

REVIEW ARTICLE

DERLEME MAKALESİ

METABOLİK DÜZENLEYİCİ BİLEŞENLERİN ve BAZI YEM KATKILARININ KARKAS KOMPOZİSYONU ve ET KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Müge AKKARA, Neriman BAĞDATLIOĞLU

Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa-Türkiye

Received: 19.01.2015

Accepted: 06.02.2015

Published online: 09.02.2015

Corresponding author:

Müge AKKARA, Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Manisa-Türkiye

E-mail: muge.akkara@cbu.edu.tr

Öz:

Son yıllarda yapılan çalışmalar gıdaların kalitesinin hayvanlara verilen yemin kalitesi ile yakından ilgili olduğunu ortaya koymuştur. Giderek artan dünya nüfusu ve yaşam standardının yükselmesi fazla miktarda ve iyi nitelikli hayvansal kaynaklı besinlerin üretilmesini zorunlu kılmaktadır. Bunu sağlamak için, hayvanların bakım ve beslenmesi ile genetik yapısının iyileştirilmesi yanında, besi durumu ve verimlerini arttırmak amacıyla yem katkı maddelerinin kullanılması önemli yer tutmaktadır. Etin besin değeri genel olarak birçok metabolik düzenleyicinin kullanımı ile gelişmektedir. Literatürde birçok çalışmada metabolik düzenleyicilerin büyüme oranını arttırdığı, beslemenin etkinliğini geliştirdiği, lif oranını arttırdığı ve yağlılık oranını azalttığı ifade edilmektedir. Metabolik düzenleyici bileşenler yem katkı maddesi olarak kullanılabilen veya aşı şeklinde uygulanan bileşiklerdir. Başta hayvansal üretim ve hayvan refahının iyileştirilmesi, yemin besin değerinin artırılması ve hayvansal üretim sırasında çevreye verilen zararın azaltılması yem katkılarının ve bu metabolik bileşenlerin etkin ve kontrollü kullanımı ile mümkün olacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler:

Metabolik düzenleyici bileşen, Yem, Katkı maddesi

Abstract:

The Effects of Metabolic Modifiers and Some Feed Additives on Carcass Composition and Meat Quality

In recent years, studies have revealed that the quality of foods is closely related to the quality of feed given to animals. An increasing world population and the living standard have required the production of excess and good quality foods of animal origin. To achieve this, besides the animal care and nutrition and the improvement of their genetic structure, using of feed additives is important in order to increase nutrient availability and efficiency. The nutritional value of meat has generally improved with the use of many metabolic modifiers. Many studies in literature have showed that metabolic modifiers increase growth performance, improve feed efficiency, increase fibre ratio and decrease fat ratio. Metabolic modifiers are compounds that are either used as feed additive or implemented as vaccine. It has been predicted that the improvement of animal production and animal welfare, increasing of the nutritional value of feed and reducing damage to the environment will be possible with the effective and controlled use of these metabolic components.

Keywords:

Metabolic modifiers, Feed, Additive

Giriş

Metabolik düzenleyici bileşenler canlı hayvanlara yem katkı maddesi olarak verilen, enjekte edilen veya aşı olarak uygulanan karkas verimliliğini arttırmak, yemin daha verimli kullanımını sağlamak, etin raf ömrünü uzatmak, besin değerini arttırmak ve lezzetini geliştirmek amaçlı kullanılan bileşenler olarak tanımlanmaktadır. Metabolik bileşenlerin çoğu büyüme oranını ve karkas kompozisyonunu arttırmak için kullanılırken sadece bir kısmı et kalitesinin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Dikemen, 2007).



Resim 1. Metabolik düzenleyici bileşen içeren farklı yem katkıları

Photo 1. Different feed additives containing metabolic modifiers

Metabolik düzenleyici bileşenler karkas verimliliğini arttırmanın yanında yağ oranını da azaltmaktadır. Literatürdeki çalışmalar metabolik düzenleyicilerin kesme kuvvetini arttırdığını dolayısıyla gevrekliği azalttığını ifade etmektedir. Birçok faktörün bu durumda etkili olduğu tartışılmaktadır. Ancak bazı metabolik düzenleyicilerin tek başlarına ya da bazı yem katkılarıyla birlikte kullanımının et kalitesinin korunmasında ve geliştirilmesinde etkili olacağı belirtilmektedir (Dunshen ve ark., 2005). Günümüzde değişik başlıklar altında sınıflandırma yapılmak suretiyle yüzlerce yem katkısı kullanılmaktadır (Türkmen ve ark., 2011). Bu derlemede, karkas kompozisyonu ve et kalitesi üzerine potansiyel etkileri bulunan metabolik düzenleyici bileşenlerin ve bazı yem katkılarının etkisi tartışılacaktır.

