

BAZI PROBİYOTİK BAKTERİLERİN SÜT ÜRÜNLERİNDE OLUŞTURDUĞU KONJUGE LİNOLEİK ASİDİN SAĞLIK YÖNÜNDE ÖNEMİ

THE HEALTH IMPORTANCE OF CONJUGATED LİNOLEIC ACID IN DAIRY PRODUCTS WHICH IS PRODUCED BY SOME PROBIOTIC BACTERIA

Reyhan İRKİN*, Ufuk VAPUR EREN

Balıkesir Üniversitesi, Susurluk Meslek Yüksekokulu, Balıkesir

Geliş Tarihi: 23 Mart 2007

ÖZET: Konjuge linoleik asit (KLA) rumen mikroorganizmaları tarafından sentezlenen bir yağ asitidir. Probiyotik özellikler taşıyan rumen mikroorganizmalarının bazıları özellikle yoğurt üretiminde ve küçük ölçekte deneme amaçlı olarak son yıllarda peynir, tereyağı gibi süt ürünlerinin üretiminde ticari starter kültür olarak da kullanılmaktadırlar. Bu mikroorganizmalar ürünlerin olgunlaşma evresinde serbest linoleik asit daha sonraki aşamada ise linoleik asitten, konjuge linoleik asit (KLA) sentez edebilme yeteneğindedirler. KLA sentezleyebilen bakterilerin en önemlileri; *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Bifidobacterium* ve *Enterococcus*'un suşlarıdır. KLA izomerlerinin, antikanserojen, antiatherojenik, antidiyabetik, bağışıklık sistemini güçlendirici, vücutta yağ, kas ve mineral madde kompozisyonunu düzenleyici olduğu belirlenmiştir. Süt ve ürünlerinde KLA miktarının değişim göstermesinde kullanılan starter kültür bakterilerinin yanısıra pek çok faktör etkili olabilmektedir. Bunlardan bazıları; substrat konsantrasyonu, inkübasyon periyodu, kültür pH değeri ve bakteri suşları, ayrıca süt hayvanının cinsi, yaşı, mevsimsel değişimler, ürünlerdeki yağ oranı ve katkı maddeleridir. Bu çalışmada, KLA oluşumunu etkileyen faktörler, KLA sentezleyebilen bazı bakteriler, fermente süt ürünlerinde KLA meydana gelmesi ile ilgili yapılmış bazı çalışmalar incelenmiştir. Süt ürünlerinin üretiminde yüksek oranda KLA oluşturma yeteneğindeki laktik asit bakterilerinin ticari starter kültürler olarak seçilmesi ile süt ürünlerinin besin değerinin yükseltilebilmesi mümkün olacaktır.

Anahtar kelimeler: Starter kültür, konjuge linoleik asit, süt ürünleri

ABSTRACT: Conjugated linoleic acid (CLA) is a fatty acid which it can be synthesised by ruminant microorganisms. Some of the ruminant microorganisms which have probiotic properties are used as commercial starter cultures especially in yoghurt and at small scales as a test production of cheese and butter in last years. These microorganisms able to synthesis free linoleic acid and then conjugated linoleic acid from the linoleic acid, during ripening period. The most important bacteria that can be synthesis CLA are *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Bifidobacterium* and *Enterococcus* strains. It was determined that CLA isomers have anticarcinogenic, antiatherogenic, antidiabetic, enhance immune system, regulation of fat, muscle and mineral matter composition in metabolism. In addition varieties of starter bacteria, many factors can be affected the changes in the amounts of CLA in dairy products. Some of these factors are substrate concentration, incubation period, culture pH, bacteria genes, in addition type and age of the dairy animal, changes of the climatic conditions, fat amounts of the product and using food additives. In this study, CLA formation affecting factors, some CLA producing bacteria and CLA formation in dairy products were discussed. Choosing as commercial starter culture containing lactic acid bacteria that having ability to produce high levels of CLA can be increased nutritive value of dairy products.

