

BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİNDE *Lactobacillus sake*'NİN STARTER KÜLTÜR OLARAK KULLANILMASI

Sadi AKGÜN*

Utilisation de souche de *Lactobacillus sake* comme la culture des ferments à la fabrication de fromage blanc.

Résumé: Le présent travail a été effectué au point de vue de mettre en évidence de la possibilité d'utilisation de souche de *Lactobacillus sake* comme la culture des ferments au cours de la fabrication de fromage blanc.

Le fromage a été fabriqué à partir du lait pastörisé à 72 °C pendant 2 minute et partagé en deux parties: La première estensemencé en bacteries lactiques à raison de 2 % à 32 °C. La deuxième partie estensemencé en bacteries lactiques à raison de 2 % et *Lactobacillus sake* qui est la culture de la saucisse, à raison de 0.5 % à la même température.

Au cours de la maturation des fromages, on a effectué leurs analyses chimiques, microbiologiques et organoleptiques.

En conclusion, on a constaté que;

- *Lactobacillus sake*, *Streptococcus lactis* et *Streptococcus cremoris* peuvent se multiplier dans le lait et dans le fromage sans empêcher l'un à l'autre.

- L'utilisation de la culture de ferment de *Lactobacillus sake* convient à la fabrication du fromage blanc.

- Les indices de maturation des fromages fabriqués à partir du lait ensemencé en *L. sake* sont plus élevés.

- L'arôme du fromage blanc fabriqué avec la culture de *L. sake* se développe rapidement et plus distinct. Les activités chimiques et microbiologiques sont plus intenses au cours de la maturation, les qualités des organoleptiques et physiques des fromages sont améliorées et la durée de la maturation s'accourci.

Özet: Bu çalışma, beyaz peynir üretiminde *Lactobacillus sake*'nin starter kültür olarak kullanılabilme olanaklarının araştırılması amacı ile ele alınmıştır.

Bu amaçla piyasadan elde edilen inek sütü 72 °C'de iki dakika pastörize edildikten sonra iki gruba ayrılmış, birinci grup süte yalnız %2 oranında ticari starter kültür, ikinci grup süte ise %2 oranında ticari starter kültür ile beraber %0.5 oranında sucuk starter kültürü olan *Lactobacillus sake* ilave edildikten sonra peynir yapılmıştır.

Olgunlaşma süresince peynirlerin kimyasal, mikrobiyolojik ve organoleptik muayeneleri yapılmıştır.

Lactobacillus sake ile *S. lactis* ve *S. cremoris*'in uyumlu olarak aynı ortamda üreyebilecekleri, *L. sake*'nin beyaz peynir kültürü olarak kullanılabileceği, *L.*

sake ile yapılan peynirlerde olgunlaşma indeksinin arttığı, beyaz peynire özgü aromanın daha çok ve daha çabuk oluştuğu, olgunlaşma sırasında salamura içerisinde kimyasal ve mikrobiyolojik faaliyetlerin daha hızlı olduğu ve tuzdan etkilenmediği, organoleptik ve fiziksel kalitede önemli iyileşme sağlandığı, beyaz peynirin olgunlaşma süresinin kısaldığı saptanmıştır.

Giriş

Süt ürünlerinin yapımında ürüne özgü lezzet, yapı, tekstür ve görünüm kazandırmak amacı ile süt, krema ya da her ikisinin karışımına ilave edilen starter kültürler üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Peynir üretiminde en çok kullanılan kültürler *Deinococcaceae* familyasının *Streptococcus*, *Pediococcus* ve *Leuconostoc*; *Lactobacillaceae* familyasının da *Lactobacillus* soyundan (5) laktik bakteriler diye adlandırılan (33) bakteriler ile bazı maya ve küflerin bir veya daha fazla türlerinin seçilmiş kültürleridir. Ancak ülkemizde beyaz peynire özgü ticari starter kültür üretimine geçilemediğinden Avrupa'dan ithal edilen starter kültürler yaygın olarak kullanılmaktadır (1). Kullanılan ticari starter kültürler *Streptococcus lactis* ve *Streptococcus cremoris* karışımından oluşmaktadır. Bunun yanısıra Marmara bölgesinde "kültürlü peynir" adı altında piyasaya sürülen beyaz peynir ise; yüksek derecede pastörize edilen (85-90°C) sültere yoğurt kültürü ilave edilerek yapılmaktadır. Halbuki 1964 yılında ve daha sonraki yıllarda yapılan araştırmalarda beyaz peynire özgü yapı ve aromanın oluşumunda doğal flora içinde rol oynayan enterokok grubu streptokoklardan (*S. faecium* ve *S. faecalis*) seçilmiş bir suşu ile laktobasilluslardan (*L. plantarum*, *L. casei*) seçilmiş bir suşu kapsayan bir kültür kullanılmasının uygun olacağı bildirilmiştir (24). Nitekim daha sonra yapılan çalışmalarda çeşitli bakterilerin kombinasyonları denenmiş ve Çelik (7), *S. cremoris*, *S. lactis* ve *Leuconostoc cremoris* karışımını; Ergüllü (10), *S. lactis*, *L. casei*, *L. plantarum* karışımını; Kaymaz (17), Akgün ve Anar (1), *S. cremoris* (%95) ile *S. lactis* (%5) karışımını; Tunail (36), *S. durans* ile *L. bulgaricus* karışımını; Tunail ve ark. (37), *S. lactis*, *S. diacetylactis*, *L. casei* karışımını; Üçüncü (39), *S. cremoris*, *S. diacetylactis*, *Leu. cremoris* karışımını önermişlerdir.

Yurt dışında yapılan araştırmalarda beyaz peynir ve benzerlerinin üretiminde, Dilanyan ve ark. (8), *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. diacetylactis*, *L. casei*, *L. helveticus*; Girginov ve Velichkova (14), *S. lactis*, *S. thermophilus*, *L. casei*, *L. bul-*

garicus; Mansour (20), *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. thermophilus*, *Leu. cremoris*; Misic ve Petrovic (21), *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. diacetylactis*, *L. casei*, Naguib ve ark. (22), *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. faecalis*, *S. faecium*; Stefanova ve Nikolava (34), *S. lactis*, *L. casei*; Stevic ve ark. (35), *S. cremoris*, *S. lactis*, *L. casei*, *S. faecalis*, karışımlarının kullanılmasını önermişlerdir.

Görüldüğü gibi araştırmacılar saf kültür seçimiinde değişik peynir çeşitlerinde kullanılan mikroorganizmalardan yararlanmışlardır. Oysaki beyaz peynir en az %6 tuzlu salamura içerisinde, asit ortamda ve +4°C'de olgunlaştırılan peynir olup (1, 2), Özer (24)'in önerdiği gibi, bu şartlarda peynirin bünyesinde üremeye devam edebilen mikroorganizmaların seçilmesi uygun olacaktır.

