

## **METABOLİK MODİFİYE EDİCİLERİN ET KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Ersel OBUZ<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 45140 Manisa, TÜRKİYE

**Özet:**Metabolik modifiye ediciler canlı hayvanın vücudunda kas depolanmasını arttırırken, yağ depolanmasını azaltırlar. Bu olumlu etkilerinin yanında, et kalitesi üzerinde olumsuz etki yapabilecekleri konusunda endişeler vardır. Bu derlemede, metabolik modifiye edicilerin canlı hayvan ve et kalitesi üzerindeki etkileri değerlendirilecektir. Literatürde çalışmalara bakıldığında, metabolik modifiye edicilerin kontrollü kullanımının hayvandaki kas oranını arttırıp yağ oranını düşürdüğü ve genel olarak et kalitesini %5-10 arası olumsuz etkilediği görülmüştür. Bununla beraber daha kaliteli canlı hayvan ve daha yağsız et üretimi için kullanabilecek besleme ve genetik seçim yöntemlerinde de aynı sorunlar yaşanmaktadır. Bu yüzden, metabolik modifiye edicilerin kullanımının kasaplık hayvanlar için endüstriyel bağlamda daha etkin biçimde gündeme gelebileceği öngörülebilir.

**Anahtar kelimeler:** *metabolik modifiye ediciler, karkas kalitesi, gevreklik*

## **EFFECTS OF METABOLIC MODIFIERS ON MEAT QUALITY**

**Abstract:**Metabolic modifiers increase muscle deposition and simultaneously decrease fat deposition. However, there have been some concerns that their use may adversely affect meat quality. In this review article, the effects of metabolic modifiers on live animal and meat quality will be addressed. In the literature, it is reported that controlled use of metabolic modifiers increases muscle to fat ratio significantly, but somewhat decreases meat quality (about 5-10%). However, other techniques aimed at improving growth performance and decreasing fat content such as genetic selection and nutrition also yield decreased meat quality. Therefore, it can be suggested that metabolic modifiers will be increasingly used for butcher animals.

**Keywords:** *metabolic modifiers, carcass quality, tenderness*

---

\*Sorumlu Yazar

ersel.obuz@bayar.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Metabolik modifiye ediciler; canlı hayvanlarda yemin daha verimli kullanılmasını sağlamak dolayısıyla karkas verimini arttırmak, etin görsel ve yenilebilme kalitesini geliştirmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla hayvanların yemine katılan, enjekte edilen ya da aşı şeklinde uygulanan bileşiklerdir [1, 2]. Metabolik modifiye ediciler ile ilgili araştırmaların çoğunluğu büyüme performansını ve karkas bileşimini geliştirmek üzerine yoğunlaşırken, sadece belirli bir kısmı et kalitesini arttırmaya odaklanmıştır. Ancak, son yıllarda et kalitesini geliştirme konusu özellikle de domuzlarda daha çok işlenmeye başlanmıştır. Metabolik modifiye edicilerin çalışma mekanizması hayvanda büyüme sırasında protein ve kas birikmesini arttırırken eşzamanlı olarak yağ birikmesini azaltmak olarak açıklanabilir [3]. Bunun neticesinde, hayvan üreticilerinin ürettikleri canlı hayvan ağırlığı arttırmakta, eti işleyenler daha az yağ ve daha çok et elde etmekte ve tüketici de yağ oranı azaltılmış eti daha uygun fiyata temin edebilmektedir. Bununla beraber, metabolik modifiye edicilerin etin yağ oranını düşürüp, et verimini arttırırken, et kalitesini olumsuz etkileyebileceği konusunda endişeler vardır. Örneğin domuz etinde en iyi yeme kalitesi için %2-3 kas içi (intramuscular) yağ gerekirken [4], Avustralya’da üretilen domuz etlerinde bu oran %1 [5] civarındadır. Genellikle ette kas içi yağ oranı düştükçe, Warner-Bratzler kesme kuvveti (WBSF) artmakta yani gevreklik azalmaktadır. Hayvan yemlerinde metabolik modifiye edicilerin kullanımının bu duruma yol açtığı rapor edilmiştir [6]. Bununla beraber, WBSF’deki bu değişim ve gevreklikteki azalmanın tüketici tarafından fark edilip edilemeyeceği tartışma konusudur. Bu derlemede Amerika Birleşik Devletleri ve diğer gelişmiş ülkelerde kullanımına izin verilmiş veya verilme olasılığı kuvvetli olan metabolik modifiye edicilerin etin renk, mozaik yağ yapısı (marbling), sıklık (firmness) ve olgunluk gibi duyu kalite kriterleri, pH, su tutma kapasitesi ve antioksidan potansiyeli gibi et işleme veya paketlenmiş et kalitesi kriterleri ve gevreklik, sululuk, lezzet gibi etin duyu özellik kriterleri üzerindeki etkisi tartışılacaktır.

## 2. METABOLİK MODİFİYE EDİCİLER

Metabolik modifiye ediciler 8 grupta değerlendirilecektir. Bu gruplar; 1) Antibiyotikler, 2) İonoforlar, 3) Anabolik steroidler, 4) Somatotropin, 5) Fenetanolaminler veya beta agonistler, 6) Vitaminler, 7) Konjuge linoleik asit, ve 8) Diğer modifiye edicilerdir.

