

ANKARA PİYASASINDA PAZARLANAN LAKTOZU DÜŞÜRÜLMÜŞ SÜTLERİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Dr. Ali TOPÇU , Prof.Dr. İbilge SALDAMLI*

ÖZET

Bu çalışmada Ankara piyasasında satılan ve laktoz intolerant bireyler için üretilmekte olan laktozu düşürülmüş sütün (L.D.S.) bazı teknolojik ve duyuşal özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla, örneklerin % toplam kurumadde, % toplam indirgen şeker, % glukoz, % laktoz, titrasyon asitliği (SH) ve pH değerleri saptanmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, süt örneklerindeki yüksek glukoz ve düşük laktoz düzeyleri, laktozu düşürülmüş UHT süt üretiminde enzimatik hidroliz tekniğinin kullanılmış olabileceğini göstermektedir. Bu sütün laktoz içeriği laktoz intoleransı olan bireylerin güvenle tüketebileceği değerlerde bulunmuştur. Yapılan duyuşal muayene sonuçlarına göre UHT içme sütününden daha tatlı olan bu ürünlerin panelistler tarafından daha çok kabul gördüğü tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: UHT süt, laktoz, glukoz, laktoz intolerant

ABSTRACT

Some Technological Properties of Lactose Reduced Milk Samples Being Sold in Ankara Markets

In this study some technological and sensorial properties of lactose reduced UHT milk samples being sold in Ankara markets produced for lactose intolerant were investigated. So the % total solid content, % total reducing sugar, % glucose, % lactose, titratable acidity (SH) and pH values of samples were analysed. According to the results of the analysis, high level glucose and low level lactose in milk samples show that the

enzymatic hydrolysis could have been used for the production of lactose reduced UHT milk. Lactose content of these samples are found to be appropriate levels for the consumption of lactose intolerants. According to the results of sensorial evaluation showed that these products were sweeter than UHT milks and gained more acceptance by panelist.

Key words: UHT milk, lactose, glucose, lactose intolerance

GİRİŞ

Süt, bileşiminde yer alan yüksek kalitede protein, laktoz, mineral ve vitaminler ile üstün bir besleyici değere sahiptir (1). Sütün bileşimine bakıldığında çeşitli yaş grupları için önemli olan tüm besin öğelerini içerdiği görülmektedir. Ancak içme sütün ve fermente olmayan ürünlerin tüketimi, çoğu kez bu ürünlere duyarlı bireylerde gastro-intestinal sorunlara yol açmaktadır. Bu hastalık belirtileri farklı bireylerde değişik şekillerde ortaya çıkmakla birlikte genelde; gaz, şişkinlik, karın ağrısı, bulantı, ishal, ekşime gibi şikayetlerden oluşmaktadır. Bu belirtilerden dolayı tüketici bireyler çoğu zaman süt ve ürünlerini tüketmekten vazgeçmektedir. Pekçok araştırmacı bu semptomların sütün temel karbonhidratı olan laktozun vücutta sindirimini gerçekleştiren enzim miktarının yetersizliğinden kaynaklandığını bildirmektedir (1- 3).

Laktoz kimyasal olarak, glukoz ve galaktoz monosakkaritlerinin birleşmesinden oluşmuş bir disakkarittir (4,5). Laktoz vücutta ince bağırsaklarda laktaz enzimi tarafından glukoz ve galaktoza hidrolize edilerek emilimi sağlanmaktadır. Gastro-intestinal sistemde laktaz eksikliği veya

* H.Ü.Gıda Mühendisliği Bölümü Beytepe /Ankara

yokluğu olduğunda laktozun hidrolizi mümkün olmamaktadır. Absorbe edilemeyen laktozun osmotik etkisi ve bağırsak mikroflorası tarafından fermentasyonu sonucu bireylerde; kramp, diare, gaz oluşumu gibi sindirim bozuklukları ortaya çıkmaktadır. Bu sorun literatürde "laktoz intoleransı", "laktoz malabsorpsiyonu" veya "laktaz eksikliği" olarak adlandırılmaktadır (2, 3).