Diğer yönden fermente sucuklarda da ürüne özgü kıvam, lezzet, aroma ve renk, olgunlaşma sırasındaki bakteriyel, enzimatik ve biyokimyasal reaksiyonlara bağlı olarak şekillenmektedir. Fermente sucuğun olgunlaşması ve buna bağlı olarak kalitelerinin gelişmesinde en önemli faktör kullanılan starter kültürlerin aktivitesidir. Et ürünleri yapımında kullanılan starter kültürlerden laktik asit bakterileri olan *L. sake*, *L. plantarum* ve *L. curvatus* dominant florayı oluşturmaktadırlar. Glikoz ve diğer karbonhidratları kullanarak et ürünlerinde sadece laktik asit oluştururlar. Glukonodelta laktondan glukonik asit; glukonik asitten asetik asit, glikozdan diacetyl ve acetoin üretmeleri yanı sıra proteolitik ve lipolitik etkileriyle beraber sucukta yapısal nitelikler, kıvam, renk ve lezzetin gelişmesinde etkin rol oynarlar (19, 27, 28).

Bunlardan, A.Ü. Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nda sucuklardan izole edilen ve tanımlanarak saf kültür halinde stoklanan *Lactobacillus sake* Ls 9 suşu, glikozdan CO₂ oluşturmayıp, glikozdan diasetil ve asetoin oluşturma özelliğindedir. Fermente edilebilir şekerlerin spektrumunu geniş olup, amigdalin, arabinozu, eskülini, fruktozu, galaktozu, glikozu, glukonatu, laktozu, maltozu, eskülini, galaktozu, glukozu, glukonatu, laktozu, maltozu, mannozu, mellibiyozu, D ribozu, sak-

karozu, sellobiozu, salisini (zayıf) trehalozu fermente etme özelliğine sahiptir. Homofermentatif karakterli olup laktozdan DL izomer laktik asit oluşturma, nişastayı, ksilozu, L rhamnozu, mannitolu, mellezitozu, rafinozu, sorbitolu fermente etmeme, pH 3.9'da, +4°C ile 25°C arasında ve %8 NaCl'ü ortamda iyi üremesine karşın, %10 tuzlu ortamda yavaş üreme özelliğinde olan bir suşur (25).

L. sake ayrıca et ve et ürünlerinde potansiyel bir koruyucu kültür olarak kullanılmaktadır. Bu koruyucu etkisi oluşturduğu laktik asit ile pH'nın düşmesinin yanısıra ürettikleri diğer metabolizma ürünlerinden limon asidi, hidrojen peroksit, bir bakteriosin olan sakasin A, laktosin S ve benzeri antibiyotiklerden kaynaklanmaktadır. Asitliğin artmasıyla *S. typhimurium* ve *S. aureus*'un gelişimini engellediği, sakasin A ve laktosin S üreterek Gram (+) mikroorganizmaların; *Carnobacterium piscicola*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus alimentarius*, *Lactobacillus sake* 15521 ATCC, *Leuconostoc paramesenteroides* ve özellikle *Listeria monocytogenes*'in üremesini durdurduğu tesbit edilmiştir (5, 30, 31).

Bu özelliklerine rağmen yapılan yurt içi ve yurt dışı literatür taramalarında *L. sake*'nin süt ürünlerinde starter kültür olarak kullanıldığına veya süt mikroflorası içinde yer aldığına dair herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Beyaz peynirin olgunlaşma şartları olan +4°C'de, %10 tuzlu suda ve düşük pH (pH 3.9) da üreyebilen, sakkarolitik, proteolitik ve lipolitik etkisi olan, homofermentatif karakterli, fermente sucukların tabii mikroflorasını oluşturan *Lactobacillus sake*'nin beyaz peynirin üretimi ve olgunlaşması sırasında kolayca üreyebileceği ve peynirin aromasına katkıda bulunabileceği düşüncesiyle starter kültür olarak kullanılabilecek olanaklarını araştırmak amacı ile bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Metot

Araştırmada, her defasında piyasadan temin edilen 120 kg inek sütü kullanılarak, A.Ü. Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'na ait süt ünitesinde deneysel olarak 3 kez üretilen beyaz peynir örnekleri materyal olarak kullanılmıştır.

Kontrol Çalışmaları: Kullanılan ticari starter kültürün içerisindeki *S. lactis* ve *S. cremoris* ile A.Ü. Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı kültür koleksiyonundaki *Lactobacillus sake* Ls 9 suşunun uyumluluklarının kontrolü amacı ile 2 litre steril süt alınmış ve içerisine %2 oranında ticari starter kültür ile %0.5 oranında *Lactobacillus sake* Ls

9'nin MRS buyyondaki 24 saatlik saf kültüründen ilave edilerek 32°C'de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre içerisinde her 2 saatte bir 1ml alınarak laktik streptokoklar ve laktobasillerin sayımı yapılmıştır.

Beyaz peynir yapılışı: Her seri peynir üretimi için asitlik derecesi %0.18±0.01 LA olan ve %3.4±0.1 yağlı inek sütü kullanılmıştır. Beyaz peynir yapılacak süte inhibitör madde ve antibiyotik kalıntısı olmadığı tesbit edildikten sonra süt 32°C'de 2 dakika süre ile ısıtılmıştır. Süt 32°C'ye kadar soğutulduktan sonra 20 g/100 kg oranında kalsiyum klorür ilave edildikten sonra 60 kg'lık iki gruba ayrılmıştır. 1. gruba %2 oranında yalnız ticari starter kültür (Chr. Hansen No: 54 *S. lactis* %5, *S. cremoris* % 95) ilave edilmiştir. 2. grup süte ise %2 oranında aynı ticari starter kültür ile beraber %0.5 oranında *Lactobacillus sake* Ls 9'nin MRS buyyondaki 24 saatlik saf kültüründen ilave edilmiştir. Sütler daha sonra 2:10 (v/w) oranında peynir mayası (kimozi) (1/12 000) ile mayalanarak pıhtılaşma sağlanmıştır. Pıhtılaşma zamanı saptanıp 4 ile çarpılarak pıhtıyı kesme zamanı bulunmuş ve bu süre sonunda pıhtı 2x2x2 cm boyutlarında kesilerek peynir suyunun ayrılması amacı ile önce 10 dakika kendi serumu içerisinde daha sonra 2 saat süreyle ağırlık altında (20 kg/100 kg) baskıya alınarak süzölmeye bırakılmıştır. Süzölme sonunda teleme kitlesi 8x8x8 cm boyutunda kesilmiş ve %13'lük tuzla suda 13±0.5 saat bekletildikten sonra özel tavalara alınarak 20°C'deki odada, asitliğin %1.8 LA'ya ulaşması sağlanmıştır. Gerekli asitliğe ulaşan peynirler %6'lık salamura içerisinde +4°C'de olgunlaşmaya bırakılmıştır. Peynirler 90 gün süreyle olgunlaştırılmış ve bu süre içerisinde 1., 7., 15., 30., 45., 60. ve 90. günlerde aşağıdaki analizler yapılmıştır.