Keywords: Starter culture, conjugated linoleic acid, dairy products

*E-posta: reyhan@balikesir.edu.tr

GİRİŞ

Konjuge linoleik asit, doğal halde 18 karbon atomuna sahip 2 çift bağ içeren linoleik asidin (oktadekadionik asit) konjuge olarak pozisyonel ve geometrik izomerlerinin karışımı olan bir yağ asitidir. Biyolojik aktivite yönünden önemli olan *cis* 9, *trans* 11 oktadekadienoik asit (KLA), hayvansal ürünlerde bitkisel ürünlerden daha fazla bulunmaktadır. Ruminant hayvanlarından elde edilen et, süt ve ürünleri ruminant olmayan hayvanlardan elde edilenlere göre daha yüksek KLA içerirler. KLA, hayvanlarının rumen metabolizmasında, biyohidrojenasyon ile rumen mikroorganizmaları tarafından çoklu doymamış yağ asitlerinden üretilmektedir. Biyohidrojenasyon reaksiyonları ve ara ürün metabolizması sonucunda birçok ara kademe ile bakteriler tarafından KLA meydana gelmektedir (1, 2, 3).

Bakteriler, linoleik asidi hidrojenize etmekte ve bu reaksiyonda başlıca ürün olarak *trans* 11, C 18:1 (vaksenik asit) yağ asidini temel substrat olarak kullanıp son ürün olarak *cis*: 0 (stearik asit) meydana getirmektedirler (4). *Cis* 9, *trans* 11 KLA izomeri rumende oluştuktan sonra direkt olarak absorbe edilebilmekte veya rumen mikroorganizmaları tarafından *trans* 11 oktadekadienoik aside metabolize edilmektedir. *Trans* 11 oktadekadienoik asidin devam eden absorpsiyonunda bu yağ asidi memeli hayvanların meme hücrelerinde *stearol-CoA desaturaz* enzimi ile *Cis* 9, *trans* 11, KLA' e geri çevrilmektedir. İnek sütünde bulunan *cis* - 9, *trans* - 11 KLA' in oluşumunun bu biyokimyasal mekanizmaya göre gerçekleştiği Pariza ve ark. (5)'da ifade edilmiştir.

Rumende linoleik asit ile stearik asit ve oleik asit oluşumu birkaç aşamadan sonra meydana gelmektedir. İlk aşamada; *cis*, *trans* ve /veya *trans*, *cis* konjuge olmuş oktadekadienoik asitler *B. fibrisolvans* tarafından meydana getirilen bir izomerin aktivitesi sonucu oluşmaktadır. *B. fibrisolvans* A 38 suşunun gelişimi ve buna bağlı olarak KLA oluşumu ortamda bulunan linoleik asidin konsantrasyonuna bağlıdır. Linoleik asidin konsantrasyonu *B. fibrisolvans* A 38'in gelişimini engellemesine rağmen ortamda KLA oluşumu söz konusu olabilmektedir. Bununla birlikte ortamdaki linoleik asidin konsantrasyonu 1800 µm olduğunda *B. fibrisolvans* A 38' in gelişiminin tamamen ortadan kalktığı ve buna bağlı olarak da KLA oluşumunun da meydana gelmediği gözlenmiştir. İkinci aşamada ise laktasyondaki süt ineklerinin rumeninde linoleik asit biyohidrojenasyonunun orta düzeyde oluşumu esnasında *cis* 9, *trans* 11 C 18:2, *trans* 11, *cis* 0 C 18:1 (vaksenik asit)' e dönüşmektedir ve böylelikle vaksenik asidin rumende birikimi yavaş dönüşüm sonucunda oluşmaktadır (1, 2, 3, 4).

KLA Oluşturan Bakteriler

Laktobasiller, Laktokoklar ve Streptokoklar tarafından KLA oluşumu

Laktobasiller, laktokoklar ve streptokok'lara dahil olan bir çok suş özel besi ortamlarında olduğu gibi yağlı ve yağsız sütte linoleik asitten KLA üretme yeteneğine sahiptir. Çizelge 1'de farklı mikroorganizmaların süt veya özel besi ortamında KLA oluşturma yetenekleri ve üretiminde kullandıkları bazı ürünler görülmektedir (6, 7, 8). Jiang ve ark. (8), 25 mg/mL linoleik asit konsantrasyonu ile hazırlanan MRS ortamında farklı laktobasil türlerini inkübasyona bırakmışlardır. Kullanılan laktobasil, laktokok ve streptokokların hiçbiri KLA oluşturmamıştır. Hatta bu suşlardan bazılarının gelişimi 25 mg/mL linoleik asit konsantrasyonunda tümüyle durmuştur.