Laktoz intolerans semptomları, alınan laktoz miktarına bağlı olarak da değişmektedir. Ancak laktoz içeren gıdalardan sakınmak beslenme açısından riskler yaratabilmektedir. Süt bireylerin beslenmesinde kalsiyum, fosfor, magnezyum, riboflavin, vitamin D ve protein kaynağı olarak çok önemli bir yere sahiptir. Fosfor, magnezyum, riboflavin ve vitamin B₁₂ gibi besin öğeleri laktoz içermeyen besinlerde de bulunmasına rağmen, kalsiyumun %75'i laktoz içeren besinlerden sağlanmakta ve ancak bu şekliyle emilimi mümkün olabilmektedir (6). Süt ile kalsiyum alınmasının diğer bir yararı da laktozun kalsiyum ile kelat oluşturarak ince bağırsaklarda bu mineralin emiliminin artması sağlanmaktadır (1). Yetersiz kalsiyum alınması ise; iskeletin yavaş büyümesi, hipertansiyon, hamilelikte toksemiya, kolon kanseri ve osteoporosis gibi sağlık sorunlarına neden olmaktadır (2,5,7).

Bu özelliklerinden dolayı dengeli beslenebilmek için gerekli olan temel besin grublarının başında yer alan süt ve ürünlerinin tüketilmesi bireylerin sağlığı ve beslenme ilkeleri açısından zorunludur (1). Bugün süt teknolojisinde ileri gitmiş ülkelerde laktoz intoleransı olan bireylerin sütü güvenle tüketebilmesi için, laktozu hidrolize edilmiş süt ve ürünleri geliştirilerek özel gıdalar kapsamında pazarlanmaktadır (8).

Laktozu % 90 oranında hidrolize edilmiş sütün, laktoz intoleransı olan bireyler için hiç sorun taşımadığı belirtilmektedir (9). Kosikowski (10) laktozun hidroliz düzeyinin %70 oranında olmasının bu amaç için yeterli olduğunu bildirmektedir.

Sütteki laktoz düzeyi çeşitli yöntemlerle düşürülebilmektedir. Bunlardan enzimatik

hidroliz tekniği en yaygın olarak kullanılanıdır. Bu teknikte gıda endüstrisinde kullanılmaya uygun karakterdeki -galaktosidaz (laktaz) enzimi kullanılarak laktozun, monosakkaritleri olan glukoz ve galaktoza hidrolizi gerçekleştirilebilmektedir. Bu tekniğe alternatif olarak kullanılan ultrafiltrasyon (UF) tekniğinde ise laktozun süttten fiziksel yöntemle ayrılması sonucu laktozu düşürülmüş süt üretimi mümkün olabilmekte, ancak tüketimde duysal açıdan problemler ortaya çıkmaktadır (2,10,11). Bu nedenle çoğu kez hidroliz tekniği ile elde edilen süt ile UF süt karıştırılarak ürünün tat-koku özelliği iyileştirilmektedir (2).

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ ve ARAÇLARI

Araştırma materyali olarak, bugün Türkiye'de üretimi sınırlı sayıda firma tarafından gerçekleştirilen ve Ankara pazarlarında satılan laktozu düşürülmüş UHT süt (L.D.S.) örnekleri kullanılmıştır. Bunun yanısıra tam yağlı UHT içme sütü örnekleri de duysal muayenelerde ve teknolojik analizlerde referans örnek olarak yine materyal içinde yer almıştır. Çalışmada kullanılan iki firmaya ait L.D.S. örneklerinden, iki farklı üretim tarihinde 6'şar adet, referans olarak kullanılan ve yine aynı firmalara ait tam yağlı UHT içme sütü örneklerinden de herbiri farklı üretim tarihine sahip 5'er adet olmak üzere toplam 34 adet örnek analiz edilmiştir.