### 2.1. Antibiyotikler

Antibiyotiklerin canlı hayvanlarda özellikle de kanatlılarda kullanılmasının sebebi canlı hayvanlarda zararlı bakterilerin gelişimini engellemesidir [7]. Araştırmalar antibiyotik kullanımı ile hayvan ölümlerinde azalmalar ve büyüme hızında %5-10 oranında artış olduğunu göstermiştir. Bununla beraber, antibiyotiklerin karkas bileşimi ve et kalitesi üzerine herhangi bir olumlu etkisi yoktur, bu yüzden kullanımı gerekli olmadığı sürece tavsiye edilmemektedir [1].

### 2.2. İonoforlar

İonoforlar iyon transferine yardım eden özellikle de monovalent (sodyum ve potasyum) ve divalent kalsiyum iyonlarının hücre zarından geçmesini çabuklaştıran ve polar bileşiklere bağlanan organik maddelerdir [7]. İonoforlar Amerika Birleşik Devletleri’nde hayvanların yaklaşık %90’ına diyet ile 6-33 ppm arasında verilir [1]. İonofor verilen hayvanların yemi daha verimli kullandığı görülmüş, kilo alma hızı ise ya hiç değişmemiş ya da çok az miktarda artmıştır [8]. Sığırlarda ticari olarak en yaygın kullanılan ionofor Monensin®’dir. İonoforların karkas verimi ve bileşimi üzerindeki etkisinin ticari bir önemi olmadığı ifade edilmiş ve et kalitesi üzerine ionoforların etkisini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmadığı belirtilmiştir [1].

### 2.3. Anabolik steroidler

Çeşitli anabolik steroidleri içeren aşılar sığır endüstrisi tarafından büyüme hızını arttırmak ve daha verimli yem kullanımını sağlamak gibi ekonomik gerekçeler ile yaygın olarak

kullanılmaktadır [9]. Kısırlaştırılmış boğa ve düvelerde anabolik steroidler etkili iken, boğalar üzerinde fazla etkileri yoktur. Hatta, boğalar anabolik steroidler ile aşılandığında daha az yağ depolama yerine daha fazla yağ depolayabilirler. Aşılınmış kısırlaştırılmış boğalar, aşılanmamış boğalara benzer yem verimi ve büyüme hızına ulaşırlar [10]. Genellikle, östrojenik aşular kısırlaştırılmış boğalar üzerinde etkili iken, androjenik ürünler düveler üzerinde etkilidir ve araştırmalar anabolik steroidlerin hayvanların büyüme hızını %10 ile 20 aralığında arttırdığı belirtilmiştir [1, 3]. Anabolik steroidler kas proteini sentezini ve depolanmasını arttırmakta ve/veya protein yıkımını azaltmaktadır ayrıca hayvandaki yağ miktarını düşürmektedir [3]. Aşılınmış hayvanlar aşılanmamışlara göre yemi %5-14 arası daha verimli kullanırlar. Yüksek konsantre diyet ile beslenen sığırlara uygulanan aşırı aşılama ile %25'e varan verim artışları da rapor edilmiştir [11]. Yemin daha verimli kullanılmasının sebebi oransal olarak kasın büyüme oranının yağın büyüme oranından daha hızlı olması ile açıklanabilir [12]. Anabolik steroidlerin kullanım sıklığı için yapılan bir çalışmada günde en az 1000 sığırın beslendiği besleme yerlerinde anket yapılmış, bu beslenme yerlerine giren ve ağırlığı 318 kilogramdan fazla olan hayvanların %97'sinden fazlasının en az bir kez aşılandığı belirtilmiş ve bu hayvanların %67'si bir kez ve %30'u iki kez aşılanmıştır [13]. Bu veriler aşılama uygulamasının ne boyutlarda olduğunu göstermesi açısından dikkat çekicidir. Onaylanmış anabolik steroid aşular östrojenik, androjenik veya östrojenik, androjenik karışımları olarak sınıflandırılırlar. Bir başka sınıflandırma şekli ise anabolik steroidleri doğal hormonlar, ksenobiotikler ve doğal hormon + ksenobiotik karışımları olarak ayırmaktır. Trenbolone asetat 1980'lerin sonunda onaylanmış bir sentetik hormondur ve çeşitli karışım aşularında kullanılmıştır. Anabolik olarak testosterondan çok daha etkilidir. Üreticiler tarafından aşılama ve tekrar aşılama stratejilerinin seçimi sığırın cinsiyetine, büyüme evresine, kas içi yağlanma derecesi (mozaik yağ yapısı) ve neticede elde edilecek kalite sınıfına bağlıdır [1]. Ne yazık ki, son zamanlara kadar aşılamının et kalitesi üzerine etkisi üzerinde yeterince durulmamıştır. 1995'te yapılan bir çalışmada trenbolone asetat + östradiol karışımından oluşan aşı uygulanan kısırlaştırılmış boğaların

