

BİOYOĞURT, BİFİDUSLU FERMENTE SÜT VE YOĞURT İLE BUNLARIN KONSANTRE ÜRÜNLERİNDEKİ LAKTOZ, GLİKOZ, GALAKTOZ, L(+) ve D(-) LAKTİK ASİT MİKTARLARI

THE AMOUNT OF LACTOSE, GLUCOSE, GALACTOSE, L(+) AND D(-) LACTIC ACID IN BIOGURT, FERMENTED LIFIDUS MILK, BIFIDUS YOĞURT AND THEIR CONCENTRATED PRODUCTS

Nihat AKIN

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 42031, KONYA

ÖZET: İnek ve koyun sütlerinden *B. bifidus*, (*B. bifidus* + *L. acidophilus*) ve (*B. bifidus* + Yoğurt starter kültürü) kullanılarak hazırlanan fermente süt ürünleri sırası ile bifiduslu fermente süt, bioyoğurt, bifiduslu yoğurt, bunların UF tekniği, geleneksel yöntem kullanılarak konsantre edilmesi ile elde edilen konsantre fermente süt ürünleri hazırlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, fermentasyondan sonra analiz edilen tüm örneklerde toplam laktik asit miktarları 0.65-0.90 g/100g, L(+) laktik asidin toplam laktik asit içindeki oranı %65-85 aralığında gözlenirken D(-) laktik asidin oranı %0.05-18 aralığında ve laktoz, glikoz, galaktoz miktarları ise sırası ile 2.59-1.27, 0.09-0.67, 0.67-1.36 g/100 g aralığında bulunmuştur. Örneklerin hazırlanmasında kullanılan sütün ve konsantrasyon yöntemlerinin farklı olması üretilen ürünün L (+) and D (-) laktik asit miktarında önemli bir değişiklik yaratmamıştır.

Anahtar kelimeler: Bifiduslu fermente süt, bioyoğurt, bifiduslu yoğurt, konsantre fermente süt, laktoz, glikoz, galaktoz, L(+) laktik asit and D (-) laktik asit

ABSTRACT: Fermented bifidus milk, bioyoğurt, bifidus yogurt were prepared from cow and ewe milk by using *B. bifidus*, (*B. bifidus*+*L. acidophilus*) and (*B. bifidus* + yogurt starter culture). Concentrated fermented bifidus milk, bioyoğurt, bifidus yogurt were then obtained by using ultrafiltration (UF) and by traditional methods. L (+) lactic acid was predominantly produced during the fermentation of all type of milk accompanied by substantial quantities of D(-) lactic acid. The amount of L(+) and D (-) lactic acid was not significantly different in concentrated fermented dairy products produced by using UF and traditional technique from cow and ewe milks.

Key words: Fermented bifidus milk, bioyogurt, bifidus yogurt, concentrated fermented dairy products, lactose, glucose, galactose, L(+) lactic acid, D(-) lactic acid

GİRİŞ

Fermente süt ürünlerinde karakteristik olarak bulunan laktik asit, homofermentatif ve heterofermentatif, laktik asit bakterileri tarafından değişik miktarlarda üretilen bir organik asittir (LUNDER, 1972; BENNER, 1976; TAMIME ve ROBINSON, 1985; WORG ve ark, 1988). Laktik asidin L (+), D(-) ve DL karışık izomerleri vardır. İzomerlerin oluşumunda, mikroorganizmanın türü, sütün bileşimi, inkübasyon sıcaklığı, süresi, pH, depolama sıcaklığı ve süresi gibi bazı faktörlerin etkili olduğu belirtilmiştir (BLUMENTHAL ve HELBLING, 1971; BLUMENTHAL ve HELBLING, 1973; AKIN, 1996).

Yoğurt üretiminde kullanılan *S. thermophilus* L(+) laktik asit üretirken, *L. bulgaricus* D(-) laktik asit üretmektedir (LUNDER, 1972). *S. thermophilus* fermentasyonnu başlangıcında *L. bulgaricus*'a nazaran daha hızlı üreyebildiği için üründe L (+) laktik asit D (-) laktik asit'e nazaran daha fazla bulunmaktadır. D (-) laktik asit miktarı depolama süresine ve sıcaklığına bağlı olarak depolamanın ilerleyen safhalarında artış gösterebilir (Rasic ve Kurmann, 1978). Yapılan çalışmalarda, yoğurttaki L (+) ve D (-) laktik asit miktarlarının yüzde oranlarını sırası ile %45-80 ve %20-55 arasında belirlemişlerdir (ALM, 1982; KLUPSCH, 1983 a, b; AKIN, 1996).

Laktik asit miktarındaki değişme fermente sütlerin reolojik ve duysal özelliklerini değiştirir ve ürüne daha iyi depolama özelliği sağlar (NAHAISI, 1986). Vücutta enerji kaynağı olarak kullanılabilir ve 3.6 Kcal/g enerji sağlar.