Anabolik Steroidler

Anabolik steroidler, hayvanlarda karkas boyutuna ve kuvvetine etki eden büyümeyi destekleyici ve iyileştirici ajanlar olarak kullanılmaktadır. Ancak hayvanlarda doğal ve yapay anabolik steroidlerin kullanımı halk sağlığına toksik etkilerinden dolayı birçok ülkede yasaklanmıştır. Bu yüzden bu bileşenlerin besinlerde kalıntı miktarlarının belirlenmesi ve izin verilen yasal miktarlarda kullanımına dikkat edilmesi gerekmektedir (Fuh ve ark., 2004).

Steroidler özellikle sığır yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan metabolik düzenleyici bileşenlerdir. Bu bileşenler östrojenik, androjenik ve progestinik olarak sınıflandırılmaktadır (Johnson ve Reinhardt, 2009). Çeşitli anabolik steroidleri içeren aşılar sığır endüstrisi tarafından büyüme hızını arttırmak ve daha verimli yem kullanımını sağlamak gibi ekonomik gerekçelerden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır (Dikeman, 2003). Preston (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, anabolik steroid aşılarının sığırlarda ve koyunlarda büyüme hızını %10-30 oranında arttırdığı tespit edilmiştir. Bunun yanında anabolik steroid aşılar yem verimliliği ve karkas yağ oranı üzerine de etkili olmaktadır. Anabolik steroidlerin hem ucuz olması hem de sığır üretim verimliliğini arttırması avantaj sağlamaktadır (Dikeman, 2003).

Östrojenler, büyüme hızını arttıran temel bileşenlerdir. Ticari östrojen bileşenleri olarak estradiol ve benzoat esteri ve zeranol kullanılmaktadır. Ayrıca trenbolon asetat, testosteron ve progesteron

gibi diğer bileşenler ile kombine kullanılarak büyüme hızına etkisi arttırılmaktadır (Preston, 1999).

Östrojenik ve androjenik steroidlerin kaslarda protein sentezi ve birikim oranını arttırdığı ve/veya protein degradasyonunu azalttığı da ifade edilmektedir. Ayrıca, canlı hayvanda bu bileşenlerin yağ miktarını azalttığı tespit edilmiştir (Dunshea ve ark., 2005).

Sığır endüstrisinde trenbolon asetat içeren karışım aşular "agresif" olarak adlandırılmaktadır. Anabolik steroidlerin agresif kullanımı genellikle sığır kalite sınıflarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle sığırların "agresif" aşılama teknikleriyle aşılınması önerilmemektedir (Dikeman, 2003).

Anabolik steroidlerin kanatlılar, koyun ve domuzlar üzerine etkisi ile ilgili literatürde sınırlı sayıda araştırma vardır. Ancak Lee ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan bir çalışmada domuzlara aşılama yapılmış ve domuz eti kalitesinin aşından etkilenmediği ancak sırt yağında aşı ile birlikte azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Vitaminler

D₃ Vitamini

Hayvan yemlerine D₃ vitamini ilavesinin etin gevreklik gelişimi üzerine etkili olduğu ifade edilmektedir. D₃ vitamininin kaslarda ve kanda kalsiyum seviyesini arttırdığı belirlenmiştir (Dikeman, 2007). Kaslarda kalsiyum düzenleyicisi olarak rol oynadığı ve kalsiyum absorpsiyonu için gerekli olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca yeme katılan D₃ vitamininin kaslarda daha fazla miktarda kalsiyum birikimine sebep olacağı ve dolayısıyla kesim sonrası kalpini aktivitesini arttırabileceği düşünülmektedir (Boleman ve ark., 2004).