Coakley ve ark. (9), laktobasil, laktokok ve pediokok' ların farklı suşları tarafından 550 µg/mL linoleik asit içeren MRS ortamında KLA oluşturmadıklarını tespit etmişlerdir.

Lin ve ark. (2), 120 g/L yağsız süttozu içeren bir ortamda ilk olarak 65 tane laktik asit bakterisi suşunu MRS ortamında 37 °C' de 12 saat aktivite ettikten sonra 0, 1000 veya 5000 mg/mL linoleik asit içeren yağsız süttozunda 0, 24 ve 48 saat inkübe etmişlerdir, linoleik asit olmayan ortamda düşük oranda KLA oluşumunu belirlemişlerdir. Ancak ortama 1000 mg/mL linoleik asit ilavesiyle meydana gelen KLA miktarı 3-4 kat arasında artmıştır. Linoleik asit konsantrasyonu 5000 mg/mL artırıldığında veya inkübasyon süresi 24-48 saate uzatıldığında KLA oluşumu gerçekleşmemiştir.

Çizelge 1. Süt ürünlerinde KLA oluşturabilen ve oluşturamayan bakteriler (7, 11, 12)

KLA oluşturma yeteneği olan bakteriler	Kullanıldıkları Ürün	KLA oluşturmayan bakteriler	Kullanıldıkları Ürün
<i>L. acidophilus</i> CCRC 14079 AKU 1137 IAM 10074, AKU 1122 <i>L. acidophilus</i> 96 <i>L. acidophilus</i> 56, ATCC 43121 <i>L. acidophilus</i> LI, O16	Biyoyoğurt, Acidophilus yoğurdu, Acidophilus sütü	<i>L. acidophilus</i> ATCC 4356 <i>L. acidophilus</i> 56. ATCC 43121	Biyoyoğurt, Acidophilus yoğurdu, Acidophilus sütü,
<i>L. brevis</i> IAM 1082	Terapatik ürün	<i>L. brevis</i>	Terapatik ürün
<i>L. casei</i> E5, E10	Yakult, peynir	<i>L. bulgaricus</i> <i>L. bulgaricus</i> ssp.	Yoğurt, biyoyoğurt, peynir
<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> CCRC 14009	Yoğurt, biyoyoğurt	<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>lactis</i> NCIMB 8117, 8118	İsviçre, İtalyan peynirleri, biyoyoğurt
<i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>lactis</i> CCRC 14078	İsviçre, İtalyan peynirleri, biyoyoğurt	<i>L. casei</i> , <i>L. casei</i> F-19	Yakult
<i>L. paracaséi</i> ssp. <i>paracaséi</i> IFO 12004, JCM 1109, AKU 1142, IFO 12011	Fonksiyonel gıdalar, peynir	<i>L. fermentum</i> <i>L. fermentum</i> ATTC 14931, 23271	Yakult, peynir, terapatik ürünler
<i>L. plantarum</i> 4191 <i>L. plantarum</i> AKU 1009, 1124, JCM 8341	Peynir	<i>L. helveticus</i> <i>L. helveticus</i> ATCC15009 NCIMB 700257, 701244	Peynir
<i>L. rhamnosus</i> AKU 1124	Peynir	<i>L. johnsonii</i> 88	Peynir
<i>L. reuteri</i> PYR 8 (ATCC 55739)	Probiyotik kapsül	<i>L. murinus</i> ATCC 35020	Terapatik ürün
<i>Lc. casei</i> Y2, 210, IO-1	Yakult	<i>L. paracaséi</i> UCC 4338, 43364, 42319, 43348, DPC 5336	Fonksiyonel gıda, terapatik ürün
<i>Lc. lactis</i> M23, 400	Peynir	<i>L. plantarum</i>	Peynir
<i>Lc. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> CCRC 12586	Peynir, tereyağı	<i>L. reuteri</i> ATCC 23272, NCIMB 11951, 701359, 701089, 102655, 702656	Probiotica
<i>Lc. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> CCRC 10791	Peynir, proghurt	<i>L. salivarius</i> UCC 43310	Proghurt
<i>S. thermophilus</i> CCRC 12257	Bifighurt, biogarde, bifidus yoğurdu, acidophilus yoğurdu, biogurt	<i>Lc. lactis</i> DPC 3147 <i>Lc. lactis</i> M23, 400 <i>Lc. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> ATCC 19257, NCFB 924 <i>Lc. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> NCFB 176, ATCC 19435	Peynir, tereyağı
<i>B. adolescentis</i> NCFB 2204, 2231 <i>B. angulatum</i> NCFB 2236	Terapatik ürün	<i>S. thermophilus</i> , <i>S. thermophilus</i> ATCC 19285 <i>B. adolescentis</i> NCFB 2230	Bifighurt, biogarde, bifidus yoğurdu, acidophilus yoğurdu, biogurt
<i>B. bifidum</i> NCFB 2257, 2258, 11815, 8815, 8807	Terapatik ürün	<i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>shermanii</i> PS-1 <i>P. jensenii</i> ATCC 4867 <i>P. thoenii</i> ATCC 4874 <i>P. avidum</i> VPI 575, 576, 598, 668, 671, ATCC 25557, CN 6976, 5888, 6278 <i>P. granulosum</i> VPI 4977, 5621, 6500, ATCC 25564 <i>P. jensenii</i> NCIB 5960, 5967, 5962 <i>P. thoenii</i> NCIB 8072, 5966 <i>P. lymphophilum</i> CN 5936	Terapatik ürün
<i>B. dentium</i> NCFB 2205, 2256 <i>B. lactis</i> Bb 12 <i>B. pseudocatenulatum</i> NCIMB 8811	Bifighurt, biogarde, bifidus yoğurdu	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	Peynir
<i>P. shermanii</i> AKU 1254 <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>freudenreichii</i> ATCC 6207 Propioni - 6 <i>P. freudenreichii</i> ssp. <i>freudenreichii</i> NCIB 8896, 5959 <i>P. fr. ssp. shermanii</i> NCIB 10585, 5964, 8099 <i>P. acidi propionici</i> NCIB 8070, 5958 <i>P. technicum</i> NCIB 5965 <i>P. acnes</i> ATCC 6919, 6921, VPI 162, 163, 164, 174, 186, 199	Terapatik ürün Peynir ve Terapatik ürün		Terapatik ürün

