden izole edilen bakteriler peynir yapımından önce taze süte ilave edildiğinde, lezzet oluşumu düzelmemiştir. İlgili olarak, peynir lezzetinin

kontrolü, üretim prosesiyle değil, sütün temin edilmesi sırasında başlamaktadır. Peynirde lezzet ve oluşan aktif sülfidril grupları arasındaki ilişki bu grupların nasıl oluştuklarını ve spesifik etkilerinin ne olduğunu araştırmayı gerektirmiştir. Sözkonusu gruplar, taze sütlerde ve bunlardan yapılan peynirde bulunmadıkları ve laktik asit fermentasyonunun bir sonucu olmadıkları gibi, peynirde negatif O-R (Eh) potansiyelinin de bir sonucu değildir. Bu gruplar, peynir olgunlaşması sırasında meydana gelen O-R potansiyelinin bir sonucu olmalıdır. O-R reaksiyonları, muhtemelen mikrobiyal metabolizmanın yönlendirmesi sonucu oluşmaktadır. Mikroorganizma redüksiyon kapasitesinin yüksekliği, aktif sülfidril gruplarının oluşum potansiyelinin artması demektir. Örneğin, Swiss peynirinde olgunlaşma, hayli indirgen olan propiyonik asit fermentasyonu ile karakterize edilmektedir; Cheddar peynirine göre, aktif sülfidril grupları konsantrasyonu yaklaşık iki kat daha fazladır (KRISTOFFERSEN, 1973).

Birçok peynirde olgunlaşma sırasında oluşan O-R reaksiyonlarında laktik asit bakterilerinin rolü dominanttır (KRISTOFFERSEN, 1973; STEELE ve ÜNLÜ, 1992). Bu bakterilerin metabolizması, peynir üretimi ve olgunlaşmasının ilk safhalarında düşük bir O-R potansiyeli meydana getirir (OLSON, 1991). Düşük O-R potansiyelinin kimyasal reaksiyonları kontrol ettiği ve oksijene duyarlı lezzet bileşiklerini korumaya yardımcı olduğu belirtilmektedir (STEELE ve ÜNLÜ, 1992).

LAW ve ark. (1976), laktik asit bakterilerinin lezzet üzerindeki rolünün, peynirde indirgen bir ortam oluşturmak olduğunu ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar, peynirde lezzet gelişiminin mikroorganizmalarla ilgili ve Eh tarafından kontrol edilen kimyasal aktivite sonucu olduğunu belirtmişlerdir. GREEN ve MANNING (1982), doğrudan veya kültür kullanılarak asitlendirilmiş ve indirgeyici katılan veya katılmayan sütlerden peynir üretimi denemelerinin bunu desteklediğini belirtmişlerdir.

Mevsim, süte uygulanan işlemler ve asidifikasyon gibi faktörlerin, aktif -SH grupları ve peynirde lezzet oluşumuna etkisi, sütte ve pıhtı yapımı sırasında -SH gruplarının -SS gruplarına dönüşüm miktarı üzerine olabilir. Bu dönüşüm, sütün depolanması sırasında düşük sıcaklık (kışın) veya laktik asit bakterilerinin mevcut olmaması yada az olması nedeniyle asitlik gelişiminin düşük seviyede kalması gibi faktörler tarafından geciktirilebilir. Ayrıca tuz, minör maddeler (glutasyon, riboflavin, kobalt ve diasetil gibi) ve kültür, peynir olgunlaşması sırasında -SS gruplarının aktif-SH gruplarına dönüşüm hızını etkileyebilir (KRISTOFFERSEN, 1973).

Peynirde küriş sırasında aktif sülfidril gruplarının oluşumu ve konsantrasyonu ile karakteristik lezzet gelişiminin, uygulanan ısı işlemle ters orantılı olduğu, çiğ süttten yapılan peynirde sülfidril grubu ve lezzet gelişiminin yüksek seviyede olmasına karşılık, aşırı pastörize şartlarına tabi tutulan süttten yapılan peynirlerde ne sülfidril ne de lezzet gelişiminin olmadığı belirtilmiştir (KRISTOFFERSEN, 1973). Isıl işlem görmüş süttten yapılan peynirlerdeki lezzet noksanlığı, genel olarak önemli bakterilerin tahrip olmasına atfedilmektedir (KURT, 1990). Isıtılmamış süt peyniri lezzetini, ısıtılmış sütte duplike etmek amacıyla, bu süte lezzet üreten bakterilerin ilave edilmesi başarısız olmuştur. Süt proteinlerindeki kükürt gruplarının ısı nedeniyle interaksyon göstermesi - ki peynirin fermentasyonu sırasında, hidrojen kabul etme kabiliyetini azaltmaktadır-ısıtılmış süttten yapılan peynirdeki lezzet noksanlığının gerçek nedeni olabilir (KRISTOFFERSEN, 1973).

