

Peynirlerde Görülen Geç Şişmeye Karşı Lysosym Kullanılması

Prof. Dr. Hasan YAYGIN

E.Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ — İZMİR

Peynirlerin şişmesi, içerisinde delik ve çatlaklar oluşması süt teknolojisinde önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kusurlar yıllardan beri peynir imalatçılarına, bilim adamlarını meşgul etmiş ve etmeye devam edecektir. Şişme, peynirin yapımı sırasında, yani baskı, salamurada kalış veya imalathanede bekleme döneminde ortaya çıktığı gibi, bazende soğuk hava deposunda veya olgunlaşma mahsenlerinde görülür. Peynirin imalatı sırasındaki şişme olayına «erken şişme» denir ve bunun amili kolli bakterileridir. Sonradan, olgunlaşma dönemindekine ise «geç şişme» denir ve peynirde bütirik asidi fermentasyonu sonucu meydana gelir.

Goudo, Emmental, Grana Padano, Provolone, Danbo gibi çeşitli yarı sert ve sert peynirlerle diğer salamurada tuzlanan peynir tiplerinde görülen anormal şekilde şişme, çatlama ve bunu takip eden istenmeyen tat ve koku olarak bilinen «geç şişme» olayı peynir imalatçılarına ciddi sorunlar yaratmaktadır. Olgunlaşmanın 4-8. haftalarında peynirlerin iç kısmında büyük delikler ve çatlaklar olduğu çok önce dikkati çekmiştir. Çalışmalar bu şişme ve çatlamanın peynirde oluşan gazın etkisi ile meydana geldiğini ortaya çıkarmış ve bunun nedenleri üzerinde durulmuştur. Peynirde gaz oluşumu çok fazla olduğu zaman peynirin içi dağılmakta ve kabuk yarılıp oluşan gaz dışarı çıkmaktadır.

İneklerin yeşil silo yemi yemesinin peynirlerde oluşan gaz nedeniyle çatlamların nedeni olduğu yıllar önce anlaşılmıştır. Uzun süre bunun sebebi bilinmemiştir. Bilim adamları bu olayın bütirik asidi bakterilerinin faaliyetleri sonucu meydana geldiğini belirlemişler, yeşil silo yemi ile peynirdeki bütirik asidi bakterisi sayısı arasındaki ilişkiyi ve bunların gaz oluşturma koşullarını tam olarak ortaya çıkarmışlardır.

BAKTERİLERİN ÖZELLİKLERİ VE SÜTE BULAŞMASI

Bütirik asidi bakterileri Clostridium familyası içinde yer alır. Bu familyada çok sayıda bakteri türü bulunmasına rağmen, peynirlerde

gaz oluşturan bakterinin laktatı parçalayarak bütirik asidi fermentasyonu yapan **Clostridium tyrobutyricum** olduğu, **Clostridium butyricum**'un peynirde zarar yapıp yapmadığının tam olarak bilinmediği anlaşılmıştır. **Ci tyrobutyricum** pastörizasyonla ortadan kalkmayan, kötü koşullarda spor oluşturan, anaerob ortamda gelişen bir bakteridir. Peynirde laktatı parçalayarak bütirik asit (tereyağ asidi) CO₂ ve H₂ gazı ile çok az miktarda asetik asit ve bazı maddeler oluşturur. En iyi gelişme sıcaklığı 30-37°C olup, anaerob olduğu için oksijensiz ortamda çoğalır.

Bu bakteri esas olarak toprakta bulunduğu ve hatta bazı toprağın 1 gramında 300-400 ci varında olduğu için toprakla birlikte çayır silo yemine geçer. Silajda süt asidi fermentasyonu yeterli olmadığı zaman hızla çoğalır ve bu yüzden silo yemleri bakteri kaynağı haline gelir. Yapılan çalışmalar silajdaki protein miktarına ve asitliğe bağlı olarak 1 gramda milyonlarca bakteri veya sporunun bulunabileceğini göstermiştir.