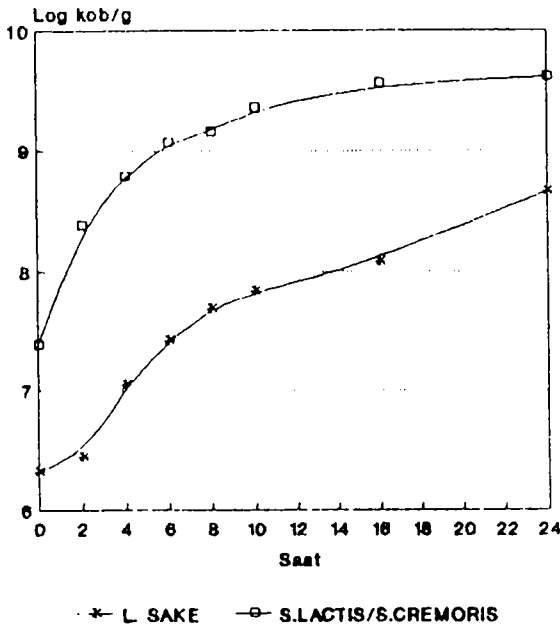
Kimyasal Analizler: Süt ve peynir örneklerinde tuz ve kuru madde miktarı FIL/IDF'in standart metoduna (11, 12) göre saptanmıştır. Asitlik derecesi % titre edilebilir asit cinsinden ve 10 ml veya 10 gram üzerinden belirlenmiştir. Toplam azot ve eriyebilir azot miktarları peynirin 0.5 M tri sodyum sitratlı çözeltilerinden mikro Kjeldahl metodu ile saptandıktan sonra olgunlaşma indeksi hesaplanmıştır (4).

Mikrobiyolojik analizler: Mikrobiyolojik analizlerde süt ve peynir numunelerinin steril peptonlu suda 10⁻⁸e kadar hızlanan dilüsyonlarından damla plak yöntemiyle çift paralelli ekimler yapılarak, aerob mezofil genel canlı tesbitinde Tryptone Soya Agar (TSA-Oxoid CM 131) 48 saat süreyle 30°C'de, laktik streptokokların sayımı için M 17 Agar (Difco 1857) 48 saat süreyle 30°C'de aerob koşullarda, koliform bakterilerin tesbit edilmesinde Violet Red

Bile Lactose Agar (VL-Oxoid CM 107) 37°C'de 24 saat anaerob koşullarda, laktobasil-lerin izolasyonunda Man-Rogosa-Sharpe Agar (MRS- Oxoid CM361) 37°C'lik erüvde anaerob koşullarda 72 saat inkübe edilmiştir (13).

Beyaz peynir örneklerinin organoleptik değerlendirilmesi: Bu amaç için beyaz peynir standart organoleptik değerlendirme cetveli kullanılmıştır. Organoleptik değerlendirmede en az 5 panel üyesi bulunmuştur. Panelistlerce saptanan organoleptik bulgular 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir (2).

İstatistiksel değerlendirme: Süt ve peynir örneklerinin bileşimsel ve organoleptik verilerinin aritmetik ortalamaları ve mikroorganizma sayılarının geometrik ortalamaları arasında istatistiksel yönden önemli derecede farklılıkların



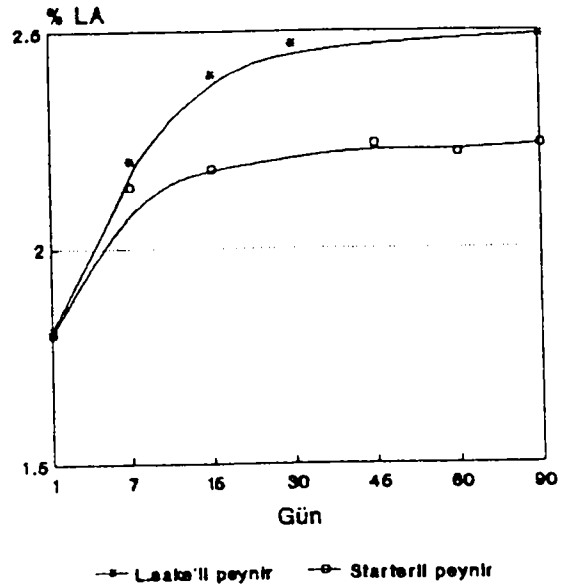
Şekil 1. Sütte kültür aktiviteleri Fig. 1 les activités des ferments dans le lait.

bulunup bulunmadığı t testi uygulamaları sonunda elde edilen bulgularla belirlenmiştir (32).

Bulgular

Kullanılan ticari starter kültürün içerisindeki *S. lactis* ve *S. cremoris* ile *Lactobacillus sake* Ls 9 suşunun uyumluluklarının kontrolü amacı için 2 litre steril sütle yapılan deney sırasında MRS buyyondaki 24 saatlik saf kültürünün 1 ml'sindeki *Lactobacillus sake*'nin sayısı 4.0×10^8 kob iken, %0.5 oranında ilave edildikten sonra 2000 ml steril sütün ml'sindeki sayısı 2.1×10^6 kob olmuştur. 24 saat süreyle sayısı artarak, 2. saatte 2.8×10^6 kob, 4. saatte, 1.1×10^7 kob, 6. saatte 2.6×10^7 kob, 8. saatte 4.8×10^7 kob, 10. saatte 6.9×10^7 kob, 16. saatte 1.2×10^8 kob ve 24. saatte 4.6×10^8 kob'a ulaşmıştır (Şekil 1).

Aktif hale getirilen ticari starter kültürün 1 ml'sinde 1.8×10^9 kob laktik streptokok olduğu

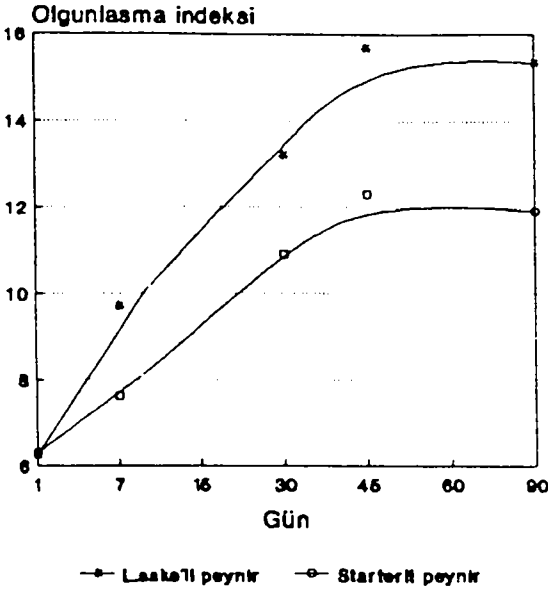


Şekil 2. Beyaz peynir örneklerinde asitlik seyri.