istenilen mozaik yağ yapısı seviyesine aşı uygulanmayan kısırlaştırılmış boğalara göre daha geç ulaştıkları bildirilmiştir [7]. Sığır endüstrisinde trenbolone asetat içeren karışım aşular "agresif" aşular olarak adlandırılırlar, çünkü bu karışım aşular genellikle büyüme hızını artırır, yemin daha verimli kullanımını sağlar, yağlanmayı geciktirir ve mozaik yağ yapısını büyük ölçüde azaltırlar. Anabolik steroid aşuların görsel et kalitesini veya etin yenilebilme kalitesini arttırdığına dair herhangi bir araştırma raporu olmadığı gibi birçok çalışmada etin mozaik yağ yapısı düzeyini ve gevrekliği olumsuz etkilediği ortaya konmuştur. Anabolik steroidlerin "agresif" kullanımı genellikle sığır kalite sınıflarını olumsuz etkilemiş ve koyu kesit yüzeyli et (koyu renkli pH'sı yüksek kalitesi düşük et) elde etme olasılığını arttırmıştır [14, 15]. Genel olarak "agresif" aşılama yöntemlerinin etin yeme kalitesini özellikle de gevrekliği olumsuz etkilediği ve genellikle eğitilmemiş ve eğitilmiş duyuşal panelistlerin aşılanmış kısırlaştırılmış sığır ve düve etlerini aşılanmamış hayvanlardan üretilenlere göre daha az tercih etmesi ve aynı zamanda aşılanmış hayvan etlerinin WBSF değerinin aşılanmamışlara göre daha yüksek olması ile kanıtlanmıştır. Bununla beraber, aşılama metodunun yetiştirilen sığırların çoğuna uygulanmasından dolayı aşılanmış ve aşılanmamış hayvan etlerini kalite yönünden kıyaslamak yerine, farklı aşı çeşitlerinin et kalitesi üzerine etkisini araştırmak daha anlamlı görünmektedir. Bu bağlamda yapılan bir çalışmada, farklı aşuların ve aşılama stratejilerinin çapraz ıslah edilmiş kısırlaştırılmış İngiliz boğalarının performansı, karkas özellikleri, pişmiş et yeme kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Revalor-S® veya Synovex Plus® içeren çeşitli aşılama stratejileri uygulanmış ette mozaik yağ yapısı ve gevreklik kontrol grubuna göre azalmıştır. Farklı aşılama stratejileri USDA yield grade (verim sınıf derecesi) üzerinde etki yapmamıştır. Encore ve Component T-S® ile aşılanan hayvanların canlı ve karkas ağırlıkları en düşük olarak bulunmuştur, ama aynı grup hayvanların etlerinin gevrekliği diğer aşılama gruplarından yüksek bulunmuştur. Aşılama programı "agresif" hale getirildikçe et kalitesinde önemli ölçüde düşmeler görülmüştür [16]. Bir diğer çalışmada düveler Revalor-H® aşılaması, Revalor-H® + melengesterol beslemesi (MGA) ve Finaplix®

ve MGA beslemesi uygulamalarına maruz bırakılmış ve duyuşal panelistler gevreklik yönünden bu uygulamaların bir fark oluşturmadığını belirtmişlerdir [17]. Anabolik steroidlerin genellikle gevrekliğı azaltmasının temelinde muhtemelen kastaki calpastatinin (calpain inhibitörü) bağıl miktarını artırıp, toplam calpain aktivitesini azaltması vardır. Anabolik steroidlerin kanatlılar, koyun ve domuzlar üzerindeki etkisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Bu sınırlı sayıda çalışmalarda genel olarak büyüme hızı ve yemin verimli kullanımının arttığı, karkasın yağ miktarının fazla etkilenmediğı ve karkasın genel kimyasal bileşiminin fazla değışmediğı bulunmuştur [1]. Sonuç olarak anabolik steroidlerin sığırlarda koyu kesit kusurunun görülme sıklığını arttırdığı, mozaik yağ yapısını azalttığı, kalite sınıf değerini düşürdüğü ve gevrekliğı azalttığı görülmüştür. Sığırların “agresif” aşılama teknikleriyle aşılması önerilmemektedir. Anabolik steroidleri sağlayan firmalar ile bilgi alışverişinde bulunulmalı ve et kalitesi üzerindeki olası olumsuzluklar değerlendirilerek firmaların önerdiği dozda aşılama yapılmalıdır.

#### 2.4. Somatotropin

Somatotropin (ST) doğal olarak oluşun ve ön hipofiz salgı bezi tarafından üretilip kan dolaşımına katılan protein yapısında bir hormondur. ST büyüyen hayvanlarda iskelet kası, kemik, yağ dokusu ve karaciğerin gelişme ve büyümesinde ve memeli hayvanlarda yağ, protein ve mineral metabolizmalarının koordinasyonunda önemli rol oynar. Plazmadaki ST konsantrasyonu yükseldikçe et hayvanlarında daha fazla kas, kemik ve daha az yağ doku depolanması olduğı belirtilmiştir [18]. FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) 1994 yılında bST (sığır somatotroponin) formülasyonunu süt inekleri için onaylamıştır ama halen sığır veya koyun eti üretimi için hiçbir ST formülasyonuna müsaade edilmemektedir. Diğer yandan domuzlar için ST (pST) 14 ülkede onaylanmıştır [3]. 1999 yılında yapılan bir araştırmaya göre Amerika Birleşik Devletleri’nde süt ineklerinin yaklaşık yarısına (>3.000.000 baş) ST uygulandığı tespit edilmiştir [19]. Domuzlara uygulanan pST ortalama günlük kiloyu, yemi verimli kullanmayı ve protein depolanmasını