Ci. tyrobutyricum, silo yemi ile hayvanın sindirim yollarından geçtikten sonra dışkı ile dışarı atılır. Bu bakterinin hayvan dışkısında daha fazla olduğu, diğer yemlerle beslenen hayvanların dışkısında da bulunduğu anlaşılmıştır.

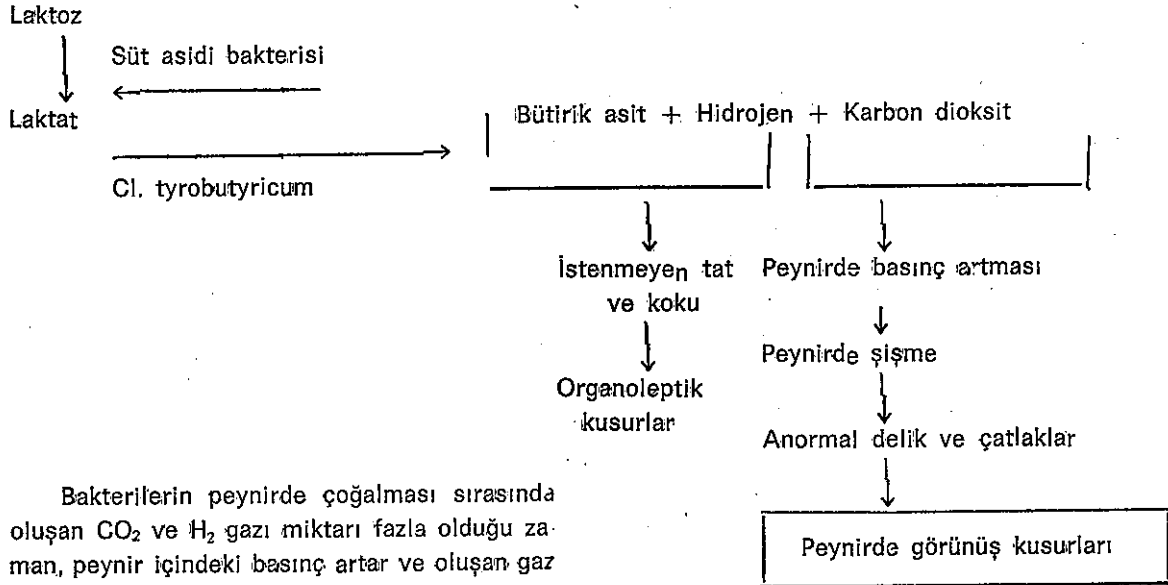
Bakteri veya sporları süte yataklık, silo yemi, saman, kuru ot veya gübrenin süte düşmesi ile bulaşır. Ayrıca sağıcının ellerinden veya elbiselerinden çeşitli parçacıkların süte geçmesi, sütün ahırın içinde fazla kalarak mikropça zengin kirli hava ile temas etmesi mikrop sayısını artırır.

Ci. tyrobutyricum'un kışın sütlerde daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Zira kışın hayvanlar ahırda beslendiğinden daha çok silaj, kuru ot vs. yemekte ve bu maddeler süte daha fazla düşmektedir. İlkbahar ve yaz aylarında ise hayvanlar daha çok mer'ada bulunmakta ve bulaşma az olmaktadır. İtalya'da yapılan bir çalışmada 1 litre sütte kışın 1000-6000 spor, yazın ise 300-1500 spor belirlenmiştir. Benzer bir çalışma Hollanda'da yapılmış ve 1 litre sütte kışın 2000-20000, yazın ise 200-1000 spor saptanmıştır.

