

PERMEATIN DEĞERLENDİRİLMESİ

UTILIZATION OF PERMEAT

Nihat AKIN

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya

ÖZET: Permeatın insanların kullanımı için endüstriyel olarak değerlendirilmesi, teknolojik olarak fisibil ve ekonomik olarak cazip işlemlerin varlığına bağlıdır. Bu çalışma, endüstriyel olarak permeatın insan gıdası ve diğer amaçlarla kullanım tekniklerini açıklamaya yöneliktir. Burada, permeatın bileşimi, fermentasyon ürünleri, permeattan üretilen içecekler, laktozu hidrolize edilmiş şurup, saf ve kristalize laktoz ve diğer bazı ürünlerin üretim metodları kısaca tartışılacaktır.

ABSTRACT: The industrial recovery of permeat for human utilization depend of availability of technically feasible and economically attractive processes, leading to marketable products. The review deals with industrially applicable permeat processing techniques for utilization of permeate for human food and other aims. Composition of permeate, the products from fermentation of permeate, soft drinks, lactose hydrolyzed syrups, pure and crystallized lactose and some others is briefly discussed.

GİRİŞ

Sütün veya peynir altı suyunun ultrafiltrasyonu (UF) sırasında membrandan (filtre ortamından) geçen sıvı kısma filtrat veya "permeat" adı verilmektedir. Permeat genel olarak yüksek oranda protein içeren süt mamüllerinin özellikle de bazı peynirlerin yapımında geniş bir uygulama alanı bulan UF yönteminin bir yan ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. UF yönteminin peynir yapımında kullanımı bazı avantajları nedeniyle giderek yaygınlaşma eğilimindedir. Bunun yanısıra permeat, kurumadde de yaklaşık % 80 oranında laktoz ve değişik oranlarda da mineraller, vitaminler ve azotlu maddeler içermektedir (YAN ve ark., 1979; ZADOW, 1984; AKIN, 1994). Ayrıca, permeat çevre kirliliğine neden olabilir. Peynir altı suyu ile permeatın yarattıkları çevre kirlilikleri hemen hemen birbirine çok yakındır (Shay ve Wagner, 1986). Permeatın herbir litresi için 30 000-45 000 mg düzeyinde biyolojik oksijene ihtiyaç olması direk olarak diğer atık sular gibi kanalizasyona atılmamasını gerektirmektedir (PUHAN ve HALTER, 1984). Bu nedenle permeatın değerlendirilmesi üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmıştır.

1. PERMEATIN BİLEŞİMİ

Permeattaki mıneraler, trake elementler ve vitaminlere ait sınırlı sayıda analiz sonucu mevcuttur. Sütten, ekşi peynir suyundan ve tatlı peynir suyundan elde edilen permeatın ortalama bileşimleri Çizelge-1'de verilmiştir. Bu değerler permeatın kaynağına ve uygulanan işlemlere bağlı olarak değişiklikler gösterebilir. Konsantrasyon faktörü arttıkça; kül, protein olmayan azotlu maddeler, Ca, P ve Na miktarlarında da artışlar olmaktadır (Wong, 1978; Horton, 1982). Permeatın bileşimi kurumadde bazında değerlendirildiğinde yaklaşık % 85 laktoz, % 11 mineral maddeler, % 3.5 protein olmayan azotlu maddelerden oluşmuştur. Asit peynir suyunda ise bunlara ilaveten % 3.0 laktik asit bulunur. Buna karşın laktoz miktarında azalma olmaktadır. Bunların bileşimleri karşılaştırılırsa aralarındaki farklılıklar aşağıdaki gibi özetlenebilir; i) Asit peynir suyu permeatı, süt ve tatlı peynir suyu permeatına oranla daha az laktoz içerir. Çünkü, asit peynir suyu permeatında fermentasyonla laktozun bir kısmı laktik asit, glikoz ve galaktoza dönüştürülmüştür. ii) Asit peynir suyu permeatı orijinal peynir suyundaki mineral maddeler ve laktik asit miktarı fazla olduğundan bu değerler yüksek olur.

2. PERMEATIN DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Permeatın içerdiği laktoz konsantrasyonundan dolayı, permeat çoğu mikroorganizma için iyi bir gelişme ortamıdır. Bundan dolayı, permeatın bir çok değişik fermentasyon ürününü üretmede ham madde olarak kullanılabilmesi mümkündür (GANDHI, 1989). Ancak, permeattan fermente sütçülük artığı ürünler üretebilmek için fazla miktarda sabit yatırım sermayesine ihtiyaç vardır. Çünkü bunların hepsinin kendine has özelliklerinin olmasından dolayı fermentasyon için özel fermentörlere ihtiyaç duyulmaktadır (MARWOHA ve KENNEDY, 1985). Bundan dolayı, son yıllara kadar permeattan geleneksel veya geleneksel olmayan yollarla fermente ürünler elde edebilecek sınırlı sayıda işletme kurulabilmiştir (MARWOHA ve KENNEDY, 1988).