Kimyasal ve Duyusal Analiz

Süt örneklerinde kurumadde miktarı AOAC metot 16.032'ye göre saptanmıştır (12). pH değerlerinin ölçümünde Hanna 8521 pH metre kullanılmıştır (10). Titrasyon asitliği SH olarak TS 1018'e uygun olarak yapılmıştır (13). Örneklerin glukoz içeriğini belirlemek için biyokimya analizörü (YSI 2700 Model, YSI incorporated Yellow Spring, Ohio, USA) kullanılmıştır (14). Laktozu düşürülmüş süt örneklerinde bulunan galaktoz, aynı örneklerde bulunan laktoz ile girişim yaptığı için biyokimya analizörü ile direk olarak laktoz ölçümü yapılmamıştır (15). Bu nedenle laktoz ölçümü için spektrofotometrik bir yöntem olan Teles yöntemi kullanılmıştır. Bu

yöntem için standart hazırlamada laktoz monohidrat kullanılmış ve 500, 1000, 1500, 2000 ppm'lik standart laktoz çözeltileri ile kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur ($R^2=0.9923$) (16,17). Ölçümler 460 nm'de yapılmış ve bu amaçla Shimadzu UV 2101 model spektrofotometre kullanılmıştır (18). Teles yöntemi ile örneklerdeki toplam indirgen şeker miktarı tespit edilmiş ve bu değerden toplam monosakkarit miktarı (Glukoz 2) çıkarılarak örneklerdeki laktoz değeri saptanmıştır (2).

Laktozu düşürülmüş UHT süt örneklerinin, duyu muayenelerinde referans olarak tam yağlı UHT içme sütü örnekleri kullanılmış ve bu aşamada kontrole göre fark paneli izlenmiştir. Ayrıca laktozu düşürülmüş UHT süt örnekleri kendi aralarında renk, tat-koku ve görünüş-kıvam özellikleri açısından ve 10 puan üzerinden değerlendirilmeye alınmıştır (2). Duyusal değerlendirmeler altı panelist tarafından gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Laktoz intoleransı olan bireyler için çok önemli bir kaynak olan "Laktozu Düşürülmüş Süt" Türkiye'de ancak 1999 yılı başlarında tüketime sunulmuş olan bir üründür. Bu nedenle, risk grubu olan bireyler günümüze kadar bu olanaktan yararlanamamışlardır. Çalışmada aynı firmaların tam yağlı UHT içme sütlerine de kontrol olarak yer verilmiş ve duyu muayenelerde kıyaslama yapılmış ve böylece iki firmaya ait içme sütlerinin bu yöndeki farklılıkları ortaya konmaya çalışılmıştır.

Farklı firmalara ait UHT içme sütü örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. A ve B firmalarına ait UHT içme sütü örneklerinin ortalama %laktoz içeriği sırasıyla 4.21 ve 4.16 olarak saptanmıştır. Bu değerler laktoz intoleransı olan bireyler için tolere edilemeyecek kadar yüksek değerlerdedir. Laktoz intolerans semptomları, tüketim sırasında 12 g laktoz alındıktan sonra ortaya çıkmaktadır. Bu miktar bir bardak (yaklaşık 240 ml) süt tüketimine eşdeğer olmaktadır (3). Bu nedenle bu bireyler için sütün laktoz seviyesi güvenli değerlere düşürülmek zorundadır. Tablo 1'de laktozun dışındaki diğer değerler incelendiğinde görülmektedir ki % glukoz'a ait veriler normal bir süttten beklenen değerlerin düzeyindedir. Bunun yanı sıra şeker dışındaki içerikler incelendiğinde yine normal bir içme sütünün taşıdığı limitler içinde yer aldığı görülmektedir.

Laktoz intoleransı olan bireylerin güvenle tüketilebileceği sütteki laktoz miktarı minimum %1-2 düzeyinde olması gerekmektedir (8,10). Tablo 2'de Ankara piyasasında satılmakta olan iki firmaya ait farklı tarihlerde üretilmiş (I ve II) L.D.S. örneklerinin analiz sonuçları verilmiştir. Görüldüğü gibi süt örneklerindeki laktoz değeri %1'in altındadır. İki farklı üretim tarihinde tüketime sunulan L.D.S. örneklerinde kurumadde, toplam indirgen şeker, glukoz içerikleri açısından büyük bir farklılık olmamasına karşın, laktoz içerikleri A firmasına ait örneklerde oldukça düşük bulunmuştur. Bu değerlerin tümü laktoz intoleransı olan bireyler için güvenilir değerlerdir. Benzeri bir konuda yapılan çalışmada İtalya pazarlarında satılan laktozu düşürülmüş

