



Esansiyel Yağlar ve Et Kalitesi

Essential Oils and Meat Quality

Ali NİHAT¹, Gültekin YILDIZ^{2*}

¹Ankara University Graduate School of Health Sciences, Ankara

²AÜVF, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, Ankara

¹ORCID: 0009-0001-4197-0922  ²ORCID: 0000-0002-1003-9254 

*Sorumlu Yazar: gyildiz@ankara.edu.tr

Geliş Tarihi: 16.01.2024

Kabul Tarihi: 20.05.2024

ÖZET

Uçucu yağların et kalitesi üzerine etkileri oldukça fazladır ve bu konuda çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Uçucu yağ asidi karışımlarının sinerjistik bir etkiye sahip olması sayesinde sığır eti kalitesine olumlu etkileri vardır. Taze hayvansal ürünler çabuk bozulur ve kısa raf ömrüne sahiptir. Doğal antioksidanlardan esansiyel yağları içeren yenilebilir kaplamalar taze ürünlerin stabilitesini sağlayabilir, kaliteyi artırabilir ve raf ömrünü uzatabilir, oksidasyonun azaltılması ve mikroorganizmaların neden olacağı bozulmanın önlenmesinde avantajlar sağlayabilir. Bu doğal katkı maddeleri üründe kalıntı bırakmadan et kalitesini iyileştirirler, bakterisidal, virüsidal ve fungusidal özelliklere sahiptirler. Bu makalede uçucu yağların gerek yem katkı maddesi olarak hayvanların beslenmesi ve gerekse hayvansal ürünlerin korunmasındaki etkileri ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Esansiyel yağ, Et, Kalite, Raf ömrü

ABSTRACT

The effects of essential oils on meat quality are quite high and studies on this subject are increasing day by day. Volatile fatty acid mixtures have positive effects on beef quality due to their synergistic effect. Fresh animal products are perishable and have a short shelf life. Edible coatings containing essential oils from natural antioxidants can ensure the stability of fresh products, improve quality and extend shelf life, providing advantages in reducing oxidation and preventing spoilage caused by microorganisms. These natural additives improve meat quality without leaving residue in the product and have bactericidal, virucidal and fungicidal properties. In this article, the effects of essential oils both in the nutrition of animals as feed additives and in the preservation of animal products are discussed.

Keywords: Essential oil, Meat, Quality, Shelf life

GİRİŞ

Esansiyel yağlar, doğal olarak oluşan, buharla buharlaştırılabilen veya organik çözücüler ile bitkilerden ekstrakte edilebilen ikincil bitki metabolitleridir (Calsamiglia vd., 2007). Bazı esansiyel yağ örnekleri arasında timol, limonen, öjenol, vanilin, sinnamaldehit ve kapsaisin bulunur. Genel olarak esansiyel yağlar, ruminal metabolizmayı değiştirme yeteneğine, antimikrobiyal, analjezik, antiinflamatuvar ve antioksidan etkilere sahiptir (Bakkali vd., 2008). Esansiyel yağların etki mekanizması, antimikrobiyal aktiviteyi etkileyen molekülün fonksiyonel grubunun konumu ve kimyasal bileşimine bağlıdır. Terpenoid bileşikler, elektron ve protein taşınmasını ve fosforilasyon reaksiyonlarını inhibe ederek bakteriyel hücre zarı üzerinde etki gösterirken (Dorman ve Deans, 2000), fenolik yapılara sahip esansiyel yağ, gram negatif ve gram pozitif bakterilerde enerji tükenmesine neden olarak hücre zarı aktivitesinin kısıtlanmasına yol açar (Helander vd., 1998).

Esansiyel yağlar bakterisidal, virüsidal ve fungusidal özellikleriyle bilinmektedir (Burt, 2004). Sinameki yağı, Cinnamomum cassia'nın kök kabuğundan buhar damıtılmasıyla elde edilir ve antimikrobiyal, anti-tümörjenik, anti-inflamatuvar ve anti-diyabetik özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir (Lee vd., 2002). Tarçın, Lauraceae familyasına aittir ve tarçın yağlarının temel bileşeni sinnamaldehittir (Verspohl vd., 2005). Kekik ayrıca antiseptik, gaz giderici, antimikrobiyal ve antioksidatif özellikler gibi çeşitli faydalı etkilere de sahiptir (Burt, 2004). Sinnamaldehitin et ürünlerinde enzimleri inhibe ettiği bildirilmiştir (Bang vd., 2000).

