

BÖLÜM 4

KOYUN ET VE SÜTÜNDE KONJUGE LİNOLEİK ASİT'E KISA BİR BAKIŞ

Müzeyyen KUTLUCA KORKMAZ¹

GİRİŞ

İlk olarak 1985 yılında tanımlanan (1) Konjuge Linoleik asit (CLA), konjuge çift bağları olan linoleik asidin (C18:2, c9, c12) bir grup pozisyonel ve geometrik izomerlerini ifade etmektedir (1-7). CLA son zamanlarda insan sağlığı üzerine olası yararları nedeniyle dikkat çekmektedir. CLA için anti-kanserojen, antioksidan, anti-aterosklerotik ve immüno-destekleyici etkiler bildirilmiştir (2, 5, 8). Ayrıca, CLA'nın obezite karşıtı özellikleri ve potansiyel etki mekanizmaları oldukça araştırılmıştır. CLA'nın vücut yağ kütlelerini azalttığı ve yağsız kütleli iyileştirdiği, etkili bir şekilde vücut yağ içeriğinin azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. CLA'nın mekanizmaları için, hem preadiposit farklılaşması ve yağ alımının azalması hem de lipoliz ve apoptozun artmasıyla CLA'nın yağ dokusu hücrelerinde yağ birikimini azalttığı bildirilmiştir (6).

Rumendeki çeşitli anaerobik bakterilerin enzimlerinin etkisiyle çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) biyohidrojenasyonunda bir aracı olarak üretilmesi nedeniyle CLA doğal olarak ruminantlardan sağlanan yiyeceklerde bulunur (9, 10). CLA izomerleri geviş getiren hayvanların etinde ve sütünde iki farklı şekilde oluşur. Birincisi, rumende bakteriler tarafından C18:2n6'nın biyolojik hidrojenasyonuna bağlı olarak konjuge oktadekadienoik (C18:2, c-9, t-11) asit oluşumudur. İkinci olarak, C18:3n3'ün biyolojik hidrojenasyonu sırasında, rumende biyolojik hidrojenasyona uğramayan trans-vaksenik asit (C18:1, t-11) kısmı bağırsak dokularından emilir (7) ve meme dokusunda $\Delta 9$ desaturaz enzimi aracılığıyla CLA'ya dönüştürülür (7, 9, 10).

Koyun ürünleri (süt, et ve yün), toprakla olan güçlü bağları nedeniyle önemli bir sosyo-ekonomik rol oynadıkları Akdeniz Bölgesi'nin başlıca tarımsal faaliyetleri arasındadır. Antik kökenine rağmen, mevcut koyun endüstrisi, gıda güven-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü muzeyyen.korkmaz@ozal.edu.tr

liği ve emniyeti, hayvan refahı, çevresel sürdürülebilirlik, ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını entegre eden yüksek düzeyde çok işlevlik ile karakterizedir. Koyun eti de dahil olmak üzere dünya et üretiminin, artan nüfus ve gelirler nedeniyle 2050 yılına kadar iki katına çıkması beklenmektedir. Bu nedenle, et kalitesine özel dikkat gösterilmesi gerekmektedir (11).

Süt kuzusu eti, süt koyunculunun yaygın olduğu Akdeniz ülkelerinin tipik bir ürünü olup, ana ürün süt, ikincil ürün kuzu eti olmaktadır. Süt kuzuları sadece anne sütüyle beslenir ve 4-6 haftalıkken vücut ağırlığı 9-11 kg olduğunda kesilirler. Geleneksel emzirme en yaygın uygulama olsa da süt ikame edici veya kısmi emme sistemleri ile yapay emzirme ile peynir işleme için mevcut süt miktarını artırmak ve kuzuların yaşama gücünü iyileştirmek için kullanılmaktadır (11).

KOYUN SÜTÜNDE KONJUGE LİNOLEİK ASİT

Sütün bileşimindeki yağ, suda çözünmeyen ve hayvan vücudunda sentezlenen ve esas olarak karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan doğal bir besindir. Gaz kromatografisi sayesinde süt yağındaki yağ asitlerinin sayısının yaklaşık 400 kadar olduğu bulunmuştur (7). CLA'da toplam 28 izomer rapor edilmiştir (7, 12). Ancak önceki çalışmalarda sadece t-10, c-12 ve c-9, t-11 (rumenik asit) izomerlerinin biyolojik aktivitelerinin analiz edildiği bildirilmiştir. Rumenik asit gıdalarda en yaygın izomer olup hücre zarında bulunan fosfolipitlerle birleşebilme özelliğinden dolayı biyolojik olarak en aktif izomerdir (7).

Sütün çeşitli bileşenleri arasında, farklı beslenme nedeniyle en çok değişen kısım yağdır. Ruminantlar çoklu doymamış yağ asitleri, tahıllar veya her ikisi açısından zengin rasyonlarla beslendiğinde, süt yağı üretimi ve miktarı önemli ölçüde düşebilir; bu fenomen süt yağı depresyonu (SYD) olarak bilinmektedir. Rasyonla indüklenen SYD'ye kısmen rasyon yağ asidinin biyohidrojenasyonundan kaynaklanan trans-10, cis-12 18:2 (CLA) ve trans-10 18:1 (T10) gibi trans yağ asitleri neden olmaktadır. CLA, meme bezindeki lipojenik enzimleri inhibe eder ve geviş getiren hayvanlarda süt yağı konsantrasyonunu ve süt verimini azaltır. Keçilerin SYD'yi indükleyen rasyonların anti-lipojenik etkisine karşı koyunlardan daha dirençli olabildiği, bu durumun da beslenme davranışı, geviş getirme, rumen tampon kapasitesi, sindirim kinetiği ve sindirim geçiş hızları gibi özelliklerin ruminant türleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Lipojenik genlerin gen düzenleme derecesinin aynı rasyonla beslenen koyun ve keçiler arasında farklı olduğu bildirilmiştir. SYD'nin hem keçilerde hem de koyunlarda ortak mekanizmalarla oluşabileceğine dair kanıtlar olmasına rağmen, süt trans-10 yağ asitleri ile süt yağı arasındaki ilişkiye dayalı tür farklılıkları henüz değerlendirilmemiştir (13).