Hansen ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada genç sığırlara zilpaterol hidroklorür ile yüksek dozda D₃ vitamini verilmiştir. Elde edilen sığır etlerinin renk stabilitesinin geliştiği, protein oksidasyonuna karşı daha yüksek stabiliteye sahip olduğu ve lipid oksidasyonuna karşı ise düşük stabilite gösterdiği tespit edilmiştir.

Montgomery ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, kesimden hemen önce yüksek düzeyde vitamin D₃ takviyesinin etin gevrekliğini arttırdığı tespit edilmiştir. Lawrence ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise kesim öncesi sığırlara vitamin D₃ takviyesinin kalsiyum konsantrasyonunu arttırdığı kesim sonrası

kalıntı kalpini aktive ettiği ve postmortem glikozisi hızlandırdığı bunun sonucu olarak da gevreklik gelişimini sağladığı ifade edilmiştir.

Aşırı D₃ vitamini alımının toksisiteye sebep olarak kemiklerde kireçlenmeyi arttırabileceği ifade edilmektedir. Bu nedenle bu konuda daha fazla araştırma yapılarak D₃ vitamininin insan sağlığını bozucu risk oluşturmadığı kanıtlanana kadar et kalitesini geliştirmek için metabolik düzenleyici bileşen olarak hayvan yemlerine ilavesinin endüstri tarafından tercih edilmeyeceği düşünülmektedir (Tripton ve ark., 2007).

A Vitamini

A vitamininin aktif provitamini β-karotendir ve bitkisel dokularda sentezlenmektedir. β-karotenin vitamin A'ya dönüşme oranı civcivlerde 2:1, koyunlarda 6:1, sığırlarda ise 8:1 şeklindedir. Bu nedenle, hayvanların A vitamini ihtiyacı hesaplanırken β-karotenin A vitaminine dönüşme oranı göz önüne alınmaktadır. Hayvan türlerine göre A vitamini ihtiyacı farklılık göstermektedir (Türkmen ve ark., 2011).

Yapılan çalışmalar yağda çözünen vitaminler arasında yer alan A vitamininin sığır eti kalitesi üzerine etkili olduğunu göstermektedir. Sığır rasyonlarına A vitamini takviyesinin büyüme oranını önemli ölçüde arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca lipid ve pigment oksidasyonunu azalttığı ve sığır etinin gevrekliğini arttırdığı tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2007). A vitamininin mermerleşme üzerine de etkisi olduğu ifade edilmektedir. Yüksek düzeyde A vitamini takviyesinin mermerleşme üzerine etkisinin sığırlarda olgunlaşmaya bağlı olarak değişim gösterdiği ifade edilmektedir. Oka ve arkadaşları (1998) tarafından yapılan bir çalışmada 15 aylık olan genç sığırlara verilen A vitamini katkısının deri altında yağlanmayı arttırmadan mermerleşme skorunu yükselttiği tespit edilmiştir. Ancak 21-23 aylık sığırlarda aynı durum gözlenmemiştir. Mermerleşme lezzet açısından önemli bir kalite faktörüdür.

Çalışmalarda A vitamininin büyüme oranına, yem alım miktarına ve karkas kompozisyonuna önemli bir etki göstermediği belirtilmektedir. Ancak A vitamininin bir formu olan retinoik asitin büyüme hormonu gen ekspresyonunu düzenleyici etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Dikeman, 2007). Ayrıca A vitamininin büyüme hormonu salgılama sistemini düzenleyici etki gösterdiği dolaylı yoldan mermerleşme gelişimini etkilediği ifade edilmek-

tedir. Çünkü, büyüme hormonunun doğrudan mermerleşme skorunu düşürdüğü tespit edilmiştir (Dalke ve ark., 1992).

E Vitamini

E vitamini biyolojik bir antioksidan olup, dokularda peroksitlerin birikimini önlemekte ve yağların stabil kalmalarını sağlamaktadır. Aynı özelliği nedeniyle yemlere katılarak yağların stabil kalmaları ve acılaşmaları önlenebilmektedir (Muğlalı ve ark., 2002).