BAKTERİLERİN PEYNİRDE GELİŞMESİ

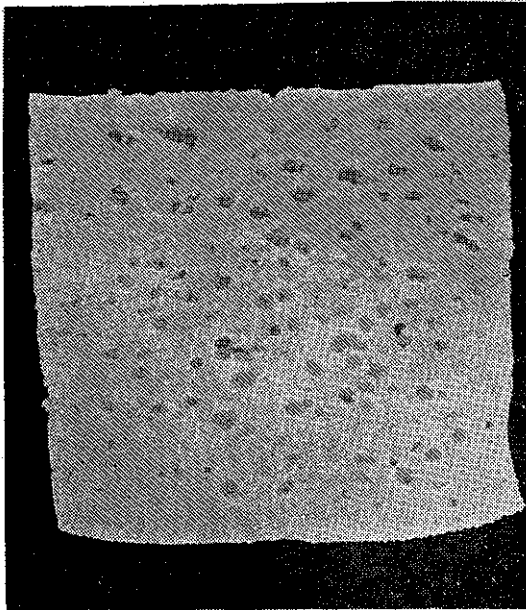
Cl. tyrobutyricum anaerop koşullarda çoğaldığından sütte kısa zamanda gelişemez. Süttten peynire geçen bakteriler uygun ortamlarda faaliyet gösterirler. Karbon kaynağı olarak laktatları kullanan bu bakteri sporları, asitliğin az ol-

duğu, anaerop koşullarda vegetatif şekle geçip hızla çoğalırlar. Özellikle peynir olgunlaşması sırasında söz konusu koşullar oluşur. Süt asidi bakterilerince oluşturulan laktatlar bakteriler tarafından kullanılır ve aşağıda görüldüğü şekilde bütirik asit, CO₂ ve H₂ gazına dönüştürülür.

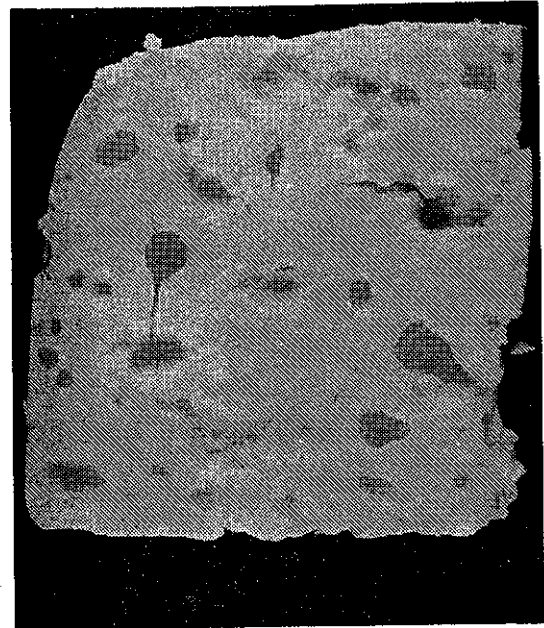


Bakterilerin peynirde çoğalması sırasında oluşan CO₂ ve H₂ gazı miktarı fazla olduğu zaman, peynir içindeki basınç artar ve oluşan gaz peynir kabuğunu çatlatarak dışarı çıkar. Böyle peynirlerin içinde büyük delik ve çatlaklar oluşur ve peynirin dış yüzeyi parçalanır. Gazı dışarı çıkmaz ise peynir şişer. Bu durum aynı zamanda peynirde tat ve koku kusurlarına neden olur.

Beyaz peynirin olgunlaşması sırasında görülen bütirik asidi fermentasyonu peynir için büyük delik, çatlaklar oluşturur ve tenekelerin soğuk hava deposunda şişmesine yol açar (Resim 1, 2).



Resim 1. Beyaz peynirde kolli bakterilerinin neden olduğu delikler «erken şişme».



Resim 2. Beyaz peynirde bütirik asidi fermentasyonu sonucu oluşan delik ve çatlaklar «geç şişme».

