

ET VE ET ÜRÜNLERİNDE KONJUGE LİNOLEİK ASİT VE ÖNEMİ

Eda Demirok*, Nuray Kolsarıcı

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş tarihi / Received: 05.03.2009

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 10.07.2009

Kabul tarihi / Accepted: 17.07.2009

Özet

Konjuge linoleik asit (KLA), linoleik asidin pozisyonel ve geometrik izomerlerinden oluşan grup için kullanılan terimdir. Doğal ve fonksiyonel bileşenler olan KLA izomerleri, çoğunlukla ruminantlardan elde edilen et, süt ve bunların ürünlerinde bulunur. İzomerler linoleik asitin rumende stearik aside mikrobiyel biyohidrojenasyonu esnasında ara ürün olarak ya da memeli salgı bezi ve adipoz dokularında Δ^9 -desaturaz enzimi aracılığıyla *trans* vaksenik asidin KLA izomerlerine desaturasyonu ile sentezlenir. KLA izomerleri sağlık üzerine antikarsinojenik, antiaterojenik, antiobezitik ve antidiyabetik gibi etkilere sahiptir. Bu biyolojik etkilerinden ve insan vücudunda düşük konsantrasyonda bulunışundan dolayı, son günlerde et ve et ürünlerinin KLA izomerlerince zenginleştirilme çalışmaları artmaktadır. Derlemede, KLA'nın biyosentezini, biyolojik etkilerini, kaynaklarını, et ve et ürünlerinde konsantrasyonunu etkileyen faktörleri ortaya koymak amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Konjuge linoleik asit (KLA), et, et ürünü, biyolojik etki, biyosentez

CONJUGATED LINOLEIC ACID IN MEAT AND MEAT PRODUCTS AND ITS IMPORTANCE

Abstract

Conjugated linoleic acid (CLA) is a group of positional and geometric isomers of linoleic acid. CLA isomers, which are natural and functional components, are predominantly present in meat and milk of ruminants and their products. CLAs are synthesized as an intermediate product during the microbial biohydrogenation of linoleic acid to stearic acid in the rumen or from the endogenous conversion of *t*-vaccenic acid by the Δ^9 -desaturase enzyme in the mammary glands and adipose tissues. Different CLA isomers exert different health effects such as anticarcinogenic, antiatherogenic, antiobesity and antidiabetic. Because of these biological effects of CLAs and their low concentration in human body, researches on enrichment of meat and meat products with CLAs have increased recently. The present review focused on biosynthesis, biological effects and sources of CLAs and factors influencing its concentration in meat and meat products.

Keywords: Conjugated linoleic acid (CLA), meat, meat products, biological effect, biosynthesis

* Yazışmalardan sorumlu yazar; Corresponding author;

✉ edemirok@eng.ankara.edu.tr, ☎ (312) 596 1428, 📠 (312) 317 8711

GİRİŞ

İnsanların sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesi, fiziksel ve zihinsel fonksiyonların sürekliliği için yeterli ve dengeli beslenmesi bir zorunluluktur. Bu noktada, tüketilen gıdanın tipi ve miktarı önemli bir rol üstlenir. Bu bakış açısı, tüketicileri sağlık üzerine olumlu etkileri olan ve fonksiyonel bileşenler içeren gıdalara yöneltmiştir.

KLA, esansiyel bir n-6 yağ asidi olan linoleik asidin (c9,c12 C18:2) 28 farklı pozisyonel ve geometrik izomerleri için kullanılan ortak bir terimdir. Çift bağlar, karbon zincirinde 7,9; 8,10; 9,11; 10,12 ya da 11,13 pozisyonlarında ve farklı *cis-trans* konfigürasyonlarında (*cis/cis*; *trans/trans*; *cis/trans* ya da *trans/cis*) bulunur (1-7). Bu pozisyonel ve geometrik izomerizasyon bileşiklere farklı biyolojik özellikler kazandırır. Araştırmalarda, tespit edilen 28 izomerden sadece rumenik asit olarak adlandırılan (3, 8) gıdalarda %80 ile en yüksek miktarda bulunan (5, 9) c9,t11 oktadekadienoik asit (C18:2) izomeri ile miktar olarak bu izomeri takip eden t10,c12 oktadekadienoik asit (C18:2) izomerinin (7) biyolojik özellikleri belirlenmiştir (10). c9,t11 izomeri, hücre zarındaki fosfolipidlerle kolaylıkla birleşebilme özelliğine sahip olması nedeniyle biyolojik olarak en aktif izomerdir (11).