Laktik asidin L (+) ve D(-) izomerlerinin insan ve hayvanlar üzerindeki fizyolojik rolü araştırılmış ve bunların insanların sindirim sistemlerinde absorbe edilebildiği belirtilmiştir (COHEN ve WOODS, 1976; DURAN ve ark., 1977). Fakat D(-) laktik asit izomerinin metabolize edilebilmesi L(+) laktik asit izomerine oranla önemli ölçüde düşük olduğu belirlenmiştir. L(+) laktik asit, hem solunum işlemi ile hemde glikoz ve glikojen sentezi formunda tamamen metabolize edilebilir. D (-) laktik asit ise yavaş metabolize olur veya bir kısmı metabolize olmadan idrara geçer (YUKUCH ve ark., 1992).

Laktik asit izomerlerinden, L(+) laktik asitin insan vücudu için fizyolojik olarak önemi AKIN (1996) tarafından özetlenmiştir. Dünya Sağlık (WHO) ve Tarım Teşkilatı (FAO) verilerine göre, insanların besinleri ile günlük maksimum D(-) laktik asit alımı 100 mg/kg vücut ağırlığı olarak tavsiye edilmiştir (RENNER, 1986). Ancak bu miktar daha sonra 60 mg/kg vücut ağırlığına düşürülmüştür. Çünkü yüksek miktarlarda alınan D(-) laktik asit bireylerin metabolizmasında bazı problemlere neden olmuştur. Gençler için yalnız L (+) laktik asit içeren fermente süt ürünlerinin tüketilmesi aynı kuruluşlar tarafından tavsiye edilmiştir.

Bu çalışmada, son yıllarda, fermente süt ürünlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılan ve terapatik özellikleri olduğu ileri sürülen *B. bifidum*, *L. acidophilus* ve yoğurt starter (*Lactobacillus bulgaricus* + *Streptococcus thermophilus*) kültürleri kullanılarak inek ve koyun sütlerinden üretilen fermente süt ürünleri ile bunların UF tekniği ve geleneksel yöntem kullanılarak konsantre edilmesi sonucu elde edilen ürünlerin kimyasal bileşimi, laktoz, glikoz, galaktoz, L (+) ve D (-) laktik asit miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Fermente süt üretiminde antibiyotiksiz inek ve koyun sütleri kullanılmıştır. 8-10 °C'ye soğutulmuş sütler işletmeden temiz plastik bidonlarla laboratuvara taşınıp, aynı gün örneklerin hazırlanmasında kullanılmıştır. Geleneksel yöntemle koyulaştırmada kullanılan bez torbalar Konya bölgesinde bu amaçla kullanılmakta olup gözenek genişliği küçük kaput bezidir. Denemeler üç tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Kullanılan starter kültürler: Örneklerin hazırlanmasında CHR-Hansen's (Kopenhag-Danimarka) firmasından sağlanan, *B. bifidum* (kod, Bb 12), *L. acidophilus* (kod, La CH-1), *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* içeren CH-1 kodlu yoğurt kültürleri direk olarak üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda kullanılmıştır.

Fermente süt örneklerinin hazırlanması: Normal inek ve koyun sütü kullanılarak üretilen bifiduslu fermente süt, bioyoğurt, bifiduslu yoğurt, çiğ süt temizlendikten sonra 90 °C'de 5 dakikalık ısıtma tabii tutulduktan sonra bifiduslu fermente süt, bioyoğurt için 37°C ve Bifiduslu yoğurt üretimi için 40°C inokulasyon sıcaklığına kadar soğutulup bifiduslu fermente süt üretimi için *B. bifidum*, bioyoğurt üretimi için (*B. bifidum* + *L. acidophilus*) ve bifiduslu yoğurt üretimi içinde (*B. bifidum* + *S. thermophilus* + *L. bulgaricus*) içeren starter kültürlerle %3 oranında inoküle edilmiş üç partiye ayrılarak istenilen asitliğe (pH 4.6-4.7) kadar inokulasyon sıcaklıklarında bekletilmiş ve daha sonra 4-6°C'de buzdolabında gece boyunca saklanmıştır.