arttırırken, yağ depolanmasını da düşürmüştür. Büyüme performansını arttırmada pST’nin rolü çeşitli araştırmalar ile kanıtlanmıştır [20, 21]. Bir başka çalışmada domuzlara günlük 150 µg/vücut ağırlığı pST verilmesi ile ortalama günlük kilo alımı %20, yemi verimli kullanma oranı ise %20’den fazla artmıştır [7]. Geviş getiren hayvanlar (ruminantlar) da geviş getirmeyenler (nonruminantlar) gibi ST uygulamasına cevap verseler de, ST uygulamasının etkisi geviş getirenlerde sınırlı kalmaktadır [1]. ST uygulanan hayvanlarda genelde depolanan protein miktarı ST uygulanmayanlara göre artmakta ve bu olay proteinlerin yıkım hızındaki azalmaya değil daha fazla protein sentezine bağlanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, sığırlara bST ve domuzlara pST uygulaması protein sentezini hızlandırmıştır [22, 23]. ST uygulaması ayrıca hayvandaki kemik miktarını da arttırmaktadır. Bu durum karkas verimini doğrudan etkilediğinden dikkate alınmalıdır [24]. Bazı çalışmalarda pST’nin objektif (aletsel ölçümler) ve subjektif (duyuşal panel) ölçülere göre et kalitesi üzerine çok az etkisi olduğı veya hiç etkisi olmadığı, etin görünüm ve raf ömrünü etkilemediğı belirtilirken [25, 26], başka bir çalışmada pST uygulanmış domuz etlerinin gevrekliğinin, sululuğunun (juiciness) ve genel kabul edilebilirliğinin olumsuz etkilendiğı rapor edilmiştir [27]. Bir derleme makalesinde ST uygulamasının et kalitesi üzerine etkisi çeşitli makalelerden yararlanarak özetlenmiş ve pST’nin kas içi yağ (marbling) %12 azalttığı, WBSF’yi %9 arttırdığı ve damlama kaybını %6 düşürdüğü bildirilmiştir. Son pH değeri ve renk de belirli ölçüde etkilense de bu etki sınırlı kalmıştır. Tüketiciler pST uygulanmış hayvanlardan gelen etlerin uygulanmamışlardan gelenlere göre gevrekliğinin daha düşük olduğunu (ortalama %9 düşüş), sululuk ve tadın benzer olduğunu belirtmişlerdir [3]. Bu derlemede yapılan bir diğer değerlendirme ST uygulaması ile oluşabilecek bu çok az kalite farklılığının tüketiciler tarafından fark edilemeyebileceğidir. ST uygulaması büyüme performansını ve et verimini kesin olarak arttırırken kas içi yağ (marbling) ve gevrekliğı azaltmaktadır. Etin pH’sı ve sıklığı üzerindeki etkisi sınırlı olmaktadır. Her ne kadar ST’nin domuz, koyun ve sığır üretiminde kullanılmasının onaylanmasını engelleyecek kuvvetli bilimsel deliller olmasa da, ST

kullanımının yakın gelecekte onaylanacağı pek mümkün görünmemektedir [1].

## 2.5. Betaagonistler (fenetanolaminler)

Hayvanların büyümesi esnasında beta agonistlerin kullanımı yemin hayvan tarafından kullanılma verimliliğini, kilo alma hızını ve karkas verimini artırır, aynı zamanda karkasın yağ oranını düşürür [28]. Beta agonistler adipositler üzerine beta adrenerjik alıcılar yolu ile etki ederek hücre metabolizmasını değiştirirler. Böylelikle adipositlerde adipoz (yağ) dokunun büyümesi ve depolanması yavaşlar ve özellikle de geniş getiren hayvanlarda yağ oranının önemli ölçüde düşmesine yol açarlar [3]. Bir beta agonist olan ractopamin hidroklorür (Paylean®) birçok ülkede domuzlar için onaylanmış ve kullanılmaktadır. Paylean® büyüme hızını, karkas verimini, yemi kullanma verimliliğini arttırmakta, karkas bileşimini değiştirmektedir [1]. 1994 yılında yayınlanan bir derlemede ractopamin hidroklorürün domuz ve sığır etinin görsel ve duyuşal kalitesi üzerine etkisi özetlenmiştir. Bazı araştırmalara göre, mozaik yağ yapısı, renk ve sıklık üzerinde ractopamin hidroklorür herhangi bir etki yapmamış, bazı çalışmalarda ise olumlu katkı yapmıştır. WBSF değeri ve duyuşal nitelikler çok fazla etkilenmemiştir. Karkas verimi ve sıcak karkas ağırlığı artmıştır [29]. Bir başka çalışmada ractopaminin domuz etinin kalite kriterleri üzerindeki etkisi özetlenmiş ve ractopamin kullanılmayan domuzlar ve kullanılanlar arasında görsel et kalitesi, proteolitik enzim aktivitesi, WBSF ve duyuşal özellikler açısından herhangi bir fark gözlenmemiştir [30]. Zilpaterol (Zilmax®) araştırmalarda sığırlarda kullanılan bir beta agonisttir ve büyüme performansını, karkas verimini ve karkastaki kas miktarını arttırmaktadır [31]. Bununla beraber, zilpaterol gevrekliği olumsuz etkilemektedir, ancak yüksek voltajlı elektrik stimulasyonu ve uzun süreli olgunlaştırma ile bu olumsuz etki giderilebilir. Ayrıca zilpaterol ilavesinin sığırlarda renk ve raf ömrünü arttırdığı bildirilmiştir [1]. Zilpaterol kullanımı Meksika ve Güney Afrika'da onaylanmıştır.