Çağın hastalıkları ve gıda üretiminin hızlı gelişimi yeni tüketici gıda trendleri ile sonuçlanmıştır. Modern tüketiciler, insan sağlığı üzerinde olumlu etkisi olan değerli besin, vitamin ve içerik açısından zengin ürünler aramaktadır. Buna karşılık, SFA'nın aşırı tüketimi, koroner hastalık riskini, diyabet, obezite, ateroskleroz ve yüksek düşük-yoğunluklu lipoprotein (LDL) düzeylerini oldukça artırmaktadır. Gıdalardaki doymamış yağ asitleri sağlığa yararlı özelliklere sahip olup özellikle kan kolesterolünü düşürmeye katkıda bulunurlar. İnsan diyetinde en çok arzu edilen yağ asitleri kanser, kardiyovasküler, otoimmün ve psikolojik hastalıkları önlemede önemli rol oynayan konjuge linoleik asit (CLA), eikosapentaenoik asit (C20:5n-3, EPA) ve dokosaheksaenoik asittir (C22:6n-3, DHA) (14).

Son yıllarda rasyon manipilasyonları ve doğrudan ilavelerle et ve et ürünlerinde CLA seviyesini artırmaya yönelik çalışmalar artmıştır (8). Hayvan et ve süt ürünlerindeki CLA'nın miktarı ruminant hayvanların rasyonuna bağlı olabilmektedir (2, 4), süt ürünlerinde yağın CLA içeriği 3,3 ve 8 mg/gr arasında değişmektedir. Bu yüzden süt ürünlerinin iyi bir CLA kaynağı olarak tanımlanması bu gıdaların pozitif besleme imajını arttırmaktadır (3). Bu etkiler, standart diyetle sağlanan normal besin alımından daha fazla süt ve süt ürünleri tüketimini gerekli kılmaktadır. Sonuç olarak, fermente süt ürünlerinde bu yararlı bileşiğin içeriğini arttırmak için çeşitli yöntemler araştırılmakta ve olası stratejilerden biri de imalat sırasında CLA üreten suşlar içeren başlangıç kültürlerinin kullanılmasıdır (10).

Konjuge linoleik asit (CLA) grubunu içeren süt yağı, potansiyel antikanserojenlerin önemli bir kaynağıdır. Yeme yağ eklenmesi, geviş getiren hayvanlarda yağ asitlerinin yanı sıra süt üretimini ve yağ sayısını değiştirmenin etkili bir yoludur. Bitkisel yağlarla beslemenin, geviş getiren hayvanlarda süt üretimini, bileşimini, yağ asitleri ve CLA içeriğini etkilediği bildirilmiştir (15). Soya yağı, CLA izomerinin yüksek içeriği nedeniyle rumende CLA'nın öncüsü olarak kullanılmıştır (4). Balık yağının da rumen propiyonat (C3) konsantrasyonunu arttırdığı bildirilmiş ve güçlü bir rumen metan inhibitörü olarak önerilmiştir (16).

Süt emen kuzu, rumenin az gelişmesi nedeniyle fonksiyonel bir monogastrik olarak kabul edilebilir. Bu nedenle, et kalitesi büyük ölçüde anne sütü bileşimine bağlıdır. Bu nedenle sütçü koyun ırkları üzerinde yapılan araştırmalar, başta süt ürünleri olmak üzere süt kuzusu etinin de kalitesini arttırmak için sütün besinsel ve teknolojik özelliklerine odaklanmıştır. Anne sütünün yağ ve yağ asit profili, etin yağ asit profilini etkileyerek etin besinsel ve duyuşal özellikleri üzerinde etkiler oluşturmaktadır. Koyun sütü potansiyel olarak sağlıklı yağ asitleri, özellikle rumenik (RA; C18:2c9, t11; diğer adıyla c9, t11-konjuge linoleik asit veya c9, t11-CLA), vaksenik (VA; C18:1t11), linolenik (ALA; C18:3n3) [12] ve dallanmış zincirli yağ asitleri (DZYA) bakımından zengindir (11).

Süt ürünleri, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), konjuge linoleik asit (CLA) ve vitaminler gibi sağlık açısından faydalı moleküller içermesine rağmen, insan sağlığı için risk olarak kabul edilen doymuş yağ asitleri, özellikle miristik ve palmitik asitler ve kolesterol açısından zengindir. Bu nedenle, pazarın mevcut odak noktası, daha sağlıklı bir lipit bileşimine sahip süt ürünleri arayışına yönelmiştir. Hayvan rasyonun süt ve peynirin besleme kalitesi üzerindeki önemi, özellikle lipit fraksiyonu ile ilgili olarak, inekler, keçiler ve koyunlarda büyük ölçüde tartışılmıştır. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların çoğu özellikle koyun süt yağının, rasyona lipit takviyesi yapılarak CLA ve omega-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirilmesine odaklanmıştır (17).

Yüksek süt verimine sahip koyunlar, kuzulamadan sonra süt üretimini ve bileşimini hatta hayvan sağlığını etkileyebilecek negatif bir enerji dengesine sahip olabilirler. Bu da çiftçileri yüksek yoğunluklu enerji yemleri ile yemlemeye zorlar. Palmiye yağı da dahil olmak üzere birçok yağ, korunmuş yağlar formunda yağ asidi kaynağı olarak kullanılabilir. Korunmuş yağların kullanımı rasyonun enerji yoğunluğunu artırma yöntemidir. Öte yandan, yağların eklenmesi rumen mikroorganizmaları için toksik olabilen selülozun sindirimini azaltabilmektedir (15).

Koyun sütünün kalitesi, öncelikle işleme performansına yani yüksek verimli iyileştirilmiş kaliteli süt ürünleri üretme kabiliyeti ile ilgilidir. Bu bakımdan koyun sütünün bileşimi, fizikokimyasal özellikleri ve besin değeri ile ilgili bilgiler süt endüstrisi ve süt ürünlerinin kalite özellikleri açısından kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte süt ürünlerinin beslenme ve sağlıkla bağlantısına yönelik tüketici ilgisi de artmaktadır. Ayrıca, koyun sütünün kalite özelliklerinin çiftçiler için de çok önemli olduğu, Yunanistan'daki süt fabrikalarının üretilen sütü niteliksel olarak sınıflandırdığı ve çiftçilere buna göre ödeme yaptığı belirtilmektedir. Koyun sütünün kalitesi, genetik (cins ve genotip), hayvan sağlığı, fizyolojik durum (yaş ve doğum sayısı, laktasyon evresi), çevresel (mevsim) ve sürü yönetimi (yem türü, tarım sistemi, sağım teknikleri) gibi çeşitli faktörlerden ve bunların etkileşimlerinden etkilenmektedir (18). Bununla birlikte merada otlatılan hayvanlardan elde edilen süt ve süt ürünleri hayvansal ve bitkisel kaynaklı yağ asitleri, vitaminler ve steroller gibi insan sağlığı için önemli olan bir dizi biyoaktif bileşik içermektedir (19).