Ajowan'da (Trachyspermum ammi veya Carum copticum) ve karanfil yağında bulunan başlıca fenolik bileşik sırasıyla timol ve öjenoldür. Onların antiseptik, antispazmodik ve antifungal ajanlar olduğu rapor edilmiştir (Sharma vd., 2017).

Kutsal fesleğen (Ocimum sanctum), tulsu olarak bilinir ve anti-bakteriyel ve böcek öldürücü özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir (Aggarwal ve Goyal, 2012). Biberiye, limon yaprağı, fesleğen,

kekik, zencefil, fesleğen, melisa, kişniş, biberiye ve karanfilden elde edilen esansiyel yağlar, taze et, kıyma, deniz ürünleri ve bunların ambalajları/yenilebilir filmlerinde antimikrobiyal madde olarak iyi bir performans göstermiştir (Khaleque vd., 2016; Dos Santos Rodrigues vd., 2017).

Esansiyel yağların hayvan sağlığı ve beslenmesi üzerine olumlu etkileri yapılan araştırmalar ile ortaya konulmuştur. Geraci vd., (2012), sinnamaldehit, öjenol ve kırmızı biber oleoresini ile beslenen düvelerin canlı ağırlık artışını iyileştirdiğini bildirmişlerdir. De Souza vd. (2018) günde 4 g öjenol, timol ve vanilin düvelerde kuru madde alımını artırdığını, 2 g/gün karanfil ekstraktının yemden yararlanmayı iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmada eşit miktarda biberiye ve karanfil ekstresi (toplamda 4 g/gün) içeren karışımın kuru madde tüketimini (yem tüketimini ve yemden yararlanmayı) artırdığını tespit etmişlerdir. Meyer vd., (2009) esansiyel yağ + tilosinin başka yem katkı maddesi ilavesi olmadan besi sığırlarında yemden yararlanmayı iyileştirdiğini gözlemlemişlerdir.

Limonen ve timol, *Fusobacterium necrophorum*'un in vitro büyümesini etkili bir şekilde inhibe etmiştir (Elwakeel vd., 2013; Samii vd., 2016). Hem limonen hem de timol içeren bir esansiyel yağ karışımı, besi sığırlarında karaciğer apsesi prevalansı üzerinde umut verici bir etkiye sahip olmuştur (Meyer vd., 2009; Elwakeel vd., 2013; Samii vd., 2016).

Her bir esansiyel yağ farklı şekilde işlev görmektedir ve et üretimini artırma yetenekleri beslenmeye bağlıdır (Khiaosard ve Zebeli, 2013). Bazı esansiyel yağ karışımlarının sığır etinin oksidasyon ve yumuşaklık özellikleri üzerinde olumlu etkisi olmuştur (Rivaroli vd., 2016). Yüksek oranda konsantrasyonla beslenenlere sinnamaldehit, öjenol ve kırmızı biber oleoresin karışımı dahil edilmesi esansiyel yağların tek başına veya birbiriyle kombinasyon halinde kullanılmasına göre etkinlik açısından farklılık göstermiştir ve sinerjistik ve antagonistik etkiler görülmüştür (Rivaroli vd., 2016). Örneğin, kekikteki birincil esansiyel yağ, timol ve karvakoldür, ancak kekik ekstraktı, tek başına timol veya karvakolden daha yüksek

antimikrobiyal aktiviteye sahiptir (Lambert vd., 2001). Bu nedenle esansiyel yağın katkı özelliklerinden yararlanmak için ticari ürünler olarak esansiyel yağ karışımları oluşturulmuştur. Bununla birlikte, esansiyel yağ karışımlarının etkinliği, hayvanın beslediği rasyona, rumen pH'sına, esansiyel yağın antagonistik etkisine, dozajına ve rumen mikroorganizmalarının esansiyel yağa uyum sağlama yeteneğine göre değişkenlik göstermektedir (Pukrop vd., 2019).