Tablo 1. Olgunlaşma sırasında peynir örneklerindeki kimyasal analiz sonuçlarının ortalaması

Tableau 1. Moyenne des résultats chimiques des fromages au cours de la maturation.

Günler	L. Sake'li peynirler				Ticari starterli peynirler			
	Asitlik %LA	Total azot%	Eriyebilir azot%	Olgunlaşma indeksi	Asitlik %LA	Total azot%	Eriyebilir azot%	Olgunlaşma indeksi
1	1.81	2.88	0.18	6.25	1.80	2.85	0.18	6.31
7	2.20	2.68	0.26	9.70	2.14	3.01	0.23	7.64
15	2.40	2.86	0.28	9.79	2.18	2.65	0.29	10.94
30	2.47	2.86	0.38	13.20	2.09	2.84	0.31	10.91
45	2.44	2.87	0.45	15.67	2.18	2.76	0.34	12.31
60	2.43	2.81	0.38	13.52	2.11	2.89	0.32	11.07
90	2.49	2.87	0.44	15.33	2.24	2.85	0.34	11.92



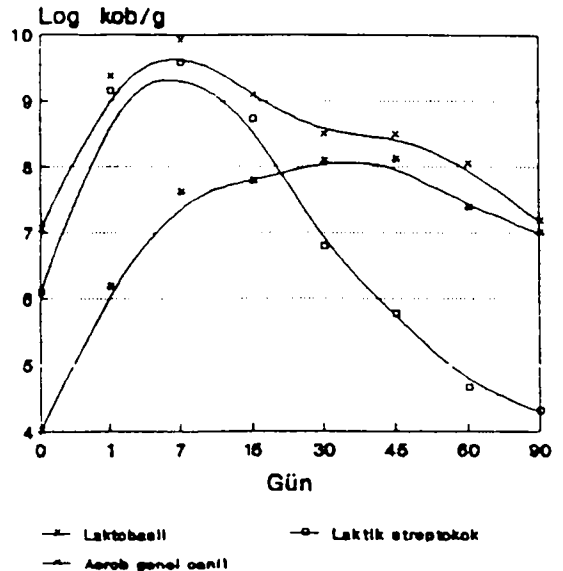
Şekil 3. Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma indeksi seyri. Fig. 3 Evolution des indices de maturation.

saptanmıştır. Bundan %2 oranında 2000 ml'lik aynı steril süte ilavesinden sonra yapılan sayımda laktik streptokok sayılarının 2.4×10^7 kob/ml olduğu, sayılarının hızla artarak ml'de 2. saate 2.4×10^8 kob, 6. saate 1.2×10^9 kob olmuş, 8. saatten itibaren sayıları yavaş ve düzenli olarak artmaya devam etmiş, 10. saate 2.3×10^9 kob, 24. saate 4.1×10^9 kob olmuştur (Şekil 1). Bakterilerin bu aktivite seyirleri, *Lactobacillus sake* ile *S. lactis* ve *S. cremoris*'in uyumlu olarak aynı ortamda üreyebileceklerini göstermiştir.

Asitlik seyri: Üretimden 1 gün sonra peynir örneklerinin asitliği %1.8 LA ulaşınca, birer kâğıtları analize alınmış diğerleri salamura içerisinde olgunlaştırılmaya bırakılmıştır. Olgunlaşma sırasında *L. sake* ilave edilerek yapılan peynirlerde asitlik 7. gün ortalama %2.20 LA ($s=0.09$) olmuş, yükselmeye devam ederek 30. günde ortalama %2.47 LA ($s=0.11$) olmuştur. Olgunlaşmanın 45., 60. ve 90. günlerinde peynir örneklerinin asitlikleri arasındaki farkın $P<0.05$ düzeyinde önemsiz olduğu saptanmıştır (Tablo 1, Şekil 2).

Endüstriyel yöntemle yalnız ticari kültür kullanılarak yapılan beyaz peynir örneklerinde asitlik olgunlaşma süresince artmış, 7. günde %2.14 LA ($s=0.13$) olmuş, düzensiz ve yavaş artmaya devam ederek 90. günde %2.24 LA ($s=0.34$)'a ulaşmıştır.

Total azot miktarları: *L. sake* ve yalnız ticari starter kültür ilave edilerek yapılan her iki grup beyaz peynir örneklerinin total azot mik-



Şekil 4. *L. sake*'li beyaz peynir örneklerinde mikroorganizmaların seyri. Fig. 4 Evolution des microorganismes des fromages fabriqués avec la culture de *L. sake*.

tarları %2.65 ile %3.06 arasında düzensiz bir dağılım göstermiş olup, olgunlaşma süresi boyunca peynirler arasında ve günler arasındaki total azot miktarı değişimlerinin $P<0.05$ düzeyinde farklı olmadığı saptanmıştır. Peynirlere ve olgunlaşma günlerine ait total azot miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Suda eriyen azot miktarları: Bütün peynirlerde ilk gün ortalama 0.18 ± 0.01 olan eriyebilir azot miktarı olgunlaşma süresince yavaş bir artış göstermiştir. *L. sake* katılarak yapılan peynirlerde olgunlaşmanın 7. gününde ortalama 0.26 ± 0.02 den 45. günde ortalama 0.45 ± 0.04 e yükselmiş ve 90. güne kadar düzensiz bir seyir göstermiştir (Tablo 1). Yalnız ticari starter kültür katılarak üretilen peynirlerde ise olgunlaşmanın 7. gününde ortalama 0.23 ± 0.01 iken, 30. gün ortalama 0.31 ± 0.03 olmuş, 45. gün ortalama 0.34 'e yükselmiş (Tablo 1) ve 45. günden itibaren olgunlaşma sonuna kadar değerler arasındaki farkın $P<0.05$ düzeyde önemsiz olduğu saptanmıştır.

Olgunlaşma indeksi: Araştırmada peynirler için hesaplanan olgunlaşma indeksi bulguları Tablo 1'de ve Şekil 3'de gösterilmiştir. Her iki grup peynir örneklerinde 45. güne kadar hızlı bir yükselme görülmüş olup, *L. sake* ilave edilerek yapılan beyaz peynir örneklerinde 45. gün ortalama 15.67, yalnız ticari starter kültür ilave edilerek yapılan beyaz peynir örneklerinde ise ortalama 12.31 olduğu saptanmıştır. Her iki grup peynir örneklerinin olgunlaşma indeksinde 45. günden sonra, 90. güne kadar kendi arala-

Tablo 2. Olgunlaşma sırasında peynir örneklerindeki mikroorganizma sayılarının ortalaması (kob/g)
Tableau 2. Moyenne des résultats microbiologiques des fromages au cours de la maturation.