Süt yağında yoğunlaşan doymuş yağ asitleri ve trans yağ asitlerinin tüketicilerin sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, çok sayıda çalışma, insanlarda kardiyovasküler hastalıkları önlemede tam yağlı sütün yağsız süttten daha etkili olduğunu göstermiştir. Bunun nedeni, tam yağlı sütün yağında bulunan yağ asitlerinin işlevselliğine bağlanmaktadır. Kolesterol,

insan dahil tüm memelilerin hücre yapısında ve kan dolaşımında bulunan ve yaşamsal faaliyetler için gerekli olan yağlı bir taşıyıcıdır. İyi kolesterol olarak bilinen HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein), kolesterolün doku ve damarlardan karaciğere taşınmasını sağlarken, kötü kolesterol olarak bilinen LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) ise dokudaki kolesterolün vücutta ihtiyaç duyulan bölgelere taşınmasından sorumludur. Böylece omega-3 yağ asitleri kandaki LDL'yi düşürür ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde önemli rolü olan HDL'nin seviyesini yükseltir; hipertansiyonu azaltır, hormonal salgıları düzenler ve çocuklarda sinir hücresi büyümesini uyarır. Hayvan modelleri üzerinde yapılan çalışmalar, CLA'nın antikanser etkileri olduğunu, obeziteyi önlediğini ve antioksidan özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Son yıllarda Omega-3, PUFA ve CLA gibi önemli sağlık yararları olan bileşenler ile ilgili çalışmalar artmaktadır. Son araştırmalar, süt bileşiminin ve yağ asidi bileşiminin türlere göre değiştiğini bildirmiştir. Konjuge linoleik asidin sağlık açısından öneminin ortaya çıkması araştırmacıları bu konuya yöneltmiş ve diyet, tür ve mevsimin CLA üzerine etkilerini inceleyen çalışmalarda yoğunlaşmıştır (20).

Entansif süt koyunculığında, meradan yüksek konsantrasyonlu rasyonlara geçen besleme sistemleri, cis-9 trans-11 konjuge linoleik asit (CLA), trans-11 18:1 veya 18:3n-3 gibi sağlığı teşvik eden yağ asitlerinin konsantrasyonunu azaltarak süt yağının besin değerini etkileyebilir. Bu üretim sistemlerinde, rasyonun enerji yoğunluğunu ve dolayısıyla üretim seviyesini arttırmak için lipitlerle rasyon takviyesi de yaygınlaşmıştır. Ayrıca, bu beslenme stratejisinin biyoaktif yağ asidi içeriğini değiştirerek sütün yağ asidi profilini geliştirmek için çok yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Palmitik asit bakımından zengin takviyeler (esas olarak kalsiyum sabunları, palmiye yağı ve fraksiyonlaşmış yağ asidi gibi), en iyi verim dönüşleri sağladıkları için süt beslenme uzmanları tarafından sıklıkla önerilmekte ve kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu öneri çoğunlukla süt ineklerinden elde edilen bilgilere dayanmaktadır ve bu türün doymamış yağ asidi tarafından indüklenen süt yağı depresyonuna (SYD) duyarlılığı ile ilgili olabileceği belirtilmiştir (özellikle yüksek konsantrasyonlu diyetler ile beslendiğinde). Aksine, süt koyunlarının bu süt yağı depresyonuna eğilimli olmadığına dair sonuçların olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, koyunlarda 16:0 bakımından zengin yağların daha yüksek doymamışlık derecesine sahip yağlar (örneğin kolza tohumu veya soya fasulyesi yağları) ile ikame edilmesi, özellikle süt yağ asidi profilini modüle ederek üretim seviyesini arttırmanın ötesine geçen avantajlar sağlayabilmektedir. Son yıllarda, araştırmacıların çoğunluğu ruminant beslemesinde, üretim seviyesinden çok yem etkinliğinde bir iyileşmeye öncelik vermeye yönelik çaba harcamaktadır. Bu ko-

nuda, özellikle süt koyunlarında hala çok az bilgi olmasına rağmen, yakın tarihli bir çalışma, koyunlarda yem etkinliği ve lipit metabolizması arasında bir ilişki olduğunu ve belirli süt yağ asitlerinin bu özelliğin potansiyel biyobelirteçleri olduğunu öne sürmüştür (örneğin, doymuş C4-C14 yağ asidi, doymuş C4-C14 yağ asitleri / cis-9 18: 1 oranı veya C20-22 n-6 çoklu doymamış yağ asitleri). Bu nedenle rasyon bileşiminin, yem kullanımının verimliliği üzerinde büyük bir etkisi olduğundan, süt yağı asidi bileşimini iyileştirmeyi amaçlayan lipid takviyelerinin kullanımının yeniden değerlendirilmesi, bunların yem verimliliğinin ölçütleri ve biyolojik emareleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi gerekmektedir (21).

Çikolata endüstrisinde yan ürün olan fındık kabuğu, ruminantların rasyonuna dahil edilebilecek uygun bir bileşen olarak kabul edilmektedir. Yapılan bir çalışma ile, süt koyunlarının fındık kabuğu içeren bir rasyonla beslenmesinin, yağ asidi profili, kolesterol ve tokoferol içeriği de dahil olmak üzere olgunlaşmış peynir kalitesi ve ticari koşullar altında depolama sırasında stabilite üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ticari konsantre (K grubu; n = 5) ve kuru maddede %36 fındık kabuğu (FK grubu; n = 5) içeren yemle beslenen koyunlardan elde edilen sütlerden toplamda 10 deneysel peynir üretilmiştir. 40 günlük olgunlaştırmadan sonra, her peynirden üç dilim halinde alt örnekler alınarak biri hemen analiz edilmiş (K0 ve FK0), diğer iki örnekte buzdolabında muhafaza edilerek yedi (K7 ve FK7) ve 14 gün (K14 ve FK14) sonra analiz edilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında, fındık kabuğu grubundaki peynir örneklerinde iki katından fazla tokoferol ve tekli doymamış yağ asidi ile %38 daha az kolesterol ve %24 daha az doymuş yağ asidi tespit edilmiştir. Tokoferoller ve kolesterol seviyelerinin uygulama gruplarına bakılmaksızın 14 günlük depolamaya kadar sabit kaldığı ve kolesterol oksidasyonunun olmadığını düşündürdüğünü bildirmişlerdir. Bu nedenle, fındık kabuğunun koyun rasyonlarına ilavesi ile daha sağlıklı bir lipit profili ve daha yüksek tokoferol içeriğine sahip peynir üretiminde geçerli bir kaynak olabileceği ifade edilmiştir (17).

