

Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Beyaz Peynirlerdeki Starter Kültür Bakterilerinin Canlılıklarına Etkisi

Reyhan İrkin 

İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Karabağlar, İzmir

Geliş Tarihi (Received): 24.07.2015, Kabul Tarihi (Accepted): 16.02.2016

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): reyhan.irkın@idu.edu.tr (R. İrkin)

☎ 0 232 260 10 01 📠 0 232 260 10 04

ÖZ

“Beyaz peynir” Türkiye’de tüketilen salamurada olgunlaştırılan peynir çeşitleri arasında ilk sırada yer almaktadır. Beyaz peynirlere üretim sırasında teknoloji gereği peynirde yarar sağlayan starter kültür mikroorganizmaları ilave edilmektedir. Starter kültür mikroorganizmalarının peynirde canlılıklarını koruması ve peynirin yapısal ve duyu özelliklerine katkı sağlaması istenmektedir. Bu bakteriler peynirde proteoliz ve lipoliz reaksiyonları sonucu ürettikleri metabolitler ile tat ve aroma oluşumunu sağlamaktadırlar. Bakterilerin peynir içinde canlılıklarını sürdürebilmelerini etkileyen faktörler; peynirin içinde bekletildiği salamuranın tuz konsantrasyonu, peynirin ve salamuranın asitliği, peynirin kurumadde, salamuranın sıcaklığı vb.’dir. Beyaz peynir için salamuranın optimum şartlarının belirlenmesi hem faydalı mikroorganizmaların canlılıklarını sürdürmesi hem de insan sağlığına faydaları açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada beyaz peynir ve benzeri salamura peynirlerde salamura tuz konsantrasyonunun starter bakterilere olan etkileri ile ilgili çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beyaz peynir, Salamura, Starter kültür, Laktik asit bakterisi

Effect of Different Salt Concentrations on Starter Culture Viability in White Cheese Brines

ABSTRACT

“Turkish white cheese” is the first among the cheese varieties that have been ripened in Turkey. Starter culture microorganisms are added to white cheese during production because of their technological benefits. It is desired that protecting viability of starter bacteria in cheese and bringing positively textural and sensory properties. These bacteria are responsible for proteolysis and lipolysis reactions in cheese, resulting in metabolites and taste and aroma formation. Factors affecting the viability of these microorganisms include concentrations of salt in brine solution, acidities of cheese and brine solution, dry matter content of cheese, temperature of brine solution and etc. Determination of the optimum conditions for white brine cheese as well as to maintain the viability of both beneficial microorganisms is important in terms of the benefits to human health. In this study, studies on the effect of brine salt concentration on starter culture bacteria in white cheese and similar brine cheeses were reviewed.

Keywords: White cheese, Brine, Starter culture, Lactic acid bacteria

GİRİŞ

Beyaz peynir, Feta, Teleme, Domiati peynirleri Türkiye, Yunanistan ve Orta Doğu’da yaygın olarak üretilen, salamurada depolanarak olgunlaştırılan peynir türleridir.

Türkiye İstatistik Kurumu’nun verilerine göre ülkemizde üretilen peynirlerin %60’ını “beyaz peynir” oluşturmaktadır. Beyaz peynir ile aynı özelliklere sahip Feta peyniri’nin 12 kg/kişibaşı yıl tüketim ortalamasıyla

tüm dünyada en çok tüketilen peynir türü olduğu ifade edilmektedir [1-4].

Tuzlama, beyaz peynir üretiminde önemli proseslerden biridir ve peynirin karakteristik özelliklerini belirlemektedir. Tuz konsantrasyonu ve peynir kitlesine dağılımı, peynir kalitesini ve tercih edilebilirliğini etkileyen önemli bir parametredir [5]. Salamuradaki tuz peynir için koruyuculuk sağlamakta, tat ve aromayı etkilemekte ve insan metabolizması için gerekli Na^{+2} un sağlanması açısından önem taşımaktadır. Tuz, üründeki su aktivitesini kontrol ederek mikrobiyal gelişmeye engel olmasının yanı sıra, sütün pH ve kalsiyumu ile birlikte para-kazein hidrasyonu veya kümeleşmesini sağlayarak, kazeinin su bağlama kapasitesini ve elde edilen peynirin reolojik, tekstürel karakteristiklerini etkilemektedir. Peynirin yapısında bulunan tuz ile su aktivitesi değerleri, starter kültür bakterileri ve raf ömrünü kısaltan mikroorganizmalar açısından son derece ilişkili parametrelerdir. Peynirdeki tuz konsantrasyonunun ürünün yapısı, pH değeri ve nem miktarına uygun olması önem taşımaktadır. Tuzun gıdada bulunan su içerisinde çözünmesi ile birlikte su aktivitesi düşmekte ve mikroorganizma inhibisyonu oluşmaktadır. Tuz konsantrasyonu (\times ; g/kg) ve su aktivitesi (a_w) ile ilgili bağlantı denkliği aşağıdaki şekilde açıklanmıştır:

$$a_w = -0.0007x + 1.0042$$

Denklemden korelasyon katsayısı (r^2) 0.997'dir. Mikroorganizmalar, peynirin yapısında bulunan su içerisinde çözünen tuz oranına (%Tuz/Nem, %T/N) bağlı olarak gelişebilmekte veya gelişmeleri önlenmektedir [6].