2.1. Fermente edilerek değerlendirilmesi

Günümüze kadar yapılan çalışmalardan anlaşılacağı gibi permeattan fermentasyon yolu ile bir çok ürün elde edilebilmektedir. Bunlar; tek hücreli protein, metanol, etanol, laktik asit, butanol, mikroyal yağ, amino asitler, ekmek mayası, laktaz enzimi, galaktoz, 2,3, butilen glikol, vitamin B₁₂, riboflavin, β-karoten2-keto-L-glikonik asit, penisilin, starter kültürler, diğer bazı organik asitler, polisakkaritler, bazı gıda sakızları (Xanthan, alijinik asit), hidrojen, diasetil ve kalsiyum glikonat sayılabilir. Çalışmanın bu bölümünde permeatın fermentasyonu ile elde edilen ürünlerden ekonomik olarak üretilen bazılarının özellikleri açıklanmaya çalışılacaktır.

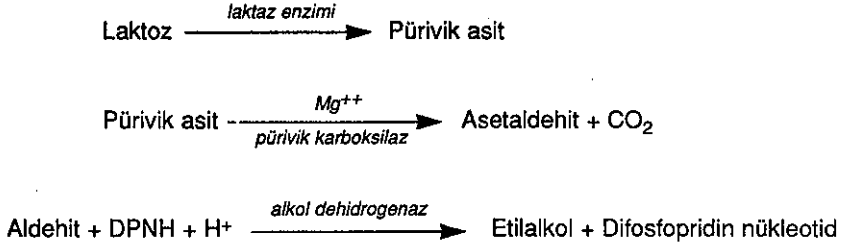
2.1.1) Alkol üretiminde: Permeattan alkol üretimi anaerobik şartlar altında maya kullanılarak gerçekleştirilir. Alkol fermentasyonu için fermantör veya maya üretim tankları kullanılabilir. Bunlardan en çok kullanılan maya ise *Kluyveromyces fragilis*'dir. Fakat *Kl. fragilis*'den başka diğer bazı mayalarında *Kluyveromyces marxianus*, *Candida pseudotropicalis* ve *Torula cremoris* bu amaçla kullanılacağı belirtilmiştir (MOULIN ve GALZY, 1984; MARWOHA ve KENNEDY, 1984; SATTERLEE, 1984). Alkol fermentasyonundan sonra ortamda üreyen mayalar santrüfjü edilerek ortamdaki alkolun geriye kalan çözeltinin yaklaşık % 2.8 oranında alkol içerdiği belirtilmiştir. Daha sonra bu çözelti alkol distilasyonu için distilasyon tankına alınır ve ortamdaki alkol distile edilerek ayrılacağı belirtilmiştir (ZADOW, 1986).

Çizelge 1. Değişik Kaynaklı Peynir Altı Suyu Permeatlarının Ortalama Bileşimleri

Bileşenler	Permeatın kaynakları		
	Süt	Tath peynir suyu	Asit peynir suyu
Toplam kuru madde (%)	5.8	5.8	5.8
Laktoz (%)	4.9	4.9	4.1
Protein (%)	0.25	0.3	0.4
Laktik asit (%)	0.12	0.15	0.5
Toplam kül (%)	0.45	0.50	0.7
Mineraller (mg/100g):			
Kalsiyum	28	30	95
Fosfor	33	40	55
Magnezyum	8	7	8
Potasyum	140	150	140
Sodyum	40	65	45
Klor	-	120	100
Trake elementler (µg/100g):			
Çinko	6	1	8
Femir	5	4	9
Bakır	-	0.5	0.7
Mangan	0.2	0.15	0.15
Vitaminler (µg/100g):			
B1-vit.	27	28	-
B2-vit.	110	90	-

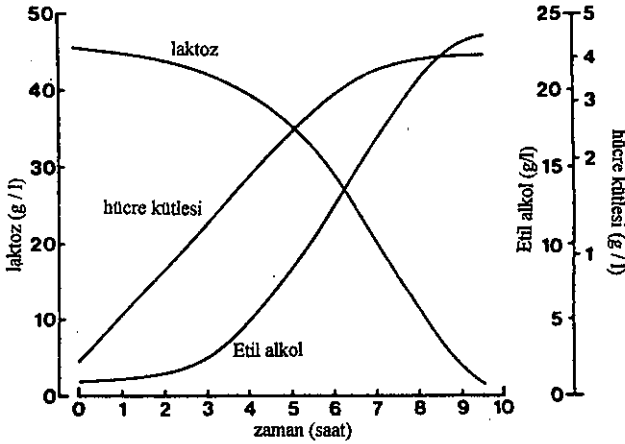
* Kaynaklar: Yan ve ark., (1979); Coton, (1980); Puhan ve Halter, (1984); Sanderson ve Reed, (1985); Modler, (1987); Akın, (1994).

Laktozdan maya kullanılarak alkol üretiminin basit metabolik yolu aşağıdaki gibi özetlenebilir.