BAKTERİLERİN PEYNİRDE GELİŞME KOŞULLARI

Peynirde *Cl. tyrobutyricum*'un faaliyeti sonucunda şişme ve çatlamaların oluşması için bakteri sayısının belirli bir miktarın üzerine çıkması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar peynir sütünün 1 litresindeki 200 sporun bazı peynirlerde şişmeye neden olabileceğini göstermiştir. Bir araştırmacı ise peynir sütünün 1 ml'sinde 10'dan fazla sporun peynirde şişmeyi gerçekleştireceğini açıklamıştır.

Şişme üzerine etkili olan diğer önemli bir faktör de peynirin asitliğidir. Yapılan çalışmalar *Cl. tyrobutyricum*'un optimum olarak pH 5.8'de çoğaldığı, fakat pH 4.5-4.7'de de faaliyet gösterebileceğini ortaya çıkarmıştır. Peynirde asitlik yükseldikçe gelişme yavaşlamakta ve durmaktadır. Bu bakımdan asitliği yüksek peynirlerde bu bakteriden ileri gelen şişme ve çatlama görülmez.

Diğer bir faktör de ortamın sıcaklığıdır. Bakterinin en iyi 30-37°C lerde geliştiği 16°C nin altında faaliyetinin azaldığı belirlenmiştir. Bu nedenle olgunlaşma sıcaklığı yükseldikçe peynirlerde şişme olayı fazlalaşmaktadır. Peynirdeki tuz miktarının da bakteri gelişmesi üzerine etkili olduğu % 3'den fazla tuz bulunan peynirlerde gelişmenin azaldığı açıklanmıştır. Ayrıca peynirde kurumadde oranı azaldıkça, bu oranı yükseldikçe bakteri faaliyetinin arttığı belirtilmiştir.

LYSOSYM NEDİR

Bütirik asidi fermentasyonu sonucu peynirlerde ortaya çıkan şişme ve çatlama sorununa karşı alınabilecek önlemler konusunda birçok çalışma yapılmış ve bazı yöntemler belirlenmiştir. Yöntemlerden biri de peynire işlenecek 100 litre süte 20 gram KNO_3 katılmasıdır. KNO_3 her yerde ucuz bir şekilde bulunabildiği için bu yöntem birçok ülkede yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Son yıllarda lysosym'in de bu amaçla kullanılabileceği anlaşılmıştır. KNO_3 'ün peynirde parçalanması sonucu nitrit oluşturması ve nitritlerin besinlerde kansoregen bir madde olan nitrosamin meydana getirdiğinin anlaşılması üzerine lysosym'e ilgi daha da artmıştır. Bunun yanında birçok araştırmacı, geç şişmeyi önlemek için 100 litre

süte katılan 20 gr. KNO_3 'ün oluşturduğu nitrit miktarının, nitrosamin meydana getirecek düzeyde olmadığını açıklamışlardır.

Lysosym veya muramidase birçok bitki ve hayvan dokularında mevcut olan bir enzim olup, 1922 yılında Fleming tarafından bulunmuştur. Enzimin 100 ml inek sütünde 0.013 mg, aynı miktar kadın sütünde 10 mg ve yumurta akının 100 gram kurumaddeinde 3500 mg civarında bulunduğu saptanmıştır. Bu enzimin ticari olarak üretimi fazla miktarda içermesi nedeniyle yumurta beyazından yapılmaktadır.