Koyun sütü peynirinin, alfa linolenik asit (C18: 3 omega 3 - ALA), konjuge linoleik asit (CLA) (esas olarak C18: 2 cis 9, trans 11) ve vaksenik asit gibi biyoaktif doymamış yağ asitlerinin alımı sayesinde insan sağlığına olumlu katkıda bulunabileceği belirtilmiştir (19). Koyun sütü, inek ve keçi sütüne kıyasla zengin bir doymamış yağ asidi kaynağıdır (14, 19).

Yunanistan'da yapılan bir çalışma ile entansif ve yarı entansif koyun çiftliklerinde üretilen sütün temel bileşimi, fizikokimyasal özellikleri, yağ asidi bileşimi ve besin indekslerinin araştırılması amaçlanmıştır. 20 entansif ve 20 yarı entansif koyun çiftliğinden elde edilen toplu tank süt örnekleri incelenmiştir. Yapılan ye-

tiştirme sistemine göre sütün kimyasal bileşimi ve fizikokimyasal özelliklerinde bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, süt yağ asidi bileşimi ve besin değerinin, yarı entansif üretim sistemini kullanan çiftliklerden elde edilen sütte önemli ölçüde iyileştiği ve bu olumlu etki sonucunda mera otlatmasının koyun beslemesine dahil edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır (18).

Ruminant rasyonlarının bitkilerden elde edilen yağlarla desteklenmesinin, arzu edilen süt yağ asitleri profilini geliştirmek ve verimi artırmak için iyi bir strateji olduğu kanıtlanmıştır. Yapılan bir çalışma ile, deve dikenini yağının süt koyunları rasyonlarına ilavesinin hayvan performansı ve süt yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. İkinci laktasyonunda olan toplam 20 Yunan dağ koyunu ile yapılan çalışmada 1.grup kontrol grubu (konsantre rasyon) olarak oluşturulmuş ve ikinci grupta %3 oranında devedikeni yağı ile takviye edilmiş konsantre rasyonla beslenmiştir. Sütün kimyasal bileşimini ve yağ asidi profilini belirlemek için hayvanların laktasyon dönemi boyunca bireysel aylık süt örnekleri toplanmıştır. Deve dikenini ilaveli rasyonla beslenen grupta, süt veriminin kontrol grubuna göre daha yüksek (Kontrol grubu için 439,0 g'a karşılık 576,8 g) ($P < 0.05$) olduğu ve yağ içeriğinin ise etkilenmediği tespit edilmiştir. Süt yağ asidi bileşimi ile ilgili olarak, deve dikenini ilaveli rasyonla beslenen grupta, önemli ölçüde artan tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi konsantrasyonuna sahip süt üretildiği ve sütün besin değerini iyileştirdiği bildirilmiştir. Yağ takviyesi nedeniyle süt yağ asidi profilinde büyük değişikliklerin gözlemlendiği, devedikeni yağının doymuş yağ asidi (SFA) konsantrasyonunu önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Devedikeni takviyesi alan koyunlarda, sütte konjuge linoleik asit (C18:-2cis-9, trans-11) konsantrasyonunda bir artış gözlemlenmiştir. Sonuç olarak hem süt miktarı hem de kalitesinin devedikeni yağından olumlu bir şekilde etkilendiği, devedikeni yağının rasyonun besin değerini arttırırken süt bileşimini de değiştirmek için pratik bir yöntem olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (22).

KOYUN ETİNDE KONJUGE LİNOLEİK ASİT

Günümüzde, daha az yağlı, daha düşük doymuş yağ asidi (SFA) seviyelerine ve daha yüksek yağ asidi içeriğine sahip eti tercih eden, sağlıklı beslenme konusunda bilinçli tüketicilerin sayısı giderek artmaktadır. Emzirilen kuzuların kas içi yağ asidi profilinin annelerinin sütününkini yansıttığı yaygın olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle, gebelik ve/veya emme dönemindeki rasyon içeriğinin et özelliklerini etkileyebileceği bildirilmiştir. Bundan hareketle, kuzu etinin yağ içeriğinin ve yağ asidi bileşiminin modifikasyonu üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (11).

Süt kuzusu eti önemli bir lipit kaynağını temsil etmekte ve sağlık durumuyla bağlantılı birçok biyolojik aktivitede yer alan, özellikle de normal fetal gelişim ve doğum sonrası büyüme için çok önemli olan temel yağ asitleri ve spesifik uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri (UZ-PUFA) gibi bazı yağ asitlerini sağlamaktadır. Bununla birlikte, İtalyan çocuk doktorları tarafından çocukları süttan kesme döneminde önerilen ilk etin kuzu eti olduğu, bunun da sebebini diğer kırmızı etlere kıyasla daha düşük alerjeniteye sahip olması ile açıklamaktadırlar (11).

Farklı et türleri arasında, süt kuzusu etinin SFA'nın %41-46'sı, tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) %42-43'ü ve PUFA'nın %15-11'inden oluşacak şekilde düşük miktarda kas içi yağ içerdiği bildirilmiştir (yaklaşık %2-3). Bu bileşime dayanarak, FDA (U.S. Food & Drug Administration)] tarafından tanımlandığı gibi, sırasıyla 100 g da 5 g'dan az yağ ve 2 g SFA içeren et ekstra yağsız et olarak sınıflandırılmaktadır. Süt kuzusu etinde İtalya, İspanya, Almanya, Birleşik Krallık ve Uruguay'ın tipik üretim sistemlerinden elde edilen ticari kuzu etinin yağ asidi profiline uygun olarak baskın yağ asidi oleik (OLA; C18:1c9), ardından palmitik (PA; C16:0) ve stearik (SA; C18:0) asitler olarak bildirilmiştir (11).

Merada otlatılan hayvanlardan üretilen et yararlı yağ asitlerinin önemli bir kaynağı olabilmektedir. Yağ asitleri ve mikro besinlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri tartışmalı olmasına rağmen, bu yağ asitlerinin bazılarının özellikle $\omega 3$ yağ asidi ve konjuge linoleik asit (CLA) izomerlerinin bazılarının yüksek düzeyde biyolojik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (23).