Hayvan rasyonlarına eklenen E vitamininin en yaygın ticari şekli, α -tokoferolün asetat esterleridir. Ancak, gastrointestinal kanalda deesterifiye edilinceye kadar bir antioksidan gibi fonksiyon göstermemektedir. E vitamini hayvan organizmalarında sentez edilemediğinden, hayvan dokularındaki E vitaminin varlığı sadece diyetle aldıkları miktarı yansıtmaktadır. E vitamininin yağda çözünbilme özelliği yüzünden bu vitaminin absorpsiyonu hayvanların sindirdikleri yağ oranı ile ilişkilidir (Konyalıoğlu, 2001).

Konyalıoğlu (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, diyete E vitamini eklenmesi ile et ve et ürünlerinde lipid oksidasyon düzeylerinin azaldığı ifade edilmiştir. Buckley ve arkadaşları (1995) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise α -tokoferol uygulamasının et kalitesini düzelttiği ve depolama boyunca oksidatif stabiliteyi koruduğu tespit edilmiştir.

Birçok çalışmada, yem katkısı olarak E vitamini kullanımının kırmızı ve beyaz etlerin kalitesi üzerine yararlı etkilerinin olduğu ifade edilmektedir. Sığır etinde lipid ve renk stabilitesinin sağlanması (Arnold ve ark., 2003), hindi etinde renk gelişimi (Sante ve Lacourt, 1994), domuz eti dilimlerinde depolama sürecinde damlama kaybının azalması (Asghar ve ark., 1991) E vitamini katkılı yemlerin kullanımı ile tespit edilmiştir. Ayrıca domuzlarda E vitamini katkılı yem kullanımının *longissimus thoracis* kasında su tutma kapasitesini azalttığı ve PSE et oluşumunu engellediği saptanmıştır (Cheah ve ark., 1995).

Ripoll (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, E vitamini katkılı yem kullanımının kuzu etlerinin raf ömrünü arttırdığı tespit edilmiştir. Macit (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, yeme E vitamini ilavesinin kuzu etinde lipid oksidasyonunu, damlama kaybını önemli ölçüde azalttığı ve etin renk stabilitesini koruduğu ifade edilmiştir.

Genel olarak E vitamininin domuz ve kanatlı eti ürünlerinde renk stabilitesi üzerine daha az etki

gösterdiği, sığır ve kuzu etlerinde belirgin ölçüde stabiliteyi etkilediği saptanmıştır. Bu yüzden metabolik düzenleyici bileşen olarak E vitamini kullanımının renk üzerine etkisinin myoglobinin miktarına bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir (Guidera ve ark., 1997).

Somatotropin

Somatotropin doğal olarak oluşan ve ön hipofiz salgı bezi tarafından üretilip kan dolaşımına katılan protein yapısında bir hormondur (Dikeman, 2003). Bir büyüme hormonu olan somatotropin hormonu rDNA teknolojisi ile mikroorganizmalar tarafından oldukça saf olarak üretilebilmektedir (Türkmen ve ark., 2011).

Somatotropinin etkileri üzerine yapılan ilk çalışma, geviş getiren hayvanlar üzerinde yapılmıştır ve sığırlara göre daha fazla gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Günümüze dayanan çalışmalarda ise rekombinant büyüme hormonu içeren peletler veya enjeksiyonların sığırlarda ve koyunlarda yem verimliliği ve kazancı arttırdığı, yem alımını azalttığı veya etkilemediği, karkas protein miktarını arttırdığı, yağ oranının azalttığı, plazma veya serumda üre miktarını azalttığı, kandaki büyüme hormonu seviyesini arttırdığı ve önemli ölçüde insülin benzeri büyüme faktörü-I (IGF-I) konsantrasyonunu arttırdığı belirtilmiştir (Preston, 1999). Ayrıca somatotropin hormonunun steroid yapılı aşilar ile birlikte kullanımı da mevcuttur (Wolfrom ve ark., 1985).

Domuzlara somatotropin hormonu uygulamasının kas kütlelerinde artışla beraber yağ oranının azalttığı, karkas kompozisyonunu geliştirdiği bilinmektedir. Ancak domuzlara somatotropin uygulamasının farklı cinsiyetlerden farklı sonuçlar alınabileceği düşüncesiyle uygulama şeklinin ve dozunun maksimum sonuçlar için bu faktörler ele alınarak yapılmasının gerekli olduğu ifade edilmektedir (Aalhus ve ark., 1996).