Benchaar vd. (2007), yonca silajına dayalı rasyonlara esansiyel yağ eklenmesiyle uçucu yağ asidi konsantrasyonunun arttığını, ancak mısır silajına dayalı rasyonlara eklendiğinde azaldığını bildirmiştir. Sinmaldehit *in vitro* pH 7,0'da toplam UYA konsantrasyonunu azaltmış, asetat:propiyonat oranını artırmış ve amonyak N konsantrasyonunu azaltmıştır. Sinmaldehit takviyesi 5,5 pH'da toplam UYA konsantrasyonunu artırmış, asetat:propiyonat oranını düşürmüş ve amonyak N konsantrasyonunu azaltmıştır (Cardozo vd., 2005). Bu durum, bazı esansiyel yağların, rumen pH'sının düşük olduğu konsantre bazlı rasyonları tüketen sığırların beslenmesinde faydalı olabileceğini düşündürmüştür.

Karaciğer apseleri performansı düşürebilir ve aşırı trim (Transfüzyonla ilişkili immünomodülasyon) kaybına neden olabilir (Rezac vd., 2014). ABD'de besi sığırlarının %10-20'sinde karaciğer apsesi olduğu (Brown ve Lawrence, 2010) ve bunların ekonomik etkisinin yıllık 23 milyon dolar olduğu tahmin edilmiştir (Brown ve Lawrence, 2010; Reinhardt ve Hubbert, 2015). Karaciğer apseleri, patojenlerin ve toksinlerinin portal dolaşıma nüfuz etmesine ve karaciğeri enfekte etmesine izin veren rumen epitelinin hasar görmesinden kaynaklanır. *Fusobacterium necrophorum* ve *Actinomyces pyogenes*, karaciğer apselerine neden olan başlıca iki bakteri türüdür (Nagaraja ve Chengappa, 1998). Sığırlar, canlı ağırlığı ve yemleme süresi arttıkça apse oluşumuna daha duyarlı olurlar (Nagaraja vd., 1996). Esansiyel yağların, besi sığırlarında karaciğer apselerini önleyebilecek antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu düşünülmektedir.

Potter vd. (1985), ABD'de

yapılmış 14 çalışmanın özetinde, tilozinin karaciğer apsesi vakasını %28,7'den %8,7'ye düşürdüğünü bildirmiştir. 20 pg/ml limonen veya 100 pg/ml timol dozları, *in vitro* *Fusobacterium necrophorum* konsantrasyonlarını neredeyse tamamen tüketmiştir (Elwakeel vd., 2013). Rasyona 10, 20, 40 ve 80 mg/kg limonen eklenmesi, kanüllü danalarda *Fusobacterium necrophorum* konsantrasyonlarında doğrusal bir azalmaya neden olmuştur (Samii vd., 2016). Bununla birlikte, limonen içeren esansiyel yağ karışımı tüketen besisiğirlerinde rumendeki *Fusobacterium necrophorum* konsantrasyonları etkilenmemiştir (Samii vd., 2016). Meyer vd. (2009), esansiyel yağ karışımının karaciğer apselerini %27,2'den %16,6'ya düşürdüğünü belirtmiştir.

GIDALARIN KORUNMASINDA ESANSİYEL YAĞLAR

Ruminant Etleri Ve Korunmasında Esansiyel Yağlar

Gıda sanayiinin güvenli ve kaliteli ürün taleplerinin karşılanabilmesi, gıda dağıtım zincirlerinin taze gıda ürünlerini nakledebilmesi, depolama kalitesinin artması için raf ömrünün korunması gerekmektedir (Khaleque vd., 2016).

Yaygın olarak kullanılan başlıca doğal bileşikler olan ve kekik, zencefil, tarçın, karanfil veya biberiye gibi bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar antimikrobiyal, antioksidan aktiviteye sahiptirler ve genellikle güvenli (GRAS) olarak kabul edilen aktif bileşikler içerirler, (Khaleque vd., 2016; Vital vd., 2018).

Esansiyel yağların güçlü ve lezzete yoğun etkileri nedeni ile doğrudan kullanımları sınırlıdır. Esansiyel yağların seçiminde uygulanacağı ürün ve tüketicinin duysal kabul edilebilirliği dikkate alınmalıdır. Sığır eti ürünlerinde yenilebilir uçucu yağlarla kaplamaların kullanılması, etin raf ömrünün uzatılması, oksidasyonun azaltılması ve mikroorganizmalardan kaynaklı bozulmadan koruma avantajları sağlayabilir (Vital vd., 2016).