Alonso ve ark. (10)'nın yapmış oldukları çalışmada *Lb. acidophilus* (L1, 016) ve *Lb. casei* (E5, E10)'dan oluşan her iki suş da, MRS ortamında ve ayrıca linoleik asit içeren yağsız sütte de KLA oluşturmuşlardır.

Kishino ve ark. (11), *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leconostoc*, *Propionibacterium*, *Bifidobacterium*, *Weissella*, *Aguastrillum*, *Enterococcus*, *Tetragenococcus*, *Aerococcus*, *Butyrivibriz*, *Lactococcus* bakterilerinin suşlarının 250'den fazlasının KLA oluşturma yeteneğini belirlemişlerdir. *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Enterococcus* ve *Pediococcus*' a dahil bazı suşlar 70 mg/mL'den daha fazla KLA oluşturmaktadırlar.

Ogawa ve ark. (6), yapmış oldukları çalışmada linoleik asidin mikroaerofilik transformasyonu boyunca *Lactobacillus acidophilus* AKU 1137'nin yüksek KLA oluşturan bir suşu tespit edilmiştir. Ancak oksijen varlığında KLA oluşumu oksidatif metabolizma ile birlikte düşme göstermiştir.

Ham ve ark. (12)' da sağlıklı bebeklerden alınan 19 feçes örneğinden 34 tane laktik asit bakterisi izole etmişler fakat sadece bir tanesinin (*L. fermentum*) KLA oluşturma kabiliyetinin olduğunu belirlemişlerdir.

Lin (13), sakkaroz, laktoz, fruktoz ve NaCl' ün KLA üzerine olan etkisini incelemiş ve fruktoz ilave edilen ortamlarda *L.delbruekii* spp. *lactis* 12586 suşu hariç, diğer suşların gelişiminde bir artış olduğunu saptamışlardır. Ancak *cis* 9, *trans* 11 C 18:2 oluşumunda ise ortama yapılan ilavelerden etkilenme olmadığını tespit etmişlerdir. *Lb. acidophilus* veya *Lc. lactis* spp. *cremoris* ile inokule edilen ortama sukroz ilave edilmesiyle azalmanın %28 ve %33 olduğunu belirlemişlerdir. Laktoz ilavesinin ise *Lc. lactis* spp. *cremoris*' in KLA oluşturma yeteneğini etkilemediği ifade edilmiştir.