## 2.6. Vitaminler

### 2.6.1. D vitamini

Hayvanların yemlerine D vitamini takviyesi, D vitamininin gevrekliği artırma potansiyelinden dolayı oldukça ilgi çeken bir konu olmuştur. Diyet ile alınan D vitamininin kan ve kastaki kalsiyum seviyesi arttırdığı belirlenmiştir. Wheeler ve arkadaşları [32] kalsiyumun yüksek seviyelerinin etteki calpain enziminin aktivitesini artırarak proteolitik parçalanmayı hızlandırdığını göstermişlerdir. Bir diğer çalışmada kısırlaştırılmış boğalar D vitamini takviyeli yem ile beslendiğinde, bu boğalardan elde edilen bifteklerin gevrekliğinin arttığı bildirilmiştir [33]. Bununla beraber Hill ve arkadaşları [34], Scanga ve arkadaşları [35] D vitamini katkısı ile beslenmiş sığırlardan elde edilen bifteklerde; Boleman ve arkadaşları [36] kuzu pirzolarında kontrol grubu ile karşılaştırıldıklarında herhangi bir gevreklik artışı olmadığını bildirmişlerdir. Domuzların yemlerine vitamin D takviyesi kasın sıklığını artırıp, damlama kaybını düşürürken, rengi iyileştirmiş ama etin duyuşal özelliklerine katkı yapmamıştır [37, 38]. Puls ve arkadaşları [39]  $2 \times 10^6$  IU (enternasyonel ünite)/ gün seviyesinde yeme katılan D vitamininin sığırlarda toksik etki yapacağını belirtmiş ve daha yukarı seviyelerin insanlarda toksisiteye sebep olacağı bildirilmiştir [1]. Montgomery ve arkadaşları [39] kısırlaştırılmış sığırların yemlerine D vitamini ilavesinin sığırların günlük yem alım miktarını düşürdüğünü dolayısı ile büyüme performansını düşürdüğünü bulmuşlardır.

Özet olarak D vitamini sığırlarda gevrekliği artırıp, sıklık ve rengi geliştirebilir, domuzlarda ise damlama kaybını azaltabilir. Bununla beraber büyüme performansını olumsuz etkilediği için hayvan yetiştiricilerinin D vitamini ilavesini düşünmeyecekleri akla yakın görünmektedir.

### 2.6.2. E vitamini

E vitamininin hayvan yemlerine katılması et rengini geliştirir ve hem sığır hem domuz etinin raf ömrünü artırır. E vitamini takviyesi yapılan sığır veya domuzlarda yem alım miktarı veya büyüme performansının olumsuz etkilendiğine dair herhangi bir veri yoktur. Bu yüzden bu metabolik modifiye edici hem pratik hem de etkilidir.

Birçok çalışmada, kısırlaştırılmış sığırlara yem ile E vitamini ilavesinin kas dokusundaki  $\alpha$ -

tokoferol birikmesine neden olduğu ve bu antioksidanın birikmesinin lipit ve myogloblin oksidasyonunu geciktirdiği, böylece renk stabilitesini ve raf ömrünü arttırdığı rapor edilmiştir [40]. Benzer olarak domuzların yemlerine E vitamini ilavesi ile lipit oksidasyonu azalmış ve daha iyi renk stabilitesi sağlanmıştır [41]. Bununla beraber başka bir çalışmada E vitamininin domuz eti kalitesini önemli ölçüde iyileştirmediği belirtilmiştir [38]. Bir başka derlemede domuzların yemlerinde yüksek oranda (30 mg/kg) E vitamini kullanılmasının lipit oksidasyonunu önemli ölçüde azalttığı, ama su tutma kapasitesi ve renk üzerindeki etkinin değişken olduğu belirtilmiştir [42]. Yemlere vitamin E ilavesinin renk stabilitesi üzerine etkisi domuz ve kanatlı etlerinde önemsiz iken, sığır ve koyun etlerinde önemlidir [3]. Sığır, domuz, koyun ve kanatlı endüstrilerinin tamamının yüksek miktarlarda E vitamininin yemlere ilavesinden kazançlı çıkacakları düşünülmektedir, ancak E vitamini ilavesinin üreticilere getireceği ek maliyetin mutlaka et fiyatlarına yansıtılması gerekmektedir [1].

### 2.7. Konjuge linoleik asit

Konjuge linoleik asit (KLA) linoleik asidin 7,9-, 8,10-, 9-11-, 10-12-, veya 11-13-, karbon zincir pozisyonlarındaki konjuge çift bağlı konumsal ve geometrik izomer karışımıdır. KLA hayvan diyetlerinde cis/trans-9,11 ve trans/cis-10-12 izomerleri baskın olarak kullanılır. Cis-trans-9,11 izomerinin kansere karşı etkili olduğu ve sağlığa olumlu katkı yaptığı, trans/cis 10,12 izomerinin ise büyümekte olan hayvanlarda lipit depolanmasını düşürdüğü ortaya konmuştur [3]. Domuzlarda KLA takviyesinin kilo alımını ve yem verimini arttırdığı, daha az yağ ve daha çok kas depolanmasına yol açtığı ifade edilmiştir [43, 44]. KLA'nın domuzların karkas özellikleri ve et kalitesi üzerine etkisini özetlemek gerekirse, karkas arka yağ oranını (back fat) 1.2 mm kadar azalttığı, kas içi yağlanmayı %10 kadar arttırdığı, duysal panelce belirlenen lezzeti %3, sululuğu %12 ve gevrekliği %2.5 azalttığı ifade edilebilir. Ayrıca KLA takviyesi domuz etindeki yağ asidi profilini değiştirmekte ve domuz etindeki KLA düzeyi, sığır eti ve süt ürünlerindeki düzeyi olan 2-24 mg/g yağa kadar çıkabilmektedir [3]. Geviş getiren hayvanların etlerinin KLA içeriğini geliştirmek