Tablo 1: Farklı üretim tarihlerine sahip UHT içme sütü örneklerinin kimyasal analiz sonuçları (n=5)

Özellikler	A firması *	B firması *
Kurumadde, %	11.08 ± 0.01	11.30 ± 0.01
Toplam indirgen şeker, %	4.23 ± 0.02	4.18 ± 0.04
Glukoz, %	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.00
Laktoz, %	4.21 ± 0.02	4.16 ± 0.04
Titrasyon asitliği (SH)	6.67 ± 0.13	7.23 ± 0.06
pH	6.69 ± 0.01	6.60 ± 0.02

* Veriler beş örneğe ait analiz değerlerinin ortalamasıdır.

Tablo 2: İki Farklı Üretim Tarihine Sahip Laktozu Düşürülmüş UHT Süt Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Özellikler	A firması *		B firması *	
	I	II	I	II
Kurumadde, %	11.27 ± 0.02	11.29 ± 0.04	11.29 ± 0.01	11.53 ± 0.03
Toplam indirgen şeker, %	4.50 ± 0.02	4.81 ± 0.18	4.99 ± 0.02	5.08 ± 0.04
Glukoz, %	2.20 ± 0.02	2.21 ± 0.01	2.24 ± 0.01	2.30 ± 0.05
Laktoz, %	0.12 ± 0.03	0.23 ± 0.02	0.51 ± 0.04	0.57 ± 0.03
Titrasyon asitliği (SH)	6.65 ± 0.05	6.57 ± 0.04	7.02 ± 0.02	7.02 ± 0.02
pH	6.66 ± 0.08	6.72 ± 0.08	6.58 ± 0.02	6.58 ± 0.01

* Veriler altı değerin ortalamasıdır.

UHT sütlerin ortalama % laktoz ve % glukoz içerikleri sırasıyla 1.38 0.04 ve 1.93 0.02 olarak saptanmıştır (19). Verilerimiz bu sonuçlarla karşılaştırıldığında ülkemiz piyasalarında satılmakta olan laktozu düşürülmüş sütlerin, laktoz intoleransı olan bireyler için daha güvenli olduğunu göstermektedir.

Örneklerimizdeki laktoz içeriğinin oldukça düşük olması ve glukoz miktarının fazla olması, sütlerde laktozun düşürülmesi için enzimatik hidroliz tekniğinin kullanılmış olabileceğini göstermektedir. Kartal (2) yaptığı çalışmasında enzimatik hidroliz tekniği ve UF tekniği ile L.D.S. elde etmiş ve bu tekniklerle üretilen sütlerin uygun oranlarda karıştırılması ile maliyeti daha düşük ve bileşim bakımından doğal süte daha yakın ürün elde etmeye çalışmıştır. Enzimatik hidroliz tekniği ve UF tekniği kullanarak ürettiği laktozu düşürülmüş sütlerin ve bu iki sütün 1:1 karışımı ile elde ettiği sütlerin ortalama % laktoz içeriği sırasıyla 0.28, 2.55, 1.42 olarak belirtmiştir.

Laktozu hidrolize edilmiş süt, hidroliz sırasında ortaya çıkan monosakkaritler nedeniyle hidroliz edilmemiş içme sütüne göre artan bir tatlılığa sahiptir. Sütteki laktoz %30, %60 ve %90 hidrolize uğratıldığında sırasıyla %0.3, %0.6 ve %0.9 sakkaroz eklenmesi sonucunda oluşabilecek tatlılığa ulaşmaktadır ve bu yüzden içme sütü olarak kullanılan bu ürüne beğeni de artmaktadır (8,20).

Laktozu düşürülmüş süt üretiminde enzimatik hidroliz yönteminin kullanımı sonucu daha tatlı bir süt elde edilmektedir. Tüketicilerin bir kısmı

tatlılığından dolayı bu ürünü reddedebilmektedir. Bu durumda düşük laktozlu süt üretiminde UF yöntemi de kullanılabilir. Bu yöntemle üretilen sütlerin enerji içeriği de düşük olacağından diyet süt olarak da kullanılabilir (21). Ancak UF yöntemi ile yapıdan laktozun uzaklaştırılması üründe belirgin tat eksikliğine ve UF derecesine bağlı olarak bazı suda çözünür vitamin ve mineral kayıplarına da yol açmaktadır. Enzimatik hidroliz ve UF tekniğinin bir arada kullanılması ile duyuşal özellikleri bakımından süte daha yakın L.D.S. üretimi mümkün olabilmektedir (2).