Bununla birlikte, meranın vejetatif döngülere tabi olması nedeniyle yem varlığı ile senkronize olan geleneksel koyun yetiştiriciliği de mevsimseldir. Ancak turizm sektörü ve restoranların tüm yıl boyunca et talepleri olduğundan alternatiflerin incelenmesi gerekmektedir. Besi kuzularını uzun süre boyunca ağılda beslemek, kuzu ve koyun etinin değerini artırabilir ve bulunurluk süresini uzatabilir ancak merada yetiştirilen hayvanlardan elde edilen etin faydalı yağ asidi profilini korumada yetersiz kalır. Ahır beslemesinin rumen-korumalı CLA (rk-CLA) ile takviyesi sığır etinin CLA içeriğini arttırdığını göstermiştir. Benzer sonuçların yerli koyun ırklarından kuzu eti ve süt üretiminde de elde edildiği bildirilmiştir (23).

İrk, canlı ağırlık, besi durumu, cinsiyet, üretim sistemi ve rasyon gibi çeşitli faktörler kuzu yağındaki bireysel yağ asitlerinin oranını etkileyebilmektedir. Birçok çalışma, hayvansal yağların esas olarak üretim sistemine ve rasyona, yani kuzuların merada mı yoksa yemlerinin saman/silaj ve konsantreden mi oluştuğuna bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Bazı araştırmacılara göre ırk etkisi, besi seviyesi, canlı ağırlık veya kesim yaşını da içerdiği saptanmıştır. Ancak bunların daha az etkili olduğu bildirilmiştir (24).

Birçok ülkede otlakların korunması ve muhafazası giderek daha önemli hale gelmektedir. Yeni hükümet politikaları, evcilleştirilmiş hayvanların geleneksel olarak otlatılması üzerinde baskı oluşturmaya başlamış ve sonuç olarak otlatma aşamalı olarak kaldırılmakta ve bunun yerine yaygın olarak besi ünitesi olarak adlandırılan yoğunlaştırılmış hayvan besleme işletmeleri yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapılan çalışmalar ile en azından koyunlar için besleme düzeninin genel durumunun büyüme özelliklerini ve hatta et kalitesini etkileyebileceği kanıtlanmıştır. Ayrıca, linolenik asit (LA), eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA) dahil olmak üzere faydalı yağ asitlerinin seviyesi, ırktan bağımsız olarak otlayan koyunlarda daha yüksektir. Ruminantların rumen bakterilerini analiz etmek için yüksek verimli genetik dizileme teknikleri (Illumina ve Roche 454 pyrosequencing) kullanılmış ve rumen bakterilerinin geviş getiren hayvanların beslenmesinde ve sağlığında önemli bir rol oynadığı gösterilmiştir. Rumen mikrobiyotası, sindirimde çeşitli roller oynar ve bitki materyalini fermente etmek için sinerjistik olarak işlev görür, böylece konakçısına uçucu yağ asitleri ve proteinler şeklinde besinler sağlar. Rumen bakterileri, ruminant ürünlerinde rumen biyohidrojenasyonu ve yağ asidi birikiminde de önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, bazı araştırmacılar genç keçilerde rumen bakterileri ve biyohidrojenasyon ara ürünleri arasındaki ilişkileri bildirirken, başka araştırmacılar da üç farklı botanik kompozisyona sahip otlakların işkembe ve kas içi yağ asidi metabolizmasını etkilediğini bildirmişlerdir. Bu değişiklikler, uçucu yağ asitleri ve mikrobiyal tek ve dallı zincirli yağ asitlerinin profilindeki farklılıklarla gösterildiği gibi, rumen bakteri popülasyonundaki değişikliklerle de ilişkilendirilmiştir (25).

Et ve sütte biriktiği, insan sağlığına olan etkisi nedeniyle insan tüketimi için faydalı olduğundan son zamanlarda, koyun rasyonuna CLA ilavesinin etkisini araştırmaya ilgi artmıştır. Besleme rejimlerindeki orijinal rasyonda, yem veya ilave yağlarla örneğin kaba yem, hayvansal yağlar veya bitkisel yağların ilavesi ile CLA'da artış sağlanabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte hayvan türlerinin besleme stratejilerine farklı tepki verdiğini göz ardı etmemek gerektiği de bildirilmiştir. CLA'nın hayvan modellerinde (fareler, domuzlar) ve insanlarda bağışıklık düzenleyici bir etkiye sahip olduğu rapor edilmişken ruminant hayvanlarda böyle bir bilginin rapor edilmediği bildirilmiştir. CLA'nın bağışıklık düzenleyici etkisi, eikosanoidlerdeki değişiklikleri içeren olası etki mekanizmalarına dayandırılır, çünkü CLA, araşidonik asidin biyosentetik yolunu baskılamakta ve hem hücresel hem de vücut sıvılarında artan bağışıklıkla nükleer seviyede peroksizom çoğaltıcı aktive reseptörlerin aktivasyonunu modüle etmektedir (26).

Kırmızı et (kuzu eti dahil), nispeten yüksek miktarlarda kolesterol nedeniyle insan diyetinin daha az arzu edilen bir bileşeni olarak düşünülürken; aksine, et yağının (kas içi, kaslar arası ve deri altı) konsantre bir enerji kaynağı ve biyoaktif bileşenleri olduğu ve etin pişirme kalitesi ve doku parametrelerinin önemli bir belirleyicisi olarak tüketiciler tarafından araştırıldığı düşünülmektedir. Yağ asitlerinin uygun hücrel fonksiyon ve insan sağlığında önemli bir rol oynadığı, örneğin yağda çözünen A, D, E ve K vitaminlerinin alımı için gerekli olduğu bildirilmiştir. Bu doğrultudaki araştırmalar kuzu eti tüketiminin potansiyel faydalarını ortaya çıkarmaya odaklanmıştır. Kuzu kalitesini esansiyel yağ asitleri temelinde değerlendirmeyi amaçlayan birçok çalışma, örneğin linoleik asit, a-linolenik asit ve diğer sağlığı geliştirici çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) kas içi ve deri altı yağda yapılmıştır. Linoleik ve a-linolenik asitler, diğer önemli PUFA bileşikleri için öncü görevi görmektedir. Linoleik asit, n-6 PUFA'nın öncüsüdür, burada α -linolenik asit, n-3 PUFA'nın öncüsüdür. Eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit gibi diğer çoklu doymamış yağ asitleri, anti-inflamatuar etkileri açısından değerlidir. Konjuge linoleik asit, antikanserojenik, antiaterosklerotik ve antidiyabetik etkileri için değerlidir (24).