mümkündür, çünkü KLA doğal olarak geviş getiren hayvanların yağında bulunur. Trans-vaccenic asit ve KLA iştakbedeki trans-vaccenic asit kanalıyla linoleik asidin stearik aside biyolojik olarak normal hidrojenlenmesinden oluşan ürünlerdir. Diyetdeki trans-vaccenic asit KLA'nın önemli bir kaynağıdır çünkü insanların ve diğer türlerin trans-vaccenic asitten KLA üretme kapasiteleri vardır [3]. Bütün çalışmalar domuzların diyetlerinde KLA kullanımının faydalı olduğunu göstermese de, yukarıda bahsedilen et kalite ve karkas özelliklerindeki potansiyel iyileştirmeler KLA'nın üzerinde durulması gerekli bir metabolik modifiye edici olduğunu göstermektedir. Bununla beraber şu anda domuzlarda ve diğer et hayvanlarında KLA kullanımının onaylanmamış olması domuz ve diğer et hayvanları üreticileri için KLA hakkında soru işaretlerini akla getirmektedir. Ancak, onaylanırsa ve KLA'nın diyetle ilavesi maliyetleri önemli ölçüde arttırmayacaksa, KLA kullanımı teşvik edilmelidir [1].

### 2.8. Diğer metabolik modifiye ediciler

Normal metabolizma için temel bir iz element olan kromun yüksek seviyelerde domuzlara verilmesi kas miktarını arttırmış, yağ oranını azaltmış, gevreklik ve diğer duysal özellikleri etkilememiştir [45]. Carnatine, uzun zincirli, yağ asitlerinin mitokondrideki matrikse taşınmasına yardım eden vitamin benzeri bileşiktir. Domuzların diyetlerine L-carnatine ilavesi büyüme performansını düşürmeden, yağlanmayı azaltıp kas oranını arttırmıştır [46]. Bununla beraber O'Quinn ve arkadaşları [47] carnatine ile domuzların diyetin takviyesinin karkas özellikleri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Apple ve arkadaşları [48] domuzların diyetlerine magnezyum takviyesi yapmışlar ve magnezyumun büyüme performansını etkilemediği, ancak kas miktarını arttırdığını belirtmişlerdir. Benzer olarak bir başka çalışmada magnezyum takviyesi domuz etinin rengini ve su tutma kapasitesini iyileştirmiştir [38]. Bir antioksidan enzim olan glutathione peroksidazın ana bileşeni olan selenyum hücre zarı oksidasyonunu engelleyerek (daha az su kaybı) et kalitesini arttırmıştır [3]. Selenyum eksikliğinin insanlarda kalp ve hücre ile ilgili rahatsızlıklarla bağlantısı olduğu belirtilmekte,

bu nedenle selenyumca zenginleştirilmiş gıdaların yakın gelecekte önem kazanacağı düşünülmektedir [3].

### 3. SONUÇ

Canlı hayvanların diyetlerine antibiyotikler ve ionoforların katılması et kalitesini olumsuz etkilemeden hayvan sağlığı ve performansı için avantajlar sağlamaktadır. Anabolik steroid aşılama hem ucuzdur hem de sığır üretim verimliliğini artırır. Bununla beraber bunların “agresif” kullanımı kas içi yağlanmayı azaltır. Ayrıca “agresif” aşılama ile sığırlar strese daha duyarlı hale gelmekte ve koyu kesitli et kusuru görülme olasılığı artmaktadır. Çoğu zaman anabolik steroidler gevrekliği de olumsuz etkilemektedir. Domuzların yemlerine D vitamini ilavesi etin olgunlaşmasının ilk safhalarında gevrekliği artırırken, olgunlaşma süresi ilerledikçe bu artış önemsiz hale gelmektedir. E vitamini ilavesi özellikle antioksidan etkisinden dolayı hem etin oksidatif bozulmasını geciktirmekte, hem de raf ömrünü arttırmaktadır. Konjuge linoleik asit özellikle insan sağlığı üzerine yapabileceği olumlu etkiden dolayı (kanseri engelleme) eğer onaylanırsa mutlaka kullanılmalıdır. Birçok metabolik modifiye edici et kalitesini önemli ölçüde değiştirmeden hayvan üretim verimliliğini ve karkas bileşimini olumlu etkilemektedir. Sonuç olarak birçok ülkede belirli ölçülerde kullanımına izin verilen metabolik modifiye edicilerin veya bunların alternatiflerinin ülkemiz koşullarında bilimsel çalışmalarla yararları kanıtlandıktan sonra et endüstrisine kazandırılmasının yerinde olacağı ifade edilebilir.

### KAYNAKLAR

- [1] Dikeman, M. E., “Metabolic modifiers and genetics: Effects on carcass traits and meat quality”, Brazilian Journal of Food Technology, Special Issue. 49th International Congress of Meat Science and Technology, 1-38 (2003).
- [2] Apple, J.K., Dikeman, M.E., Simms, D.D., and Kuhl, G., “Effects of synthetic hormone implants, singularly or in combinations, on performance, carcass traits, and longissimus muscle palatability of Holstein steers”, Journal of Animal Science, 69: 4437-4448 (1991).

[3] Dunshea, F. R., D’Souza, D. N., Pethick, D. W., Harper, G. S., and Warner, R. D., “Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat”, 71: 8-38 (2005).

[4] Fortin, A., Robertson, W.M., and Tong, A.K.W., “The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat”, Meat Science, 69: 297-305 (2005).

[5] Channon, H. A., Reynolds, J., and Baud, S., “Identifying pathways to ensure acceptable eating quality of pork”, Final Report, Australian Pork Limited, Canberra (2001).

[6] Karlsson, A., Enfalt, A.-C., Essen-Gustavsson, B., Lundstrom, K., Rydhmer, L., and Stern, S., “Muscle histochemical and biochemical properties in relation to meat quality during selection for increased lean tissue growth rate in pigs”, Journal of Animal Science, 71: 930-938 (1993).