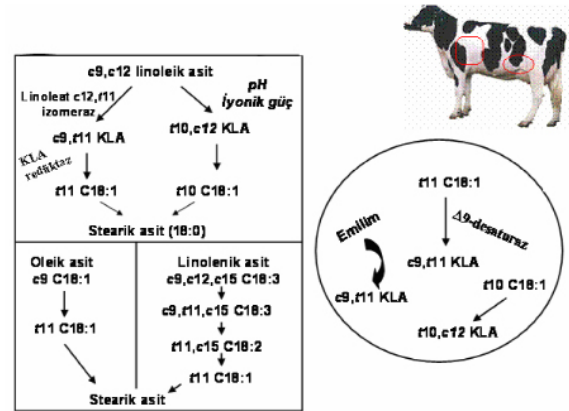
Konjuge Linoleik Asitin Biosentezi

KLA izomerleri, son ürünü stearik asit olan iki farklı metabolik yolla sentezlenir. Birinci metabolik yolda, c9,t11 izomeri ruminant hayvanların rumenlerinde linoleik asitten rumen bakterisi *Butyrivibrio fibrosolvens* aracılığıyla mikrobiyel biyohidrojenasyon yoluyla sentezlenir. Bu bakterinin sahip olduğu sitoplazmatik bir enzim olan linoleat c12,t11 izomeraz enzimi serbest (-COOH) grubu varlığında ve pH 7.2-8.2 aralığında maksimum aktivite göstererek (11) linoleik asidin 12. karbon atomunda bulunan çift bağı 11. karbon atomuna taşır ve c/c konfigürasyonunu c/t konfigürasyonuna dönüştürür. Bu aşamada c9,t11 izomeri ara ürün olarak sentezlenir ve bir kısmı dokulara taşınır. Dokulara taşınmayan izomerler KLA redüktaz enzimi aracılığıyla redükte edilir ve *trans* vaksenik asit (t11-oktadesenoik asit C18:1) oluşur. Bu bileşiğin de bir kısmı dokulara taşınır. Metabolik yolun son basamağında, taşınamayan *trans* vaksenik asit bir

başka rumen bakterisi tarafından hidrojene edilerek stearik asit oluşur. Linoleik asidin yanı sıra α -linolenik, γ -linolenik ve oleik asit de ruminantların rumenlerinde önce *trans* vaksenik aside, ardından stearik aside hidrojene edilir. Bu yağ asitlerinden ara ürün olarak c9,t11 izomerinin sentezi söz konusu değildir (1, 2, 4, 5, 12, 13).

İzomerizasyon ve hidrojenasyon reaksiyonları, doymamış yağ asitleri konsantrasyonu, rumen pH'sı, rumen iyonik gücü ve düşük miktarda diyet lif tüketimi gibi faktörlerden etkilenir (2, 11). Rumen pH'sının düşüşü metabolik iz yolunu değiştirmezken, c9,t11 izomerinin yerine t10,c12 izomerinin sentezlenmesine neden olur (13).

İkinci metabolik yol ile KLA izomerlerinin sentezi adipoz dokularda ve memeli salgı bezinde gerçekleşir. Emilim ile dokulara taşınan *trans* vaksenik asitten endojen Δ^9 -desaturaz enzimi aracılığıyla c9,t11 ve t10-oktadesenoik asitten de t10,c12 izomerleri desatürasyonla sentezlenir (2, 4, 12, 14). Sığır etinde %10'dan daha az oranlarda t9,t11; t10,c12; t10,t12; c9,c11; t9,c11 izomerleri de bulunur (3).



Şekil 1. KLA'nın birinci ve ikinci metabolik sentez yolları (13)

Rumende ara ürün olarak sentezlenen izomerlerin dokulara taşınım oranının oldukça düşük oluşu ve bağırsaklardan emilen *trans* oktadesenoik asit konsantrasyonunun yüksek oluşu nedeniyle hayvansal gıdalardaki KLA'nın %64-78'i ikinci metabolik yol ile sentezlenir (2, 3). Ayrıca, birinci metabolik yol sadece ruminantlarda gözlenirken, ikinci metabolik yol ruminantlarda ve monogastriklerde gözlenir (5, 11, 15-18). İnsanlarda da desatürasyon ile dokularda KLA sentezi söz konusudur (11). Ancak, sentezlenen miktarın düşük olması nedeniyle insanlar

ihtiyacı olan KLA'yı gıdalardan karşılarlar (5, 15, 18, 19). Son dönemde yapılan araştırmalar, *Lactobacillus reuteri*, *Pediococcus homari* (4), *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. delbrückii* ve *Propionibacterium frudenbrückii*'nin de KLA izomerlerini sentezleyebilen bakteriler olduğunu göstermektedir (12).