Koyulaştırma yöntemleri: Konsantre fermente süt örneklerinin hazırlanmasında, normal süt kullanılarak üretilen fermente süt ürünlerinden, geleneksel yöntemle süzdürmek için 6 kg bez keselere (pamuklu) boşaltılarak buzdolabı sıcaklığında süzölmeye bırakılmıştır. Süzölme esnasında bez keselerin üzerine 5 kg'lık ağırlık konulmuştur. UF tekniği kullanarak koyulaştırmada ise yukarıda adı geçen fermente süt ürünlerinden 20 kg'ı UF pilot ünitesi (DDS 35, 2.25 UF Lab ünitesi ve membran tipi GR 61PP, DDS RO-Division DIL-4900-Nakskow, Danimarka) kullanılarak yaklaşık %24 toplam kurumadde düzeyine kadar koyulaştırılmıştır. Bu oranın seçilmesinin nedeni koyulaştırma esnasında oluşan kurumadde kayıplarını azaltmak, ayrıca geleneksel yöntemle süzdürmede oluşan zorlukları azaltmak ve süzdürme süresini kısaltarak işçilik maliyetlerini azaltmak ve ürün kalitesini artırmaktır. Koyulaştırma sıcaklığı olarak 34 ± 2°C seçilmiştir. Daha sonra, koyulaştırılmış fermente süt örnekleri 150 ml'lik cam kaplara uygun şartlarda koyulup analiz yapma üzere gece boyunca 4-6°C lik buzdolabında saklanmıştır.

Analiz yöntemleri: Toplam kuru madde, protein, yağ, kül, laktoz, glikoz ve galaktoz analizlerinde KIRK ve SAWYER (1991)'in tanımladığı yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Laktoz, glikoz ve galaktoz analizinde HPLC kullanılmıştır. Analizin yapım prosedürü AKIN (1994)'de açıklanmıştır. Örneklerin pH'sı EIL 7030 model bir pH-metre kullanılarak ölçülmüştür. Titrasyon asitliğinin ölçümü AKIN (1994)'in tanımladığı yöntemle yapılmıştır. 5 g örnek 50 ml'lik bir erlenmayere tartılarak üzerine 5 ml saf su ilave edildikten sonra iyice karıştırıldı. Sonra üzerine 0.5 ml %1'lik fenolftalein indikatörü ilave edilerek N/9'luk NaOH ile titre edildi ve sonuçlar %laktik asit olarak hesaplanmıştır. Enzimatik yolla, L (+) ve D(-) laktik asitlerin belirlenmesinde Boehringer (1986) tarafından tanımlanan ultraviolet (UV) metodu kullanılmıştır. Bu amaçla UV-Spektrofotometre kullanılmıştır (Pye Unicam model SP 1800). Kullanılan dalga boyu ise 340 nm olarak seçilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, inek ve koyun sütlerinden *B. bifidum* kullanılarak üretilen ürüne "bifiduslu fermente süt", (*B. bifidum* + *L. acidophilus*) kullanılarak üretilen ürüne "bioyoğurt", (*B. bifidum* + *L. bulgaricus* + *S. thermophilus*) kullanılarak üretilen ürüne "bifiduslu yoğurt" ve bu ürünlerin ultrafiltrasyon tekniği ve geleneksel yöntem kullanılarak konsantasyonu sonucu elde edilen konsantre ürünlerde konsantre bifiduslu fermente süt, bioyoğurt ve bifiduslu yoğurt denilmiştir. Bunların kimyasal bileşimlerine ait üç tekerürün aritmetik ortalaması Çizelge 1'de verilmiştir. İnek sütlerinden üretilen fermente süt ürünlerinin ortalama toplam kuru maddesi yaklaşık %12 civarında iken koyun sütünden üretilenlerde bu değer yaklaşık %17 civarındadır. Bunların ultrafiltrasyon tekniği ve geleneksel yöntemler kullanılarak konsantrasyonu sonucu elde edilen ürünlerin toplam kurumadde-leri ise yaklaşık olarak %23 civarında belirlenmiştir. Kurumaddeyi oluşturan protein, yağ ve mineral maddelerin miktarlarında konsantrasyon oranına bağlı olarak belirli oranlarda artışlar olmuştur. Ancak, laktoz gibi molekül ağırlıkları küçük olan bileşenlerde herhangi önemli bir artış olmamıştır. Bunun nedeni filtrasyon esnasında küçük moleküllerin filtre ortamından kolaylıkla geçebilmesidir.

Çizelge 1. Farklı sütlerden değişik tip starter kültürler kullanılarak üretilen fermente süt ürünlerinin bazı kimyasal özellikleri (%g/g)