Bifidobakteriler tarafından KLA oluşumu

Coakley ve ark. (9)' nın yapmış oldukları bir çalışmada insan bağırsak florasında bulunan bifidobakterilerden oluşan farklı suşlar 550 mg/mL linoleik asit, L-sistin hidroklorit içeren MRS ortamında 37 °C'de 48 saat inkübe edilmiş ve oluşan KLA izomerleri tespit edilmiştir. *B. breve*, *B. dentium* ve *B. lactis* yüksek miktarda KLA oluştururken diğer bifidobakterlerin yüksek miktarda KLA oluşturmadığı belirlenmiştir. Oluşan üstün izomer ise *cis* 9, *trans* 11'dir. *Trans* 9, *trans* 11'in ise düşük düzeyde oluştuğu ifade edilmiştir.

Propiyonik asit bakterileri tarafından KLA oluşumu

Verhulst ve ark. (14)' nın yapmış oldukları çalışmada propiyonik asit bakterilerinin bir kaç türünden 36 suşunun KLA oluşturma yeteneklerini analiz etmişlerdir. Bazı suşlar *cis* 9, *trans* 11 C18:2 ve *trans* 11 C18:1 üretirken, *Propionibacterium acnes* (ATCC 6919 ve 6921, VPI 162, 163, 164, 174, 186, 199) suşları *trans* 10, *cis* 12 C 18:2 ve *trans* 10 C 18:1' i linoleik asit varlığında üretebilmişlerdir.

Jiang ve ark. (8)'nin çalışmasına göre *Propionibacterium*'ların 3 suşunun MRS' de KLA oluşturabilme yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu suşlar, *Propionibacterium freudenreichii* spp. *freudenreichii* ATCC 6207, *P. freudenreichii* spp. *freudenreichii propioni* 6 ve *P. freudenreichii* 9093' dir. Bunların aksine *P. freudenreichii* spp. *shermanii* PS-1, *P. jensenii* ATCC 4567 ve *P. thoeni* ATCC 4874 KLA oluşturma aktivitesi göstermemişlerdir. Ayrıca çalışmada MRS ortamında serbest linoleik asit konsantrasyonunun 10 µg/mL'den 1500 µg/mL' e artırılmasıyla bu suşların gelişiminin durduğu saptanmıştır. MRS ortamında toplam bakteri miktarı ile linoleik asit konsantrasyonu arasında negatif korelasyon bulunmuştur.

Fermente Süt Ürünlerinde KLA Oluşumu

Yapılan araştırmalarda fermente süt ürünlerinde KLA miktarı (26.5 mg/g yağ) ile çiğ sütteki miktarı (5.5 mg/g yağ) karşılaştırılmıştır, %0.05' lik yağlı yoğurta 5.25 mg/g, yağlı işlenmemiş süt içeriğinde ise 4.4 mg/g olarak tespit edilmiştir (8, 15).

Çizelge 2'de değişik süt ve süt ürünlerinde tespit edilmiş olan KLA içerikleri görülmektedir.

Lactococcus lactis I-01 ile fermente edilen sütte KLA içeriğinde meydana gelen artışın araştırılması ile ilgili olarak Kim ve Liu (16)'nın çalışmasında bir suşun KLA oluşturmalarının;

- a) optimum substrat konsantrasyonu,
- b) inkübasyon zamanı (özellikle nötral pH' da inkübasyon zamanı),
- c) kültür pH'ı
- d) bakteri suşu' na bağlı olarak değiştiği görülmüştür.

Çizelge 2. Değişik araştırmacılara göre süt ve ürünlerinde tespit edilmiş olan KLA (mg/g) miktarları

Ürün	KLA mg/g ^(a)	KLA mg/g ^(b)	KLA mg/g ^(c)
Süt	4.1 – 4.5	3.4 – 5.9	5.8 – 5.9
Fermente Süt Ürünleri	3.8 – 4.7	3.7 – 7.3	4.5 – 6.2
Krema	4.1 – 4.2	6.1 – 6.4	6.1 – 6.2
Peynir	3.6 – 9.0	3.9 – 5.2	5.0 – 7.1

(a); Lin ve ark. (13,17), (b); Shantha ve ark. (15), (c); Jiang ve ark. (8)

Lin (17)' nin çalışmasında, sadece linoleik asit içeren yoğurtta karışık kültür kullanılmasıyla KLA izomerinin, linoleik asit, fruktooligosakkarit ve karışık kültür içeren yoğurtta 2.33 mg/g, kontrol yoğurtlarında ise 0.93 mg/g olduğu tespit edilmiştir.