Konjuge Linoleik Asit Kaynakları ve Günlük Alınması Gereken Miktar

Et, süt ve bunların ürünleri temel KLA kaynaklarıdır. Ruminantlar, monogastrikler göre daha yüksek oranda KLA içerirler (5-7). Monogastriklerde KLA miktarının düşük oluşu rumenlerindeki bakteri faaliyetinin düşük oluşuna bağlanmıştır (12).

Süt, 3-6 mg/g düzeyindeki KLA içeriği ile birinci (11, 12) et ve et ürünleri de ikinci sırada yer alır. Etlerin KLA içeriği elde edildiği hayvanın türüne göre değişmekle birlikte, ruminantlar arasında kuzu eti 5.6 mg/g lipid ile en yüksek KLA içeriğine sahiptir. Monogastriklerden elde edilen etler 1 mg/g lipidden daha az KLA içerirken, hindi eti 2-2.5 mg/g lipid, su ürünleri de ihmal edilebilir düzeyde KLA içerir (1). Yağ içeriği yüksek etlerin KLA miktarı (960-1310 mg/100g) da yağsız etlere göre (6-43 mg/100g) oldukça yüksektir (6). Et ürünleri üretildiği etin KLA miktarına yakın düzeyde KLA içerir ve pişirme metodunun, süresinin, fermentasyonun ve depolamanın et ürünündeki KLA miktarını değiştirmede bilinmektedir (1, 3-5).

İnsanların diyetle aldığı KLA miktarı ülkelere göre farklılık gösterir. İsviçre'de et ve süt ürünlerinden alınan c9,t11 KLA miktarı 0.16 g/gün iken (3); Almanya'da bu değer bayanlar için 0.36 g/gün, erkekler için 0.44 g/gün'dür. Alman araştırmacılara göre, et ve et ürünleri günlük alınması gereken toplam KLA miktarının dörtte birini karşılamaktadır (1). İngiltere'de yapılan araştırmada ise KLA'nın biyolojik etkilerinden faydalanmak için 70 kg'lık bir kişinin 3 g/gün düzeyinde KLA alması gerektiği belirlenmiştir (6).

Konjuge Linoleik Asitin Biyolojik Etkileri

KLA'nın insan sağlığı üzerine etkilerini araştırma çalışmaları Pariza *et al.* (1975)'nin hamburger köftelerinden izole ettikleri antikarsinojenik etkili bileşiğin bulunuşu ile başlamış ve devam etmiştir. Hayvan denemeleri KLA izomerlerinin kanser türleri, kalp-damar rahatsızlıkları, diyabet, obezite, immün sistem ve iskelet sistemi üzerine olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur (2, 3, 6, 7, 9, 20).

Çizelge 1. Farklı et türlerine ve et ürünlerine ait KLA miktarları (5)

Et	KLA İçeriği (mg/g lipid)
Kuzu	5.6
Siğir	2.9 – 4.3*
Geyik	2.7
Domuz	0.6
Tavuk	0.9
Hindi	2.5
At	0.6 **
Et Ürünü	KLA İçeriği (mg/g YAME)
Salam	4.2
Mortadella	2.9
Pişmiş jambon	2.7
Tütsülenmiş jambon	2.9
Tütsülenmiş hindi eti	2.4
Kıyma	3.5
Sosis	3.8
Sürülebilir et	3.0

*Farklı hayvanların farklı kaslarından elde edilen değerler

**Sadece c9,t11 izomerinin miktarı

KLA izomerleri, bütillenmiş hidroksi toluen ile aynı düzeyde, α -tokoferole göre daha güçlü ve β -karotenden ise iki kat daha fazla antioksidan özellik gösterir. Özellikle c9,t11 izomeri bu etki mekanizmasından sorumludur (2, 6, 13). KLA'nın antioksidan aktivitesi katalaz, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz gibi enzimlerin aktivitesini inhibe etmesi, gıdanın lipid oksidasyon düzeyini azaltarak raf ömrünün uzatılmasıyla açıklanmıştır (6). KLA izomerleri, yağların oksidasyonu ile açığa çıkan karsinojenik etkili serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek antikarsinojenik özellik de gösterir (7). Fare ve ratlarla yapılan çalışmalar, KLA'nın özellikle deri, mide, göğüs ve kolon kanseri üzerine etkili olduğunu göstermiştir (21). Etki mekanizması var olan tümörlerin aktivitesini inhibe etmesi, yeni tümörlerin oluşumunu ve kanserli hücrelerin yayılımını engellemesiyle açıklanmaktadır (13).