Günler	L. Sake'li peynirler			Ticari starterli peynirler		
	Aerob genel canlı	Laktobasiller	Laktik streptokoklar	Aerob genel canlı	Laktobasiller	Laktik streptokoklar
süt	1.1×10^7	1.0×10^4	1.2×10^6	4.8×10^7	$< 2.0 \times 10^2$	1.6×10^6
1	2.3×10^9	1.5×10^6	1.4×10^9	1.6×10^9	$< 2.0 \times 10^2$	6.4×10^8
7	8.1×10^9	4.0×10^7	3.8×10^9	2.8×10^9	$< 2.0 \times 10^2$	2.2×10^9
15	1.2×10^9	5.9×10^7	5.2×10^8	8.0×10^8	1.0×10^3	7.1×10^8
30	3.1×10^8	1.2×10^8	5.9×10^6	8.1×10^6	1.1×10^3	2.2×10^6
45	3.2×10^8	1.3×10^8	5.8×10^5	7.3×10^5	6.4×10^4	1.8×10^5
60	1.1×10^8	2.4×10^7	4.4×10^4	2.4×10^5	4.1×10^4	2.0×10^4
90	1.5×10^7	1.0×10^7	2.0×10^4	3.5×10^4	1.3×10^4	1.4×10^4

ında, günler arasında önemli bir farklılık saptanamamıştır.

Mikroorganizmaların seyri: Beyaz peynir örneklerinde yapım ve olgunlaşma sırasında koliform bakteri saptanamamıştır.

Ticari starter kültür ile beraber *L. sake* katılan peynir yapılacak sütte (Tablo 2, Şekil 4'de 0. gün) aerob genel canlı sayısı 1.1×10^7 kob/ml, laktobasil sayısı 1.0×10^4 kob/ml, laktik streptokok sayısı 1.2×10^6 kob/ml iken, aerob genel canlı sayısı olgunlaşmanın 1. gününde 2.3×10^9 kob/g'a, 7. gününde 8.1×10^9 kob/g'a kadar yükseldikten sonra 15. günden itibaren sayısı düşmeye başlamış ve 90. günde 1.5×10^7 kob/g olmuştur. Laktobasil sayısı olgunlaşmanın 45. gününe kadar yavaş ve düzenli artarak 1.3×10^8 kob/g'a ulaşmış, sonra sayıları azalmaya başlamış ve 90. gün 1.0×10^7 kob/g'a düşmüştür. Laktik streptokoklar ise hızlı bir tarzda olgunlaşmanın 7. gününe kadar yükselmiş, sayıları 3.8×10^9 kob/g olmuş ve aynı tarzda hızla azalarak olgunlaşmanın 90. gününde sayıları 2.0×10^4 kob/g'a düşmüştür (Tablo 2 ve Şekil 4).

Yalnız %2 oranında ticari starter kültür ilave edilerek yapılan beyaz peynir sütünde (Tablo 2, Şekil 5'de 0. gün) aerob genel canlı sayısı 4.8×10^7 kob/ml, laktobasil sayısı $< 2.0 \times 10^2$ kob/ml, laktik streptokok sayısı ise 1.6×10^6 kob/ml olarak bulunmuştur. Aerob genel canlı sayısı olgunlaşmanın başlangıcında artarak 7. gününde 2.8×10^9 kob/g olmuş ve olgunlaşmanın sonuna kadar azalarak 3.5×10^4 kob/g'a kadar yükselmiş, sonra hızla azalarak 90. günde 1.4×10^4 kob/g olmuştur. Olgunlaşmanın başlangıcında sayıları 2.0×10^2 kob/g'nin altında olan laktobasiller ancak olgunlaşmanın 15. gününde sayılmaya başlanmış, 45. güne

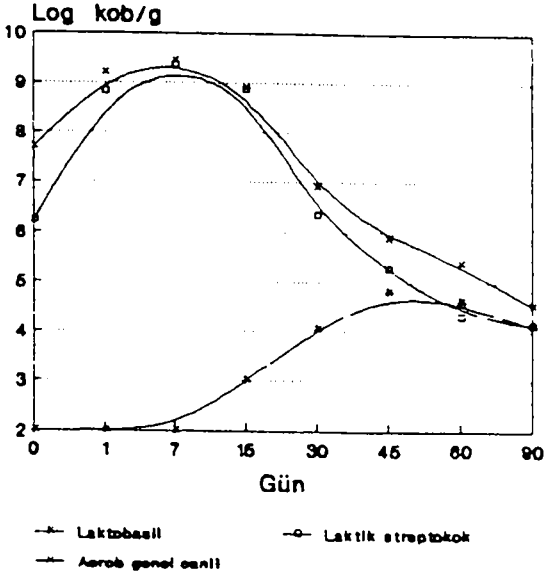
kadar yavaş bir yükselme göstererek sayıları 6.4×10^4 kob/g olmuş ve azalmaya başlayarak olgunlaşmanın 90. gününde sayıları 1.3×10^4 kob/g civarında kalmıştır (Tablo 2 ve Şekil 4).

Organoleptik muayene sonuçları: Olgunlaşmanın ilk günü her iki gruptaki peynirlerin genel görünümünde, renklerinde, yapı ve fiziksel özelliklerinde kusur bulunamamış, lezzetteki taze peynir tadından dolayı 80 ± 3 puanla beğenilmeyen lezzetli peynirler grubunda yer almıştır. Olgunlaşmanın 7. gününde *L. sake*'li peynirler 40 puandan daha fazla lezzet puanı olarak toplam 97.3 ± 1.06 puanla hoş giden peynir özelliğine sahip olmuşlardır. Aynı peynirler olgunlaşmanın 15. gününden itibaren 90. güne kadar beğeni kazanmış olup, 100 puanla iyi kalitede beyaz peynir sıfatını almıştır.

Yalnız ticari starter kültürle yapılan beyaz peynirler olgunlaşma süresince genel görünüş, renk, yapı ve fiziksel özellik yönünden tam puan almışlardır. Ortalama toplam puanın olgunlaşmanın 7. günü 91 ± 1.9 , 15. gün 93.5 ± 0.5 , 30. gün 94.8 ± 0.7 ve 90. gün 98.1 ± 0.7 olduğu saptanmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, endüstriyel tarzda yalnız ticari starterle ve ticari starter kültürle beraber *L. sake* ilave edilerek yapılan iki grup beyaz peynir örneklerinde de asitlik olgunlaşmanın ilk 7 gününde süratle yükselmiş, fakat iki gruba ait peynir örnekleri arasında asitlik farkı saptanamamıştır. Olgunlaşmanın 15. gününden itibaren *L. sake*'li beyaz peynir örneklerinde asitlik daha hızlı gelişmeye başlamış ve her iki grup peynir örnekleri arasındaki asitlik farkının olgunlaşma sonunda daha da belirginleştiği gözlenmiştir (Şekil 2). İki dağılım arasındaki farkın önem kontrolünde, *L. sake*'li peynirler ile yalnız ticari



Şekil 5. Starterli beyaz peynir örneklerinde mikroorganizmaların seyri.