β -agonistler

β -agonistler, yem verimliliğini sağlamak, kazancı arttırmak ve karkas et verimliliğini geliştirmek için yem katkısı olarak kullanılan bileşiklerdir (Hope-Jones ve ark., 2010). Yağ ve kas hücrelerinin yüzeylerine bağlanarak doku gelişiminde meydana gelen biyokimyasal reaksiyonları düzenleyici bileşiklerdir (Strydom ve ark., 2009).

β -agonistler, hücrelerde lipogenezis ve protein degradasyonunu azaltıp lipolizisi ve protein sentezini arttırıcı olarak rol oynamaktadır (Hope-

Jones ve ark., 2010). Yapılan çalışmalarda sığırlarda, koyunlarda ve domuzlarda karkas gelişimi üzerine pozitif etkilerinin olduğu ve karkas verimliliğini arttırdığı tespit edilmiştir (Fiems, 1987).

β -agonist bileşiği olarak raktopamin hidrokloridinin domuzlarda büyüme oranı, yem verimliliği, ağırlık ve karkas kompozisyonu üzerine pozitif etkilerinin olduğu ifade edilmiştir (Dikeman, 2007). McKeith ve arkadaşları (1995) sığır eti ve domuz etinin görsel kalitesi ve duyuşal özellikleri üzerine raktopamin hipokloridinin etkilerini araştırmış ve her iki türde mermerleşme, renk ve sertlik üzerine nötrden pozitive doğru değişen bir etki gösterdiğini ifade etmiştir.

Diğer bir sentetik β -agonist bileşiği olan zilpaterol son zamanlarda Meksika, Kuzey Afrika ve USA ülkelerinde ağırlık artışı, yem verimliliği ve karkas yağ oranının azaltılması için kullanılmaktadır (Dikeman, 2007). Avendano-Reyes ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, kesim öncesi 33 gün boyunca zilpaterol katkılı yem ile beslenen öküzlerin büyüme performansı, karkas özellikleri ve et kalitesi üzerine zilpaterolün etkisi araştırılmıştır. Sıcak karkas ağırlığında artış gözlemlenmiş ve kontrol grubuna göre kesme kuvveti değerleri yüksek çıkmıştır. Ayrıca, renk üzerine etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, raktopamin ve zilpaterolün etkileri karşılaştırılmıştır. Raktopamin içeren yemler ile beslenen öküzlerde yağ kalınlığının zilpaterol içeren yemler ile beslenen öküzlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Kesme kuvvetlerinde ise benzer sonuçlar alınmıştır.

β -agonistlerin kullanımının inhibitör kalpastatin aktivitesinde artışa dolayısıyla kalpain aktivitesinde ise azalmaya sebep olmasından dolayı etin sertliğini arttırdığı bilinmektedir. Bu değişimler cinse, kas türüne, uygulama süresine ve kullanılan bileşiğe bağlı olarak değişmektedir. Etin gevrekliği ile ilgili bu problemlerin β -agonistlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Hope-Jones ve ark., 2010). Ancak bu negatif etkilerin elektriksel stimülasyon uygulaması, olgunlaştırma veya diğer mekanik yöntemler ile azaltılabileceği ifade edilmektedir (Dikeman, 2007).

Konjuge Linoleik Asit

Konjuge linoleik asit, linoleik asitin çift doymamış konjuge bağ içeren pozisyonel ve geometrik izomerlerinin karışımıdır (Köknaroğlu, 2007). Linoleik asitten köken alan, antikanserojenik, bağışıklığı artırıcı ve vücut yağlarını azaltıcı özelliklere sahip olan bir yağ asitidir (Türkmen ve ark., 2011).

Diğer gıdalarda da bulunmasına karşın, ruminantlardan elde edilen ürünlerde konjuge linoleik asit miktarı yüksek düzeydedir ve bu ürünler diyetle bulunan linoleik asitin ana kaynağıdır (Köknaroğlu, 2007).