Fermentasyon esnasında ortamdaki laktoz konsantrasyonuna bağlı olarak alkol miktarı ve gelişen maya hücrelerinin kütleli ağırlığı arasındaki ilişki Şekil-1'de grafikte göstermiştir. Stamer ve Fischbach, (1984) yaptığı çalışmada, % 4.65 laktoz içeren 962.4 kg UF permeat kullanılarak 20 kg (25 L) etil alkol ve 20 kg maya konsantrasyonu üretilebileceğini göstermişlerdir. Bir başka çalışmada, % 4.4 laktoz içeren 42 L permeat kullanılarak yüzde yüz saflıkta bir kilogram alkol üretilebileceği belirtilmiştir (LANG ve LANG, 1979). Uygulamada 450 kg alkol bir ton laktozdan üretilebileceği belirtilmiştir (RIEDEL, 1988). Farklı *Kluyveromyces* türüne ait mayalar ile yapılan denemelerde % 9.1 kuru madde içeren konsantrasyon permeat kullanılarak en yüksek alkol

üretiminin *Kl. fragilis*'in kullanımı ile gerçekleştiği belirtilmiştir (MAHMOUD ve KOSIKOWSKI, 1982). *Kl. fragilis*'in bazı türlerinin konsantrasyon permeattan % 12 oranına kadar varan alkol üretebileceği belirtilmiştir (MOULIN ve GALZY, 1980). Permeattaki laktozun yarısından azının alkole dönüştürülebildiği (HORTON, 1982), ancak pratikte *Kl. fragilis* mayasının kullanımı ile bu oranın % 80'lere kadar yükseltilebileceği vurgulanmıştır (ZADOW, 1988). Ayrıca, daha gelişmiş yöntem olarak sürekli fermentasyon kullanılarak verimliliğin 5-10 kat daha artırılabilirliği ileri sürülmüştür (MEHAIA ve ark, 1985; Marwaha ve Kennedy, 1985). Alkol fermentasyonu sonucunda elde edilen alkol,



Şekil 1. Permeattan *Kl. marxianus* kullanılarak alkol üretimi (SANDERSON ve REED, 1985)

alkollü içkilerin üretiminde kullanılarak alkollü içecekler üretilebileceği gibi % 20 oranında benzinle karıştırılarak araçlarda akaryakıt olarak kullanılabilirliği öne sürülmüştür (TEXEIRA ve ark., 1983). Fakat bu ölçülerde alkol üretimi için büyük miktarlarda yatırımlara ihtiyaç vardır. Sonuçtan emin olmayan hiçbir yatırımcı da bu ölçüde büyük bir yatırımı göze alamamaktadır.

2.1.2. Biogaz (metan) üretiminde: Permeattan diğer bir yararlanma yöntemi olarak "Biogaz" "yakacak gazı" veya metan üretilebilir. Permeattan fermentasyon yolu ile metan üretimi için mutlak anaerobik şartlara ihtiyaç vardır. Bu fermentasyon sonucunda saf metan gazı elde edilemez. Bundan dolayı, bu işleme biogaz işlemi de denilmiştir. Biogaz, metan ve CO₂ karışımıdır. Uygulanan işlemlere bağlı olarak metan ve CO₂ karışımı 50:50 veya 70:30 oranında değişebilmektedir (MAIORELLA ve CASTILLO, 1984; HORTON, 1987). Elde edilen biogaz, yeterli miktarda enerji ihtiva ettiği için yakıt olarak kullanılabilirliği ileri sürülmüştür (RIEDAL 1988). Bu tip fermentasyonun iki aşamada gerçekleşebileceği belirtilmiştir (HORTON, 1987). Laktoz önce asidürik mikroorganizmalar tarafından parçalanarak organik asitlere dönüştürülmekte daha sonra ortaya çıkan asitler metanojenik mikroorganizmalar yardımı ile metan ve CO₂'e dönüştürülmektedir.

Uygulama şartlarında, 1000 kg laktozun fermentasyonu ile yaklaşık 250 kg yakacak olarak kullanılabilir biyogaz açığa çıkarılabileceği ve bunun enerji değerinin ise 960 kJ/L olduğu açıklanmıştır (RIEDEL, 1988, ZADOW, 1988). Laktozun bir tonunun fermentasyonu ile elde edilen enerjinin miktarı 320 kg fuel-oil'in verdiği enerji miktarına eşit olduğu belirtilmiştir. Fakat pratikte bu miktarın % 80 düzeyinde gerçekleşebildiği hesaplanmıştır (COTON, 1980). Buna göre bir ton laktozun 256 kg fuel-oil'e eşdeğer olduğu kolaylıkla hesaplanabilir. Permeatın fazla miktarda üretildiği süt işletmelerinde, biyogaz üretiminde yoğun olarak kullanılarak, işletmenin enerji ihtiyacının karşılanmasına katkıda bulunabilir. Yukarıda yapılan hesaplamalardan görülebileceği gibi önemi küçümsenmeyecek miktarlarda enerji hergün kanalizasyonlara atılarak hem enerji kaybına, hem de biyolojik oksijen ihtiyacından dolayı çevre kirliliğine neden olmaktadır.