KLA'nın obezite ile olan ilişkisi, vücutta yağ doku birikimini azaltarak protein, mineral ve su birikimini artırması ile açıklanır. Ayrıca bu etki, KLA'nın tüketim süresine ve dozuna bağlıdır (7). c9,t11 ve t10,c12 izomerlerinin birlikte alındığında sinerjistik etki göstererek antiobezitik etki gösterdikleri bildirilmiştir. c9,t11 izomeri adipoz dokularda

ve karaciğerde lipoliz düzeyini artırır. Böylece vücutta depolanmış yağların yıkımı hız kazanır, yağsız kas doku oranı artar ve vücut yağ oranı azalır. *t10,c12* KLA izomeri ise tam tersi bir etki mekanizmasına sahiptir. Bu izomer, lipoprotein-lipaz enziminin (Stearol-CoA desaturaz mRNA) aktivitesini inhibe ederek adipoz dokularda lipogenez oluşumunu yani yağ dokularının sentezini engeller. Böylece *c9,t11* izomerinin etkisiyle yağ dokularının yıkımı gerçekleşirken, *t10,c12* izomerinin etkisiyle de yeni yağ dokularının oluşumu engellenir. Ayrıca, KLA kaslarda toplam karnitin palmitol transferaz aktivitesini artırarak, depolanmış yağların yıkımını hızlandırır (3, 4, 11, 22).

KLA izomerleri kandaki toplam kolesterol, LDL ve trigliserit miktarını düşürme, HDL konsantrasyonunu artırma ve karaciğerdeki kolesterol konsantrasyonunu azaltma özelliği sayesinde kalp damar sağlığı üzerine de etkilidir. Ayrıca izomerlerin hipertansiyon üzerine de pozitif etkisi vardır (7). Ancak bu etki de, izomerlerin tüketim süresine ve dozuna bağlıdır (23).

KLA izomerleri, glukoz metabolizmasını düzenleyerek diyabet üzerine de etki eder. Diyabet hastaları ile yapılan araştırmada, özellikle *t10,c12* izomerinin hastalarda kan şekeri ve kan trigliserit konsantrasyonunu azaltarak glukozun kullanılabilirliğini artırdığı gözlenmiştir (24). İzomerlerin etki mekanizması vücutta kilo kaybı ile sorumlu bir genin uyarılarak lipoliz reaksiyonunun hızlandırılması ve böylece obezite beraberinde diyabet oluşumunun engellenmesi ile açıklanır (7).

KLA'nın iskelet sistemi üzerine olan pozitif etkisi yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Kemik hücrelerini oluşturacak osteoblastlar ile laboratuvarında yapılan çalışmada, KLA'nın kalsiyum absorpsiyonunu, alkalın fosfataz aktivitesini ve osteokalsin düzeyini artırdığı gözlenmiştir (7). Menapoz sonrası bayanlarda da kemik mineral düzeyini iyileştirici etki göstermiştir (25). KLA izomerlerinin kemik sağlığı üzerine olan etki mekanizması 3 farklı hipotez ile açıklanır. Birinci hipoteze göre KLA, kemik mineral düzeyini dengede tutar. İkinci hipotez KLA'nın Cyclooxygenase (COX)-2 enziminin aktivitesini ayarladığı ve prostaglandin emilimini değiştirdiği yönündedir. Üçüncü hipotez ise, KLA'nın kemik hücrelerinden kalsiyum salınımını artırarak kemik hücrelerini yok eden osteoklast hücrelerinin miktarını artıran maddeler olarak bilinen Interleukin (IL)-1 ve Interleukin (IL)-6 bileşenlerinin konsantrasyonunu azaltma yönünde bir etkisi olduğudur (7).

Et ve Et Ürünlerinde Konjuge Linoleik Asit Miktarını Etkileyen Faktörler

Farklı rasyon bileşimi ve tüketim süresi, mevsimsel değişiklik, tür, ırk, cinsiyet, rumendeki bakteri popülasyonu ve sayısı ile Δ^9 -desaturaz enziminin aktivasyon düzeyi KLA'nın et ve et ürünlerindeki miktarını etkileyen faktörlerdir (3, 12).

Bu biyoaktif bileşiğin miktarının gıdalarda istenilen düzeyden düşük oluşu, yapılan çalışmaları gıdalardaki miktarının artırılması yönünde hızlandırmıştır. Bu amaçla otlatma, rasyona linoleik ve linolenik yağ asidi kaynağı olan bitkisel yağların ya da tohumların ilavesi ve rasyona balık yağı ilavesi en çok kullanılan yöntemler olup (5, 12) ete KLA enjeksiyonu da KLA miktarını artıran bir uygulamadır (26).