İnsan beslenmesinde et ve süt ürünlerinin konjuge linoleik asitin temel kaynağı olmasının bilinmesiyle, bu ürünlerin konjuge linoleik asit konsantrasyonunun nasıl artırılacağı konusunda çalışmalar başlatılmıştır. Yapılan çalışmalar, ruminant hayvanların beslenmesinde doymamış yağ asidi ve bitkisel yağların kullanılmasıyla sütte bulunan konjuge linoleik asit konsantrasyonunun artırılacağını göstermiştir (Özsan, 2005).

Yıldırım (2011) tarafından yapılan bir çalışmada etlik piliçlerin rasyonlarına farklı oranlarda konjuge linoleik asit ilave edilmiş rasyondaki konjuge linoleik asit oranının artmasıyla piliç etindeki yağ ve kolesterol miktarının düştüğü, konjuge linoleik asit miktarının ise arttığı tespit edilmiştir. Du ve Ahn (2002) tarafından yapılan başka bir çalışmada, broyler yemlerine ilave edilen konjuge linoleik asidin pişmiş etlerde oksidasyona karşı dayanıklılığı arttırdığı saptanmıştır. Aynı çalışmada, konjuge linoleik asitin erime noktası yüksek olması nedeniyle yağ asidi kompozisyonundaki değişimin yağların erime noktasının artmasına sebep olduğu ve dolayısıyla etin sertliğini arttırdığı ifade edilmiştir.

Konjuge linoleik asitin geniş getirmeyen hayvan yemlerine ilavesi kaslarda konjuge linoleik asit miktarını arttırdığı ve yağ asidi profilini değiştirdiği ifade edilmektedir. Bu nedenle etin konjuge linoleik asit miktarını arttırmak ve konjuge linoleik asitin biyolojik etkilerinden yararlanmak için yem katkılarına ilave edilmesinin uygun olacağı öngörülmektedir (Zhang ve ark., 2010).

Diğer Yem Katkıları

Metabolik düzenleyici bileşenlerin yanında iz miktarlarda hayvan yemlerine ilave edilen bileşenler de mevcuttur. Bu bileşenlerden krom, karnitin, magnezyum, niasin, manganez, selenyum ve betain üzerine çalışmalara literatürde rastlamak mümkündür (Dikeman, 2007; Dunshea ve ark., 2005).

Krom, metabolizma için esansiyel bir iz elementtir (Dikeman, 2007). Boleman ve arkadaşları (1995) tarafından yapılan bir çalışmada domuz yemlerine krom ilavesinin kas miktarını arttırdığı, sırt yağını azalttığı, gevreklik ve duyuşal özellikler üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Karnitin, vitamin benzeri bir bileşiktir ve uzun zincirli yağ asitlerinin mitokondriyal matrikse taşınmasında rol oynamaktadır (Dikeman, 2007). Owen ve arkadaşları (1992) tarafından yapılan bir çalışmada, domuz yemlerine ilave edilen L-karnitinin büyüme performansını etkilemeden sırt yağı kalınlığını azalttığı tespit edilmiştir.

İnorganik bir kaynak olan magnezyumun yem katkısı olarak kullanımının kuzu etinin duyuşal özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir (Hernandez-Calva ve ark., 2013). Ayrıca çalışmalarda yemlere magnezyum ilavesinin domuz etinde renk gelişimi üzerine etkili olduğu, pH'yı arttırdığı (Otten ve ark., 1992) ve sızma kaybını azalttığı gözlemlenmiştir (Schaefer ve ark., 1993). Magnezyum ile birlikte manganez de yem katkıları olarak kullanılmakta ve magnezyuma benzer fonksiyonlar göstermektedir (Apple ve ark., 2007).

Diğer bir yem katkısı olan niasin, birçok hayvan için kritik biyokimyasal vücut fonksiyonlarına katkı olarak büyümeyi sağlayan bir B kompleks vitamindir. Niasin yetersizliğinde rasyondaki metabolik enerjiden yararlanma da azalmaktadır. Ayrıca yemden yararlanma azalmakta ve büyüme hızı yavaşlamaktadır (Dikicioğlu ve ark., 2000). Real ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan bir çalışmada niasinin yem verimliliğini arttırdığı, renk stabilitesini sağladığı, etin pH'sını yükselttiği ve fireyi düşürdüğü tespit edilmiştir. Vitamin B₃ olarak da adlandırılan niasin, canlı hücrelerde hidrojen transferinden sorumlu iki koenzimin komponenti olarak fonksiyon göstermektedir. Nikotinamin adenin dinükleotid (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADP) adı verilen koenzimler ayrıca karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmaları ile ilgili reaksiyonlarda anahtar rol oynamaktadır (Dikicioğlu ve ark., 2000).