## PEYNİRDE LEZZETİ OLUŞTURAN BİLEŞİKLER

Çok geniş ve kompleks bir konu olan peynirde lezzet oluşumu üzerine araştırılan çok sayıda faktör vardır. Çalışmalar bu yüzyılın başına kadar gitmekte ise de, gaz kromatografisi (GK) tekniğinin geliştirilmesinden önceki yöntemler 1950'lerde önemli gelişmeler sağlamaya yeterli olmamıştır (FOX ve McSWEENEY, 1995). İlk araştırmacılar, lipoliz ve proteolizin peynir olgunlaşması üzerine etkisi olduğunu anlamışlardır. Proteoliz ürünleri uçucu olmadığından peynirin tadına katkıda bulunur, ancak aromayı etkilemezler (FOX ve McSWEENEY, 1995).

Serbest yağ asitlerinin tamamen ayrılması ve miktarları GK ile belirlenir (genellikle metil esterleri şeklinde). Romano, Feta ve Blue gibi bazı peynir çeşitlerinde lezzete en büyük katkı serbest

yağ asitlerince yapılır. Blue peynirinde toplam yağ asitlerinin % 25 kadarı serbest formdadır. Kısa zincirli yağ asitleri peynir aromasına önemli katkıda bulunan bileşikler olup, daha uzun zincirlilerse tadı gelişirler. İkisinin de aşırı bulunması, nahoş lezzete (ransidite) neden olur. Cheddar ve Gouda gibi bazı peynirler için bunların kritik konsantrasyonları oldukça düşüktür. Peynirdeki bazı organik asitler, özellikle laktik asit, yüksek basınçlı sıvı kromatografisiyle (HPLC) rutin olarak belirlenebilir.

Peynir aroması ve kimyasal bileşim arasındaki ilişkiler üzerine çok sayıdaki araştırmadan özet bilgiler, URBACH (1993) ile FOX ve McSWEENEY (1995) tarafından derlenmiştir. Her peynir çeşidinde özellikle aroma maddelerinin farklı olduğu ve bunların aşağıdaki gibi gruplandırılabilirliği bildirilmektedir (GALLOIS ve LANGLOIS, 1990; AKBULUT ve KINIK, 1991; ÖZTEK, 1991; BIGELIS, 1992, FOX ve McSWEENEY, 1995):

- 1) Çözünür duruma gelen azotlu maddeler ve parçalanmalarıyla oluşan serbest amino asitler.
- 2) Sitrat metabolizması sonucu sitrik asidin parçalanması sonucu oluşan diasetil.
- 3) Serbest uçucu asitler ve yüksek moleküllü yağ asitlerinin parçalanma ürünü olan ketonlar. Özellikle laktozun fermentasyonu ile oluşan karakteristik kokulu asetik asit ve propiyonik asit ile süt yağının hidrolizi sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin (bütirik, kaproik, kaprilik ve kaprik) peynir aroması üzerinde önemli rolü bulunmaktadır. Yüksek moleküllü bazı yağ asitlerine küflerin etkisi sonucu oluşan metil ketonların da peynir aroması üzerine etkisi vardır.
- 4) Çeşitli alkoller, aldehitler, esterler, aminler, kükürt bileşikleri, laktonlar, fenoller.

Bazı peynirlerde (özellikle Gouda ve Cheddar) proteolitik enzimlerin kazeine etkisiyle acı peptitlerin birikmesi sonucu ortaya çıkan ve sık rastlanan bir lezzet kusuru (URAZ, 1979; LEMIEUX ve SIMARD, 1991) olan acılıktan da bahsetmek gerekir.

Peptit yapısı ve acılık arasında kesin bir ilişki olduğu bilinmemekle birlikte, acı peptitlerin hidrofobik amino asitleri fazla miktarda içerdiği, acılığın gelişmesinde starter kültür proteinazları ve peptidazlarının spesifikliği ve seviyesinin kritik bir faktör olduğu belirtilmektedir (LEMIEUX ve SIMARD, 1991; STEELE ve ÜNLÜ, 1992).