2.1.3. Laktik asit/Amonyum laktat üretiminde: Bu işlemde, permeat kontrolü anaerobik atmosfer şartlarında *Lactobacillus* türü bakteriler kullanılarak fermente edilir. Fermentasyon esnasında oluşan laktik asit ortamın asitliğini belirli bir düzeyde tutmak için sürekli amonyak ile nötralize edilir. Daha sonra elde edilen sıvının toplam kurumaddesi % 60'ın üzerinde bir değere kadar konsantre edilir. ZADOW (1988) bir çalışmada, permeatı sürekli fermentasyon yöntemini kullanarak laktik asit fermentasyonuna tabi tutmuştur. Fermentasyonda *L. bulgaricus* fermentör bakteri olarak seçilmiş, pH 5.5 ve 44 °C'de inkübe edilmiştir. Ayrıca, fermentasyon ortamının asitliğini pH 5.5'de tutabilmek için fermentöre nötralizan olarak amonyak ilave edilmiştir. Sonuçta maksimum laktat konsantrasyonu 58.7 g/L olarak gerçekleşmiştir. SANDERSON ve REED (1985) yaptığı çalışmada, laktoz'un fermentasyonunda fermentör bakteri olarak homofermentatif laktik asit bakterisi *L. plantarum*'u kullanmıştır. Ayrıca, BOYAVAL ve ark. (1988), bu amaçla *L. helveticus* ve *S. thermophilus*'un karışık kültürlerini membran biyoreaktörde kullanmışlardır. Aynı zamanda, mezofilik laktik streptokoklar için uygun bir gelişme ortamı olarak permeatın kullanılabilirliği üzerinde durulmuştur (CHRISTOPHERSON ve ZOTTOLA, 1989).

HORTON (1982), bir ton % 35'lik peynir suyu permeatının konsantrasyonunu fermentasyona tabi tutmuş ve sonuçta 98 kg fermentasyon ürünü ve % 60 toplam kurumaddeli kondanse amonyum laktat elde etmiştir. COTON (1980), MOEBUS ve TEUBER (1986) tarafından benzer bir çalışma yapılmış ve fermentasyon sonucunda elde edilen ürünü süt hayvanlarının yemlerine % 25 oranına kadar karıştırılmıştır. Böylece yemdeki hem proteinin sindirilebilirlik oranında % 8'e kadar varan artışlarının olabileceği ileri sürülmüştür. Üretilen amonyum laktatın tipik bileşiminin yüzde oranları aşağıda Çizelge-2'de özetlenmiştir (MOEBUS ve TEUBER, 1986).

Elde edilen amonyum laktatın depolanması kolaydır. Çünkü konsantre edilmesinden dolayı ortamın ozmotik basıncı yüksek olup, ortamda mikroorganizmaların yaşayabilmesinin mümkün olamayacağı bildirilmiştir (JUENGST, 1985).

2.1.4. Diğer bazı fermente ürünlerin üretiminde:

a) Sitrik asit: Sitrik asitin süt endüstrisinin gelişmediği ülkelerde genellikle melastan üretildiği belirtilmektedir. Fakat süt endüstrisinin geliştiği ülkelerde permeatın sitrat üretimi için uygun bir hammadde olarak kullanıldığı üzerinde durulmuştur (Hossain, 1983; Sanderson ve Reed (1985) yaptıkları çalışmada, permeattaki laktozu *Aspergillus niger*'in mutant bir türünü fermentasyon için kullanarak önemli miktarlarda sitrik asit üretilebileceğini göstermişlerdir.

b) Ekmek mayası : Permeat, önce immobilize laktaz enzimi ile işleme tabi tutularak permeattaki laktoz glikoz ve galaktoza hidrolize edilir. Sonra fermentasyon ortamına *Saccharomyces cerevisiae* ilave edilir. *Saccharomyces cerevisiae* ile fermentasyon esnasında öncelikle hidrolize edilen glikoz kullanılır. Daha sonra ortamda biriken galaktoz istenilmeyerek yavaş yavaş kullanılmaya başlar. Fermentasyondan sonra katı maya miktarı % 17'ye kadar yükseltir ve ortamdaki maya kremi alınarak yaş olarak veya kurutulmuş olarak depolanır (ZADOW 1988).