Bu uygulamalar içerisinde en iyi sonuç doğal çayırarda otlatma yönteminden elde edilmiştir. Çimen, yüksek konsantrasyondaki diyet lif içeriği sayesinde rumendeki bakteri popülasyonunu ve aktivitesini dolaylı yoldan da KLA miktarını artırır (27). %19.36 oranında linoleik asit, %55.77 oranında da linolenik asit içeren çayırda otlatılan kuzuların *Longissimus dorsi*, *Triceps brachii* ve *Semimembranosus* kaslarında KLA miktarı kesim ağırlığı arttıkça artmıştır (28). Otlatma ve konsantre yemin KLA miktarına etkisinin karşılaştırıldığı araştırmada, KLA miktarı doğal çimen ve konsantre yemle besleme sırasına göre kuzuların kas dokusunda %1.9-%1.1, deri altı yağ dokusunda %2.5-%1.4 ve fosfolipidlerde %0.7-%0.4 olarak bulunmuştur (29). Kasaplık sığırlarla yürütülen çalışmada *Longissimus* kasındaki KLA artışı Warner Bratzler kesme kuvvetini de azaltarak etin gevrekliğini artırmıştır (30).

Rasyona bitkisel yağ ilavesi de etlerin KLA miktarı üzerine etkili bir yöntem olup, etki düzeyi bitkisel yağın çeşidine göre değişir (5). %6 oranında linoleik asitçe zengin ayçiçek yağı ilave edilen rasyona beslenen kuzu ile koyun diyafram bölgesi kaslarında KLA miktarı %55, but kaslarında %37, kaburga üstü kaslarında %33 ve deri altı yağ dokusunda %33 oranında artmıştır (31). Yapılan bir başka çalışmada rasyona ayçiçek yağı ilavesi sığır *Longissimus dorsi* kasında KLA miktarının %225 gibi yüksek bir oranda artmasını sağlamıştır (32). Rasyona %6 oranında safran yağı ilavesi kuzuların yağ dokularında KLA miktarını %200 oranında artırmıştır (33).

Rasyona bitkisel tohum ilavesi de, tohumun çeşidi-ne ve parçacık boyutuna bağlı olarak etlerde KLA miktarını artırır. Parçacık boyutu azaldıkça, yağın emilimi dolayısıyla KLA miktarı artar (5, 34). %48.6 linoleik asit ve %1.6 *trans* vaksenik asit içeren soya tohumunun %12.7 ve %25.6 oranlarında ilave edildiği rasyonlar, sığır etlerinde kontrol grubuna kıyasla KLA miktarını artırmıştır (35). Diyetle ilave edilen keten tohumu kuzu *Longissimus dorsi* kasında KLA miktarını 10 mg KLA/g YAME (yağ asidi metil ester) den 16 mg KLA/g YAME'ye yükseltmiştir (36). KLA miktarına etkili farklı faktörlerin incelendiği çalışmada da, diyetle keten tohumu ilavesinin KLA miktarını %22'den %36'ya çıkardığı ve bu artışta temel diyet bileşiminin %26, türün %47, cinsiyetin %41 ve yaştan da %24 oranında etkili olduğu belirlenmiştir (37). Diğer bir çalışmada ayçiçeği, keten ve kolza tohumları ile beslenen sığırların etlerinin KLA miktarının keten ve kolza tohumu ilavesinden etkilenmediği ancak, ayçiçeği tohumu ilavesinin KLA miktarını 5.6 mg KLA/g YAME'den 7.8 mg KLA/g YAME'ye çıkardığı gözlenmiştir (5). Safran tohumu ise kuzuların yağ dokularında KLA miktarını 4.1 mg KLA/g YAME den 9.0 mg KLA/g YAME değerine çıkarmıştır (38). Çalışmalar incelendiğinde, soya ve keten tohumunun beklenen düzeyde bir artış sağlamadığı, ayçiçeğinin sağladığı artışın kabul edilebilir düzeyde olduğu ve safran tohumunun en iyi etkiyi gösterdiği söylenebilir.

Rasyona balık yağı ilavesi, etlerde KLA miktarını artırmanın yanı sıra, etin bileşiminin çoklu doymamış yağ asidi yönünden değiştirilmesi açısından da önemlidir (39).