Fig. 5 Evolution des microorganismes des fromages fabriqués en ferment lactique.

starter kültürü peynirler arasında asitlik seyirindeki farklılığın $P < 0.05$ düzeyde önemli olduğu ($t = 2.31$) saptanmıştır.

Peynirlerde asitliğin olgunlaşmanın ilk 7 gününde süratle yükselmesi, tuzun henüz peynirin ortasına kadar ulaşmaması ve peynir ısısının da henüz $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşmemesi sonucu, ilave edilen *S. lactis* ve *S. cremoris*'in aktivitelerinin devam etmesiyle izah edilebilir (1, 15). Nitekim her iki grup peynirde de laktik streptokokların sayısı 10^9 kob/g düzeyine ulaşmıştır (Tablo 2, Şekil 4 ve 5).

Olgunlaşmanın 7. gününden sonraki olgunlaşma sürelerinde, yalnız starter kültür ile yapılan beyaz peynir örneklerinde asitliğin daha yavaş artması ise; tuzun (3.78 ± 0.31) ve ısının peynirin merkezine kadar ulaşmasından ve kültürü oluşturan *S. lactis* ve *S. cremoris*'in yeterince faaliyet gösterememelerinden ve sayılarının azalmaya başlayarak olgunlaşmanın 90. günü 10^4 kob/g düzeyine düşmelerinden (Tablo 2, Şekil 5) ileri gelebilir.

Ticari starter kültürle beraber %0.5 oranında *L. sake* ilave edilerek yapılan beyaz peynir örneklerinde 7. günden sonra asitliğin hızlı ve düzenli olarak artmaya devam etmesi ise; *L. sake*'nin aktivitesinin devam etmesiyle izah edilebilir. Bu beyaz peynir örneklerinde de olgunlaşmanın 7. gününden itibaren tuz ve ısı peynirin merkezine kadar ulaştığından ve ortam asit olduğundan *S. lactis* ve *S. cremoris* bu peynirlerde de aktivitelerini yitirmeye başlamış, sayı-

ları azalarak 90. gün 10^4 kob/g düzeyine düşmüştür. Ancak durum böyle iken, asitliğin artmaya devam etmesi tamamen *L. sake*'nin aktivitesinden kaynaklanabilir. Çünkü *L. sake* $+4^{\circ}\text{C}$ 'de, asit ve tuzlu ortamda üreyerek, laktozdan asit ve aroma oluşturabilme özelliğine sahiptir (25, 28, 29). Nitekim laktik streptokok sayılarının azalmasına karşın, *L. sake* sayıları olgunlaşmanın 45. gününe kadar yavaş ve düzenli olarak artmaya devam etmiştir (Şekil 4, Tablo 2).

Deneysel olarak yapılan beyaz peynir örneklerindeki asitlik seyri Kaymaz (17)'in (%1.78 LA), Hatipoğlu (16)'nın (%1.86 LA), Mansour (20) (%0.85 LA) ve Yugoslavya'daki benzeri peynirlerden (26) (%1.98 LA) daha yüksektir. Daha önce yapılan araştırmalarda (1, 2) ve Bulgur beyaz peynirinde (29) başlangıç asidinin (200°T) % 1.8 LA olması halinde ürünün iyi kalitede olacağı ve $+4^{\circ}\text{C}$ 'de olgunlaşma esnasında dağılmayacağı veya salamurası içerisinde yumuşayarak yoğurtlaşmayacağı bildirilmiştir. Prensipte olarak bu standart uygulandığı ve beyaz peynir asitliği %1.8 LA olmadan olgunlaştırılmadığı için, bulguların diğer araştırmacıların bulgularından daha yüksek olması doğaldır. Nitekim, bu çalışma bulguları Bulgur beyaz peyniri (29), Mısır'da domiati peyniri (40), ve yurdumuzda yapılan bazı araştırmaların (1, 6, 9, 18, 23, 36, 37) bulguları ile uyum sağlamaktadır.

Peynirlerde suda çözünebilir azotlu madde oranına olgunlaşmanın bir ölçüsü olarak bakılmakta, ancak peynirin kuru maddesi ve protein oranına göre farklı düzeyler gösterdiğinden, genellikle total azot içerisindeki yüzdesi olarak ifade edilmektedir (3). Nitekim, çalışmada deneysel olarak yapılan peynirlerdeki kuru madde miktarlarının %43.37 ile %46.91 arasında değiştiği saptanmıştır. Olgunlaşma süresince peynirlerin kurumadde miktarları artma izlenimi verse de, peynirlere ve günlere göre farklılıkların $P < 0.05$ düzeyde önemsiz olması ve aynı şekilde total azot miktarlarının da kendi aralarındaki dağılım farkının $P < 0.05$ düzeyde önemsiz olmaları bunu doğrulamaktadır. Buna karşın iki dağılım arasındaki önem kontrolünde; *L. sake* ilave edilerek yapılan peynirler ile yalnız starter kültür ilave edilerek yapılan peynirlerin olgunlaşma indeksinin seyirlerindeki farklılığın $P < 0.01$ düzeyde önemli olduğu ($t = 4.80$) saptanmıştır (Tablo 1 ve Şekil 3).

Sadece ticari starter kültür ilave edilerek yapılan peynirlerin olgunlaşma indeksi, başlangıçta 6.31 iken yavaş yükselmesi ve olgunlaşmanın 30. günü 10.9 olması, 7. günde sayıları azalmaya başlayan *S. lactis* ile *S. cremoris*'in az da olsa proteolitik enzimlerinin faaliyetlerine

devam etmesiyle izah edilebilir. Proteolitik etkinin 45. güne kadar devam etmesi ise, sayıları olgunlaşmanın 7. gününe kadar 200 kob/g'nin altında olan rekontamine olmuş veya sütün doğal florasında bulunan termorezistans laktobasillerin üremesine bağlanabilir (Şekil 5). *L. sake* ilave edilerek yapılan peynir örneklerinde olgunlaşma indeksinin, ilk 45 günde hızla artması da *L. sake*'nin faaliyet göstermesinden, dolayısıyla proteolitik aktivitesinin devam etmesinden kaynaklanabilir (28). Nitekim, her iki peynir örneklerinin olgunlaşma indeksleri seyrinin olgunlaşma süresince 0.01 düzeyde farklılık gösterdikleri saptanmıştır (Şekil 3).