Tereyağı için ülkemizde standart bir starter kültür kullanılmaması nedeni ile bu konu ile ilgili yapılmış araştırma sayısı oldukça yetersizdir. İncelenen tereyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonu bakımından aralarında farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Bunun sebepleri arasında standart bir üretim yönteminin olmaması, hayvanların yemlenme şekli, hayvanın türü gibi önemli faktörler etkili bulunmuş ve yapılan bir araştırmada tereyağı örneklerinde KLA, ortalama olarak %0.72 – 0.86 yağ asidi olarak tespit edilmiştir (18).

Peynirde KLA Oluşumu

Sütün peynire işlenmesinde kullanılan starter kültür bakterilerinden laktik asit bakterileri ve bazı durumlarda propiyonik asit bakterileri kullanılmaktadır. Peynir 1 gramında yaklaşık olarak 3-9 mg arasında KLA içermesi bakımından süt ürünleri içinde önemli konjuge linoleik asit kaynağıdır. Peynirde KLA oluşturma açısından en uygun suş olarak *Lactococcus*, *Lactobacillus* ve *Streptococcus*' ların olduğu ve bu suşların peynirin KLA içeriğini arttırabileceği bildirilmiştir (16). Yağsız süt tozu içeren ortamlar kullanıldığında laktobasil, laktokok ve streptokok' lar %10 oranında, propiyonik asit bakterileri ise %90 oranında serbest linoleik asiti KLA' e dönüştürmüşlerdir.

Linoleik, laurik, miristik yağ asitlerinin laktat-maya ekstraktı içeren bir besi ortamında 10 mg/L konsantrasyonda kullanıldığında, *P. freudenreichii* spp. *shermani* LRTL 30 suşunun gelişimi üzerine inhibitör etkisinin olmasına rağmen sütte, ultrafiltrasyondan geçen süt retentantında veya mikrofiltre edilen süt pıhtısında bu tür etkilerinden bahsedilmemektedir. Bu nedenle propiyonik asit bakterilerinin bazı suşlarının serbest linoleik asitten KLA üretme potansiyellerinden ötürü peynirlerde KLA miktarını arttırabilme olasılığı olduğu araştırmacılar tarafından düşünülmektedir (7). Son zamanlarda İsviçre tipi peynirlerde serbest yağ asitlerinin ortaya çıkması üzerine çalışmalar devam etmektedir. 1 g Emmental peynirinde serbest linoleik asit içeriği 106-130 mg iken, diğer peynirlerde 18-73 mg/g olarak tespit edilmiştir. (19).

Werner ve ark. (20)' a göre olgunlaşmış Cheddar, Viking ve Cougar peynirlerinin bazı KLA izomerlerinde farklılıklar vardır. Bu farklılıkların üretim yöntemleri ve starter kültürlerdeki bakteri suşlarının değişik olması ile açıklanmaktadır.

Zlatos ve ark. (21)'nin yaptıkları çalışmada uzun süre olgunlaştırılan sert peynirlerde KLA miktarı (4.9 – 19 mg/g), kısa süre olgunlaştırılan peynirlere göre (5.1 – 11 mg/g) daha yüksek bulunmuştur.

Peynirdeki KLA miktarının değişim göstermesinin peynirin olgunlaşma süresi, peynir çeşidi, üretim yöntemi ve kullanılan sütün orjini gibi nedenlere bağlanmasının mümkün olduğu açıklanmıştır (2, 8, 9, 10, 11,16).