Ticari KLA kaynaklarının rasyona ilavesi ile etlerdeki KLA miktarı değişimi de bazı çalışmalarda incelenmiştir. %0.25 düzeyinde rasyona eklenen ticari KLA, domuzların *Biceps femoris* kasında *c9,t11* miktarını %130 ve toplam KLA düzeyini %180 oranında, adipoz dokuda ise *c9,t11* miktarını %450 ve toplam KLA düzeyini %610 oranında artırmıştır (40). %0.25 %0.50 ve %1 düzeylerinde rasyona ilave edilen ticari KLA, kanatlı kasında *c9,t11* miktarını sırasıyla %0.12, %0.24 ve %0.50; *t10,c12* miktarını da sırasıyla %0.37, %0.87 ve %1.68 oranında artırmıştır (41). Aynı araştırmacıların diğer bir çalışmasında da, rasyona %1.25, %2.5 ve %5.0 oranlarında ilave edilen ticari KLA, kanatlı göğüs etlerinde KLA miktarını sırasıyla %3.8, %7.2 ve %13.9 oranında artırmıştır (42).

Enjeksiyon yönteminin sığır filetolarının KLA miktarı üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, kontrol grubuna karşı suda çözünebilen süttan izo-

le edilmiş toz KLA ve safran yağı enjekte edilmiş gruplar ile çalışılmıştır. Toz KLA çiğ filetolarda KLA miktarını %4300, safran yağı da %2900 oranında artırmıştır. Toz KLA ilavesi ile filetolarda en iyi mozayikleşme derecesine ulaşıldığı ve safran yağının da en gevrek yapıyı oluşturduğu gözlenmiştir (26).

Yapılan çalışmalar ete uygulanan çeşitli proseslerin etteki KLA miktarını azaltmadığını göstermiştir (3, 5, 12). Kuzu *Longissimus thoracis* kasına uygulanan ışınlama işleminin kasın KLA miktarına etki etmediği, ancak *trans/trans* izomerlerinin konsantrasyonlarında artışa neden olduğu gözlenmiştir (43). Işınlamanın etlerde KLA miktarı üzerine olumsuz bir etki göstermediği diğer çalışmalarla da kanıtlanmıştır (41, 42). 140 °C'de 30 dakika boyunca ısı işleme tabi tutulan sığır *Longissimus dorsi* kasının KLA içeriğinin ısıl proseslen etkilenmediği belirlenmiştir (32). 4 °C'de 14 gün süreyle depolanan, sığır etinden yapılan köftelerdeki KLA miktarının değişmemesi, KLA'nın soğuk muhafaza koşullarından da etkilenmediğini göstermiştir (44). Farklı oranlarda ticari KLA içeren rasyon ile beslenen domuz etlerinde KLA miktarının kontrol grubuna kıyasla arttığı yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Bu etlerden üretilen jambonların KLA miktarının ürünün yapıldığı et ile aynı düzeyde olduğu ve KLA'nın kürlenme ve fermentasyon proseslerinden etkilenmediği gözlenmiştir (45, 46, 47).

SONUÇ

Et ve ürünleri doğal fonksiyonel bir bileşik olan KLA açısından önemli gıdalardandır. Özellikle ruminantlardan elde edilen etler, monogastriklerden elde edilenlere göre KLA miktarı açısından oldukça zengindir. Antikarsinogenik, antiaterojenik, antiobezitik ve antidiyabetik etkilere sahip KLA'nın et ve ürünlerindeki miktarının, bu biyolojik etkilerini gösterebilecek düzeyde bulunmaması ve sağlıklı yaşam için alınması gereken miktarı karşılamaması, et ve ürünlerinde KLA miktarının artırılması gerektirir. Bu noktada yapılan çalışmalar sevindirici sonuçlar verirken, artan KLA hem et hem de ürün rengi, tekstürü, oksidasyon düzeyi ve duyuusal özellikleri açısından da olumlu etkiler sağlamaktadır. KLA'nın etlere uygulanan çeşitli proseslerden negatif yönde etkilenmeyişi de önemli bir avantajdır. Et ve ürünlerinde basit uygulamalarla artırılacak olan KLA'nın bu bilgiler ışığında, hem yaşam hem de ürün kalitesi bakımından olumlu sonuçlar doğuracağı bir gerçektir.