Kullanılan Süt tipi	Ürün Kodu	Starter Kültür tipi	Toplam Kurumadde	Yağ	Protein	Kül	(%L.asit)	pH
İnek Sütü	Süt		12.51	3.95	3.44	0.73	0.13	6.65
	A	<i>B.bifidus</i>	12.48	3.90	3.45	0.75	0.75	4.70
	(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	12.50	3.90	3.39	0.74	0.83	4.63
	(B+Y)	<i>B.bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	12.47	3.90	3.42	0.76	0.90	4.60
	UF-A	<i>B.bifidus</i>	23.20	9.90	8.75	0.96	0.83	4.53
	UF-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	23.50	9.80	8.89	1.13	0.86	4.63
	UF-(B+Y)	<i>B.bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	23.30	9.75	8.56	1.07	0.89	4.56
	G-A	<i>B.bifidus</i>	23.30	9.80	8.80	1.04	0.78	4.64
	G-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	22.95	9.75	8.60	1.00	0.87	4.60
G-(A+Y)	<i>B.Bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	23.03	9.80	8.76	1.10	0.90	4.55	
Koyun Sütü	Süt		16.95	5.95	5.34	0.95	0.14	6.64
	A	<i>B.bifidus</i>	17.02	5.90	5.40	0.95	0.76	4.68
	(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	16.96	5.92	5.39	0.97	0.83	4.63
	(B+Y)	<i>B.bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	17.17	5.90	5.45	0.96	0.88	4.62
	UF-A	<i>B.bifidus</i>	23.08	9.50	9.05	1.16	0.83	4.51
	UF-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	22.97	9.40	8.89	1.13	0.89	4.61
	UF-(B+Y)	<i>B.bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	23.4	9.75	8.56	1.17	1.00	4.53
	G-A	<i>B.bifidus</i>	23.2	9.45	8.83	1.12	0.81	4.61
	G-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	22.98	9.35	8.61	1.15	0.88	4.62
G-(B+Y)	<i>B. bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	23.55	9.80	8.76	1.20	1.00	4.50	

Değişik sütlerden üretilen bifiduslu fermente süt, bioyoğurt, bifiduslu yoğurt ve bunların konsantasyonu sonucu elde edilen konsantre ürünlerin toplam laktik asit, L(+) ve D(-) laktik asit miktarlarına ait ortalama değerler ve bunların toplam laktik asite oranları Çizelge 2'de verilmiştir. İnek ve koyun sütlerinden üretilen bifiduslu normal fermente süt örneklerinin toplam laktik asit miktarları kullanılan süte göre sırası ile 0.75, 0.76 g/100g, normal bioyoğurt örnekleri için her ikisinde 0.83 g/100g, bifiduslu yoğurt örneklerinde toplam laktik asit miktarları sırası ile 0.90, 0.88 g/100 g olarak belirlenmiştir. İnek ve koyun sütlerinden üretilen konsantre bifiduslu fermente süt örneklerinde sırası ile UF tekniği ile konsantre edilmiş olanlarda her iki tip süttten yapılan örneklerde de 0.83 g/100g belirlenirken, geleneksel yöntemle konsantre örnekler için 0.78, 0.81 g/100 g olarak belirlenmiştir. Bu değerler, inek ve koyun sütlerinden üretilen konsantre bioyoğurt örneklerinde sırası ile UF tekniği kullanılarak konsantre edilen örnekler için 0.86, 0.89 g/100 g ve geleneksel yöntemle konsantre edilen

örnekler için 0.87, 0.88 g/100 g olarak belirlenmiştir. Yine aynı şekilde inek ve koyun sütlerinden üretilen konsantre bifiduslu yoğurt örneklerinde sırası ile UF tekniği ile konsantre edilenlerde 0.89, 1.00 g/100g ve geleneksel yöntemle konsantre edilmiş örnekler için ise 0.90, 1.00 g/100g olarak belirlenmiştir. Normal süttten üretilen bifiduslu süt, bioyoğurt ve bifiduslu yoğurt örneklerinde toplam laktik asit miktarı konsantre edilmiş örneklerle benzerlikler göstermekle birlikte bazen küçük farklılıklarda göstermiştir. Bunun sebebi, konsantre örneklerde konsantrasyon işlemlerine ve süresine bağlı olarak starter kültürlerin aktivitesi sonucu oluşan laktik asit miktarındaki artıştan ve konsantrasyon işlemlerinden kaynaklanmış olabilir. Çünkü konsantrasyon işlemi esnasındaki bileşimde bir miktar değişme olmaktadır. Ayrıca UF tekniği kullanılarak yapılan konsantrasyon işleminde sıcaklığın $34\pm 2^{\circ}\text{C}$ civarında tutulmuş olması bulunan sonuçlar üzerinde etkili olabilir. Bulunan bu sonuçlara göre analiz edilen ürünlerin tamamında starter kültür olarak kullanılan [*B. bifidum*, *L. acidophilus* ve yoğurt starter (*S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*)] bakterilerinin tamamı çoğunlukla L (+) laktik asit ve buna ilave olarak az miktarda da D(-) laktik asit ürettiği gözlenmiştir. Bunların miktarlarında ve oranlarında, ürünlere ve kullanılan starter kültürlere bağlı olarak, bazı farklılıklar gözlenmiştir. DELLAGLIO ve ark. (1993)'nın belirttiklerine göre *S. thermophilus* ATCC 19258, *B. bifidus* ATCC 29521 laktozdan yaklaşık %95 oranında L(+) laktik asit üretmesine karşın *L. bulgaricus* ATCC 11842 %100 D (-) laktik asit ve *L. acidophilus* ATCC 4356 bunların karışımı olan DL-laktik asit üretmektedir.