Gıdalarda tuz miktarının optimize edilmesi, gıdalarda fazla tuz kullanımının tüketicilerin sağlığını olumsuz etkilemesine bağlı olarak tuz miktarının azaltılması ile ilgili çalışmalar da günümüzde devam etmektedir [7-10]. Tuz konsantrasyonunun azaltılmasının gıdalarda bozulmaya yol açan mikroorganizmalar üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir modelleme çalışmada tuz miktarında yapılan %3'lük azalma ile mikroorganizmaların miktarında kontrol gruplara göre istatistiksel olarak önemli bir düşme gözlenmediği belirtilmektedir. Aynı çalışmada İrlanda Kalp-Damar Sağlığı Kuruluşunun açıkladığı her yıl 10000 kişinin kalp damar sağlığı hastalığından ölmekte olduğu ve gıdalardaki yüksek tuz miktarının düşürülmesi gerektiği ile ilgili açıklamalardan da bahsedilmektedir. Beyaz peynirlerde genellikle kullanılan salamuranın tuz konsantrasyonunun %10-12 g tuz/L olduğu düşünülürse, 100 g peynir tüketen bir kişinin günlük maksimum üst sınır olarak alması gereken 5-6 g tuz miktarını almış olduğunu ve bu duruma çözüm getirilmesinin sağlık yönünden önem taşıdığına dikkat çekilmektedir [11-12].

BEYAZ PEYİR ve STARTER KÜLTÜRLER

Ticari starter kültürler 1970'den beri Türkiye'de kullanılmaktadırlar. Peynirde starter kültür olarak en çok kullanılan mikroorganizmalar *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* ve *Streptococcus* türleridir.

Lactococcus, *Streptococcus* ve *Lactobacillus* suşları hızlı asit üretimi, proteinlerin hidrolizi ve aroma maddelerinin oluşumunda sorumlu mikroorganizmalardır [13].

Türkiye'de üretilen "Beyaz Peynir" için en yaygın kullanılan starter kültür mikroorganizmalarının aşağıdakiler olduğu belirtilmektedir [10, 14]:

- *Lc. lactis* subsp. *cremoris*+ *Lc. lactis* subsp. *lactis*+ *Leu. cremoris*
- *Enterococcus durans* 41770+ *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*
- *Lc. lactis* subsp. *cremoris* + *Lb. casei* + *Lb. plantarum*
- *Lc. lactis* subsp. *cremoris* + *Lc. lactis* subsp. *lactis*
- *Lc. lactis* subsp. *lactis* + *Lb. casei*
- *Lc. lactis* subsp. *lactis* + *Lc. lactis* subsp. *cremoris* + *Lb. sake*
- *Lc. lactis* subsp. *lactis* + *Lb. casei* ve/veya *Lb. plantarum*
- *Lc. lactis* subsp. *lactis* + *Lc. lactis* subsp. *cremoris* + *Lb. helveticus*
- *Lc. lactis* subsp. *lactis* + *Lc. lactis* subsp. *cremoris* + *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris*
- *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* + *Str. thermophilus* (1:1)
- *Lc. lactis* subsp. *lactis* + *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diaceylactis* + *Lb. casei* (1:1:1)
- *Lc. lactis* subsp. *lactis* S1 + *Lb. plantarum* L8 + *Ent. durans* C20
- *Lc. lactis* subsp. *lactis* CH + *Ent. durans* CH + *Ent. faecalis* CH + *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* CH
- *Lc. lactis* subsp. *cremoris* + *Lc. lactis* subsp. *lactis* (R707) + *Lb. helveticus* LH1002 + *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*
- LB122
- *Lc. lactis* subsp. *cremoris* + *Lc. lactis* subsp. *lactis* + *Lb. casei*
- *Lc. lactis* subsp. *lactis* + *Lc. lactis* subsp. *cremoris* + *Bif. bifidum* BB12 + *Lb. acidophilus* LA5

TUZUN, BEYAZ PEYİR ve BENZERİ PEYİRLERDEKİ STARTER KÜLTÜR BAKTERİLERİNE ETKİLERİ

Tuz, peynirde starter ve starter olmayan bakteriler üzerine olan etkisi nedeniyle peynirde asit gelişimini ve olgunlaşmayı etkilemektedir. Tuzun laktik asit bakterilerinin faaliyetlerini engelleyici etki yaptığı araştırmalarda belirtilmektedir. Starter kültürlerin tuz toleransı türlerine ve alt türlerine göre değişmektedir. Peynirde laktik asit bakterilerinin yüksek tuz konsantrasyonunda daha hızlı azaldığı belirlenmiştir [15-16].