KAYNAKLAR

1. Fritsche J, Steinhart H. 1998. Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 206, 77-82.
2. Bauman DE, Baumgard LH, Corl BA, Griinari JM. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proc Am Soc Anim Sci*, 15 p.
3. Mulvihill B. 2001. Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). *Nutr Bull*, 26, 295-299.
4. Pariza MW, Park Y, Cook ME. 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Prog Lipid Res*, 40, 283-298.
5. Schmid A, Collomb M, Sieber R, Bee G. 2006. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. *Meat Sci*, 73, 29-41.
6. Hur SJ, Park GB, Joo ST. 2007. Biological activities of conjugated linoleic acid (CLA) and effects of CLA on animal products. *Livest Sci*, 110, 221-229.
7. Huang Y, Yanagita T, Nagao K, Koba K. 2008. Biological effects of conjugated linoleic acid. In: *Fatty Acids in Foods and Their Health Implications*. 3rd Edition, 12 p.
8. McGuire MA, McGuire MK. 1999. Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *Proc Am Soc Anim Sci*, 8 p.
9. Aydın R. 2005. Conjugated linoleic acid: Chemical structure, sources and biological properties. *Turk J Vet Anim Sci*, 29, 189-195.
10. Banni S. 2002. Conjugated linoleic acid metabolism. *Curr Opin Lipidol*, 13 (3), 261-266.
11. Bessa RJB, Santos-Silva J, Ribeiro JMR, Portugal AV. 2000. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. *Livest Prod Sci*, 63, 201-211.
12. Khanal RC, Olson KC. 2004. Factors affecting conjugated linoleic acid (CLA) content in milk, meat, and egg: A review. *Pakistan J Nutr*, 3 (2), 82-98.
13. Muller LD, Delahoy JE. 2005. Conjugated linoleic acid implications for animal production and human health. <http://www.das.psu.edu/dairy/dairy-nutrition/pdf-dairy-nutrition/das0488cla.pdf> (Accessed 14 February 2009).
14. Griinari JM, Corl BA, Lacy SH, Chouinard PY, Nurmela KVV, Bauman DE. 2000. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9 -desaturase^{1,2}. *J Nutr*, 130, 2285-2291.
15. Salminen I, Mutanen M, Jauhiainen M, Aro A. 1998. Dietary *trans* fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. *J Nutr Biochem*, 9, 93-98.
16. Gläser RK, Scheeder MRL, Wenk C. 2000. Dietary C18:1 *trans* fatty acids increase conjugated linoleic acid in adipose tissue of pigs. *Eur J Lipid Sci Tech*, 102, 684-686.
17. Loo J, Lin X, Herbein J. 2002. Dietary *trans*-vaccenic acid (*trans*11-18:1) increases concentration of *cis*9,*trans*11-conjugated linoleic acid (rumenic acid) in tissues of lactating mice and suckling pups. *Reprod Nutr Dev*, 42, 85-99.
18. Turpeinen AM, Mutanen M, Aro A, Salminen I, Basu S, Palmquist DL, Griinari JM. 2002. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. *Am J Clin Nutr*, 76, 504-513.
19. Adlof RO, Duval S, Emken EA. 2000. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in humans. *Lipids*, 35 (2), 131-135.
20. Bhattacharya A, Banu J, Rahman M, Causey J, Fernandes G. 2006. Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. *J Nutr Biochem*, 17, 789-810.
21. Kritchevsky D. 2000. Antimutagenic and some other effects of conjugated linoleic acid. *Br J Nutr*, 83, 459-465.
22. Riserus U, Smedman A, Basu S, Vessby B. 2004. Metabolic effects of conjugated linoleic acid in humans: the Swedish experience. *Am J Clin Nutr*, 79, 1146-1153.
23. Benito P, Nelson GJ, Kelley DS, Bartolini G, Schmidt PC, Simon V. 2001. The effect of conjugated linoleic acid on plasma lipoproteins and tissue fatty acid composition in humans. *Lipids*, 36 (3), 229-236.
24. Ryder JW, Portocarrero CP, Song XM, Cui L, Yu M, Combatsiaris T, Galuska D, Bauman DE, Barbano DM, Charron MJ, Zierath JR, Houseknecht KL. 2001. Isomer-specific antidiabetic properties of conjugated linoleic acid- improved glucose tolerance, skeletal muscle insulin action, and UCP-2 gene expression. *Diabetes*, 50, 1149-1157.
25. Rahman M, Kukita A, Kukita T, Shobuie T, Nakamura T, Kohashi O. 2003. Two histone deacetylase inhibitors, trichostatin A and sodium butyrate, suppress differentiation into osteoclasts but not into macrophages. *Blood*, 101 (9), 3451-3459.
26. Baublits RT, Pohlman FW, Brown JrAH, Johnson ZB, Proctor A, Sawyer J, Dias-Morse P, Galloway DL. 2007. Injection of conjugated linoleic acid into beef strip loins. *Meat Sci*, 75, 84-93.
27. Mir PS, McAllister TA, Scott S, Aalhus J, Baron V, McCartney D, Charmley E, Goonewardene L, Basarab J, Okine E, Weselake RJ, Mir Z. 2004. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. *Am J Clin Nutr*, 79, 1207-1211.
28. Serra A, Mele M, La Comba F, Conte G, Buccioni A, Secchiari P. 2009. Conjugated linoleic acid (CLA)

content of meat from three muscles of Massese suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Sci*, 81, 396–404.