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 peptidlerin boyutlarını küçültecek bakteriyel peptidazların da acı tat gelişimine yardımcı olduğu tahmin edilmektedir (LEMIEUX ve SIMARD, 1991). Kazeinler - özellikle  $\beta$ -kazein oldukça hidrofobiktir ve hidrofobik kalıntılar birikir; kazein hidrolizatlarının acılığa yüksek bir eğilimi olduğu belirtilmektedir (FOX ve McSWEENEY, 1995).  $\alpha_{s1}$ -kazein ve  $\beta$ -kazein, starter bakteri hücre duvarlarında bulunan proteinazların ürettiği acı tattaki peptitlerin kyanığı olabilir (LEMIEUX ve SIMARD, 1991; FOX ve McSWEENEY, 1995). Rennet ise bütün kazein bileşenlerinden acı peptit üretebilir (EXTERKATE, 1983). Peynir lezzetinin yoğunluğunda en önemli etkinin suda çözünebilir fraksiyon tarafından sağlandığı (McGUGAN ve ark. 1979), fraksiyondaki çok yoğun acılığın, tri'den hekza'ya orta büyüklükteki peptitlerden kaynaklandığı bildirilmektedir (BIEDE ve HAMMOND, 1979). Bu peptitlerinse kazeinin enzimatik parçalanmasıyla ortaya çıktığı belirtilmektedir (LEMIEUX ve SIMARD, 1991).

## SONUÇ

Arzu edilen peynir lezzetinin gelişmesi, enzim ve mikroorganizma seçimini, sütteki çeşitli uygulamaları, üretim ve olgunlaşma şartlarını denetlemekle mümkündür. Kısacası çok kompleks bir süreç olan peynirde lezzet oluşumu, hammaddeyle başlar ve olgunlaşma şartlarıyla doğrudan ilişkilidir. Özgün peynir lezzeti için, olgunlaşma sırasında olayların çok düzenli bir şekilde oluşmasını sağlamak gerektiği vurgulanabilir.

## KAYNAKLAR

- AKBULUT, N., KINIK, Ö., 1991. Peynirlerde duyuşal değerlendirme. II. Milli Süt ve Ürünleri Sempozyumu: Her Yönüyle Peynir, s. 261-272. Tekirdağ Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 125.