KLA' lerin Sağlık Yönünden Önemi

KLA izomerlerinin araştırması 20 yıldır *invivo* koşullarda yapılmaktadır. Değişik süt ve et ürünlerinde bulunan KLA, süt yağı tüketiminin artışına paralel olarak insan yağ dokusunda ve anne sütünde artış göstermektedir. KLA izomerleri içerisinde özellikle *cis* 9, *trans* 11 izomeri sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı önemli bir ilgi odağı haline gelmiştir. Bu izomerin antikanserojen etkinliğinin en yüksek düzeyde olduğu kabul edilmektedir (22, 23). Yine KLA antiatherojenik özelliği ile kalple ilgili sorunların tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır. Plazma kolesterol seviyesini düşürmekte, aort damarı plaka kalınlığını olumlu yönde etkilemektedir (24). KLA' in vücut yağını azaltıp yağsız kas oluşumunu arttırdığı tespit edilmiştir (18, 25, 26, 27). KLA yağ dokusunu azaltırken kasları da geliştirerek vücut gelişiminde çok önemli bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. KLA performans gerilemelerini önleme, bağışıklık sistemini güçlendirme ve canlı ağırlık kaybını engelleme açısından da önemli bir role sahiptir (28, 29). Ayrıca antidiyabetik etkisi nedeni ile tip 2 şeker hastalığını iyileştirici özelliği belirlenmiştir (28).

SONUÇ

Sağlık yönünden önemi tespit edilmiş olan KLA' in, süt ürünleri ve özellikle peynirde yüksek düzeyde bulunuyor olması dikkati çekmektedir. Günümüzde enzimatik interesterifikasyon tepkimeleri ile KLA ve kaprilik asit içeren trigliserit üretimi ve bunların gıda formülasyonlarında kullanımı yönünde de başarılı çalışmalar yapılmaktadır. Epidemiyolojik çalışmaların artırılması ve KLA'lerin diyet ile alınması konusunda bundan sonraki çalışmalarda daha fazla bilgi sahibi olunabilecektir. Fermente süt ürünlerinin üretiminde halen geleneksel yöntemlerin kullanıldığı ülkemizde, özellikle büyük ölçüde probiyotik bakterileri içeren ticari starter kültür kombinasyonlarının tercih edilmesi ve bunlarla ilgili çalışmaların yapılması, yukarıda belirtilen sağlık yönünden oldukça yüksek öneme sahip KLA'dan yararlanma şansını ortaya çıkaracaktır. Bu açıdan fermente süt ürünlerinin potansiyel bir KLA kaynağı olarak fonksiyonel gıdalar şeklinde karşımıza çıkabilmesi ilerde mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Lin TY, Hung TH, Cheng TSJ. 2005. Conjugated linoleic acid production by immobilized cells of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Lactobacillus acidophilus*. *Food Chemistry*, 92: 23-28.
2. Lin H, Bpyston TD, Luedecke LO, Schultz TD. 1999. Conjugated Linoleic acid concentration as affected by processing. *Journal of Food Science*, 81: 3259 – 3267.
3. Lin TY, Lin CW, Lee CH. 1999. Conjugated linoleic acid concentration as affected by lactic cultures and added linoleic acid. *Food Chemistry*, 67: 1-5.
4. Kim YJ, Liu RH, Rychlik JL, Russel JB. 2002. The enrichment of a ruminal bacterium (*Megasphaera elsdenii* YJ-4) that produces the *trans*-10, *cis*-12 isomer of conjugated linoleic acid. *Journal of Applied Microbiology*, 92: 976-982.
5. Pariza MW, Park Y, Cook ME. 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress in Lipid Research*, 40: 283 - 298.
6. Ogawa J, Kishino S, Ando A, Sugimoto S, Mihara K, Shimizu S. 2005. Production of conjugated fatty acids by lactic acid bacteria. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 100: 355 - 364.
7. Sieber R, Collomb M, Aeschlimann A, Jelen P, Eyer H. 2004. Impact of microbial cultures on conjugated linoleic acid in dairy products-a review. *International Dairy Journal*, 14: 1-15.
8. Jiang J, Björck L, Fonden R. 1998. Production of conjugated linoleic acid by dairy starter cultures. *Journal of Applied Microbiology*, 85: 95-102.
9. Coakley M, Ross RP, Nordgren M, Fitzgerald G, Devery R, Stanton C. 2003. Conjugated linoleic acid biosynthesis by human derived *Bifidobacterium* species. *Journal of Applied Microbiology*, 94: 138 – 145.
10. Alonso L, Cuesta EP, Gilliland SE. 2003. Production of free conjugated linoleic acid by *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* of human intestinal origin. *Journal of Dairy Science*, 86: 1941-1946.
11. Kishino S, Ogawa J, Omura Y, Matsumura K, Shimizu S. 2002. Conjugated linoleic acid production from linoleic acid by lactic acid bacteria. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 79: 159 – 163.