Velazquez-Varela ve ark. [17], Bakırcı ve ark. [8]'nin çalışmalarında da peynir kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden birinin peynire tuz geçişi ve meydana getirdiği etkiler olduğu bildirilmektedir. Feta peynirlerinin olgunlaştırılması aşamasında depolamada salamuradaki

tuz miktarının genellikle 5-7 g/100 g olduğu, bununla birlikte 10-14 g/100 g tuz oranının salamuradaki laktobasillerin ve mayaların gelişimi için uygunluk sağladığı belirtilmektedir. Tuz oranı peynirdeki ikincil mikroflorayı da etkileyen önemli bir faktördür.

Starter kültür bakterileri içerisinde *Lactobacillus* türlerinin tuza (>%6 tuz/nem) en dirençli mikroorganizmalar oldukları, daha sonra <%3 tuz/nem'e olan direnç ile *Str. thermophilus*' un geldiği ifade edilmektedir. *Lactococcus* türleri %4.5-5 tuz/nem değerlerine toleranslı olup, günümüzde peynir endüstrisinde starter olarak *Lactococcus* spp.'lerin tuza daha dirençli olan soylarının tercih edildiği bildirilmektedir [18]. Yapılan çalışmalarda *Lactococcus* spp. suşlarının gelişiminin ortamdaki düşük NaCl konsantrasyonlarında teşvik edilirken, >%5 tuz/nem konsantrasyonlarında suşlar üzerine güçlü inhibisyon etkiler gözlemlendiği, bu durumun mikroorganizma türlerine göre de değişebildiği, örneğin; *Lc. lactis* subsp. *lactis* suşları %4 tuz/nem konsantrasyonunda gelişirken, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*' in %2 tuz/nem konsantrasyonunda gelişmekte olup daha yüksek tuz/nem konsantrasyonlarında gelişemediği bildirilmektedir [19]. Rantsiou ve ark. [20]'nın çalışmasında Feta peynirlerinde baskın mikrofloranın *Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Lb. coryniformis*, *Lb. fermentum* olduğu, peynirlere üretimde ilave edilen mezofilik ve termofilik starter kültürlerin düşük pH ve yüksek tuz konsantrasyonu yüzünden etkilenecek canlılıklarını yitirdikleri belirtilmektedir. Salamuralarda NaCl yerine KCl kullanılmasının laktik asit bakterilerine etkilerinin araştırıldığı Ayyash ve ark. [21]'nin çalışmasında NaCl ve KCl ile farklı oranlarda (3NaCl:1KCl, 1NaCl:1KCl veya 1NaCl:3KCl) hazırlanan ve %18 NaCl oranında salamurada bekletilen Hellim peynirlerinde laktik asit bakteri sayıları arasında önemli bir farklılığa rastlanılmadığı belirtilmektedir.

Teleme peyniri üretimi sırasında *Lactococcus* spp. düşük pH ve yüksek tuza bağlı olarak peynirde sadece 5 gün canlı kalabilmektedirler. Feta peynirinde "yoğurt starter kültürü" ("*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* + *Str. thermophilus* (1:1)" kullanılması durumunda olgunlaşmanın erken bir aşamasında mikroorganizmaların canlılıklarını yitirdikleri gözlenmektedir. Bu nedenle starter kültürlerin canlılığını koruması ve peynirde asitliğin gelişebilmesinin salamuranın tuz konsantrasyonuna bağlı olduğu belirtilmektedir. Starter mikroorganizmaların kaybolması peynirde istenmeyen mikrofloranın gelişimine ve olgunlaşmanın kontrol edilememesine neden olmaktadır. Eski salamuralarda toplam canlı sayısı ve toplam laktik asit bakteri sayılarının 10^6 - 10^8 kob/mL olduğu ifade edilmektedir. *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* hücre dışına salgıladığı peptidaz ve esteraz aktiviteleri ile Feta peynirinin karakteristik hafif acımsı aromasını oluşturmaktadırlar [22]. Peynir salamuralarında tuza dirençli olarak canlılığını sürdüren laktik asit bakterileri ve mayaların peynirin dış yüzeyinde bir biyofilm tabakası oluşumu ile peynirin ekosistemi içerisinde gelişmelerini sürdürerek tat ve aromaya katkı sağladıkları belirtilmektedir, bu nedenle son yıllarda eski peynir salamuralarının yeni salamuralara ilave edilerek kullanılmaları da yaygınlaşmaktadır [23].

Salamuradaki tuz oranının Beyaz peynir salamurasında sünme gibi en önemli kalite kusurlarına yol açan *Lb. plantarum* ve/veya *Lb. casei* subsp. *casei*, *Lb. plantarum* var. *viscosum*, *Lb. pseudopiantarum* türlerinin canlılığının engellenmesi açısından önemli olduğu belirtilmektedir. Bu kusurun engellenmesi için salamura tuz konsantrasyonunun 8g /100 g'dan yüksek, pH değerinin < 4.5 olması gerektiği belirtilmektedir. Starter kültür olarak yoğurt bakterilerinin kullanılması durumunda 12 g/100 g'ın altındaki tuz konsantrasyonlarında ve pH değerinin 4.5'un üzerinde olduğu durumlarda mikroorganizmaların ekzopolisakkarit üretimine bağlı peynirde sünme kusurunun meydana gelebileceği ifade edilmektedir. Benzer şekilde düşük tuz oranı ve yetersiz asitlik gelişimine bağlı olarak *Lb. brevis*, *Lb. fermentum* ve *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranum* peynirde laktozdan gaz oluşturarak erken şişme kusuruna yol açabilmektedirler [22].