Çizelge 2. Farklı sütlerden değişik tip starter kültür kullanılarak üretilen fermente süt ürünlerinin L(+) ve D(-) laktik asitlerin toplam laktik asit içerisindeki miktarları

Kullanılan Süt tipi	Ürünü Kodu	Starter Kültür tipi	Toplam Laktik Asit	L(+) Laktik asit (g/100g)	D(-) Laktik asit (g/100g)	L(+) laktik asitin top. laktik asit içindeki %'si	D(-) laktik asitin top.lak. asit içindeki %'si
İnek Sütü	A	<i>B.bifidus</i>	0.75	0.65	0.05	86.7	6.7
	(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	0.83	0.75	0.08	90.4	9.6
	(B+Y)	<i>B. bifidus+Yoğurt Kültürü</i>	0.90	0.72	0.18	80.0	20.0
	UF-A	<i>B. bifidus</i>	0.83	0.70	0.08	84.3	9.6
	UF-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	0.86	0.72	0.04	83.7	4.7
	UF-(B+Y)	<i>B. bifidus+Yoğurt Kültürü</i>	0.89	0.77	0.11	86.5	12.4
	G-A	<i>B.bifidus</i>	0.78	0.65	0.02	83.3	2.6
	G-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	0.87	0.73	0.05	83.9	5.7
	G-(B+Y)	<i>B.bifidus+Yoğurt Kültürü</i>	0.90	0.66	0.10	73.3	11.1
Koyun Sütü	A	<i>B.bifidus</i>	0.76	0.62	0.06	81.6	7.9
	(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	0.83	0.68	0.11	81.9	13.2
	(B+Y)	<i>B.bifidus+Yoğurt Kültürü</i>	0.88	0.79	0.15	87.8	17.0
	UF-A	<i>B.Bifidus</i>	0.83	0.70	0.06	84.3	7.2
	UF-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	0.89	0.75	0.13	84.3	14.6
	UF-(B+Y)	<i>B.Bifidus+Yoğurt Kültürü</i>	1.00	0.78	0.20	78.0	20.0
	G-A	<i>B.bifidus</i>	0.81	0.70	0.05	86.4	4.9
	G-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	0.88	0.68	0.09	77.2	10.2
	G-(B+Y)	<i>B.bifidus+Yoğurt Kültürü</i>	1.00	0.77	0.18	77.0	18.0

İnek sütünden üretilen tüm normal bifiduslu süt, bioyoğurt ve bifiduslu yoğurt örneklerinde, ortalama L (+) laktik asit miktarı sırası ile 0.65, 0.75, 0.72 g/100g belirlenirken, koyun sütünden üretilen örnekler için bu değerler sırası ile 0.62, 0.68, 0.79 g/100g olarak belirlenmiştir. D(-) laktik asit miktarı ise, inek-sütünden üretilen normal bifiduslu süt, bioyoğurt ve bifiduslu yoğurt örneklerinde sırası ile ortalama 0.05, 0.08, 0.18 g/100g olarak belirlenirken, koyun sütünden üretilen örnekler için ise 0.06, 0.11, 0.05 g/100g olarak değişmiştir (Çizelge-2). İnek sütünden yapılan bifiduslu sütler için belirlenen L(+) ve D(-) laktik asit miktarları BENNER

(1976)'nın sonuçları ile benzerlikler göstermiştir. ALM (1982) tarafından yapılan bir çalışmada *B.bifidus* NCDO 11863 türü starter kültür kullanılarak bifiduslu fermente süt üretilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre ürünün içerdiği L (+) laktik asit miktarı 0.62 g/100g ve D(-) laktik asit miktarı ise 0.14 g/100g olarak belirlenmiştir. Buna göre, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla Alm (1982) tarafından bulunan sonuçlar arasında benzerlikler vardır. Aradaki küçük farklılık kullanılan sütün kalitesi, çeşidi, uygulanan işlemler ve starter kültürün suşundaki farklılıktan kaynaklanmış olabilir.