12. Ham JS, In YM, Jeng SG, Kim JG, Lee EH, Kim HS, Lee BH. 2002. Screening of conjugated linoleic acid producing lactic acid bacteria from fecal samples of healthy babies. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 15: 1031-1035.
13. Lin TY. 2000. Conjugated linoleic acid concentration as affected by lactic cultures and additives. *Food Chemistry*, 69:27-31.
14. Verhulst A, Janssen G, Parmentier G, Eyssen H. 1987. Isomerization of polyunsaturated long chain fatty acids by *Propionibacterium*. *Systematic and Applied Microbiology*, 9: 12-15.
15. Shantha NC, Ram LM, O'leary J, Hicks CL, Decker EA. 1995. Conjugated Linoleic Acid Concentration In Dairy Products As Affected By Processing And Storage. *Journal of Food Science*, 60: 695-697.
16. Kim YJ, Liu RH. 2002. Increase of conjugated linoleic acid content in milk by fermentation with lactic acid bacteria. *Journal of Food Science*, 67: 1731-1737.
17. Lin TY. 2003. Influence of lactic cultures, linoleic acid and fructo-oligosaccharides on conjugated linoleic acid concentration in non-fat set yoghurt. *Australian Journal of Dairy Technology*, 58: 11-14.
18. Draman H. 2004. İzmir ilinde satılan bazı Türk süt ürünlerindeki yağ asitlerinin cis-trans izomerleri ve konjuge linoleik asit düzeylerinin kapiler gaz kromatografik yöntem ile belirlenmesi üzerine bir çalışma. *Gıda Dergisi (GTD)*, 29 (5) : 381-389.
19. Chamba JF, Perreard E. 2002. Contribution of Propionic Acid Bacteria To Lipolysis of Emmental Cheese . *Lait*, 82 : 33-44.
20. Werner SA, Luedecke LO, Shultz TD. 1992. Determination of conjugated linoleic acid content and isomer distribution in three Cheddar type cheeses: Effects of cheese cultures, processing and aging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 1817-1821.
21. Zlatos S, Laskaridis K, Feist C, Sagredos A. 2002. CLA content and fatty acid composition of Greek Feta and hard cheeses. *Food Chemistry*, 78: 471- 477.
22. Shultz TD, Chew BP, Seamean WR, Luedecke LO. 1992 . Inhibitory Effect of Conjugated Linoleic Acid Derivates of Linoleic Acid and Beta -Carotene on the in Vitro Growth of Human Cancer Cells. *Cancer Letter*, 63: 125 – 133.
23. Whigman LD, Cook ME, Atkinson RL. 2000. Conjugated Linoleic Acid : Implications for human health. *Pharmacological Research*, 42 : 503 – 510 .
24. Kritchevsky D. 2000. Conjugated linoleic acid effects on experimental atherosclerosis. *Dairy Foods and Cardiovascular Health Bulletin of IDF*, 353: 22-36.
25. Doyle E. 1998. Scientific Forum Explores CLA (Conjugated Linoleic) Knowledge. *Inform*, 9 : 69 – 73.
26. West DB, Delany JP, Camet PM, Blohm F, Truett AA, Scimeca J. 1998. Effects of Conjugated Linoleic Acid on Body Fat and Energy Metabolism in the mouse. *American Journal of Physiology*, 44: 667 – 672.
27. Park Y, Albright KJ, Liu W, Storkson JM, Cook ME, Pariza MW. 1997 . Effect of Conjugated Linoleic Acid On Body Composition In Mice. *Lipids*, 32: 853-858.
28. Cook ME, Pariza M. 1998. The role of Conjugated Linoleic Acid in Health. *International Dairy Journal*, 8 : 459-462.
29. Sugano MA, Tsujita M, Yamasaki M, Noguchi M, Yamada K. 1998. Conjugated Linoleic Acid Modulates Lissue Levels of Chemical Mediators and Immunoglobulins in rats . *Lipids*, 33: 521 – 527.