- AKGÜL, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yay. No: 15, Ankara.
- ASTON, J.W., DULLEY, J.R., 1982. Cheddar cheese flavour. Aust. J. Dairy Technol. 37: 59-64.
- BEDNARSKI, W., JEDRYCHOWSKI, L., HAMMOND, E.G., NIKOLOV, Z.L., 1989. A method for the determination of  $\alpha$ -dicarbonyl compounds. J. Dairy Sci. 72: 2474-2477.
- BIEDE, S.L., HAMMOND, E.G., 1979. Swiss cheese flavor. II. Organoleptic analysis. J. Dairy Sci. 62: 238-248.
- BIGELIS, R., 1992. Flavor metabolites and enzymes from filamentous fungi. Food Technol. 46: 151-161.
- COGAN, T.M., HILL, C., 1993. Cheese starter cultures. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, 2nd edn, Vol 1 (P.F. Fox, ed.), pp 193-255. Chapman and Hall, London.
- EL-SAFETY, M.S., ISMAIL, A.A., 1982. Addition of free fatty acids to improve the flavour and to accelerate the ripening of Domiati cheese made from reconstituted milk. J. Dairy Res. 49: 671-675.
- EXTERKATE, F.A., 1983. The proteolytic system of starter streptococci: the crucial point in cheesemaking. Neth. Milk Dairy J. 37: 94-96.
- FOX, P.F., LAW, J., 1991. Enzymology of cheese ripening. Food Biotechnol. 5: 239-262.
- FOX, P.F., McSWEENEY, P.L.H., 1995. Chemistry, biochemistry and control of cheese flavour. In 4th Cheese Symposium. National Dairy Products Research Centre, Moorepark, pp. 135-159. Fermoy Co., Cork.
- GALLOIS, A., LANGLOIS, D., 1990. New results in the volatile odorous compounds of French cheeses. Lait 70: 89-106.
- GREEN, M.L., MANNING, D.J., 1982. Development of texture and flavour in cheese and other fermented products. J. Dairy Res. 49: 737-748.
- GRIPON, J.C., 1993. Mould-ripened cheeses. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, 2nd edn, Vol 2 (P.F. Fox, ed.), pp 111-136. Chapman and Hall, London.
- HEMME, D., BOUILLANNE, C., METRE, F., DESMAZEAUD, M.J., 1982. Microbial catabolism of amino acids during cheese ripening. Sci. Aliments 2: 113-123.
- JUNG, J.H., YU, J.H., 1988. Studies on the flavour intensity and quality in processed cheese made from different amounts of Cheddar cheese. Dairy. Sci. Abstr. 50(11): 712.
- KARAHADIAN, C., LINDSAY, R.C., 1987. Integrated roles of lactate, ammonia, and calcium in texture development of mold surface-ripened cheese. J. Dairy Sci. 70: 909-918.
- KOK, J., 1993. Genetics of proteolytic enzymes of lactococci and their role in cheese flavor development. J. Dairy Sci. 76: 2056-2064.
- KOSIKOWSKI, F.V., MOCQUOT, G., 1958. Advances in Cheese Technology. FAO Agric. Studies, No: 38, Rome.
- KOWALEWSKA, J., ZELAZOWSKA, H., BABUCHOWSKI, A., HAMMOND, E.G., GLATZ, B.A., ROSS, F., 1985. Isolation of aroma-bearing material from *Lactobacillus helveticus* culture and cheese. J. Dairy Sci. 68: 2165-2171.
- KRISTOFFERSEN, T., 1973. Biogenesis of cheese flavour. J. Agric Food Chem. 21: 573-575.
- KRISTOFFERSEN, T., 1985. Development of flavor in cheese. Milchwissenschaft 40: 197-199.
- KURT, A., 1990. Süt Teknolojisi, (2. baskı). Atatürk Üniv. Yay. No: 573, Erzurum.
- LAW, B.A., CASTANON, M.J., SHARPE, M.E., 1976. The contribution of starter streptococci to flavour development in Cheddar cheese. J. Dairy Res. 43: 301-311.
- LAW, B.A., 1987. Proteolysis in relation to normal and accelerated cheese ripening. In Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, 1st edn, Vol. 1 (P.F. Fox, ed), pp 365-392. Chapman and Hall, London.
- LINDSAY, R.C., 1992. Mechanisms for conversion of amino acids to cheese flavor compounds. J. Dairy Sci., 75 (suplement 1:123), 87 th Annual Meeting.
- 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.
- LYNE, J., 1995. Improving cheese flavour. In 4th 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.
- MOIO, L., DEKIMPE, J., ETIEVANT, P.X., ADDEO, F., 1993. Volatile flavour compounds of water buffalo Mozzarella cheese. Dairy Sci. Abstr. 55(7): 553.
- MULDER, H., 1952. Taste and flavour forming substances in cheese. Neth. Milk Dairy J. 6: 157-167.
- OLSON, N.F., 1991. The impact of lactic acid bacteria on cheese flavor. FEMS Microbiol. Rev. 87: 131-148.
- ÖZTEK, L., 1991. Peynirde olgunlaşma ve buna etkili faktörler. II. Milli Süt ve Ürünleri Sempozyumu: Her Yönüyle Peynir, s. 125-141. Trakya Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 125, Tekirdağ.
- REPS, A., HAMMOND, E.G., GLATZ, B.A., 1987. Carbonyl compounds produced by the growth of *Lactobacillus bulgaricus*. J. Dairy Sci. 70: 559-562.
- SMID, E.J., POOLMAN, B., KONINGS, W.N., 1991. Casein utilization by lactococci. Appl. Environ. Microbiol. 57: 2447-2452.
- STEELE, J.L., ÜNLÜ, G., 1992. Impact of lactic acid bacteria on cheese flavor development. Food Technol. 46: 128-135.
- URBACH, G., 1993. Relations between cheese flavour and chemical composition. Dairy Sci. Abstr. 55(6): 484.
- URAZ, T., 1979. Peynirlerde acı tadın oluşumu. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 730, Ankara.
- ÜÇÜNCÜ, M., 1990. Süt Teknolojisi-II, (1. baskı). Ege Üniv. Müh. Fak. Yay. No: 88, İzmir.