Tablo 3'de laktozu düşürülmüş UHT süt örneklerinin, UHT içme sütüne göre duyuşal açıdan değerlendirme sonuçları verilmiştir. Panelistlerin %66.6'sı laktozu düşürülmüş UHT süt örneklerinin, UHT içme sütünden daha iyi olduğunu belirtmiştir. Bu sütlerin farklılık düzeyleri Tablo 4'de verilmiştir.

A ve B firmalarının farklı üretim tarihine sahip laktozu düşürülmüş UHT süt örnekleri renk, tat-koku ve görünüş-kıvam açısından kendi aralarında değerlendirilerek sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. Duyusal değerlendirme sonucu A firmasına ait süt örnekleri diğerine kıyasla daha yüksek puanlar almıştır.

SONUÇ

Dünya nüfusunun yaklaşık %70'ı laktoz intolerant'tır ve bu bireyler için laktozu düşürülmüş süt üretimi gelişmiş ülkelerde büyük ölçekli bir sanayii haline almıştır (3). Türkiye'de laktoz intoleransı görülme sıklığı farklı araştırmalarda

Tablo 3: Laktozu Düşürülmüş UHT Süt Örneklerinin , Normal İçme Sütüne Göre Değerlendirme Sonuçları

	A firması				B firması			
	I		II		I		II	
	Panelist sayısı	%	Panelist sayısı	%	Panelist sayısı	%	Panelist sayısı	%
Sütten iyi	4	66.6	4	66.6	4	66.6	4	66.6
Sütle aynı	-	-	-	-	-	-	-	-
Sütten kötü	2	33.4	2	33.4	2	33.4	2	33.4
Toplam	6	100	6	100	6	100	6	100

Tablo 4: Laktozu Düşürülmüş UHT Süt Örneklerinin, Normal UHT Süt Örneklerine Göre Farklılık Düzeyleri

Farklılık düzeyi	A firması		B firması	
	I	II	I	II
Fark edilmeyecek kadar az				
Çok az farklı			1 (k), 1 (i)	1 (i)
Farklı	2 (i)	2 (i)	1 (i)	2 (i)
Oldukça farklı	1 (k), 2 (i)	1 (k), 2 (i)	2 (i)	1 (i), 1 (k)
Çok farklı	1 (k)	1 (k)	1 (k)	1 (k)
Toplam	6	6	6	6

(i): Sütten iyi görüşünde olan panelistleri göstermektedir.

(k): Sütten kötü görüşünde olan panelistleri göstermektedir.

Tablo 5: Laktozu Düşürülmüş UHT Süt Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Ortalama Değerlendirme Sonuçları

	A firması		B firması	
	I	II	I	II
Renk	8.2	8.7	6.3	6.3
Tat-koku	8.8	8.3	7.5	8.0
Görünüş-kıvam	8.3	8.3	7.7	7.5

%24, %37, %50 ve hatta %66 olarak bulunmuştur. Ancak ülkemizdeki laktoz intoleransı duyarlılığının daha da yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Birçok laktoz intoleransı olan bireyin durumlarının farkında olmadan ömür boyu sütü reddettiği bildirilmektedir (2).

Bu veriler ülkemizde laktozu düşürülmüş süt ürünlerine yönelik endüstriyel faaliyetler için büyük bir potansiyel olduğunu göstermektedir. Ülkemizde 1999 yılı başlarında piyasaya çıkarılan bu ürünlerin risk gruplarına sunuluyor olması, bu alandaki denetimlere özen gösterilmesini gerektirmektedir.