Peynirlerde biyojen amin oluşumunun da tuz konsantrasyonu ile ilişkili olduğu, starter olmayan ve peynir florasında bulunan laktobasillerin biyojen amin oluşumunda etkili oldukları tespit edilmiştir. İran tipi Beyaz Peynirlerle ilgili yapılan bir optimizasyon çalışmasında, biyojen amin oluşumunun engellenmesi için en uygun koşulların %13 (w/v) tuz içeren salamurada 9-14°C'de 43-65 gün süre ile depolama olduğu tespit edilmiştir [24].

Beyaz peynirde bulunan mikroflora peynir kalitesi yönünden büyük önem taşımaktadır. Durlu-Özkaya ve ark. [25]'nin çalışmalarında piyasadan satın alınan beyaz peynirlerden izole edilen en yaygın türlerin *Lc. paracasei*, *Lc. plantarum*, *Lc. lactis*, *Ent. faecium*, *Ent. durans* ve *Ent. hirae* olduğu, türlerin çoğunda proteolitik, lipolitik aktivite ve yüksek oranda asitlendirici etki belirtilmektedir. Benzer şekilde Manolopoulou ve ark. [26]'nin çalışmalarında da keçi ve koyun sütlerinden üretilmiş Feta peynirlerinde ortama hakim mikrofloranın termofilik kok, laktobasiller, mezofilik laktokoklar, *Str. thermophilus*, *Lb. delbrueckii* ve *Ent. faecium* olduğu ifade edilmektedir. Günümüze dek yapılan çalışmalarda Beyaz Peynir üretiminde, *Lc. lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Str. thermophilus*, *Lb. sake*, *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, *Lb. helveticus* bakterilerinden oluşan termofilik ve/veya mezofilik starter kültür kombinasyonlarının kullanıldığı belirtilmektedir. Ancak, söz konusu bakterilerin tuza dirençlerinin düşük olması, alternatiflerinin aranmasını zorunlu kılmaktadır [5]. Sarantinopoulous ve ark. [27], Feta peynirinde *Lc. lactis* ve *Lb. bulgaricus* kültür kombinasyonunun 1:3 oranında kullanılmasının aromayı arttırdığını, Panagou ve ark. [28]'i *Lb. plantarum*, *Ent. faecium* ve *Ent. durans*' in tuza olan dirençliliklerinden ötürü tat ve aroma oluşumu için bir yan kültür olarak kullanılmalarının uygun olacağını ifade etmektedirler. Ayrıca, Balkan ve Feta peynirlerinin doğal florasında bulunan *Lb. plantarum*' un peynirde bulunmasının ürüne probiyotik özellikler kazandıracığı da belirtilmektedir [29].

Kayağil ve Candan [13]'nin yaptıkları çalışmada farklı kültürler ile üretilen beyaz peynirlerde %15'lik salamurada +4°C'de depolamanın 2, 15 ve 30. günler

için toplam canlı laktik asit bakteri sayıları *Lc. lactis* subsp. *lactis* + *Lc. lactis* subsp. *cremoris* için sırasıyla 5.2×10^{10} , 2.7×10^8 , 9.9×10^7 kob/g olarak değişirken, *Lc. lactis* subsp. *lactis*+ *Lb. paracasei* için sırasıyla 1.8×10^7 , 4.5×10^7 , 9×10^6 kob/g, peynirlerde en fazla bulunan *Lc. lactis* subsp. *lactis* + *Lb. brevis* + *Lb. paracasei*'nin depolama boyunca sayılarının 5.4×10^9 , 3.2×10^8 , 1.1×10^7 kob/g olduğu ifade edilmektedir.

Litopoulou-Tzanetaki ve Tzanetakis [30]'in çalışmasında 4 günlük taze Feta peynirinde baskın floranın *Leuconostoc* spp., *Lc. lactis* ve *Lb. plantarum* olduğu, daha sonraki depolama sürecinde *Lb. brevis*, *Lb. paracasei* subsp. *paracasei*, *Lb. paraplantarum* ve *Lb. pentosus* bakterilerinin de daha sıklıkla bulunduğu belirtilmektedir.

Kılıç ve ark. [31]'nin çalışmasında ticari *L. fermentum* AB5-18, AK4-120 ve *L. plantarum* AB16-65, AC18-82 ilavesiyle (1 mL/100 mL) ürettikleri probiyotik özellikte Beyaz peynirler 13 g/100 g NaCl içeren salamurada 4°C' de 120 gün boyunca depolanmışlardır. Başlangıçta peynirlerde bulunan laktik asit bakteri sayıları 2.7×10^9 kob/g'dan 120 gün sonunda 7.42×10^7 kob/g'a azalmışlardır.