LYSOSYM'İN ÖZELLİKLERİ VE PEYNİR TEKNOLOJİSİNDE KULLANILMASI

Lysosym veya muramidase enzimi asit ortamda stabil, 100°C'de 10 dakikalık ısıtmada aktivitesini kaybetmeyen, molekül ağırlığı 15000 civarında olan bir proteindir. Clostridium ve diğer Gram + bakterilerin hücre duvarlarını parçaladığı için bu bakterilerin faaliyetin durdurur veya yüksek dozda ölümlerine neden olur. Gram — bakterilere etki yapmamaktadır. Yapılan çalışmalar *Cl. tyrobutyricum*'un bu enzime diğer bakterilerden daha duyarlı olduğunu göstermiştir. Besin ortamındaki 500 ünite/ml lysosym'in 24 saat içinde *Cl. tyrobutyricum*'un vegetatif hücrelerini % 99 oranında öldürdüğü, bakteri sporlarına ise etkili olmadığı açıklanmıştır. Bakteriler arasında da enzime duyarlılık bakımından önemli farklılıklar vardır. Enzim vegetatif haldeki, yani çoğalan aktif bakterilere etkili olduğundan, peynirlerdeki bütirik asidin fermentasyonu sonucu oluşan «geç şişme» ye karşı başarılı bir şekilde kullanılabilir. bilmektedir.

Lysosym'in saf kültürlerde yer alan *Streptococcus lactis*, *Streptococcus diacetylactis*, *Streptococcus cremoris* gibi bakteri kültürlerinin faaliyetlerini durdurması için peynir yapılacak sütlerde 1000 ünite/ml'den fazla bulunması gerektiği, oysa bunun peynir yapımında en fazla 500 ünite/ml olarak kullanıldığı, bu yüzden pratik uygulamada saf kültürlerdeki bakterilerin bundan etkilenmediği bildirilmiştir.

Peynir yapılacak süte katılan enzimin büyük çoğunluğunun peynire geçtiği, Danbo pey-

niri ile yapılan çalışmada süte katılan lysosym'in % 99'unun kazein ile peynirde kaldığı saptanmıştır.

Lysosym günümüzde bazı ülkelerde ticari olarak üretilip peynir teknolojisinde kullanılmaktadır. Fransa'da yumurta beyazından elde edilen, peynir teknolojisinde kullanılmak üzere satışa çıkarılan lysosym'in şu özelliklerde bulunması zorunluluğu vardır.

- Arsenik 1 mg/kg'dan az
- Kurşun 3 mg/kg'dan az
- Civa 0.5 mg/kg'dan az
- Kadmiyum 0.5 mg/kg'dan az
- Toplam bakteri 5×10^4 /kg'dan az
- Salmonella 25 gramda yok
- Pseudomonas 1 gramda yok
- Coliform 1 gramda 30'dan az

Enzimin süte pastörizasyondan sonra veya peynir mayası ile aynı zamanda katılması kristal halde bulunması yüzünden önce suda eritilmesi gerektiği bildirilmiştir. Çalışmalar lysosym ve KNO_3 katılmış sütlerle yapılan peynirlerin duyuşsal özellikleri arasında hiçbir farklılığın bulunmadığını ortaya çıkarmıştır.

Ticari olarak satılan enzimler kurumadde % 95-100 aktivite göstermekte olup daha düşük aktiviteye sahip (% 90) olanlara da rastlanmaktadır.

BAZI ÜLKELERDE LYSOSYM İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Lysosym'in peynirlerde görülen geç şişme sorununa çözüm gösterebileceğinin belirlenmesi üzerine birçok ülkede bu konuda bazı çalışmalar yapılmış, kararlar alınmıştır.

Federal Almanya'da laboratuvarlarda ve pilot işletmelerde sürdürülen araştırmalarda, 500 ünite/ml lysosym'in Clostridiumların faaliyetini durdurup saf kültürdeki bakterilere etki yapmadığı, süte katılan enzimin % 80-90 oranında peynirde kaldığı, süte katılmada ağırlık esasına göre değil aktivite esas alınarak hesaplama yapılması gerektiği belirlenmiştir. Endüstriyel düzeyde ml'de 20 spor bulunan 2000-5000 litre sütle Edam ve Tilsit peynirleri yapılmıştır. Bu araştırma ile süte KNO_3 ve lysosym katılmasının aynı etkiyi yaptığı, peynirlerde aynı duyuşsal nitelikler oluştuğu, KNO_3 ve lysosym katılmayan sütlerle yapılan peynirlerin 5 hafta sonra şiştiği saptanmıştır.