Etlik piliçlerde CLA, başta intestinal T CD8+ lenfositleri olmak üzere lenfositlerin çoğalmasını artırmaktadır. Ayrıca bazı araştırmacılar sığanlarda CLA'nın IgA, IgG ve IgM immünooglobulinlerinin üretimini arttırdığını, ancak IgE'yi azalttığını bildirmiştir. İmmünooglobulinler belirlenmiş bir antijen olarak hareket ettiğinden bu önemli bir husustur. Bu bağlamda, lipopolisakkaritler (LPS) ile uyarılan domuzlarda CLA'nın IgG'yi artırdığı, Plasmodium berghei ile enfekte olmuş farelerde bağışıklık tepkisini eski haline getirdiği ve antijen sunan hücrelerin artması nedeniyle Giardia lamblia'nın parazit yükünü azalttığı vurgulanmıştır. Bu sonuçlara göre, koyunlarda CLA takviyesinin bağışıklık tepkisini artırarak gastrointestinal nematod fekal yumurta sayısını azaltabileceği varsayılmaktadır. Bu amaçla gastrointestinal nematodlarla (Haemonchus contortus, GIN) enfekte olmuş ve konjuge linoleik asit (CLA) ile takviye edilmiş Pelibuey koyunlarının bağışıklık ve parazit yanıtını değerlendirmek üzere planlanan araştırmada yirmi dört Pelibuey erkek kuzusu eşit 4 gruba ayrılmıştır. I.grup; larva tehdidi ve CLA takviyesi yok; II. Grup CLA'sız larva varlığı; III. grupta larva varlığı ve %1 CLA takviyesi ve IV. grupta larva varlığı ve %3 CLA takviyesi şeklinde deneme planlanmıştır. Deneme öncesi tüm kuzular otlatma koşullarında beslenmişlerdir. Araştırma sonucunda hematolojik, immün, parazitik ve prodüktif sonuçlar değerlendirilmiş ve toplam lökosit, lenfosit ve eozinofillerin uygulama grupları arasında farklılık gösterdiği ($P \leq 0,05$), ancak granüositlerde farklılık gözlenmediği ($p > 0,05$) bildirilmiştir. Fe-

kal yumurta sayısı, plazma proteini ve immüoglobulin G (IgG) ve immüoglobulin M (IgM) seviyelerinin uygulamalar arasında değişmediği ($p>0.05$), günlük canlı ağırlık artışının uygulamalar arasında farklı olmadığı ($p >0.05$) bildirilmiştir. Pelibuey kuzularında rasyonun konjuge linoleik asit ile takviye edilmesinin, bağışıklık tepkileri ile parazit enfeksiyonunu değiştirmede, ancak kan parametrelerini etkilediği bildirilmiştir (26).

Tanenler, rasyon ve endojen kaynaklı makromoleküllerle kompleks oluşturma kabiliyetine sahip suda çözünür polifenoller olarak bilinmektedir. Bu nedenle, rumende sindirim süreçlerinin hedeflenen modifikasyonu için paha biçilmez bir "araç" olarak bilim adamları arasında giderek daha popüler hale gelmektedir. Esas olarak çeşitli orijinli proteinlerle (rasyon, endojen, mikrobiyolojik) ve aynı zamanda metal iyonları ve karbonhidratlar gibi diğer bileşenlerle daha az ölçüde kompleksler oluşturma yeteneği de dahil olmak üzere benzersiz özellikler sergilerler. Yem bileşenleri veya enzimlerle komplekslerin oluşumu, besinlerin sindirime karşı korunmasına ve hatta işkembede bozulmalarında önemli azalmaya neden olmaktadır. Abomasumdaki düşük pH (3.5'in altında), tanenli komplekslerin salınımını teşvik etmekte, bu da diyet proteinini sindirmeyi ve ince bağırsaktaki amino asitlerin emilimini arttırmayı mümkün kılmaktadır. Tanenler genellikle mikrobiyal büyümenin inhibitörleri olarak kabul edilir ve varlıkları mikroflora ve mikrofaunanın hem kantitatif hem de kalitatif bileşimini modüle edebilir. Son yıllarda, bu bileşiklerin rumendeki yağ asidi biyohidrojenasyonu da dahil olmak üzere lipit metabolizmasını da önemli ölçüde etkileyebileceği gösterilmiştir. Bu süreç ruminal mikroorganizmaların katılımıyla gerçekleşir ve konjuge linoleik asitler (CLA) ve son olarak stearik asit (C18:0, SA) oluşumu dahil olmak üzere çeşitli ara ürünlere yol açan çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) bir dizi izomerizasyonunu ve indirgenmesini içermektedir. Genel olarak, tanenlerin rumendeki yağ asidi biyohidrojenasyonunun son aşamasını inhibe ettiği, ara ürünlerin birikmesi ve SA üretiminin azalmasıyla kendini gösterdiği bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada, çeşitli orijinli tanenlerin- meşe kabuğu ekstraktı (doğal) ile tannik asitin (sentetik) koyunların rumen sıvısındaki yağ asidi bileşimi üzerindeki etkisini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Hem örnek alma zamanının hem de hayvan rasyonunun test edilen parametreler üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve bu etkilerin farklı olduğu bildirilmiştir. Koyun rasyonuna tanik asit ilavesinin meşe kabuğu ekstraktına göre işkembedeki yağ asidi profili üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Test edilen katkı maddelerinin etkilerindeki farklılıkların meşe kabuğu ekstraktındaki çeşitli tanen türlerinin varlığından kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Tannik asit ilaveli rasyonla beslenen koyunlarda

C18:2 c9c12 ve C18:3 c9c12c15' in artan konsantrasyonları, yağ asidi biyohidrojenasyonunun ilk aşamasının inhibisyonunu düşündürebileceği belirtilmiştir. Bu umut verici sonuçlara göre, bu tür bileşiklerin işkembedeki lipid metabolizması üzerindeki etkisi hakkındaki bilgileri artırabileceği ve geniş getiren hayvanların sağlığını geliştirici özellikleri hakkında daha fazla araştırma için temel sağlayabileceği bildirilmiştir (27).