Inek sütünden UF tekniği kullanılarak konsantre edilen bifiduslu süt, bioyoğurt ve bifiduslu yoğurt örneklerinde ortalama L (+) laktik asit miktarı sırası ile 0.70, 0.72, 0.77 g/100g ve D(-) laktik asitin miktarı 0.08, 0.04, 0.11 g/100g olarak belirlenmiştir. Aynı süttten geleneksel yöntemle koyulaştırılan örneklerde L (+) laktik asit miktarı sırası ile 0.65, 0.73, 0.66 g/100 g ve D (-) laktik asitin miktarı ise sırası ile 0.02, 0.05, 0.10 g/100g olarak belirlenmiştir. Koyun sütünden UF tekniği kullanılarak üretilen bifiduslu süt, bioyoğurt ve bifiduslu yoğurt örneklerinde L (+) laktik asit miktarı sırası ile 0.70, 0.75, 0.78 g/100g ve D(-) laktik asitin miktarı ise sırası ile 0.06, 0.13, 0.20 g/100g olarak belirlenirken, aynı süttten geleneksel yöntemle koyulaştırılan örneklerde L (+) laktik asit miktarı sırası ile 0.65, 0.73, 0.66 g/100g ve D(-) laktik asit miktarlarında ise 0.05, 0.09, 0.18 g/100g arasında değerler göstermiştir. Konsantre örneklerdeki D(-) laktik asitin miktarında biraz artış olmuştur. Sonuçlardan da görülebileceği gibi D (-) laktik asit miktarı genel olarak 0.20g/100g'in altında değer göstermiştir. Ayrıca, analiz edilen bu örneklerde L (+) laktik asitin toplam laktik asit içerisindeki oranı inek ve koyun sütlerinden üretilen örneklerde belirlenen oranlar genellikle %80'in üzerinde gerçekleşmiştir. UF tekniği kullanılarak üretilen konsantre bifiduslu süt, bioyoğurt ve bifiduslu yoğurt örneklerinde L(+) ve ED(-) laktik asitlerin miktarları diğerlerine oranla bir miktar fazla bulunmuştur. Bu uygulanan konsantrasyon tekniğinden kaynaklanmış olabilir. Çünkü, koyulaştırma işlemleri esnasında sıcaklık 34 °C civarında ve koyulaştırmadan sonra soğutma işlemleri yavaş olduğundan starter aktivitesi bir süre daha devam etmiştir. Geleneksel yöntemle koyulaştırmada ise koyulaştırma işlemleri soğuk odalarda yapılmıştır. Dolayısı ile starter aktivitesinde artış aynı seviyede olmamıştır. Ayrıca konsantrasyonla bir miktar laktik asit artışı sağlanmıştır. Konsantrasyon işlemi ile L (+) laktik asiti miktarında bazı örneklerde küçük değişiklikler gözlenmiştir. D(-) laktik asitin oranları ise düşüktür, yaklaşık %5-20 arasında değişmektedir. Analiz sonuçlarından görülebileceği gibi yoğurt starter kültürleri içeren bifiduslu yoğurt örneklerinde D(-) laktik asit miktarı diğer iki ürünün gösterdiği değerlerden daha fazla gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak *L. bulgaricus*'un ortamda D(-) laktik asit üretmiş olması bioyoğurt örneklerinde de D (-) laktik asit miktarlarında bir miktar fazlalık gözlenmiştir. Bunun nedeninde ortak yaşama olabilir. Çalışma sonuçları göstermiştir ki (Çizelge-2) kullanılan starter kültürler ürettikleri laktik asitin yaklaşık %80'ini L(+) laktik asit olarak üremiş olup, sonuçlar literatür ile uyumludur. Bu oran sindirim fizyolojisi yönünden önemlidir (YUKUCHI ve ark., 1992).

Değişik sütteilerden üretilen bifiduslu fermente süt, bioyoğurt, bifiduslu yoğurt ve bunların konsantrasyonu sonucu elde edilen konsantre ürünlerin içerdikleri laktoz, glikoz ve galaktozun ortalama değerleri Çizelge-3'de sunulmuştur. Genel olarak inek sütünden elde edilen bifiduslu fermente süt, bioyoğurt, bifiduslu yoğurt örneklerindeki laktoz miktarları sırası ile 2.4, 2.59, 2.2 g/100 g olarak gözlenirken bu miktarlar koyun sütünden üretilen örnekler için 2.25, 2.33, 2.41g/100 g olmuştur. Koyulaştırma işlemleri ile bu miktarlarda başlangıca nazaran önemli değişik gözlenmemiştir. Bunun nedeni olarak, laktozun süt ve ürünlerinde gerçek çözelti olarak bulunması ve molekül ağırlığının kullanılan filtre ortamının gözeneklerinden geçebilecek kadar küçük olması gösterilebilir. Normal inek sütünden üretilen bifiduslu fermente süt, bioyoğurt, bifiduslu yoğurt örneklerindeki glikoz miktarı sırası ile 0.50, 0.10, 0.15 g/100g olarak belirlenmiştir. Bu miktar koyun sütünden üretilen örnekler için ise sırası ile 0.64, 0.67, 0.19 g/100g olarak gözlemlenmiştir. Normal inek sütünden üretilen bifiduslu fermente süt, bioyoğurt, bifiduslu yoğurt örneklerindeki galaktoz miktarı 0.67, 0.85, 1.12g/100g iken bu miktar koyun sütünden üretilen örnekler için 1.11, 0.69, 1.36 g/100g olarak gözlemlenmiştir. Koyulaştırılmış fermente süt ürünlerinde glikoz ve galaktoz miktarındaki değişimler üretildikleri normal fermente ürünlerin analiz değerlerine yakın gözlenmiştir. Yapılan analizlerde galaktoz miktarı glikoz'a nazaran daha yüksek belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, galaktoz, kullanılan starter kültürler tarafında ya metabolize edilememekte ya da çok yavaş metabolize edilebilmektedir. Genellikle fermentasyon esnasında süttteki laktozun yaklaşık üçte biri mikroorganizmalar tarafından kullanılmaktadır (GOODENOUGH ve KLEYN, 1975). Bulunan bu sonuçlarda bunu desteklemektedir.