Tüketiciler doğal ürünleri tercih ederek istenmeyen kimyasal bileşiklerin alımını azaltmaktadır. Bu doğal bileşiklerin sindirimden sonra hala yararlı olmaları,

vücutta olası antioksidan etkileri tercih edilmelerini sağlamaktadır (Lorenzo vd., 2013; Vital vd., 2017).

Vital vd., 2016 yılında sığır eti üzerinin kekik/biberiye esansiyel yağı ile kaplamanın tüketici kabul edilebilirliği üzerinde önemli bir etki yarattığını ve kekik esansiyel yağının en yüksek puanları aldığını bildirmiştir. Du vd. (2012), kekik yenilebilir kaplamalı ve kekikli örneklerin tercih edildiğini, kekik kaplı dana etinin en düşük oksidasyonu (Vital vd., 2016) gösterdiğini bildirdiler.

Vital vd. (2018), yenilebilir kaplamanın uçucu yağlarla birleştirilmesinin sığır eti üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. %0,1 oranında kekik esansiyel yağı içeren yenilebilir kaplamalı sığır eti en çok tercih edilen olmuştur. Tüketicinin bu ürünleri satın alma konusundaki yüksek kabulü ve istekliliği, çeşitli taze hayvansal ürünlerde uçucu yağlarla yenilebilir kaplamaların kullanılmasının büyük bir potansiyelini işaret etmektedir.

Son yirmi yılda, antibiyotik direncinin ortaya çıkması ve nihai ürünlerdeki kalıntılardan dolayı insan sağlığı açısından olası riskler nedeniyle antibiyotiklerin ürünlerde kullanımı yasaklanmıştır (Russell ve Houlihan, 2003). Tüketiciler tarafından kabul gören doğal alternatif olabilecek bitki ekstraktları güvenli bir gıda katkı maddesi olarak ilgi çekici bir role sahiptir (Valero vd., 2014). Yem katkı maddelerinin hayvanların yemden yararlanma oranı ve performansı üzerine olumlu etkileri vardır. Ruminal metabolizma üzerindeki antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antioksidan ve sindirimi düzenleyici etkileri nedeniyle bitki ekstraktları hayvan performansını, verimliliğini artırır (Bakkali vd., 2008).

Yemlere esansiyel yağ ilavesi antimikrobiyal aktiviteye etki ederek ruminal biyohidrojenasyonu azaltabilir ve sonuç olarak ette çoklu doymamış yağ asidi (polyunsaturated fatty acid, PUFA) birikimini arttırabilir (Martineau vd., 2008). Besinlerdeki lipid oksidasyonunun belirlenmesinde TBA ile reaksiyona giren maddeler (Thiobarbituric acid reactive substances, TBARS) ölçümü yapılır. Campo vd. (2006) göre, 2 mg malondialdehit/kg

TBARS değeri, oksitlenmiş sığır etinin kabul edilebilirliği için sınırlayıcı eşik olarak düşünülebilir. 7 g/gün uçucu yağ karışımıyla beslenen hayvanlardan elde edilen etlerde, lipid oksidasyonu 14 günlük yaşlandırma ile yükselmesi yüksek dozlarda uçucu yağların mitokondriyi geçirmeye hale getirip onlara zarar vermesiyle açıklanabilir (Bakkali vd., 2008). Böylece elektron akışını değiştirerek reaktif oksijen türleri (ROS) gibi daha fazla serbest radikal üretebilirler (Van Houten vd., 2006).

Rivaroli vd. (2016) kesimden 1 ile 3 gün sonra, antioksidan etkilerin belirgin olduğu dönem olduğunu, ette yaşlanmanın lipid oksidasyon sürecinde ve dolayısıyla etin raf ömründe en önemli faktörlerden biri olduğunu bildirmişlerdir. Esansiyel yağların karışımının 7.0 g/hayvan/gün eklenmesi lipid oksidasyonunu ve su kaybını arttırdığı ve kızarıklığı azalttığı için bazı pro-oksidadan etkilere sahip olabilir. Kimyasal bileşim ve yağ asidi profili, uçucu yağ karışımının eklenmesinden etkilenmemiştir.