29. Nuernberg K, Nuernberg G, Ender K, Dannenberger D, Schabbel W, Grumbach S, Zupp W, Steinhart H. 2005. Effect of grass vs. concentrate feeding on the fatty acid profile of different fat depots in lambs. *Eur J Lipid Sci Tech*, 107, 737–745.

30. Realini CE, Duckett SK, Brito GW, Rizza MD, De Mattos D. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci*, 66, 567–577.

31. Ivan M, Mir PS, Koenig KM, Rode LM, Neill L, Entz T, Mir Z. 2001. Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. *Small Ruminant Res*, 41, 215–227.

32. Sarries MV, Murray BE, Moloney AP, Troy D, Beria-in MJ. 2009. The effect of cooking on the fatty acid composition of longissimus muscle from beef heifers fed rations designed to increase the concentration of conjugated linoleic acid in tissue. *Meat Sci*, 81, 307–312.

33. Mir Z, Rushfeldt ML, Mir PS, Paterson LJ, Weselake RJ. 2000. Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lamb tissues. *Small Ruminant Res*, 36, 25–31.

34. Santos-Silva J, Mendes IA, Portugal PV, Bessa RJB. 2004. Effect of particle size and soybean oil supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs. *Livest Prod Sci*, 90, 79–88.

35. Madron MS, Peterson DG, Dwyer DA, Corl BA, Baumgard LH, Beermann DH, Bauman DE. 2002. Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular, and subcutaneous fat in beef steers. *J Anim Sci*, 80, 1135–1143.

36. Wachira AM, Sinclair LA, Wilkinson RG, Enser M, Wood JD, Fisher AV. 2002. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. *Br J Nutr*, 88, 697–709.

37. De La Torre A, Gruffat D, Durand D, Micol D, Scislowski V, Bauchart D. 2006. Factors influencing pro-

portion and composition of CLA in beef. *Meat Sci*, 73, 258–268.

38. Kott RW, Hatfield PG, Bergman JW and Flynn CR. 2003. Feedlot performance, carcass composition, and muscle and fat CLA concentrations of lambs fed diets supplemented with safflower seeds. *Small Ruminant Res*, 49, 11–17.

39. Demirel G, Wood JD, Enser M. 2004. Conjugated linoleic acid content of the lamb muscle and liver fed different supplements. *Small Ruminant Res*, 53, 23–28.

40. Lo Fiego DP, Macchioni P, Santoro P, Pastorelli G, Corino C. 2005. Effect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on CLA isomers content and fatty acid composition of dry-cured Parma ham. *Meat Sci*, 70, 285–291.

41. Du M, Ahn DU, Nam KC, Sell JL. 2000. Influence of dietary conjugated linoleic acid on volatile profiles, color and lipid oxidation of irradiated raw chicken meat. *Meat Sci*, 56, 387–395.

42. Du M, Nam KC, Hur SJ, Ismail H, Ahn DU. 2002. Effect of dietary conjugated linoleic acid, irradiation, and packaging conditions on the quality characteristics of raw broiler breast fillets. *Meat Sci*, 60, 9–15.

43. Alfaia CMM, Ribeiro PJLC, Trigo MJP, Alfaia AJI, Castro MLF, Fontes CMGA, Bessa RJB, Prates JAM. 2007. Irradiation effect on fatty acid composition and conjugated linoleic acid isomers in frozen lamb meat. *Meat Sci*, 77, 689–695.

44. Hur SJ, Ye BW, Lee JL, Ha YL, Park GB, Joo ST. 2004. Effects of conjugated linoleic acid on color and lipid oxidation of beef patties during cold storage. *Meat Sci*, 66, 771–775.

45. Intarapichet K, Maikhunthod B, Thungmanee A. 2008. Physicochemical characteristics of pork fed palm oil and conjugated linoleic acid supplements. *Meat Sci*, 80, 788–794.

46. Corino C, Magni S, Pastorelli G, Rossi R, Mourrot J. 2003. Effect of conjugated linoleic acid on meat quality, lipid metabolism, and sensory characteristics of dry-cured hams from heavy pigs. *J Anim Sci*, 81, 2219–2229.

47. Martin D, Antequera T, Muriel E, Perez-Palacios T, Ruiz J. 2008. Effect of dietary conjugated linoleic acid in combination with monounsaturated fatty acids on the meat composition and quality traits of dry-cured loin. *Meat Sci*, 80, 1309–1319.