[7] Beermann, D.H. 1995. Growth promotants - promise, problems, and perceptions. Proceedings of ReciprocalMeat Conference, 48:45-50.

[8] Russell, J. B., and Strobel, H. J., “Effect of ionophores on ruminal nutrition”, Applied Environmental Microbiology, 55: 1-6 (1989).

[9] Dikeman, M.E. Reducing the fat content by production practices. In Advances in Meat Research Series, Vol. 11. pp 150-190. Production and Processing of Healthy Meat, Poultry and Fish Products. Pearson, A.M. and T.R. Dutson (eds). Blackie Academic & Professional, Chapman & Hall, London (1997).

[10] Fisher, A.V., J.D. Wood, and O.P. Whelehan., “The effects of a combined androgenic-oestrogenic anabolic agent in steers and bulls. 1. Growth and carcass composition”, Animal Production, 42:203 (1986).

[11] Johnson, B. J., Anderson, P. T., Meiske, J. C., and Dayton, W. R., “Effect of a combined trenbolone acetate and estradiol implant on feedlot performance, carcass characteristics, and carcass composition of feedlot steers”, Journal of Animal Science, 74: 363-371 (1996).

[12] Keane, M.G. and M.J. Drennan., “ Lifetime growth and carcass composition of heifers and steers non-implanted or sequentially implanted with anabolic agents”, Animal Production 45:359 (1987).

[13] Duckett, S. K., and Andrae, J. G., “Implant strategies in an integrated beef production system”,

Journal of Animal Science, 79 (E. Suppl.): E110-E117 (2001).

[14] Belk, K.E. and H.R. Cross., “ Effects of anabolic growth promotants on beef carcass merit”, Review Article, Department of Anim. Sci., Texas A&M Univ.,College Station (1988).

[15] Morgan, J.B., “ Implant program effects on USDA beef carcass quality grade traits and meat tenderness”, Proc. Oklahoma State Univ. Implant Symp., Stillwater (1997).

[16] Roeber, D.L., Cannell, R.C., Belk, K.E., Miller, R.K., Dean, K., Tatum, J. D., and Smith, G.C., “Impact of feedlot growth promotant implant strategies on carcass grade characteristics and subsequent cooked beef palatability traits when applied to small/medium framed, 3-way British crossbred steers” Final Report to the Beef Quality Assurance Advisory Board, Nat. Cattlemen’s Beef Assoc., Denver, CO, (1999).

[17] Nichols, W.T., Wray, M.I., Montgomery, T.H., Schutte, B., Morgan, J.B., Dolezal, H.G., and Hutcheson, D.P., “The effects of anabolic agents along and in combination on feedyard performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing heifers fed for 108, 131, or 143 days” Revalor-H Tech. Bull. 3, Hoechst-Roussel Agri-Vet Company, Sommerville, NJ (1996).

[18] Etherton, T. D., and Bauman, D. E., “Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals”, Physiology reviews, 78: 745-761 (1998).

[19] Bauman, D. E., “Bovine somatotropin and lactation: From basic science to commercial application”, Domestic Animal Endocrinology, 17: 101-116 (1999).

[20] Etherton,T.D., Wiggins, J.P., Evock, C.M., Chung, C.S., Rebhun, J.F., and Walton, P.E., “Stimulation of pig growth performance by porcine growth hormone: Determination of the dose-response relationship”, Journal of Animal Science, 64: 433–443 (1987).

[21] King, R.H., Campbell, R.G., Smits, R.J., Morley, W.C., Ronnfeldt, K., and Butler, K., “Interrelationships between dietary lysine, sex, and porcine somatotropin administration on growth performance and protein deposition in pigs between 80 and 120 kg live weight”, Journal of Animal Science, 78: 2639–2651 (2000).

[22] Eisemann, J.H., Hammond, A.C., and Rumsey, T.S., “ Tissue protein synthesis and nucleic acid concentrations in steers treated with somatotropin”, British Journal of Nutrition, 62: 657–671 (1989).

[23] Tomas, F.M., Campbell, R.G., King, R.H., Johnson, R.J, Chandler, C.S., and Taverner, M.R., “Growth hormone increases whole-body protein turnover in growing pigs”, Journal of Animal Science,70: 3138–3143 (1992).

[24] Suster, D., Leury, B.J., King, R.H., Mottram, M., and Dunshea, F.R., “ Interrelationships between porcine somatotropin (pST), betaine, and energy level on body composition and tissue distribution of finisher boars”, Australian Journal of Agricultural Research, 55: 983–990 (2004).

[25] Aalhus, J.L., Best, D.R., Costello, F., and Schaefer, A.L., “The effects of porcine somatotropin on muscle fibre morphology and meat quality of pigs of known stress susceptibility”, Meat Science 45: 283–295 (1997).

[26] Wander, R.C., Clark,S.L., Hu, C.Y., Holmes, Z.A., and Schrupf, E., “Interaction of porcine somatotropin administration to growing pigs and frozen storage of carcass on lipids and quality characteristics of roasts”, Journal of Food Composition and Analysis 6: 62-74 (1993).

[27] D’Souza,D.N., and Mullan, B.P., “The effect of genotype, sex and management strategy on the eating quality of pork”, Meat Science 60: 95–101 (2002).

[28] National Research Council (NRC)., “Metabolic Modifiers: Effects on the Nutrient Requirements of Food-producing animals”, National Academy Press, Washington D.C. U.S.A.