Çizelge 2. Amonyum Laktatın Tipik Bileşiminin Yüzde Oranları (mg/kg)

Ham proteine eşdeğer protein	44
Protein olmayan azotlu ham proteine eşdeğer protein	37
Laktik asit	37
Potasyum	1.20
Sodyum	0.74
Magnezyum	0.072
Fosfor	0.44
Kalsiyum	0.18
Kükürt	0.04
Demir	137

c) Galaktoz : Permeattan galaktoz üretimi için ortamda bulunan laktoz öncelikli olarak kimyasal veya enzimatik yollardan biri kullanılarak glikoz ve galaktoza hidrolize edilir. Daha sonra bu işlemleri etanol ile galaktozun damıtılması takip eder veya ortama glikozu elemine etmek için uygun bir maya (*Saccharomyces roseii*) ilave edilerek ortamdaki glikoz fermente edilerek ortamda etanol ve galaktoz kalır. Ortamda fermentasyon esnasında gelişen maya filtre edilerek ortamdan ayrılır ve etanolde distile edilerek ortamda sadece galaktoz kalır bu da konsantre edilerek konsantre galaktoz elde edilir (MOULIN ve GALZY, 1984).

d) Amino asit : *Brevibacterium lactofermentum* kullanılarak permeatin fermentasyonu esnasında önemli miktarda lizin amino asidi sentezlenmiştir. Fakat bu sonucu sağlamak için fermentasyondan önce teşvik edici olarak bazı amino asitler kullanılmıştır. *E. coli* ile yapılan başka bir denemede ise threonin amino asidi üretilmiştir. Laktozun bu denemedeki hidrolizasyonu amino asit sentezlenmesini teşvik etmiştir. Adı geçen her iki çalışmada da ortama maya ilavesi ile amino asit sentezinin teşvik edildiği gözlenmiştir (SANDERSON ve REED, 1985).

e) Bütanol : Geleneksel olarak bütanol mayşelenmiş mısırdan üretilmektedir. Mayşelenmiş mısırdan fermentasyonu ile elde edilen fermentasyon ürünlerinin (bütanol:aseton:etanol) oranı 6:3:1 olarak gerçekleşirken fermentasyon için hammadde olarak permeat kullanıldığında bu oran sırası ile 10:1:1 olarak gerçekleşmiştir (ZADOW, 1988). Görüldüğü gibi bu oranlar arasında büyük farklılık mevcuttur.

f) Laktaz: *Candida pseudotropicalis* permeati substrat olarak kullanarak buradan laktat üretilmeye çalışılmıştır. Bunun için optimum gerekli şartlar ise aşağıdaki gibi özetlenmiştir (ZADOW, 1988). pH'sı 3.5'e ayarlanmış ve içerisine % 0.1-0.2 oranında amonyum sülfat ilave edilmiş permeat fermentasyon ortamı olarak kullanılmıştır. Fermentasyon için ortama % 0.05-%0.1 maya ekstraktı ile % 2 oranında normal peynir suyu ilave edilerek ortamın sıcaklığı 30 °C'de tutulmuştur.

3. Bazı meşrubatların üretiminde kullanılarak değerlendirme

Permeat kullanılarak yapılan meşrubatlar genellikle berraktır. Permettan yapılan meşrubatlar da geleneksel meşrubatlara benzemektedir (GANDHI, 1989). Geleneksel meşrubatların çoğu karbonik asitle doyurulmuştur. Bu işlemin amacı meşrubatların bilinen karakteristik tadını kazandırmak içindir. Permeat kullanılarak yapılan meşrubatlarda; çoğu zaman ortamdaki proteinler uygun bir yöntemle ortamdan uzaklaştırılır daha sonra permeatin karakteristik kokusu giderilir veya azaltılır. Son olarak da depolama süresinin uzatılması için ısı işlem veya uygun yöntemler kullanılmaktadır. Bütün bu işlemlerden sonra ürün tüketime hazırdır (REEDY ve ark., 1987).

KROVCHENKO (1988) yapmış olduğu bir çalışmada dört kısım hidrolize permeat altı kısım portakal ve ananas suyunu karıştırarak bir içecek geliştirilmiştir. % 12 fermente olabilir ekstrakt içeren hidrolize laktoz kullanımı ile bira üretilmiş ve sonuçta normal olarak üretilen biralarla benzerlik gösterdikleri belirtilmiştir (ELMER, 1982; ABU-DONIA ve ark., 1986). Üzüm suyu konsantresi ile hidrolize permeat karıştırılarak mayalarla fermente edilmiştir. Fermentasyon sonucunda % 10-12 oranında alkol içeren bir şarabın üretilebileceği öne sürülmüştür (CHANDAN ve ark., 1982).

4. Kristal laktoz üretiminde kullanılarak değerlendirme

Uzun yıllardan beri laktoz genellikle peynir suyundan üretilmektedir. Fakat son yıllarda teknolojideki değişmelere paralel olarak sütçülükte de gelişmeler olmuş ve ultrafiltrasyon sistemi yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır. UF işlemi sırasında daha önce tanımladığımız permeat ortaya çıkmıştır. Permeattaki toplam kurumaddenin yaklaşık olarak % 80'nini laktoz oluşturmaktadır. Bundan dolayı, permeatin laktoz üretimindeki popülaritesi artmıştır.