Hayvanların rasyonuna uçucu yağların eklenmesiyle ete antioksidanların dâhil edilmesi, kalpain gibi sistein proteazların oksidasyonunu azaltabilir (Harris vd., 2001). Dolayısıyla azalan oksidatif süreçler proteolizi ve dolayısıyla etin yumuşamasını iyileştirir (Rowe vd., 2004).

Kanatlı Eti Ve Korunmasında Esansiyel Yağlar

Kanatlı eti, yüksek biyolojik değeri olan hayvansal proteinler, esansiyel amino asitler ve yağ asitleri, vitaminler ve diğer besin maddeleri nedeniyle çok önemli bir gıda ürünü haline gelmiştir (Mulla vd., 2017). Kümes hayvanı ürünlerinin sıklıkla çeşitli mikroorganizmalarla kontamine olduğu ve bu patojenlerin bazılarının taşıyıcısı olarak hizmet ettiği de belirlenmiştir (Mor-Mur ve Yuste, 2010).

Et, lipid ve demir açısından zengin bir besin olduğu için lipid oksidasyonuna oldukça duyarlıdır ve mikrobiyal olmayan bozulmanın ana nedeni lipid oksidasyonudur. Lipid oksidasyonu içsel faktörler (metaller, prooksidan ve antioksidan enzimler) ile dışsal faktörler (depolama, paketleme, işleme teknikleri, pişirme, doğrama, kıyma gibi

hazırlama teknikleri) etkisiyle gerçekleşir (Sabuncular ve ark 2021).

Gıdaların depolanması problemdir ve özellikle tavuk eti veya et ürünleri depolama sırasında oksidatif bozulmaya uğrarlar. Et ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için kullanılan sentetik antioksidanlar kanserojen ve toksik olarak görülmektedir (Sharma vd., 2017). Bu durum doğal antioksidanları alternatif olarak ortaya koymuştur. Bir doğal katkı maddesi, üründe kalıntı bırakmadan et kalitesini iyileştirmelidir (Ghabraie vd., 2016; Artiga-Artigas vd., 2017).

Esansiyel yağların ilavesinin ve depolama süresinin etkileri psikrofilik bakteriler için anlamlı olmuştur. Çin tarçını yağı, kekik yağı ve karanfil yağı antimikrobiyal aktiviteye sahiptir (Sharma vd., 2017). Çeşitli esansiyel yağlarla (öjenol, karvakrol vb.) karıştırılmış taze tavuk sosislerinde bu yağlar bakteri üremesini engellemiştir (Ozogul vd., 2017).

Esansiyel yağlar maya ve küf gelişimini de engelleyebilir. Kutsal fesleğen yağı, kekik yağı, tarçın yağı ile depolamanın 15. ve 30. günlerine kadar depolama süresince maya ve küf oluşumunun engellenmesi antimikotik aktiviteyi kanıtlamaktadır (Van Haute vd., 2016).

SONUÇ

Dünya genelinde hayvancılık üretim sistemlerine antibiyotiklerin eklenmesi, özellikle hayvanların yoğun olarak yetiştirildiği durumlarda hastalıkları ve metabolik bozuklukları önlemek ve yemden yararlanmayı artırmak için yaygın bir uygulamadır. Ancak antibiyotik direnci ve insan sağlığına yönelik olası riskleri (nihai ürünlerdeki kalıntılar) nedeniyle dünyanın bazı bölgelerinde kullanımları yasaklanmıştır.

Günümüzde araştırmalar tüketiciler tarafından kabul gören doğal alternatiflere odaklanmaktadır. Bu nedenle, antibiyotiklerin yerine besi performansını iyileştirecek ve gıdanın raf ömrünü uzatacak alternatif çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Her bitkinin ekstrakt özelliklerini belirleyen spesifik aktif bileşenleri vardır. Fermantasyon, ekstraksiyon veya en yaygın olarak buhar damıtma yoluyla elde edilebilen uçucu yağlar çiçekler, tomurcuklar, tohumlar,