İtalya'da Grana Padano, Provolone, Montasio peynirlerine işlenecek süte, peynirde 300 ppm'den fazla kalmaması koşulu ile 25 mg/lt olarak lysosym katılması 1983 yılında üç yıl için izin verilmiş ve bu süre 1986'da uzatılmıştır. 1985 yılında Ziraat, Ormancılık ve Sağlık Bakanlığı temsilcilerinin de bulunduğu bir toplantıda bu konuda yapılan çalışmalardan şu sonuçlar çıkarılmıştır.

— Grana Padano peynirinde geç şişme **Cl. tyrobutyricum**'un faaliyeti sonucu ortaya çıkmakta ve peynire işlenecek sütte çok fazla spor bulunduğu zaman bu sorunu lysosym ile önlemek mümkün olmamaktadır.

— Lysosym mikrobiyolojik kalitesi iyi olan sütlerde daha çok etkili olmaktadır.

— Endüstriyel üretimde lysosym'in bakteriyel gelişmeye karşı uygulanan diğer yöntemlerle birlikte kullanılması daha iyi sonuçlar vermektedir.

— Provolone ve diğer peynirlerin üretiminde, lysosym ile önceden düşünülen sonuçları her zaman elde etmek mümkün olmamaktadır. Bir araştırmacı Provolone peynirinde görülen geç şişme olayının nadiren **Cl. tyrobutyricum**'dan ileri geldiğini, lysosym'in bütirik asidi fermentasyonu dışındaki geç şişmeye etkili olmadığını bildirmiştir.

— Doğal starter kültür kullanılacağı zaman, peynir suyunun lysosym içermemesi gerekmektedir.

Danimarka'da Danbo peyniri ile yapılan çalışmalarda **Cl. tyrobutyricum**'un neden olduğu geç şişmeye karşı 100 litre süte 1-2 gram lysosym katılmasının, 100 litre süte 20 gram KNO_3 katılmış gibi etki gösterdiği belirlenmiştir. Enzim peynirde istenmeyen özellikler yaratmamış fakat bunun KNO_3 ile beraber kullanılması öğütlenmiştir. Bu ülkede geç şişmeye karşı lysosym kullanılmasına 1984 yılında izin verilmiştir.

Fransa'da peynir fabrikalarında lysosym kullanılmasına 1981 yılında izin verilmiş ve bu izin 1984 yılında yenilenmiştir. Halen bu enzim sadece pıhtısı pişirilmiş sert peynirlerle, Saint Poulin gibi sert peynirler ve özel bazı peynirlerde kullanılmakta olup süte katılacak azami

miktar 1 litre için 30 mg veya peynirde bulunabilecek maksimum kalıntı miktarı 400 mg/kg olarak belirlenmiştir. 1985 yılında Fransa'da yapılan Emmentaler peynirlerinin % 20-25'inde lysosym kullanıldığı tahmin edilmiş ve bunların önemi bir kısmının baktöfugasyon işlemine de tabi tutulduğu bildirilmiştir.

Gravyer Teknik Enstitüsü'nün Emmentaler üretiminde lysosym'in etkisini belirlemek için yaptığı araştırma, fabrikalarda peynir sütüne 25 mg/lit lysosym katıldığını, saf kültürde yer alan laktobasiller dikkatlice seçildiği zaman lysosym'in asitlik gelişmesi üzerine çok az etkisi olduğunu, mevcut sporların % 89'unu azalttığını ve A sınıfı peynirlerde kalitenin % 12.8 oranında geliştiğini ortaya çıkarmıştır.

Avusturalya'da İsviçre, Gouda ve Edam peynirlerinin yapımında 1 kg peynirde 300 mg'dan fazla kalıntı bulunmaması koşulu ile süte lysosym katılmasına izin verilmiştir.