Çizelge 3. Farklı sütlerden değişik tip starter kültür kullanılarak üretilen fermente süt ürünlerinin laktoz, glikoz ve galaktoz miktarları (g/100g)

Kullanılan Süt tipi	Ürünü Kodu	Starter Kültür tipi	Laktoz	Glikoz	Galaktoz
İnek Sütü	A	<i>B.bifidus</i>	2.40	0.50	0.67
	(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	2.59	0.10	0.85
	(B+Y)	<i>B. bifidus</i> +Yoğurt kültürü	2.20	0.15	1.12
	UF-A	<i>B.bifidus</i>	1.32	0.24	1.00
	UF-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	1.85	0.10	0.69
	UF-(B+Y)	<i>B. bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	1.75	0.12	1.00
	G-A	<i>B.bifidus</i>	1.81	0.20	0.78
	G-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	1.73	0.12	0.70
	G-(B+Y)	<i>B. bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	1.37	0.09	0.80
Koyun Sütü	A	<i>B.bifidus</i>	2.25	0.64	1.11
	(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	2.33	0.67	0.69
	(B+Y)	<i>B. bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	2.41	0.19	1.36
	UF-A	<i>B.bifidus</i>	1.49	0.34	1.08
	UF-(A+B)	<i>L.Acidophilus+B.bifidus</i>	1.54	0.17	0.82
	UF-(B+Y)	<i>B. bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	1.49	0.05	1.09
	G-A	<i>B.bifidus</i>	1.35	0.24	1.13
	G-(A+B)	<i>L.acidophilus+B.bifidus</i>	1.90	0.10	0.75
	G-(B+Y)	<i>B. bifidus</i> +Yoğurt Kültürü	1.27	0.07	1.23

Çizelge-3'te görülebileceği gibi fermentasyon esnasında sütteki laktoz starter kültürler tarafından kullanılmıştır. Laktozun hidrolizasyonu sonucu ortaya çıkan glikozun *L.acidophilus* ve yoğurt starter kültürleri tarafından yoğun olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (RASIC ve KURMANN, 1978). *B.bifidus* ise glikozu gayet yavaş bir şekilde kullanmaktadır. Ancak, karışık kültürler kullanılarak yapılan ürünlere kullanılan glikoz miktarlarında artışlar olmuştur. Bifiduslu fermente süt örneklerinde belirlenen glikoz miktarının fazla olması glikoz-6-fosfat dehidrogenaz ve aldolaz enzimlerinin olmamasından kaynaklanmış olabilir.

Galaktoz miktarlarındaki değişme glikoza göre önemsizdir. Kullanılan starter kültürlerin türüne bağlı olarak değişik ve az miktar da kullanılmıştır. Bir çalışmada (TAMIME, 1977) fermente sütte özellikle yoğurtta, galaktozun ortamda biriktiğini belirtmişlerdir. GROOMENOUGH ve KLEYN, (1975) fermente süt ürünlerindeki galaktoz birikimi üzerine yaptıkları çalışmada, analiz edilen ürünlerdeki galaktoz miktarının %1.5-2.5 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Fermente süt ürünlerinde galaktozun birikmesi, kullanılan starter bakterilerin glikozu öncelikli olarak tüketmesi ile ilgilidir. Genellikle *S. thermophilus* glikozu öncelikli olarak tüketmektedir. Ancak, bazı *L. bulgaricus* suşlarının hem glikozu hemde galaktozu aynı anda kullanabilecekleri belirtilmiştir (HICKEY ve ark, 1986).