Pişmiş kuzu eti üzerine yapılan çalışmaların çoğu, mutlaka CLA veya n-3 PUFA seviyelerinde önemli bir değişiklik anlamına gelmese de PUFA'nın düşük oksidatif stabilitesi nedeniyle ısıtmanın yağ doymamışlığını azaltabileceği konusunda hemfikirlerdir. n-3 uzun zincirli PUFA, hidrojen kaybı ve serbest radikal oluşumu için düşük aktivasyon enerjisine sahip çok sayıda bisallik karbonları nedeniyle oksidasyona karşı oldukça hassas olmasına rağmen n-3 PUFA'nın ısıtma yoluyla değişime daha az duyarlı yapısal lipidler olduğu bilinmektedir. CLA, ısıl işlemler sırasında oksidasyona ve hatta izomerizasyona karşı linoleik asitten daha duyarlı olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, pişirme sırasında erimiş lipidlerin transferi kuzu yağ asidi profilinde değişikliklere neden olabilmektedir. Ek olarak, yemek servisi firmalarının yemeklerinde, pişmiş etin tabakta sıcak tutulmaya çalışılmasında yağ asidinde aşırı bozulmaya sebep olacağı belirtilmiştir. Bu nedenle, ardışık ısıl işlemlerin et tüketilmeden önce farklı yağ asidi sınıflarını nasıl bozabileceğinin ve özellikle gebelik ve emme döneminde annenin beslenmesine bağlı olarak kuzu eti yağ asidi profilindeki değişikliklerin etkilenip etkilenmediğinin belirlenmesinin önemli olduğu bildirilmiştir (28).

Annelerin otlakta otlatılmasının kuzu etinin yağ asidi profiline fayda sağlayabileceği, ancak daha sonraki pişirme yöntemlerinin daha sağlıklı olan çoklu doymamış yağ asitlerindeki (PUFA) iyileşmeleri bozabileceği bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada ot bazlı rasyon ve tahılla beslenen Segureña koyunlarının kuzularından elde edilen etin yağ asidi profili değerlendirilmiştir. Otlatılan (Akdeniz ağaçları, çalılar, otlar, anız ve nadas) ve ağılda yemlenen (tahıl tanesi ve yonca peletleri) koyunların kuzularından elde edilen kuzu but köfteler çiğ, ızgara, Sous Vide pişirme ve pişmiş/sıcak tutulan grup olarak karşılaştırılmıştır. Otlatılan koyunların kuzularından elde edilen tüm pişirme yöntemlerindeki köftelerde n-3 PUFA ve toplam linoleik konjuge asit (CLA) seviyelerinin arttığı (P <0.05) ve n-6 uzun zincirli PUFA ve doymuş yağ asit seviyelerinin azaldığı tespit edilmiştir. Yağ asitlerindeki bu değişikliklerin PUFA/SFA oranını biraz arttırdığı (P < 0.05) ve n-6/n-3 oranının çiğ ette (8.7'den 6.3'e), Sous Vide pişirme yönteminde (8.8'den 6.2'ye), ızgara yönteminde (9,0 ila 6,3 arası), Sous Vide+Sıcak saklamada (8,2 ila 6,3 arası) ve ızgara+sıcak saklanan (9,3 ila 6,4 arası) köftelerde azaldığı tespit edil-

miştir. Kuzu eti yağ asitlerinde koyun rasyonun etkisi, 72 °C aralığında pişirilen ve 4 saat 65°C de tutulan aerobik kıymada ardışık pişirme yöntemlerinden sonra değişmeden kaldığı, ısıtma işleminin etin PUFA'sının kısmen bozulmasına neden olurken aynı zamanda yüksek doymuş erimiş yağ kaybına da sebep olduğu bildirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre meraya dayalı anne beslemesinin daha sağlıklı kuzu eti üretimine imkân sağladığı bildirilmiştir (28).

Berrichon du Cher (BE) ve Suffolk (SF) ırkı kuzuların kuyruk başı bölgesindeki deri altı yağında yağ asitlerinin içeriğini belirlemek üzere bir araştırma yapılmıştır. Her iki cinsiyetten kuzular yarı-entansif üretim sistemlerinde (YE1 ve YE2) yetiştirilmiş ve bu yetiştirme sistemleri kesimden önceki iki haftalık dönemde besleme açısından farklı uygulamaya tabi tutulmuştur: BE/YE1 kuzuları kuru ot ve konsantre yemlerle, SF/YE2 kuzuları mera ve anne sütüyle beslenmiştir. Irk/üretim sistemi (BE/YE1, SF/YE2) ve kuzu cinsiyeti (erkek, dişi) olmak üzere iki faktörlü varyans analizi, kuzu grupları arasındaki farklılıkları araştırmak için uygulanmıştır. Gaz kromatografisi yöntemiyle belirlenen esansiyel yağ asitlerinin içeriğinin (linoleik ve a-linolenik asitlerin toplamı), BE/YE1 kuzularının deri altı yağında ($2.90\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$; yağ asidi metil esterleri, YAME) SF/YE2 kuzuları ($2.53\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ YAME) ile karşılaştırıldığında daha yüksek ($P<0.001$) olduğu tespit edilmiştir. Konjuge linoleik asit (CLA) içeriğinin, SF/YE2 kuzularında BE/YE1 kuzularından (1.84 ve $1.09\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ YAME) daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0.001$). Cinsiyet ile ilgili olarak, dişi kuzuların ($1.60\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ YAME) CLA içeriğinin erkek kuzuların ($1.33\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ YAME) CLA içeriğinden daha yüksek ($P<0.05$) olduğu bildirilmiştir (24).

KAYNAKLAR

1. Viladomiu M, Hontecillas R, Bassaganya-Riera J. Modulation of inflammation and immunity by dietary conjugated linoleic acids. *European Journal of Pharmacology*. 2016; (785); 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2015.03.095>.
2. Koba K, Yanagita T. Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). *Obesity Research & Clinical Practice*. 2014; 8 (6); 525-532. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2013.10.001>.
3. Trigueros L, Sendra E. Fatty acid and conjugated linoleic acid (CLA) content in fermented milks as assessed by direct methylation. *LWT - Food Science and Technology*. 2015; (60); 315-319. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.053>.
4. Hur SJ, Kim HS, Bahk YY, et al. Overview of conjugated linoleic acid formation and accumulation in animal products. *Livestock Science*. 2017; (195); 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.11.016>.
5. Yang B, Gao H, Stantond C, et al. Bacterial conjugated linoleic acid production and their applications. *Progress in Lipid Research*. 2017; (68); 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2017.09.002>.
6. Shen P, Kershaw JC, Yue Y, et al. Effects of conjugated linoleic acid (CLA) on fat accumulation, activity, and proteomics analysis in *Caenorhabditis elegans*. *Food Chemistry*. 2018; (249); 193–201. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.017>.