yapraklar, ince dallar, kabuklar, ağaç, meyve ve kökler gibi bitki materyallerinden elde edilen aromatik ekstraktlar hayvansal üretimde ve ürünlerinin kullanılmasında yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aggarwal, S. G. ve Goyal, S. (2012). Comparative analysis of antimicrobial activity of essential oil of *Ocimum kilimandscharium*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5(1), 53-55.
- Artiga-Artigas, M., Acevedo-Fani, A. ve Martín-Belloso, O. (2017). Improving the shelf life of low-fat cut cheese using nanoemulsion-based edible coatings containing oregano essential oil and mandarin fiber. *Food Control*, 76, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.01.001>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. ve Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Bang, K. H., Lee, D. W., Park, H. M. ve Rhee, Y. H. (2000). Inhibition of fungal cell wall synthesizing enzymes by *trans*-Cinnamaldehyde. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 64(5), 1061-1063. <https://doi.org/10.1271/bbb.64.1061>
- Benchaar, C., Petit, H. V., Berthiaume, R., Ouellet, D. R., Chiquette, J. ve Chouinard, P. Y. (2007). Effects of Essential Oils on Digestion, Ruminal Fermentation, Rumen Microbial Populations, Milk Production, and Milk Composition in Dairy Cows Fed Alfalfa Silage or Corn Silage. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 886–897. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(07\)71572-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(07)71572-2)
- Brown, T. R. ve Lawrence, T. E. (2010). Association of liver abnormalities with carcass grading performance and value. *Journal of Animal Science*, 88(12), 4037–4043. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3219>
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a

- review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L. ve Ferret, A. (2007). Invited Review: Essential Oils as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 2580–2595. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-644>
- Campo, M. M., Nute, G. R., Hughes, S. I., Enser, M., Wood, J. D. ve Richardson, R. I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72(2), 303–311. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.07.015>
- Cardozo, P. W., Calsamiglia, S., Ferret, A. ve Kamel, C. (2005). Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. *Journal of Animal Science*, 83(11), 2572–2579. <https://doi.org/10.2527/2005.83112572x>
- De Souza, K. A., de Oliveira Monteschio, J., Mottin, C., Ramos, T. R., de Moraes Pinto, L. A., Eiras, C. E., Guerrero, A. ve Do Prado, I. N. (2018). Effects of diet supplementation with clove and rosemary essential oils and protected oils (eugenol, thymol and vanillin) on animal performance, carcass characteristics, digestibility, and ingestive behavior activities for Nellore heifers finished in feedlot. *Livestock Science*, 220, 190-195. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.12.026>
- Dorman, H. J. D. ve Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88(2), 308–316. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x>
- Du, W.-X., Avena-Bustillos, R. J., Woods, R., Breksa, A. P., McHugh, T. H., Friedman, M., Levin, C. E. ve Mandrell, R. (2012). Sensory Evaluation of Baked Chicken Wrapped with Antimicrobial Apple and Tomato Edible Films Formulated with Cinnamaldehyde and Carvacrol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(32), 7799–7804. <https://doi.org/10.1021/jf301281a>
- Elwakeel, E. A., Amachawadi, R. G., Nour, A. M., Nasser, M. E. A., Nagaraja, T. G. ve Titgemeyer, E. C. (2013). In vitro degradation of lysine by ruminal fluid-based fermentations and by *Fusobacterium necrophorum*. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 495–505. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5810>
- Geraci, J. I., Garcarena, A. D., Gagliostro, G. A., Beauchemin, K. A. ve Colombatto, D. (2012). Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Rumenal environment, short term intake pattern and animal performance. *Animal Feed Science and Technology*, 176(1-4), 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.015>
- Ghabraie, M., Vu, K. D., Tata, L., Salmieri, S. ve Lacroix, M. (2016). Antimicrobial effect of essential oils in combinations against five bacteria and their effect on sensorial quality of ground meat. *LWT - Food Science and Technology*, 66, 332–339. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.055>
- Harris, S. E., Huff-Lonergan, E., Lonergan, S. M., Jones, W. R. ve Rankins, D. (2001). Antioxidant status affects color stability and tenderness of calcium chloride-injected beef. *Journal of Animal Science*, 79(3), 666-677. <https://doi.org/10.2527/2001.793666x>
- Helander, I. M., Alakomi, H.-L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J., Gorris, L. G. M. ve Von Wright, A. (1998). Characterization of the Action of Selected Essential Oil Components on Gram-Negative Bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9), 3590–3595. <https://doi.org/10.1021/jf980154m>
- Khaleque, M. A., Keya, C. A., Hasan, K. N., Hoque, M. M., Inatsu, Y. ve Bari, M. L. (2016). Use of cloves and cinnamon essential oil to inactivate *Listeria monocytogenes*