Sonuç olarak, değişik sütlerden üretilen bifiduslu fermente süt, bioyoğurt, bifiduslu yoğurt ve bunların farklı yöntemler kullanılarak konsantasyonu sonucu elde edilen konsantre ürünlerin içerdikleri L(+), D(-) laktik asit, laktoz, glikoz ve galaktozun ortalama değerleri içerisinde elde edilen tüm ürünlerde L (+) laktik asitin miktarı büyük çoğunluktadır. Ancak D(-) laktik asitin miktarında konsantre ürünlerde az miktarlarda artışlar mevcuttur. Laktoz miktarında fermentasyon ile önemli ölçüde azalma olmuştur. Glikoz miktarı tüm ürünlerde düşük gözlenirken, galaktoz miktarı daha yüksek gözlenmiştir. Kullanılan sütün çeşidi laktik asit üretiminde, laktoz, glikoz ve galaktoz miktarlarındaki değişmelerde fazla farklılık yaratmamıştır.

KAYNAKLAR

- AKIN, N. 1994. Filtration Methods for Making Turkish Süzme (thick) Yogurt. PhD. Thesis, Loughborough University of Technology, Loughborough, England.
- AKIN, N. 1996. Değişik Sütlerden Farklı Starter Kültür Kullanılarak Üretilen Fermente Süt Ürünlerinde L(+) ve D(-) Laktik Asit Miktarları. Gıda Dergisi (Gıda Teknolojisi Derneği Yayını). Baskıda.
- ALM, L. 1982. Effect of fermentation on L (+) and D(-) lactic acid in milk. J. Dairy Science 65:515-520.
- BENNER, J. (1976) Production of D(-) and L(+) lactate in yogurt, cultured milk and kefir. Dairy Sci. Abstract, 38, 544.
- BLUMENTHAL, A. and HELBLING, J. 1971. On the L (+) and D(-) lactic acid concentration of various sour milk products. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg., 62:159.
- BLUMENTHAL, A. and HELBLING, J. 1973. On the L (+) and D(-) lactic acid concentration in yogurt of various fat content. Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg., 64:403.
- BOEHRINGER, 1986. Method of Biochemical analysis and Food Analysis. L (+) lactic acid, Cat. No: 139084 Boehringer, Mannheim. GmbH, Germany, 78-81 s.
- COHEN, R.D. and WOODS, H.F. 1976. Clinical and Biochemical aspects of lactic acidosis. Blackwell Sci. Publ., Oxford.
- DELLAGLIO, F; TORRIANI, S.; VLAEMINCK, G. and CORNET, R. 1993. Specific characteristics of microorganisms used for new fermented milks. IDF Bulletin No: 277:27-34, Brussels.
- DURAN, M.; VAN BIERVLIET, J.P.; KAMMERLING, J.P. and WADMAN, S.K., 1977. D- lactic aciduria, an inborn error of metabolism. Clin. Chim. Acta., 74:297.
- GOODENOUGH E.R. and KLEYN, D.H. 1975. Qualitative and quantitative changes in carbohydrates during the manufacture of yogurt. J. Dairy Science 59:45-48.
- HICKEY, M.W., HILLIER, A.J. and JAGO, G.R. 1986. Transport and metabolism of lactose, glucose and galactose in homo-fermentative Lactobacilli. Appl. Environmental Microbiology, 51:825-831.
- KIRK, R.S. and SAWYER, R., 1991. Pearson's Composition and Analysis of Foods. 9th edn. Longman Sci. and Technical, London.
- KLUPSCH, H.J. 1983 a. The content and importance in sour milk products of L (+) and D(-) lactates. I. North. Eur. Dairy J., 6:170-175.
- KLUPSCH, H.J. 1983 b. The content and importance in sour milk products of L(+) and D(-) lactates. II. North. Eur. Dairy j., 7:187-191.
- LUNDER, T.L. 1972. The determination of the configuration of lactic acid produced in milk. Milchwissenschaft, 27:227-230.
- NAHAISI, M.H., 1986. *Lactobacillus acidophilus*: Therapeutic properties, products and enumeration. "in, Developments in Food Microbiology, Vol: 2, Ed R.K. Robinson", Elsevier Appl. Sci., London, 153-178s.
- RASIC, J. KURMANN, J.A. 1978. Yogurt-Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparation. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen.
- RENNER, E. 1986. Nutritional aspects of fermented milk products. Cultured Dairy Products J. 21 (5) 6-13.
- TAMIME, A.Y. 1977. Some aspect of the production of yogurt and condensed yogurt. Ph.D. thesis. Reading University. Reading. UK.
- TAMIME, A.Y. and ROBINSON, R.K. 1985. Yogurt Science and Technology. Pergamon Press, Oxford. 431 s.
- WONG, D.; JENNESS, R.; KEENEY, M. MARTH, E. 1988. Fundamental of dairy chemistry. Worn Nostrand Reinhold Co. Inc. New York.
- YUKUCHI, H., GOTA, T. and OKONOGI, S. 1992. The nutritional and physiological value of fermented milk and lactic milk drinks. "in, Functions of Fermented Milk Challenges For The Health Sciences, Eds. Y. Nakazava and A. Hosono", Elsevier Appl. Sci., London, 217-246 s.