Yapılan bir araştırmada yeni üretilmiş Feta peynirlerinde ilk beş günde daha yüksek oranda laktokokların bulunduğu gözlenmiştir. Feta peynirlerinde 90 gün depolamanın ardından izolatların %81'i heterofermantatif fakültatif laktik asit bakterileri, %13.5 obligat heterofermantatif olarak tespit edilmiştir. Baskın florada *Lb. paracasei* subsp. *paracasei*, *Lb. brevis*, *Lb. hilgardii* nin ardından *Lb. plantarum* gelmektedir. Domiati peynirlerinde ise düşük pH değerleri ve yüksek tuza bağlı olarak *Lc. lactis* subsp. *lactis*'in 30 gün içerisinde azalma gösterdiği, ayrıca *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Lb. fermenti* ve *Lb. lactis*'in bu peynirde en çok bulunan türler olduğu, olgunlaştırılmış Hellim peynirinde ise *Lb. plantarum*, *Lb. brevis* ve *Lb. pentosus* ayrıca yeni bir tür olarak *Lb. cypricasei* bulunduğu bildirilmektedir [32].

Buriti ve ark. [33]'nin çalışmalarına benzer şekilde Souza ve Saad [34] teleme tuzlama yapılan Minas taze peynirinde *Lactobacillus acidophilus* ve *Streptococcus thermophilus*'un canlılığını depolama boyunca araştırmış, *Lb. acidophilus*'un depolama boyunca 6 log birimin üzerinde kaldığını, *Str. thermophilus* içeren peynirlerde ise asitlik ve proteolizin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Özer ve ark. [35] çalışmalarında ürettikleri Türk tipi beyaz peynir üretiminde starter kültür olarak *Lc. lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Lb. acidophilus* LA5, *B. bifidum* BB12 kullanmışlardır. Peynirler $7 \times 7 \times 7$ cm³ boyutlarında kesilerek %12 (w/v)'lik salamurada +4°C'de 90 gün bekletilmişlerdir. Mikroenkapsülasyon tekniği uygulanarak ilave edilen kültürlerin peynirde uzun süre canlı kaldıkları gözlenmiştir.

Sheehan ve ark. [36] *Str. thermophilus*, *Lb. helveticus* ve yan kültür olarak *Propionibacterium freundenrichii* kullanarak ürettikleri peynirleri %23 tuz

konsantrasyonunda depolamış ve *Str. thermophilus*'un sayısının 35 güne dek hızla azaldığını gözlemişlerdir. *Lb. helveticus* ise 154. güne dek azalma göstermiştir. Ayrıca kuru ve salamura tuzlamanın etkisi incelendiğinde kuru tuzlamanın bakterilere doğrudan etki yaptığı için laktik asit bakterilerinde çok hızlı azalmaların meydana geldiği ifade edilmektedir.

Tarakçı ve Tunçtürk'ün [37] çalışmalarında *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*'in yanı sıra *Str. thermophilus*, *Lb. bulgaricus* ve ayrıca *Lc. lactis*, *Lc. cremoris* ve *Lb. helveticus*'un birlikte kullanıldığı kültürler ile üretilmiş Beyaz peynirler %14 tuz konsantrasyonundaki salamurada 90 gün boyunca 7°C'de bekletilmiş ve beyaz peynirlerin özellikleri incelenmiştir. Yapılan araştırma sonucu Beyaz Peynir üretiminde her zaman kullanılan starter kültürlerin yanı sıra ilave kültür kullanılmasının peynirde olgunlaşmayı hızlandırdığı, tat ve aroma gelişimine katkı sağladığı, laktik asit bakterilerine bağlı olarak meydana gelen olumlu özellikler ile depolama maliyetlerinin de düşürülebileceği sonuçları ortaya çıkmıştır. Diğer bir benzer çalışmada da Hayaloğlu [38] farklı starter kültür kombinasyonları kullanılmasıyla üretilen beyaz peynirleri %14 tuz (w/v) konsantrasyonlarındaki salamurada bekletmesinin ardından 90 gün boyunca 6-8°C'de depolamış, laktik asit bakterilerinin oluşturduğu biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda peynirlerin daha yüksek duyuşsal puanlar aldığını tespit etmişlerdir.

McMahon ve ark. [2]'nin çalışmasında üretilen Feta peynirleri için salamuraların tuz konsantrasyonları %6.5, 8 ve 9.5 olarak hazırlanmıştır. Peynirlerdeki tuz/nem (T/N) oranı > 5.0 g/100 g yükseldikçe laktokok starter kültürlerinin azaldığı, sadece tuza dirençli olan starter olmayan laktik asit bakterilerinin canlılıklarını koruyabildikleri gözlenmiştir. Salamurada %6.5 gibi düşük tuz konsantrasyonu ve 4.6 g/100 g T/N oranı ile 22°C'de depolanan peynirlerde laktik asit bakterilerinin inhibisyonunun azaldığı ifade edilmektedir.