İki dağılım arasındaki farkın önem kontrolünde, her iki grup beyaz peynir örneklerinde laktik streptokok sayıları arasında fark olmadığı ($P<0.05$), olgunlaşmanın 7. gününe kadar sayıların arttığı ve azalmaya başlayarak olgunlaşmanın 90. günü 10^4 kob/g düzeyine ulaştığı gözlenmiştir. Üretim sırasında aynı oranda (%2) *S. lactis* ve *S. cremoris* ilave edilmiş olması, olgunlaşma şartlarının aynı olması, olgunlaşmanın yaklaşık 7. gününden itibaren peynirin her tarafında tuz miktarının aynı ve yüksek olması (1, 15), peynirin asitliğinin yükselmesi, her iki grup beyaz peynir örneklerinde laktik streptokok sayısı seyrinin farksız olmasına sebep olarak gösterilebilir.

İki dağılım arasındaki farkın önem kontrolünde peynir yapılacak olan sütlerdeki ve olgunlaşmanın 1. gününde aerob mezofil genel canlı sayılarında önemli bir farklılık saptanamamış olup, olgunlaşmanın 7. gününden itibaren *L. sake*'li peynirler ile starter kültürlü peynirler arasındaki aerob mezofil genel canlı seyrindeki farklılığın $P<0.01$ düzeyde önemli olduğu ($t=5.3$) saptanmıştır (Şekil 4 ve 5). Aynı farklılık laktobasil sayılarında da gözlenmiştir. Laktik streptokok sayılarında bir farklılık olmadığına göre aerob mezofil genel canlı sayılarındaki bu farklılık peynir örneklerinde farklı sayıda bulunan laktobasillerden ileri gelebilir.

İki dağılım arasındaki farkın önem kontrolünde her iki grup beyaz peynir örneklerinin organoleptik değerlendirmelerinde genel görünüş, renk ve yapısal karakter bakımından istatistiksel bir farklılık saptanamamıştır. Buna karşın olgunlaşmanın 7. gününden itibaren iki grup beyaz peynir örnekleri arasında lezzet farklılığı gözlenmiştir. *L. sake*'li beyaz peynir örnekleri büyük bir beğeni kazanmış, olgun peynir tadında olduğu vurgulanmış ve farklılık olgunlaşma sonuna kadar devam etmiştir. Nitekim iki dağılım arasındaki farkın önem kontrolünde her iki grup peynirin organoleptik toplam puanlarının birbirlerinden $P<0.01$ düzeyde farklı olduğu bulunmuştur ($t=6.3$).

Ticari starter kültürle beraber %0.5 oranında *Lactobacillus sake* ilave edilerek yapılan peynirlerde asitlik seyrinin ve proteoliz olayının, diğer bir deyimle kazeinin suda eriyebilir hale geçmesinin (olgunlaşma indeksi) fazla olması, kısa sürede aroma kazanması, $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki ve %3.78 tuzlu peynirde, starter kültür olarak kullanılan *L. sake*'nin aktivitesinin devam etmesine, bağlanabilir.

Süt ve süt ürünlerinde *L. sake* ile ilgili herhangi bir literatüre veya peynir üretiminde starter kültür olarak kullanılmasını içeren çalışmaya rastlanmadığından, bulgular ancak kendi içerisinde tartışılmıştır.

Besinlere tat vermek, arzu edilmeyen tadları maskeleyerek ve konservasyon amacı ile kullanılan tuz; bu yararlarına karşın beyaz peynirlerde yaygın olarak kullanılmaya başlanmış olan starter kültürlerin içeriğini oluşturan mikroorganizmaların (*S. lactis*, *S. cremoris*) üremesini engellediğinden, beyaz peynirde asitliğin gelişmesine ve beyaz peynirin yeterince olgunlaşmasına engel olmaktadır (17, 23). Sucukların tabii florasını oluşturan ve bu çalışmada starter kültür olarak kullanılan, *Lactobacillus sake* beyaz peynirin $+4^{\circ}\text{C}$ 'de, salamura içerisinde olgunlaşması sırasında üreyerek, tuzun bu arzu edilmeyen etkisini nispeten kaldırmıştır. Ayrıca proteolitik etkisi kendini belli ederek beyaz peynire özgü tekstürü, yapıyı bozmadan, yine beyaz peynire özgü aromanın oluşumuna ve tuzluklarla belirlenen zorunlu 90 günlük olgunlaşma süresinin (38) kısalmasına katkıda bulunmuştur.

Sonuç olarak, *Lactobacillus sake*'nin *S. lactis* ve *S. cremoris*'in üremelerini durdurduğu, aynı şekilde *S. lactis* ve *S. cremoris*'in *L. sake*'nin üremesine engel olmadığı, uyumlu olarak aynı ortamda, sütte ve peynirde üreyebildikleri, endüstride kullanılan ticari beyaz peynir kültürleriyle beraber %0.5 oranında *Lactobacillus sake*'nin de kullanılmasının uygun olduğu, beyaz peynire özgü aromanın daha çok ve daha çabuk oluştuğu, olgunlaşma sırasında salamura içerisinde kimyasal ve mikrobiyolojik faaliyetlerin daha hızlı olduğu ve tuzdan etkilenmediği, organoleptik ve fiziksel kalitede önemli iyileşme sağlandığı, beyaz peynirin olgunlaşma süresinin kıaldığı saptanmıştır.

Kaynaklar

1. Akgün, S. ve Anar, Ş. (1991). Vakum paketlenmiş beyaz peynirlerde tuzun difüzyonu üzerine araştırmalar. Gıda-Yem Bil. Tek. Derg. 1: 14-19.
2. Akgün, S. ve Mutluer, B. (1993). Beyaz peynirlerde vakumla ambalajlamanın olgunlaşma süresi üzerine etkileri. A.Ü. Vet. Fak. Derg. 40: 346-360.