Domuzlar, kanatlılar ve sığırlar üzerine yapılan birçok çalışmada, selenyumun karkas kalitesi ve gelişimi üzerine yararlı etkilerinin olduğu belirtilmektedir (Close, 1999). Besi sığırlarında yapılan çalışmalar incelendiğinde organik ve inorganik selenyum katkılarının et kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı görülmüştür. Yapılan bir çalışmada selenyumca zengin maya veya sodyum selenit katkısının besi sığırlarında et kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmış olup, kontrol grubundaki hayvanların karaciğerlerindeki toplam selenyum düzeyinin 0.55 mg/kg olduğu buna karşılık selenyumca zengin maya katkılı grupta 0.86 mg/kg, sodyum selenit katkılı grupta da 0.72 mg/kg olduğu ifade edilmiştir (Juniper ve ark., 2008).

Betain birçok bitki ve hayvan türlerinde doğal olarak bulunan bir bileşendir. Betainin karkas kompozisyonu ve büyüme performansı üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, sığır yemlerine betain ilavesinin hücreler arası lipid içeriğini ve böbrekleri saran yağ kalınlığını azalttığı tespit edilmiştir (Fernandez ve ark., 2000). Betainin et kalitesi üzerine etkilerine yönelik literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır ancak betain bazı ülkelerde domuzların büyüme performansını arttırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Dikeman, 2007).

Sonuç

Metabolik düzenleyici bileşenler hayvan sağlığı ve veriminin artırılması yanında yemin daha uzun süre değerinin korunarak kullanılmasına olanak sağlayan maddelerdir. Yeme ilave edilmelerinin yanı sıra aşı uygulamaları da mevcuttur. Ancak bu bileşenlerin karkas kompozisyonu ve et kalitesi üzerine bazıları pozitif bazıları negatif etkiler gösterebilmektedir. Bu nedenle uygulama periyodunda kontrollü kullanımına dikkat edilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu bileşenlerin etkileri bazı yem katkıları ile birlikte kullanımında artabilmektedir. Et kalitesinin geliştirilmesinde bu faktörlerin göz önünde bulundurulmasının ve sınırlı miktarlarda kullanılan bu bileşenlerin daha fazla literatür çalışmalarıyla desteklenerek olumlu etkilerinin ortaya konulmasının fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Aalhus, J.L., Best, D.R., Costello, F., Schaefer, A.L., (1996): The effects of porcine, somatotropin on muscle fibre morphology and meat quality of pigs of known stress susceptibility. *Meat Science*, 45(3): 283-295.
- Apple, J.K., Roberts, W.J., Maxwell Jr., C.V., Rakes, L.K., Friesen, K.G., Fakler, T.M. (2007): Influence of dietary inclusion level of manganese on pork quality during retail display. *Meat Science*, 75: 640-647.
- Arnold, R.N., Arp, S.C., Scheller, K.K., Williams, S.N., Schaefer, D.M. (1993): Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. *Journal of Animal Science*, 71: 105-118.
- Asghar, A., Gray J.I., Booren, A.M., Gomaa, E.A., Abouzied, M.M., Miller, E.R., Buckley, D.J. (1991): Effects of supranutritional dietary