McMahon ve ark. [39]'nin çalışmasında tuzlama öncesi Cheddar peynirindeki laktokok mikroorganizma sayısı 6×10^8 kob/g iken yüksek ölçüde yapılan tuzlamadan (16-20 g/kg) 1 gün sonra sayısının 8×10^7 kob/g düzeyine azaldığı daha az tuzlama (6.8 g/kg) yapılan peynirlerde ise 4×10^8 kob/g olduğu gözlenmiştir. Tuzun starter laktokokların metabolik fonksiyonlarını baskıladıkları belirtilmektedir. Starter olarak kullanılan *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, T/N oranı 5.25 olduğunda engellenirken, *Lc. lactis* subsp. *lactis*'in engellenmesinde daha yüksek tuz konsantrasyonlarının gerektiği ifade edilmektedir. Ortamdaki Na⁺⁺ iyonlarının %25 azalması durumunda starter olmayan laktik asit bakterilerinin propiyonik asit sentezini arttırdığı ve depolama sırasında laktokok sayısını geçtikleri gözlenmiştir.

Lc. lactis subsp. *lactis* ve *Lc. lactis* subsp. *cremoris* kullanılması ile üretilen Domiati peynirlerinde %3 tuz (w/v) konsantrasyonunda depolanmanın ardından biyokoruyuculuk etkisi meydana geldiği ve üründe sentezlenen folat miktarının arttığı gözlenmiştir [40].

Sheehan ve ark. [41] %23 tuz konsantrasyonunda 24 saat bekletilerek ürettikleri yarı-sert tip peynirlerde *Str. thermophilus*'un 9°C'de depolama sırasında 56 gün

sonra %70-90 oranında canlılığını kaybettiğini, *Lb. helveticus*'un ise 56 günde %99 oranında azaldığını ifade etmişlerdir.

Peynirlerde kullanılan kültürlerin tuza olan dirençleri incelendiğinde kullanılan kültürler arasında *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lb.delbrueckii* subsp. *lactis* gibi laktik asit bakterileri *Lactococcus* türlerine göre salamuradaki tuz miktarına daha az tolerans göstermektedirler [42]. Önemli starter kültürlerden biri olan *Lb. plantarum* halofilik bir mikroorganizma olmamasına rağmen %20 tuz konsantrasyonunun üzerindeki salamurada canlı kalabilmektedir. Bu mikroorganizmadan elde edilen %25 tuza dirençli Lp_3562 isimli lipaz enziminin gıdalarda kullanımı ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir [43].

Bintsis ve Robinson [44]'un yaptıkları çalışmada "Feta" peynirinde kullanılan mezofilik starter kültürlerin %6-8 gibi tuz konsantrasyonlarına dayanıksız oldukları ve peynirde canlı kalamadıkları belirtilmektedir. Feta peynirlerini %6 tuz konsantrasyonundaki salamurada 60 gün boyunca bekletmiş, ayrıca salamurada *Lb. paracasei* ve *Debaromyces hansenii* maya kültürü ilave etmişlerdir. Araştırmacılar bu peynirlerde alkol, ester ve aldehitler gibi tipik Feta peyniri aromasını oluşturan bileşiklerin daha yüksek oranda sentezlendiğini tespit etmişlerdir.

Asteri ve ark. [45]'nin çalışmasında keçi sütünden yumuşak peynir üretilerek, 5°C'de 30 günlük depolama boyunca özellikleri incelenmiştir. Çalışmada *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Str. thermophilus*, *Lb. paracasei*, *Enterococcus faecalis* kültürleri kullanılmıştır. *Lb. delbrueckii* yüksek oranda asit üreten aynı zamanda proteolitik özellikte, *Str. thermophilus* asitleştirici ve peptidolitik aktiviteye sahip, *Lb. paracasei* önemli düzeyde peptidolitik aktiviteye sahip, *E. faecalis* ise lipolitik aktiviteye sahip mikroorganizmalardır. Peynir telemeleri %1 (w/w) olacak şekilde kuru tuzlanmıştır. Çalışmada termofilik laktobasillerin sayılarının 30 gün sonunda 9.26 log kob/g'dan 8.96 log kob/g'a, mezofilik laktobasillerin sayılarının ise 9.26 log kob/g'dan 9.03 log kob/g'a azaldığı, peynirlerin duyuşal özelliklerinin de yumuşak beyaz peynire benzetilerek yüksek puanlar aldığı belirtilmektedir.

SONUÇ

Genel olarak salamurada olgunlaştırılan peynir türleri ve ülkemizde en çok tüketilen peynirlerden beyaz peynire üretim sırasında ilave edilen veya peynirin ikincil florasında yer alan faydalı mikroorganizmalarının canlılığını sürdürebilmesi salamura tuz konsantrasyonu ile oldukça ilgilidir. Salamuranın tuz konsantrasyonunun optimize edilmesi ile hem tüketicilerin sağlığı korunmuş, hem de peynirlerin yapısal, mikrobiyal kaliteleri ve bozulmaya yol açan mikroorganizmaların engellenmesi sonucu ürünün raf ömrü artırılmış olacaktır. Çiğ veya pastörize süttten üretilmiş peynirlerden *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Micrococcus*, *Pediococcus* ve *Enterococcus*'lerin izolasyonu ile yeni starter kombinasyonlarının seçilmesinde tuza olan