Bir kalite kontrol çalışması niteliğindeki araştırmamızın sonuçlarına göre, laktoz içeriği açısından piyasada satılmakta olan yüksek laktoz içeriğine sahip UHT içme sütlerinin tüketimi laktoz

intoleranslar için bir risk kaynağıdır. Laktozu indirgenmiş fermente süt ürünleri de (yoğurt, peynir), içeriklerinin kontrolünde gerekli titizlik gösterilmediği için yine bu bireyler için sakıncalı olabilmektedir. O nedenle laktozu düşürülmüş UHT sütlerin kullanılması laktoz intoleransı olan bireyler için çok daha güvenlidir. Araştırmamızda farklı üretim tarihlerine bağlı olarak incelenen sütlerin laktoz içeriklerinde bir miktar değişim olmasına rağmen bu değişimler laktoz intoleransı olan bireyler için güven sınırları içinde kalmaktadır. Ayrıca bu sütler duysal açıdan da normal içme sütlerine nazaran daha fazla beğeni kazanmıştır. Bu nedenle bu teknoloji ürünlerinin önümüzdeki yıllarda pazar şansı daha da artacaktır.

KAYNAKLAR

1. Baysal A. Beslenme, 5. Baskı, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1990:481.
2. Kartal İB. Laktozu düşürülmüş süt üretiminde enzimatik hidroliz ve ultrafiltrasyon tekniklerinin kullanımı ve laktoz tayin yöntemlerinin karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 1998.
3. Paige DM, Davis LR. Nutritional significance of lactose. in: Fox PF(eds). Nutritional Aspects of Developments in Dairy Chemistry-3. Elsevier Applied Science Publishers, London And Newyork, 1985:111-139.
4. Zadow JG. Lactose properties and uses. J.Dairy Science 1984;67:2654-2679.
5. Holsinger VH, Kligerman E. Applications of lactase in dairy foods and other foods containing lactose. Food Technology January, 1991:92-95.
6. Renner E. Dairy calcium, bone metabolism, and prevention of osteoporosis. J.Dairy Science 1994;77:3498-3505.
7. Bayhan A, Yentür G. Laktoz intoleransı. Gıda 1993;18:385-388.
8. Mahoney RR. Modification of lactose containing dairy products with -galactosidase. in: Fox PF(eds). Developments In Dairy Chemistry-3. Elsevier Applied Science Publishers, London And Newyork, 1985:69-106.
9. Paige DM, Bayless TM, Huang SS, Wexler R. Lactose hydrolysed milk. The American Journal of Clinical Nutrition 1975;28:818-822.
10. Kosikowski FV. Enzyme behaviour and utilization in dairy technology. J.Dairy Science 1988;71:567-568.
11. Rasic JL, Kosikowski FV, Bozic Z. Nutrient yoghurt from low lactose milk using a combined lactase-uf retentate procedure. Milchwissenschaft 1992;47:32-34.
12. Official Methods Of Official Of Analysis (AOAC). 14th Ed.,(Edited By Williams S.), Association Of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington,Va, USA, 1984.
13. TSE, Türk Standartları Enstitüsü, Çiğ Süt TS 1018, 1981.
14. Kartal İB, Saldamli İ, Temiz A. Comparison of biochemistry analyzer with teles method for the determination of lactose. Milchwissenschaft 1999;54: 7-9.
15. YSI Model 2700 Select Biochemistry Analyzer User's Manual, YSI Incorporated Yellow Springs, Ohio, USA, 1994.
16. Teles FFF, Young KC, Stull JM. A method for rapid determination of lactose. J.Dairy Science 1978;78:2541-2562.
17. Mistry VV, Hassan NH, Baer RJ. Spectrophotometric method for measurement of lactose in milk and milk products by using dialysis. J.Assoc. Off. Anal. Chemistry 1989;72: 877-880.
18. Yilmaz R, Temiz A. Lactose crystallization from deproteinized whey in an ethanol-water system. Milchwissenschaft 1997;52:629-631.
19. Pizzoferrato L, Manzi P, Marconi S. Functional Foods- A New challenge for the food chemists. Proceedings of Euro Food Chem X. Budapest, Hungary, 22-24 September 1999, Vol. 2, Page 195-201, 1999.
20. Morrissey PA. Lactose: Chemical and physicochemical properties. In: Fox PF(eds). Developments In Dairy Chemistry-3, Elsevier Applied Science Publishers, London And Newyork, 1985:1-30.
21. Kosikowski FV. Low lactose yogurts and milk beverages by ultrafiltration. J.Dairy Science 1979;62: 41-46.