3. Alals, C. (1975). *Science du lait principes des techniques laitières*. 3 éme Ed. SEP, Paris.
4. Anon. (1970). *Contrôle de la Qualité des Produits Laitiers Analyses Physiques et Chimiques*. Direction des Services Vétérinaires. J. Officiel de la République Française. Paris.
5. Buchanan, R.E. and Gibsons, N.E. (1986). *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 5th. Ed. Williams and Wilkins Company, Baltimore. Volume 2.
6. Büyükkılıç, N., Yalçın, B., Erdinç, B. ve Ünver, G. (1994). *Kaliteli beyaz peynir üretiminde peyniraltı suyuna geçen maddelerin azaltılması için sülerde uygun asülik derecelerinin tesbii üzerine araştırmalar*. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Yayın No: 8, Ankara.
7. Çelik, C. (1981). *Çeşitli starter kültür kullanarak salamura beyaz peynirin standardizasyonu üzerinde araştırmalar*. F.Ü. Vet. Fak. Besin Kont. ve Tekn. Kürsüsü. Doçentlik tezi, Elazığ.
8. Dilanyan, Z.Kh., Khachaturyan, V.A. and Karagulyan, M.S. (1968). *Methods for making pickled cheese*. U.S.S.R. pat. 220 036. "As quoted" Dairy Sci. Abstr. 33: 1249, 1971.
9. Eralp, M.O. (1967). *İzmir ili süü mamülleri üzerine araştırmalar*. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları No: 304.
10. Ergüllü, E. (1980). *Beyaz peynirin olgunlaşması sırasında mikrofloranın, özellikle gaz yapan bakterilerin değişimi üzerinde araştırmalar*. Doçentlik Tezi, Ege Ü. Zir. Fak. İzmir.
11. FIL-IDF (*Federation International de Laiterie*) (1958). *Détermination de la Matière Sèche du Fromage*. Norme 4.
12. FIL-IDF (*Federation International de Laiterie*) (1972). *Fromage: Détermination de la Teneur en Chlorures*. Norme 17A.
13. Gary, R.A. (1992). *Media, Reagents, and Stains*. In: *Vanderzant, C., Splittstoesser, D.F. (1992). Compendium of Methods For The Microbiological Examination of Foods*. Third Edition. American Public Health Association, Washington DC.
14. Girginov, T. and Velichkova, P. (1969). *Comparative study of liquid and concentrated white pickled cheese starters consisting of different spp. of lactic bacteria*, Nauch. Trud. Vissh. Inst. Khr. Vkus. Prom. Prov. 16: 13-30, "As quoted" Dairy Sci Abstr 33: 2017.
15. Hardy, J. (1976). *Etude de la Diffusion du Sel Dans les Fromages à Pâte Molle de Type Camembert*. Thèse, Nancy, France.
16. Hatiboğlu, M. (1974). *Türkiye'de muhtelif bölgelerde imal edilen ve Ankara piyasasında satılan beyaz peynirlerin kimyevi terkipleri üzerinde araştırmalar*. Ogun Kardeşler Matbaası. Ankara.
17. Kaymaz, Ş. (1979). *İnek süü ile yapılan starterli ve startersiz salamura peynirlerin olgunlaşma süreleri ve bazı serbest amino asitlerin miktarı üzerinde araştırmalar*. Doçentlik Tezi. A.Ü. Vet. Fak. Ankara.
18. Kurt, A. (1968). *Edirne Tipi (Salamura) Beyaz Peynir İşleme Tekniğı*. Ata Ü. Z.F. Teknik Bülten No: 20, Erzurum.
19. Lücke, F.K. and Hechelmann, H. (1987). *Starter cultures for dry sausage and raw ham. Composition and effect*. Fleischwirtsch. 67: 307-314.
20. Mansour, A. (1972). *Etude Biochimique et Microbiologique du Fromage Affiné en Saumure*. Thèse. Université de Nancy, Fransa.
21. Misić, D. and Petrović, D. (1972). *Charges in white pickled cheese hardness under controlled ripening condition*. Mljekarstvo, 22: 31-36, "As quoted" Dairy Sci Abstr, 34: 493.
22. Naguib, M.M. and Naguib, K.M., El-Sadek, G.M. (1974). *Factors affecting the quality of domiati cheese. II. The selection of singlestrain starter and determination of their rates of addition for cheese manufacture*. Egyptian J. Dairy Sci 2: 1616-167. "As quoted" Dairy Sci Abstr 10: 735.
23. Özalp, E. (1988). *Süü ürünlerinde kullanılan starter kültürler*. A.Ü. Vet. Fak. Der. 35: 6-15.
24. Özer, İ. (1964). *Türkiye salamura beyaz peynirlerinin olgunlaşmasında rol oynayan laktik asit mikroflorası üzerinde araştırmalar*. A.Ü. Vet. Fak. Yay. 170/72, Ankara.
25. Özdemir, H. (1995). *Türk fermente sucuğun florasındaki dominant laktobasil türlerinin sucuğun organoleptik nitelikleri ile ilişkisi*. A.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
26. Petrovic, D. and Mısıç, D. (1974). *Influence du mode de préparation et de la concentration de la saumure sur les propriétés du fromage blanc pendant sa maturation*. XIX. Cong. Int. Lait. 802-803.
27. Reuter, G. (1970). *Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischwaren. 5. Mitteilung: Lipo-lytische Aktivitäten*. Fleischwirtsch. 51: 67-70.
28. Reuter, G. (1971). *Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischwaren. 6. Mitteilung: Proteolytische Enzymaktivitäten*. Fleischwirtsch. 51: 945-952.
29. Rusev, K.H. (1976). *Correlation between organoleptic evaluation and laboratory analysis of white pickled cheese*. Dairy Sci Abstr 39, 2767.
30. Schlinger, U. and Lücke, F.K. (1989). *Antibacterial activity of Lactobacillus sake isolated from meat*. Appl Environ Microbiol 55: 1901-1906.
31. Schilliger, U., Kaya, M. and Lücke, F.K. (1991). *Behaviour of Listeria monocytogenes in meat and its control by a bacteriocin-producing strain of Lactobacillus sake*. J. Appl. Bac. 70: 473-478.
32. Schwarzs, D. (1963). *Méthodes Statistiques à l'Usage des Médecins et des Biologistes*. Ed. Médicales Flammarion. Paris.
33. Sharpe, M.E., Frayer, T.F. and Smith, D.G. (1966). *Identification of the lactic acid bacteria. Identifications methods for microbiologist*. The Soc Appl Bact Techn Series No: 1, A. Academic Press, London.
34. Stafenova, K.M. and Nikolava, N.T. (1972). *Use of freeze dried starter cultures in the manufacture of white pickled cheese*. Dairy Sci Abstr 34: 4461.
35. Stević, B., Sutic, M., Stefanović, R. and Dabić, J. (1971). *Possibility of preventing softening of white pickled cheese*. Arch. Poljopr Nauke, 84: 77-88. "As quoted" Dairy Sci Abstr 10: 735.
36. Tunail, N. (1978). *Starter olarak kullanılan laktik asit bakterileri ile beyaz peynirlerimizden izole edilen bazı bakterilerin önemli fizyolojik özellikleri üzerinde araştırmalar*. Doçentlik Tezi, A.Ü. Zir. Fak. Ankara.
37. Tunail, N., Uraz, T., Alper, O. ve Halkman, K. (1984). *İzole suşlarla ve ticari laktik bakterileri ile yapılan beyaz peynirlerde mikroorganizma-kalite ilişkisinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar*. TUBITAK-TAG Grubu TAR-MK-2 Projesi.
38. Türk Standartlar Enstitüsü (1994). *Beyaz Peynir Standardı*. (TS 591). Necatibey Cad. No: 112, Ankara.
39. Üçüncü, M. (1970). *Peynir işlenecek süü pastörize edilmedir*. Zooteknik Derg. 3: 29-30.
40. Zaki, M.H., Metwally, N.H., Gewally, E.M. and El-Koussy, L.A. (1974). *Domiati Cheese stored at room temperature as affected by head treatment of milk and different salting levels*. Dairy Sci Abstr, 28: 4729.