dirençliliklerine bakılarak salamura hazırlanmasının önem taşıdığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Çakmakçı, S., 2011. Türkiye Peynirleri. Peynir Biliminin Temelleri, Editörler: A. A.Hayaloğlu, B. Özer, Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir, TR, 585p.
- [2] McMahon, D.J., Motawee, M.M., McManus W.R., 2009. Influence of brine concentration and temperature on composition, microstructure, and yield of feta cheese. *Journal of Dairy Science* 92: 4169-4179.
- [3] Aninfantakis, E.M., Moatsu, G., 2006. Feta and Other Balkan Cheeses. In: Brined Cheeses, Edited by Dr. A. Tamime, Blackwell Publishing Ltd., UK, 347p.
- [4] Toufeili, I., Ozer, B., 2006. Brined Cheeses from the Middle East and Turkey. In: Brined Cheeses, Edited by Dr. A. Tamime, Blackwell Publishing Ltd., UK, 347p.
- [5] Çelik, Ş., Uysal, Ş., 2009. Beyaz peynirin bileşim, kalite, mikroflora ve olgunlaşması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 40(1): 141-151.
- [6] Beresford, T.P., Fitzsimons, N.A., Brennan, N.L., Cogan, T.M., 2001. Recent advances in cheese microbiology. *International Dairy Journal* 11: 259-274.
- [7] Msagati, T.A.M., 2013. Minerals and Mineral Salts, In: Chemistry of Food Additives and Preservatives, John Wiley Sons Ltd. Publication, Oxford, UK, 172 p.
- [8] Bakırcı, I., Kavaz, A., Macit, E., 2011. Effect of different brine concentrations and ripening period on some quality properties of Turkish white pickled cheese. *African Journal of Biotechnology* 10(56): 11925-11931.
- [9] Üçüncü, M., 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir. 1236 s.
- [10] Hayaloglu, A.A., Guven, M., Fox, P.F., 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish white cheese 'beyaz peynir'. *International Dairy Journal* 12: 635-648.
- [11] Durack, E., Gomez, M.A., Wilkinson, M.G., 2013. The effect of salt reduction on the growth of food spoilage bacteria in model broth systems and salt-adjusted ready meals. *Journal of Food Safety* 33: 302-312.
- [12] Otaibi, M.M.A., Wilbey, R.A., Robinson, R.K., 2002. Reducing salt in Feta. *Dairy Industries International* 6: 16-18.
- [13] Kayagil, F., Candan, G., 2009. Effects of starter culture combinations using isolates from traditional cheese on the quality of Turkish White Cheese. *International Journal of Dairy Technology* 62(3): 387-396.
- [14] Hayaloglu, A.A., Ozer, B.H., Fox, P.F., 2008. Cheeses of Turkey: Varieties ripened under brine. *Dairy Science and Technology* 88: 225-244.
- [15] Fortin, M.H., Champagne, C.P., Gelais, D.S., Britten, M., Fustier, P., Lacroix, M., 2011. Effect of time inoculation, starter addition, oxygen level and salting on the viability of probiotic cultures during