7. Cebi K, Ozyurek S. Influence Of Grazing Period On Milk Fatty Acids Composition In Akkaraman Ewe And Hair Goat. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 2021; 31(3); 690-697.
8. Özer CO, Kılıç B, Başyığıt Kılıç G. In-vitro microbial production of conjugated linoleic acid by probiotic *L. plantarum* strains: Utilization as a functional starter culture in sucuk fermentation. *Meat Science*. 2016; (114); 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.12.005>.
9. Siurana A, Calsamiglia S. A metaanalysis of feeding strategies to increase the content of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy cattle milk and the impact on daily human consumption. *Animal Feed Science and Technology*. 2016; (217); 13–26. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2016.04.013>.
10. Renes E, Linares DM, González L, et al. Study of the conjugated linoleic acid synthesis by *Lactobacillus* strains and by different co-cultures designed for this ability. *Journal of Functional Foods*. 2017; (35); 74–80. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.05.015>.
11. Battacone G, Lunesu MF, Rattu SPG, et al. Effect of Dams and Suckling Lamb Feeding Systems on the Fatty Acid Composition of Suckling Lamb Meat. *Animals*. 2021; (11), 3142. <https://doi.org/10.3390/ani11113142>.
12. Moon HS. Biological effects of conjugated linoleic acid on obesity-related cancers. *Chemico-Biological Interactions*. 2016; (224); 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2014.11.006>.
13. Padilha CG, Ribeiro CVD, Oliveira DE. Modeling the effect of trans-10 fatty acids associated with milk fat depression in dairy goats and ewes supplemented with trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid. *Livestock Science*. 2022; (258); 104872. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104872>.
14. Pecka-Kiełb E, Kowalewska-Łuczak I, Czerniawska-Piątkowska E, et al. FASN, SCD1 and ANXA9 gene polymorphism as genetic predictors of the fatty acid profile of sheep milk. *Scientific Reports*. 2021; (11); 23761. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03186-y>.
15. Grigorescu A, Tătaru M, Simiz E, et al. The Effect of Protected Fats and Conjugated Linoleic Acid from Lactating Ewes Ration on Some Bioproductives Indices of Them and in Suckling Lambs. *Animal Science and Biotechnologies*. 2021; 54 (1); 11-17.
16. Xiang Z, Li XZ, Gaq QS, et al. Conjugated fatty acids and methane production by rumen microbes when incubated with linseed oil alone or mixed with fish oil and/or malate. *Animal Science Journal*. 2015; (86); 755–76. <https://doi.org/10.1111/asj.12354>.
17. Marino VM, Rapisarda T, Caccamo M, et al. Effect of Dietary Hazelnut Peels on the Contents of Fatty Acids, Cholesterol, Tocopherols, and on the Shelf-Life of Ripened Ewe Cheese. *Antioxidants*. 2021; (10); 538. <https://doi.org/10.3390/antiox10040538>.
18. Kasapidou E, Basdagianni Z, Papadopoulos V, et al. Effects of Intensive and Semi-Intensive Production on Sheep Milk Chemical Composition, Physicochemical Characteristics, Fatty Acid Profile, and Nutritional Indices. *Animals*. 2021; (11); 2578. <https://doi.org/10.3390/ani11092578>.
19. Martini M, Salari F, Butta L, et al. Natural content of animal and plant sterols, alpha-tocopherol and fatty acid profile in sheep milk and cheese from mountain farming. *Small Ruminant Research*. 2021; (201); 106419. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106419>.
20. Aysöndü MH, Özyürek S, Türkyılmaz D. Comparative Study between Ewe and Goats Milk Fatty Acid Profile and Some Healthy Index in the First 30 Days of Lactation. *Van Veterinary Journal*. 2022; 33(1); 31-35. <https://doi.org/10.36483/vanvetj.1068512>
21. Hervás G, Toral PG, Fernández-Diez C, et al. Antonella Della Badia and Pilar Frutos. Effect of Dietary Supplementation with Lipids of Different Unsaturation Degree on Feed Efficiency and Milk Fatty Acid Profile in Dairy Sheep. *Animals*. 2021; (11); 2476. <https://doi.org/10.3390/ani11082476>.
22. Karaiskou C, Kasapidou E, Michailidis G, et al. Effect of dietary milk thistle (*Silybum marianum* L.) oil supplementation on animal performance and milk fatty acid composition in dairy ewes. *Small Ruminant Research*. 2021; 203; 106493. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106493>.

23. Bittante G, Cecchinato A, Tagliapietra F, et al. Effects of feeding system and CLA supplementation on animal, carcass and meat characteristics of fattened lambs and ewes. *Italian Journal of Animal Science*. 2021; 20 (1): 1270-1281. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1954557>.
24. Oravcová M, Margetín M, Blaško J, et al. Analysis of Fatty Acids In Subcutaneous Fat of Berichon Du Cher and Suffolk Heavy Lambs in Semi-Intensive Production Systems In Slovakia. *Slovak Journal of Animal Science*. 2021; 54(4): 186–194.
25. Wang B, Luo Y, Wang Y, et al. Rumen bacteria and meat fatty acid composition of Sunit sheep reared under different feeding regimens in China. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 2021; 101(3):1100-1110. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10720>.
26. Jiménez-Penago G, Hernández-Mendo O, González-Garduño R, et al. Immune and parasitic response to conjugated linoleic acid in the diet of pelibuey sheep infected with gastrointestinal nematodes. *Italian Journal of Animal Science*. 2021; 20 (1); 1935-1946. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1988875>.
27. Majewska MP, Miltko R, Bełzecki G, et al. Comparison of the Effect of Synthetic (Tannic Acid) or Natural (Oak Bark Extract) Hydrolysable Tannins Addition on Fatty Acid Profile in the Rumen of Sheep. *Animals*. 2022; (12); 699. <https://doi.org/10.3390/ani12060699>.
28. Mateo L, Ortuño J, Bañón S. Ewe's diet during gestation and lactation affects ready-to-eat meat from light lambs. *Animal*. 2021; 15(2); 100043. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100043>.