- in ground beef at freezing and refrigeration temperatures. *LWT*, 74, 219–223. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.042>
- Khiaosa-ard, R. ve Zebeli, Q. (2013). Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. *Journal of Animal Science*, 91(4), 1819–1830. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5691>
- Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J. ve Nychas, G. -J. E. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91(3), 453–462. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01428.x>
- Lee, H. -S., Kim, B. -S. ve Kim, M. -K. (2002). Suppression Effect of Cinnamomum cassia Bark-Derived Component on Nitric Oxide Synthase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(26), 7700–7703. <https://doi.org/10.1021/jf020751f>
- Lorenzo, J. M., González-Rodríguez, R. M., Sánchez, M., Amado, I. R. ve Franco, D. (2013). Effects of natural (grape seed and chestnut extract) and synthetic antioxidants (butylated hydroxytoluene, BHT) on the physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of dry cured sausage “chorizo.” *Food Research International*, 54(1), 611–620. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.064>
- Martineau, R., Petit, H. V., Benchaar, C., Lapierre, H., Ouellet, D. R., Pellerin, D. ve Berthiaume, R. (2008). Effects of lasalocid or monensin on in situ biohydrogenation of flaxseed and sunflower seed unsaturated fatty acids. *Canadian Journal of Animal Science*, 88(2), 335–339. <https://doi.org/10.4141/cjas07147>
- Meyer, N. F., Erickson, G. E., Klopfenstein, T. J., Greenquist, M. A., Luebke, M. K., Williams, P. ve Engstrom, M. A. (2009). Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. *Journal of Animal Science*, 87(7), 2346–2354. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1493>
- Mor-Mur, M. ve Yuste, J. (2009). Emerging Bacterial Pathogens in Meat and Poultry: An Overview. *Food and Bioprocess Technology*, 3(1), 24–35. <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0189-8>
- Mulla, M., Ahmed, J., Al-Attar, H., Castro-Aguirre, E., Arfat, Y. A. ve Auras, R. (2017). Antimicrobial efficacy of clove essential oil infused into chemically modified LLDPE film for chicken meat packaging. *Food Control*, 73, 663–671. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.09.018>
- Nagaraja, T. G. ve Chengappa, M. M. (1998). Liver abscesses in feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 76(1), 287–298. <https://doi.org/10.2527/1998.761287x>
- Nagaraja, T. G., Laudert, S. B., Parrott, J. C. ve Stokka, G. L. (1996). Liver abscesses in feedlot cattle. Part 2. Incidence, economic importance and prevention. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 18(10), 264–273.
- Ozogul, Y., Yuvka, İ., Ucar, Y., Durmus, M., Kösker, A. R., Öz, M. ve Ozogul, F. (2017). Evaluation of effects of nanoemulsion based on herb essential oils (rosemary, laurel, thyme and sage) on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during ice storage. *LWT*, 75, 677–684. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.10.009>
- Potter, E. L., Wray, M. I., Muller, R. D., Grueter, H. P., McAskill, J. ve Young, D. C. (1985). Effect of Monensin and Tylosin on Average Daily Gain, Feed Efficiency and Liver Abscess Incidence in Feedlot Cattle. *Journal of Animal Science*, 61(5), 1058–1065. <https://doi.org/10.2527/jas1985.6151058x>
- Pukrop, J. R., Campbell, B. T. ve