Permeat kullanılarak üretilen kristal laktozun rengi, peynir suyundan elde edilen kristal laktozun rengi ile kıyaslandığında daha beyaz olduğu gözlenmiştir. Çünkü, permeat daha düşük oranda azotlu maddeler içermektedir. Dolayısıyla, işlemler esnasında renk değişimi (MAILLARD ve BROWNING) daha az olmaktadır. Permeatin az veya hiç protein içermemesinden dolayı elde edilen laktoz protein içermemektedir. Dolayısıyla, bu yöntemle üretilen laktoz eczacılıkta kullanılabilecek özelliktedir (ZADOW, 1984 ve 1986). Laktozun diğer bir kullanım yeri penisilin üretiminde substrat, ilaçların dışında kapsül, glikoz-galaktoz şurubu üretimi için hammadde ve diğer benzer amaçlarla kullanılabilir (MARWAHA ve KENNEDY, 1988). Ancak piyasa araştırmaları göstermiştir ki, kristalize edilmiş rafine laktoz için sınırlı pazar bulunmaktadır (Texeira ve ark., 1983).

VAN DEN BOS (1987) kristal laktoz üretimini beş temel işlemle özetlemiştir. Bu işlemler şunlardır: i) konsantrasyon, ii) kristalizasyon, iii) seperasyon, iv) kurutma ve v) sınıflandırma. Peynir suyundan % 58-62

toplam kurumaddeye kadar konsantrasyonu sadece evaporasyon metodu ile mümkündür. Bu işlem içinde uygulanan sıcaklığın en az serum proteini denaturasyonu için 70 °C'den daha az bir sıcaklık derecesinde olması gerekir. Ayrıca, bu işlem Ca - fosfat ve sitratların presipitasyonundan dolayı 6-8 saatlik işleme zamanı ile sınırlıdır. Diğer yandan, permeattaki presipitasyonu azaltmak için 95 °C'ye kadar bir ön ısıtma işlemi tabii tutulabilir. Ayrıca 20 saate kadar işleme zamanı uzatılabilir. Kristalizasyon işlemi konsantrasyondan etkilendiğinden kristalizasyon süresi kısa olup, permeattan elde edilen kristal laktoz miktarı daha fazladır. Permeattan elde edilen laktozun saflaştırılması işleminde peynir suyundan elde edilen laktoza nazaran daha kolaydır. Permeattan % 99.9 oranında saf ve yüksek kalitede laktoz monohidrat elde edilebilir. Laktozun izomerlerinden β -laktoz hafif tatlı ve çözünebilirliği daha fazladır. Ancak, genellikle geleneksel yöntem kullanılarak laktoz üretilmekte ve sonuçta ortaya çıkan ürün α -laktozdur. Laktozun kristalizasyonundan sonra santrifüj işleminden geriye kalan sıvının toplam kurumaddeyi, yaklaşık % 50 laktoz (susuz) % 35 mineraller ve % 15 protein olmayan azottan oluşur (Visser ve ark., 1988). Daha sonra bu sıvı uygun bir metodla kurutulur paketlenir. Geleneksel yöntemle laktoz üretiminde verim % 50-65 düzeyinde gerçekleşirken bu oran sürekli laktoz üretim yönteminde 75-80 düzeyine çıkarılmıştır (HORTON, 1982). Permeattan elde edilen laktoz, peynir suyundan elde edilenlerden daha fazladır. Ayrıca, kristalizasyondan önce permeatın demineralizasyonu ile laktoz miktarında artış olduğu gösterilmiştir (ZADOW, 1986).

V. Hidrolize glükoz-galaktoz şurubu üretiminde kullanılarak değerlendirme

Bireylerin beslenmesinde permeatın değerlendirme yöntemlerinden biri de glikoz-galaktoz şurubu elde edilmesidir. Bu değerlendirme yönteminde laktoz aşağıda belirtilen yöntemlerden birinin yardımı ile hidrolize edilerek en iyi sindirilebilirlik gösteren glikoz ve galaktoza dönüştürülmesidir. Hidrolizasyon sonucu bunların fonksiyonel özellikleri artırılarak laktoza oranla daha tatlımsı bir ürün oluşturulabileceği belirtilmektedir (METZDORF ve ark., 1985). Ortaya çıkan diğer avantajlar ise aşağıda özetlenmiştir (RYDER, 1988). Bu yolla mikrobiyolojik stabiliteye sahip kristalleşmeyen glikoz-galaktoz şurubu üretilebilir. Böylece kristal laktoz üretiminin aksine kurutmaya gerek duyulmaz ve hidrolizasyon ile laktoz'a intolerans bireyler glikoz-galaktoz şurubu kullanarak hazırlanmış gıdaları problem olmaksızın tüketebilirler.

Laktozun hidrolizasyonu için mevcut yöntem bulunmakta olup bunlar RYDER (1988) tarafından kısaca aşağıdaki gibi özetlenmiştir. i) Serbest, immobilize enzimler veya enzim reaktörlerine enzimatik hidrolizasyon, ii) direkt asidifikasyon veya iyon değişimi ile kimyasal hidrolizasyon, iii) hidrojenizasyon. Burada, yöntemlerle ilgili detaylı teknik açıklamada bulunulmamıştır. Bunlarla ilgili olarak detaylı bilgiler RYDER (1988)'de mevcuttur.