[29] McKeith, F.K., Lan, Y.H., and Beermann, D.H.,” Sensory characteristics of meat from animals given partitioning agents” In: Low Fat Meats. Hafs, H.D; Zimbleman, R.G. (Eds.), Academic Press, Inc., San Diego, U.S.A., (1994).

[30] Merkel, R. A., “Is meat quality affected by the use of repartitioning agents?”, Proc. Recip. Meat Conf., 41:101-111. (1988).

[31] Plascencia, A., Torrentera, N., and Zinn, R.A., “Influence of the beta-agonist, zilpaterol, on growth performance and carcass characteristics of feedlot steers”, Journal of Animal Science, 77(Suppl. 1):114(Abstr.) (1999).

[32] Wheeler, T.L., Koohmaraie, M., and Shackelford, S.D., “Effect of postmortem injection time and post-injection aging time on the calcium-activated tenderization process in beef”. Journal of Animal Science, 75:2652-2660 (1997).

[33] Swantek, S., Morgan, J.B., Owens, F.N., Gill, D.R., Strasia, C.A., Dolezal, H.G. and Ray, F.K.,



“Vitamin D<sub>3</sub> supplementation of beef steers increases longissimus tenderness”, *Journal of Animal Science*, 77:874–881 (1999).

[34] Hill, G.M., Brito, G., Pringle, T.D., and Williams, S.E., “Performance, serum calcium, phosphorus, and magnesium, carcass characteristics, and meat tenderness in beef steers fed high levels of vitamin D<sub>3</sub>”, *Journal of Animal Science* 77:18–19 Suppl. 1(Abstr.) (1999).

[35] Scanga, J.A., Belk, K.E., Tatum, J.D., Koochmarai, M. and Smith, G.C., “Effects of supranutritional oral supplementation with vitamin D<sub>3</sub> and calcium to improve beef tenderness”. *Proceedings of the 52nd Reciprocal Meat Conference*, American Meat Science Association, Savoy, IL U.S.A. (1999).

[36] Boleman, C. T., McKenna, D. R., Ramsey, W. S., Peel, R. K., and Savell, J. W., “Influence of feeding vitamin D<sub>3</sub> and aging on the tenderness of four lamb muscles”, *Meat Science*, 67: 185-190 (2005).

[37] Enright, K.L, Anderson, D.K., Ellis, M., McKeith, F.K., Berger, L.L., and Baker, D.H., “The effects of feeding high levels of vitamin D<sub>3</sub> on pork quality”, *Journal of Animal Science*. 76 (Suppl.):149(Abstr.) (1998).

[38] Swigert, K. S., McKeith, F. K., Carr, T. C., Brewer, M. S., and Culbertson, M., “Effects of dietary vitamin D<sub>3</sub>, vitamin E, and magnesium supplementation on pork quality”, 67: 81-86 (2004).

[39] Montgomery, J.L., Carr, M.A., Kerth, C.R., Hilton, G.G., Price, B.P., Galyean, M.L., Horst, R.L., and Miller, M.F., “Effect of vitamin D<sub>3</sub> supplementation level on the postmortem tenderization of beef from steers”, *Journal of Animal Science*, 80: 971-981 (2002).

[40] Dikeman, M. E., “Effects of metabolic modifiers used in animal production on meat quality”, *Proceedings of Reciprocal Meat Conference*, 53: 36-56 (2000).

[41] Ashgar, A., Gray, J. I., Booren, A. M., Gomaa, E. A., Abouzied, M. M., Miller, E. R., and Buckley, D. J., “Effects of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of  $\alpha$ -tocopherol in the muscle and on pork quality”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 57:31-41.

[42] Ellis, M., McKeith, F. K., “Non-Ruminant nutrition and meat quality”, *Proceedings of Reciprocal Meat Conference*, 52: 15-23 (1999).

[43] Ostrowska, E., Muralitharan, M., Cross, R.F., Bauman, D.E and Dunshea, F.R., “Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs”, *Journal of Nutrition*, 129: 2037–2042 (1999).

[44] Ostrowska, E., Suster, D., Muralitharan, M., Cross, R.F., B.J. Leury and D.E. “Conjugated linoleic acid decreases fat accretion in pigs: Evaluation by dual-energy X-ray absorptiometry”, *British Journal of Nutrition* 89: 219–229 (2003).

[45] Boleman, S.L., Boleman, S.J., Bidner, T.D., Southern, L.L., Ward, T.L., Pontif, J.E., and Pike, M.M., “Effect of chromium picolinate on growth, body composition, and tissue accretion in pigs”, *Journal of Animal Science*, 73: 2033-2042 (1995).

[46] Owen, K.Q., Smith, J.W., Nelssen, J.L., Goodband, R.D., Tokach, M.D., Friesen, K.G., and Blum, S.A., “The effect of L-carnitine on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing swine”, *Journal of Animal Science*, 72(Suppl.1):274(Abstr.) (1994).

[47] O’Quinn, P.R., Waylan, A.T., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., Unruh, J.A., Woodworth, J.C., Tokach, M.D., and Owen, K.Q., “Effects of modified tall oil, chromium nicotinate, and L-carnitine on growth and carcass traits of finishing pigs”, *Journal of Animal Science*, 77(Suppl. 1):43 (Abstr.) (1999).

[48] Apple, J.K., Maxwell, C.V., deRodas, B., Watson, H.B., and Johnson, Z.B., “Effect of magnesium mica on performance and carcass quality of growing-finishing swine”, *Journal of Animal Science*, 78: 2135-2143 (2000).