- Schoonmaker, J. P. (2019). Effect of essential oils on performance, liver abscesses, carcass characteristics and meat quality in feedlot steers. *Animal Feed Science and Technology*, 257, 114296. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114296>
- Reinhardt, C. D. ve Hubbert, M. E. (2015). Control of liver abscesses in feedlot cattle: A review. *The Professional Animal Scientist*, 31(2), 101–108. <https://doi.org/10.15232/pas.2014-01364>
- Rezac, D. J., Thomson, D. U., Bartle, S. J., Osterstock, J. B., Prouty, F. L. ve Reinhardt, C. D. (2014). Prevalence, severity, and relationships of lung lesions, liver abnormalities, and rumen health scores measured at slaughter in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 92(6), 2595–2602. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7222>
- Rivaroli, D. C., Guerrero, A., Velandia Valero, M., Zawadzki, F., Eiras, C. E., Del Mar Campo, M., Sanudo, C., Jorge, A.M. ve Do Prado, I. N. (2016). Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. *Meat Science*, 121, 278–284. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.017>
- Dos Santos Rodrigues, J. B., de Carvalho, R. J., de Souza, N. T., de Sousa Oliveira, K., Franco, O. L., Schaffner, D., De Souza, E. L. ve Magnani, M. (2017). Effects of oregano essential oil and carvacrol on biofilms of *Staphylococcus aureus* from food-contact surfaces. *Food Control*, 73, 1237–1246. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.10.043>
- Rowe, L. J., Maddock, K. R., Lonergan, S. M. ve Huff-Lonergan, E. (2004). Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of μ -calpain. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3254–3266. <https://doi.org/10.2527/2004.82113254x>
- Russell, J. B. ve Houlihan, A. J. (2003). Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. *FEMS Microbiology Reviews*, 27(1), 65–74. [https://doi.org/10.1016/s0168-6445\(03\)00019-6](https://doi.org/10.1016/s0168-6445(03)00019-6)
- Sabuncular, G., Akbulut, G. ve Yaman, M. (2021). Ette Lipit Oksidasyonu ve Etkileyen Faktörler. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 362-369. <https://doi.org/10.31590/ejosat.924905>
- Samii, S. S., Wallace, N., Nagaraja, T. G., Engstrom, M. A., Miesner, M. D., Armendariz, C. K. ve Titgemeyer, E. C. (2016). Effects of limonene on ruminal *Fusobacterium necrophorum* concentrations, fermentation, and lysine degradation in cattle. *Journal of Animal Science*, 94(8), 3420–3430. <https://doi.org/10.2527/jas.2016-0455>
- Sharma, H., Mendiratta, S. K., Agrawal, R. K., Gurunathan, K., Kumar, S. ve Singh, T. P. (2017). Use of various essential oils as bio preservatives and their effect on the quality of vacuum packaged fresh chicken sausages under frozen conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 81, 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.048>
- Sharma, H., Mendiratta, S. K., Agarwal, R. K., Kumar, S. ve Soni, A. (2017). Evaluation of anti-oxidant and anti-microbial activity of various essential oils in fresh chicken sausages. *Journal of Food Science and Technology*, 54(2), 279–292. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2461-z>
- Valero, M. V., Do Prado, R. M., Zawadzki, F., Eiras, C. E., Madrona, G. S., Do Prado, I. N. (2014). Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 36(4), 419–426. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i4.23856>
- Van Haute, S., Raes, K., Van der Meeren, P. ve Sampers, I. (2016). The effect of cinnamon, oregano and thyme essential oils in marinade on the microbial shelf life of fish and meat products. *Food Control*, 68,

- 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.03.025>
- Van Houten, B., Woshner, V. ve Santos, J. H. (2006). Role of mitochondrial DNA in toxic responses to oxidative stress. *DNA Repair*, 5(2), 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.dnarep.2005.03.002>
- Verspohl, E. J., Bauer, K. ve Neddermann, E. (2005). Antidiabetic effect of *Cinnamomum cassia* and *Cinnamomum zeylanicum* *In vivo* and *In vitro*. *Phytotherapy Research*, 19(3), 203–206. <https://doi.org/10.1002/ptr.1643>
- Vital, A. C. P., Guerrero, A., Kempinski, E. M. B. C., Monteschio, J. de O., Sary, C., Ramos, T. R., Del Mar Campo, M. ve Do Prado, I. N. (2018). Consumer profile and acceptability of cooked beef steaks with edible and active coating containing oregano and rosemary essential oils. *Meat Science*, 143, 153–158. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.035>
- Vital, A. C. P., Croge, C., Gomes-da-Costa, S. M. ve Matumoto-Pintro, P. T. (2017). Effect of addition of *Agaricus blazei* mushroom residue to milk enriched with Omega-3 on the prevention of lipid oxidation and bioavailability of bioactive compounds after *in vitro* gastrointestinal digestion. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(6), 1483–1490. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13413>
- Vital, A. C. P., Guerrero, A., Monteschio, J. de O., Valero, M. V., Carvalho, C. B., De Abreu Filho, B. A., Madrona, G. S. ve Do Prado, I. N. (2016). Effect of Edible and Active Coating (with Rosemary and Oregano Essential Oils) on Beef Characteristics and Consumer Acceptability. *Plos One*, 11(8), e0160535. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160535>