Hidrolizasyon sonucu üretilen glikoz-galaktoz şurubunun, mısır ve patates nişastasından yapılan şurubun yerine aynı amaçla kullanılabilmesi üzerinde durulmuştur (ROTHWELL, 1982). Ayrıca, glikoz-galaktoz şurubu aşağıda belirtilen ürünlerde değişik amaçlarla kullanıldığı belirtilmiştir (HARJU, 1987; RYDER, 1987). Bunlar: ekmekçilik, pastacılık, dondurmacılık, şekerlik, meyve ürünlerinde, çikolata üretiminde, reçel ve bisküvi üretimi gibi değişik gıda sanayiinin kollarıdır. Ayrıca, laktozun hidrolizasyonu ile koyulaştırılmış sütler, dondurma ve dondurulmuş pastalarda laktozun kristalleşmesi önlenmiştir (DUVNJAK ve KOSARIC, 1983).

Sonuç olarak, günümüzde, endüstriyel alanda permeatın değişik değerlendirme yöntemleri geliştirilerek bunların değerlendirilmesinin kabul görmüş olması memnuniyet vericidir. Çünkü, bileşiminde yüksek oranda laktoz içeren bu artık ürünün değerlendirilmesi ile hem bir ekonomik fayda sağlanmış, hem de çevre kirliliğinin önlenmesine katkıda bulunulmuştur. Ayrıca gelecek için önemli değerlendirme yöntemlerinden biri olarak meşrubat üretimi üzerinde daha fazla çalışma yapılarak bu konuya daha fazla ışık tutulabilir.

KAYNAKLAR

- ABOU-DANIA, S.A., İSMAIL, A.A. and ABD EL-SAHID, Y. 1986. Utilization of deproteinized whey for beer-like beverages. Alexandria J. Agri. Res. 31:135-143.
- AKIN, N. 1994. Filtration Methods for Making Turkish Süzme (thick) yoghurt. PhD. Thesis, Loughborough University of Technology, Loughborough, England, 237s.
- BOYAVAL, P.; TERRE, S. and CORRE, C. 1988. Continuous fermentation of whey permeate for lactic acid production in a membrane bioreactor. Lait. 68:65.
- CHANDAN, R.C. UEBERSAX, M.A. and SAYLOCK, M.J. 1982. Utilization of cheese whey permeate in canned beans and plums. J. Food Science. 47:1649-1653.
- CHRISTOPHERSON, A.T. and ZOTTOLA, E.A. 1989. Whey permeate as a medium for mesophilic lactic acid streptococci. J. Dairy Science. 72: 1701-1706.