S O N U Ç

Sert ve salamurada tuzlanan bazı peynirlerde görülen, bütirik asidi fermentasyonu sonucu ortaya çıkan geç şişme olayı, peynir teknolojisinde çok önemli bir sorundur. Yapılan bilimsel çalışmalarla bu soruna karşı alınabilecek önlemler belirlenmiş ve bu önlemler halen yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Lysosym veya muramidase enzimi de ticari olarak yumurta beyazından üretilip son yıllar-

da bu amaçla peynir teknolojisinde kullanılmaktadır.

Araştırmalar peynirler arasında bütirik asidi fermentasyonuna duyarlılık bakımından önemli farklılıklar olduğunu bu durumun peynirin biyotipi, tipi, büyüklüğü, olgunlaşma sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Gouda gibi geç şişmeye karşı çok duyarlı olan bazı peynirlerin yapımında kullanılan normal lysosym miktarı, normal nitrat miktarından daha az etkili olmakta ve bu enzimin benzer peynirler için nitrata alternatif olmadığı bildirilmektedir. Bu durum dikkate alındığında her peynir için lysosym ile ilgili çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bununla beraber bazı ülkelerde belirli peynirlerin yapımında süte lysosym katılmasına izin verilmiştir.

Ülkemizde üretilen peynirin büyük bir çoğunluğunu oluşturan beyaz peynirde de bütirik asidi fermentasyonu sonucu geç şişme sorunu olduğu bilinmektedir. Soğuk hava depolarına gidildiğinde şişmiş, patlamış, beyaz peynir tenekeleri sayısının oldukça fazla olduğu görülür. Fakat bu konuda yeterli çalışma olmadığı, peynir üreticilerinin bunun nedenlerini ve alınacak önlemleri bilmediği dikkati çekmektedir. Beyaz peynir üretiminde de gerek lysosym kullanılması gerekse bilinen diğer önlemler konusunda çalışmalar yapılması ve bu soruna karşı peynir üreticilerinin bilgilendirilmesi zorunludur.

K A Y N A K L A R

- 1 — BLANC, B. 1975. Untersuchungen über die Nachgärung im Emmentalerkase. Separatdruck aus der Schweizerische Milch Zeitung.
- 2 — CARİNİ, S., MUCCHETTI, G., NEVIANI, E. 1985. Lysosym: Activity against clostridia and use on cheese production a review. Microbiologie, Aliments Nutrition, 3, 299-320.
- 3 — CARİNİ, S., NEVIANI, E., MUCCHETTI, C. 1986. Lysosym bei der Herstellung in Italien. Fortbildungsseminar 16 Januar 1986. Weihenstephan.
- 4 — CHAMBA, J. 1984. Manifestation de la fermentation butyrique dans Emmentaler. La Technique Laitiere, 986, 9-12.
- 5 — GRAWFORD, R.J.M. 1987. The use of lysosym in prevention of late blowing in cheese. Bulletin 216, IDF, Bruxelles.
- 6 — KLOSTERMEYER, H. 1986. Was ist lysosym - wie wird getestet. Fortbildungsseminar, 17 Januar 1986, Weihenstephan.
- 7 — KOCH, N. 1986. Erfahrung mit Lysosym bei der Käseherstellungen in Frankreich. Fortbildungsseminar 17 Januar 1986, Weihenstephan.
- 8 — REITER, B. 1985. Protective proteins in milk biological significance and exploitation. Bulletin of IDF No: 191. Bruxelles.
- 9 — TEUBER, M. 1986. Verhalten von Lysosym in der Käseherstellung. Fortbildungsseminar 17 Januar 1986. Weihenstephan.
- 10 — WASSERFALL, F. 1986. Grundlagen der Lysosymwirkung bei der Herstellung von Schnittkäse. Fortbildungsseminar 16 Januar 1986. Weihenstephan.