- Cheddar cheese production. *International Dairy Journal* 21: 75-82.
- [16] Koçak, C., Kılıç-Akyılmaz, M., Turhan, M., 2011. Peynirde Tuzlama. Peynir Biliminin Temelleri. Editörler: A.A., Hayaloğlu, B., Özer, Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir, TR, 235p.
- [17] Velazquez-Varela, J., Fito, P. J., Castro-Giraldez, M., 2014. Thermodynamic analysis of salting cheese process. *Journal of Food Engineering* 130: 36–44.
- [18] Johnson, M.E., 2014. Mesophilic and Thermophilic Cultures Used in Traditional Cheesemaking. In *Cheese and Microbes*: Edited by C.W., Donnelly, SM Press, Washington, US, 73 p.
- [19] Gürsoy, O., Kesenkaş, H., 2011. Peynir Mikrobiyolojisi. Peynir Biliminin Temelleri Editörler: A.A., Hayaloğlu, B., Özer, Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir, TR, 79p.
- [20] Rantsiou, K., Urso, R., Dolci, P., Comi, G., Coccolin, L., 2008. Microflora of Feta cheese from four Greek manufacturers. *International Journal of Food Microbiology* 126: 36–42.
- [21] Ayyash, M.M., Shah, N.P., 2010. Effect of Partial substitution of NaCl with KCl on Halloumi cheese during storage: chemical composition, lactic bacterial count, and organic acids production. *Journal of Food Science* 75(6): 525-529.
- [22] Bintsis, T., 2006. Quality of Brine. In: *Brined Cheeses*, Edited by Dr. A., Tamime, Blackwell Publishing Ltd., UK, 347p.
- [23] Montel, M.C., Buchin, S., Mallet, A., Paus, C.D., Vuitton, D.A., Desmasures, N., Berthier, F., 2014. Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. *International Journal of Food Microbiology* 177: 136–154.
- [24] Aliakbarlu, J., Alizadeh, M., Mehdirazavi, R., Naser, A., 2011. Biogenic amines in Iranian white brine cheese: modelling and optimisation of processing factors. *International Journal of Dairy Technology* 64(3): 417-424.
- [25] Durlu- Ozkaya, F., Xanthopoulos, V., Tunail, N., Tzanetaki, E.L., 2001. Technologically important properties of lactic acid bacteria isolates from Beyaz cheese made from raw ewes' milk. *Journal of Applied Microbiology* 91: 861- 870.
- [26] Manolopoulou, E., Sarantinopoulos, P., Zoidou, E., Aktypis, A., Moschopoulou, E., Kandarakis, I.G., Anifantakis, E.M., 2003. Evolution of microbial populations during traditional Feta cheese manufacture and ripening. *International Journal of Food Microbiology* 82: 153– 161.
- [27] Sarantinopoulos, P., Kalantzopoulos, G., Tsakalidou., 2002. Effect of *Enterococcus faecium* on microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Greek Feta cheese. *International Journal of Food Microbiology* 76: 93– 105.
- [28] Panagou, E.Z., Nychas, G.J.E., Sofos, J.N., 2013. Types of traditional Greek foods and their safety. *Food Control* 29: 32- 41.
- [29] Georgieva, R.N., Iliev, I.N., Chipeva, V.A., Dimitonova, S.P., Samelis, J., Danova, S.T., 2008. Identification and in vitro characterisation of *Lactobacillus plantarum* strains from artisanal Bulgarian white brined cheeses. *Journal of Basic Microbiology* 48: 234–244.
- [30] Litopoulou-Tzanetaki, E., Tzanetakis, N., 2011. Microbiological characteristics of Greek traditional cheeses. *Small Ruminant Research* 101: 17– 32.
- [31] Kilic, B.G., Kuleasan, H., Eralp, I., Karahan A.G., 2009. Manufacture of Turkish Beyaz Cheese added with probiotic strains. *LWT - Food Science and Technology* 42: 1003–1008.
- [32] Bintsis, T., Papademas, P., 2002. Microbiological quality of white-brined cheeses: a review. 55(3): 113-120.
- [33] Buriti, F.C.A., Rocha, J.S., Saad, S.M.I., 2005. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. *International Dairy Journal* 15: 1279–1288.
- [34] Souza, C.H.B., Saad, S.M.I., 2009. Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt starter culture and implications on physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage. *LWT - Food Science and Technology* 42: 633–640.
- [35] Özer, B., Kırmacı, H.A., Senel, E., Atamer, M., Hayaloglu, A., 2009. Improving the viability of *Bifidobacterium bifidum* BB-12 and *Lactobacillus acidophilus* LA-5 in white-brined cheese by microencapsulation. *International Dairy Journal* 19: 22–29.
- [36] Sheehan, J.J., Wilkinson, M.G., McSweeney, P.L.H., 2008. Influence of processing and ripening parameters on starter, non-starter and propionic acid bacteria and on the ripening characteristics of semi-hard cheeses. *International Dairy Journal* 18: 905–917.
- [37] Tarakçı, Z., Tunçtürk, Y., 2008. The effect of adjunct cultures on some chemical and biochemical properties of white- brined cheese. *Journal of Food Biochemistry* 32: 490–505.
- [38] Hayaloglu, A.A., Guven, M., Fox, P.F., 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White Cheese 'Beyaz Peynir'. *International Dairy Journal* 12: 635-648.
- [39] McMahon, D.J., Oberg, C.J., Drake, M.A., Farkye, N., Moyes, L.V., Arnold, M.R., Ganesan, B., Steele, J., Broadbent, J.R., 2014. Effect of sodium, potassium, magnesium, and calcium salt cations on pH, proteolysis, organic acids, and microbial populations during storage of full-fat Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 97: 4780-4798.
- [40] Ayad, E.H.E., 2009. Starter culture development for improving safety and quality of Domiati cheese. *Food Microbiology* 26: 533-541.
- [41] Sheehan, J.J., Fenelon, M.A., Wilkinson, M.G., Mcsweeney, P.L.H., 2007. Effect of cook temperature on starter and non-starter lactic acid bacteria viability, cheese composition and ripening indices of a semi-hard cheese manufactured using thermophilic cultures. *International Dairy Journal* 17: 704–716
- [42] Sheehan, J.J., 2007. Salt in Cheese In: *Cheese problems solved*. Edited by P.L.H. Mc Sweeney. Woodhead Publishing Limited and CRC Press Cambridge, England, 424p.

- [43] Esteban-Torres, M., Mancheno, J. M., Rivas, B., Munoz, R., 2015. Characterization of a halotolerant lipase from the lactic acid bacteria *Lactobacillus plantarum* useful in food fermentations. *LWT - Food Science and Technology* 60: 246-252.
- [44] Bintsis, T., Robinson, R.K., 2004. A study of the effects of adjunct cultures on the aroma compounds of Feta-type cheese. *Food Chemistry* 88: 435-441.
- [45] Asteri, I.A., Kittaki, N., Tsakalidou, E., 2010. The effect of wild lactic acid bacteria on the production of goat's milk soft cheese. *International Journal of Dairy Technology* 63(2): 234-242.
-