- COTON, S.G. 1980. The utilization of permeates from the ultrafiltration of whey and skimmilk. *J. Soc. Dairy Technol.* 33:89
- DEANEY, R.A.M. 1981. Cultured Dairy Products *J.* 16 (5) 11.
- DUVNJAK, Z. KOSARIC, N. 1983. Whey and its uses in the food and fermentation industry. *J. Dairy Sci. Abst.* 40-647.
- ELMER, R.A. 1982. Process Whey Products Conference. Schauumburg, Ill, 31s.
- GANDHI, D.N. 1989. Whey utilization for beverages production. *Indian Dairyman.* 41:35-36.
- GLOVER F.A. 1986. Modification of the composition of milk. "in, *Modern Dairy Technology, Vol:I. Advance in Milk Processing.* Robinson, R.K. Ed.", Elsevier Applied Sci. London.
- HARJU, M. 1987. Lactose hydrolysis. *IDF Bulletin No; 212: 50-55.*
- HORTON, B.S. 1982. Process Whey Products Conference. Schauumburg. Ill, 88s.
- HORTON, B.S. 1987. Anaerobic fermentation and ultraosmosis. *IDF Bulletin No; 212: 77-83.*
- HOSSAIN, M., BROOKS, J.D. and MADDOX, J.S. 1983. Production of citric acid from whey permeate by fermentation using *A. niger*. *N.Z.J. Dairy Sci. Technolo.* 18:161-169.
- JUENGST, R.W. 1985. Animal feed from whey ammonium lactate and lactosylurea. *Proc. IDF. Seminar New Dairy Products.* Atlanta, USA. 117-130s.
- KRAVCHENKO, E.F. 1988. Whey beverages. *IDF Bulletin No; 233: 61-67.*
- LANG, F. ve LANG, A. 1979. Alternative energy and energy conservation in the dairy industry. *Milk Industry.* 81:8-10.
- LEHMANN, H.R. 1987. Milk as an example of combination of mechanical separation techniques in food technology. *Deut. Milchw.* 38:1818-1826.
- MAHMOUD, M.M. and KOSIKOWSKI, F.V. 1982. Alcohol and single cell protein production by *Kluyveromyces* in concentrated whey permeates with reduced ash. *J. Dairy Sci.* 65: 2082-2087.
- MAIORELLA, B.L. and CASTILLO, F.J. 1984. Ethanol, biomass, and enzyme production for whey waste abatement. *Process. Biochemistry.* 19:157-161.
- MARWAHA, S.S. and KENNEDY, J.F. 1984. Alcohol production from whey permeate by immobilized and free cell of *Kl. marxianus* NCYC179. *Process Biochemistry.* 19:79-80.
- MARWAHA, S.S. and KENNEDY, J.F. 1985. Continuous alcohol production from whey permeate using immobilized cell reactor systems. *British Polymer J.* 17:60-63.
- MARWAHA, S.S. and KENNEDY, J.F. 1988. Whey-pollution problem and potential utilization. *Int. J. Food Sci. Technol.* 23:223-236.
- MEHAIA, M.A.; CHERYAN, M. ve ARGOUDELIS, C.J. 1985. *Cultured Dairy Products J.* 20:9.
- MATTHEWS, M.E.; AMUNDSON, C.H. and HILL, C.G. 1976. *J. Food Sci.* 41:624.
- METZDORF, C., FAUQUEX, P.-F., FLASCHEL, E. and RENKEN, A. 1985. Engineering aspects of fluidized bed reactor operation applied to lactose treatment of whole whey. *Conserv. Recycl.* 8:165.
- MODLER, H.W. 1987. The use of whey as animal feed and fertilizer. *IDF Bulletin No; 212-111-124.*
- MOEBUS, V.O. and TEUBER, M. 1986. Verfahren zur vegarung von molke und ultrafiltrations permeaten. *Kieler Milchw. Forsch. Ber.* 38:119-123.
- MOLLER, J.L. 1988. Utilization of dairy by products. *North. Eur. Food and Dairy J.* 53:298-301.
- MOULIN, G. and GOLZY, P. 1984. Whey, a potential substrate for biotechnology. *Biotechnology and Genetic Eng. Reviews.* 1:347-374.
- PUHAN, Z. and HALTER, N. 1984. Upgrading of milk UF-permeate by yeast fermentation-a simple process. *Nort. Eur. Dairy J.* 50:33-37.
- REDDY, G.J.; RAO, B.B.R.; REDDY, K.S.R. and VENKAYYA, D. 1987. Development of Whey Beverage. *Ind. J. Dairy Sci.* 40-445-50.
- REXROAT, T.M. and BRADLEY, R.L. 1986. Stability of concentrated, decolorized, hydrolyzed whey permeate. *J. Dairy Sci.* 69:1762-1766.
- RIEDEL, C.L., 1988. *Deut. Milchw.* 39:1780.
- ROTHWELL, J. 1982. Dairy products. *IDF Bulletin No; 147:77-81.* Brüksel.
- RYDER, D.N. 1988. Hydrolysis of lactose in whey products. *IDF Bulletin No; 233:45-52.* Bürüksel.
- SANDERSON, G.w. and REED, G. 1985. Fermented products from whey and whey permeate. *Proc. IDF. Seminar New Dairy Products.* Atlanta, usa. 141-157s.
- SATTERLEE, L.D. 1984. Utilization of protein from biomass by products. *Ind. Eng. Chem. Products Res. Dev.* 23:278-283.
- SHAY, L.K. and WEGNER, G.H. 1986. Non pollution conversion of whey permeate to food yeast protein. *J. Dairy Sci.* 69:676.
- STAMER, H. ve FISHBACH, G. 1984. *Deut. Molk. Ztg.* 105:1072.
- TEXEIR, A.A.; WOHNSON D.E. and ZALL, I.R. 1983. New uses for lactose permeat. *Food Eng.* 55(4)110.
- VAN DEN BOS, M.J. 1987. Backbonds of technologies used for the production of lactose *IDF Bulletin No; 212-99-102.* Bürüksel.
- VISSER, R.A. van den Bos, M.J. and FERGUSON, E.P. 1988. Lactose and its chemical derivatives. *IDF Bulletin No; 233:33-44.* Brüksel.
- WONG, N.P.; LACRAIX, D.E. and MCDONOGH, F.E. 1978. Minerals in whey and whey fractions. *J. Dairy Sci.,* 61:1700-1703.
- YAN, S.H.; HILL, C.G. and AMUNDSON, C.H. 1979. Ultrafiltration of whole milk. *J. Dairy Sci.* 62:23-40.
- ZADOW, J.G. 1984. The effect of new technology on the nutritional value of dairy products. *Aust J. Dairy Technol.* 39:104-108.
- ZADOW, J.G. 1984. Lactose: properties and uses. *J. Dairy Sci.* 67:2654-2579.
- ZADOW, J.G. 1986. Utilisation of milk components; Whey "in, *Modern Dairy Technology, Vol:I. Advance in Milk Processing.* Robinson, R.K. Ad.", Elsevier Applied. Sci. London.
- ZADOW, J.G. 1988. Fermentation of whey and permeate. *IDF Bulletin No; 233-53-60.* Brüksel.