- vitamin E levels on subcellular deposition of α -tocopherol in the muscle and on pork quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 57: 31-41.
- Avendano-Reyes, L., Torres-Rodriguez, V., Meraz-Murill, F.J., Perez-Linares, C., Figueroa-Saavedra, F., Robinson, P.H. (2006): Effects of two α -adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 84(2): 3259-3265.
- Boleman, S.L., Boleman, S.J., Bidner, T.D., Southern, L.L., Ward, T.L., Pontif, J.E., Pike, M.M. (1995): Effect of chromium picolinate on growth, body composition, and tissue accretion in pigs. *Journal of Animal Science*, 73: 2033-2042.
- Boleman, C.T., McKenna, D.R., Ramsey, W.S., Peel, J.W., Savell, J.W. (2004): Influence of feeding vitamin D₃ and aging on the tenderness of four lamb muscles. *Meat Science*, 67: 185-190.
- Buckley, D.J., Morrissey, P.A., Gray, J.I. (1995): Influence of Dietary Vitamin E on the Oxidative Stability and Quality of Pig Meat. *Journal of Animal Science*, 73: 3122-3130.
- Cheah, K.S., Cheah, A.M., Krausgrill, D.I. (1995): Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. *Meat Science*, 39: 255-264.
- Close, W.H. (1999): Organic minerals for pigs: An update. In Lyons, T.P., Jacques, K.A. (Eds.), *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 15th Annual Symposium*. Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 51-60.
- Dalke, B.S., Roeder, R.A., Kasser, T.R., Veenhuizen, J.J., Hunt, C.W., Hinman, D.D., Schelling, G.T. (1992): Dose-response effects of recombinant bovine somatotropin implants on feedlot performance in steers. *Journal of Animal Science*, 70: 2130-2137.
- Dikeman, M.E. (2003): Metabolic modifiers and genetics: Effects on carcass traits and meat quality. *Brazilian Journal of Food Technology (Special issue)*, 6:1-38.
- Dikeman, M.E. (2007): Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. *Meat Science*, 77(1): 121-135.
- Dikicioğlu, T., Yiğit, A.A., Özdemir, E. (2000): Niasinin yumurta verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü. Dergisi*, 40(2): 65-74.
- Du, M., Ahn, D.U. (2002): Effects of dietary conjugated linoleic acid on the growth rate of live birds and on the abdominal fat content and quality of broiler meat. *Poultry Science*, 81(3): 428-433.
- Dunshen, F.R., D' Souza, D.N., Pethick, D.W., Harper, G.S., Warner, R.D. (2005): Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science*, 71(1): 8-38.
- Fernandez, C., Lopez-Saez, A., Gallego, L., Fuente, J.M. (2000): Effect of source of betaine on growth performance and carcass traits in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 86(1-2): 71-82.
- Fiems, L.O. (1987): Effects of β -adrenergic agonists in animal production and their mode of action. *Annales Zootechnie*, 36(3): 271-290.
- Fuh, M., Haung, S., and Lin, T., (2004). Determination of residual anabolic steroid in meat by gas chromatography-ion trap-mass spectrometer. *Talanta*, 64(2): 408-414.
- Guidera, J., Kerry, J.P., Buckley, D.C., Lynch, P.B., Morrissey, P.A. (1997): The effect of dietary vitamin E supplementation on the quality of fresh and frozen lamb meat. *Meat Science*, 45(1): 33-43.
- Hansen S., Frylinck, L., Strydom, P.E., (2012): The effect of vitamin D₃ supplementation on texture and oxidative stability of beef loins from steers treated with zilpaterol hydrochloride. *Meat Science*, 90(1): 145-151.
- Hernandez-Calva, L.M., Ramirez-Bribiesca, J.E., Guerrero-Legaretta, I., Hernandez-Cruz, L., Avendano-Reyes, L., Dominguez-Vara, I., McDowell, L. (2013): Influence of dietary magnesium and selenium level on growth-performance and carcass-meat quality in finishing diets for feedlot Pelibuey lambs. *Archiv Tierzucht*, 56(30): 303-314.
- Hope-Jones, M., Strydom, P.E., Frylinck, L., Webb, E.C. (2010): The efficiency of electrical stimulation to counteract the negative effects of β -agonists on meat

- tenderness of feedlot cattle. *Meat Science*, 86(3): 699-705.
- Johnson, B.J., Reinhardt, C.D. (2009): Growth Promotants for Beef Production: Anabolic Steroids; Performance Responses and Mode of Action. *Food Animal Practice*, pp. 643-651.
- Juniper, D.T., Phipps, R.H., Ramos-Morales, E., Bertin, G., (2008). Effect of dietary supplementation with selenium-enriched yeast or sodium selenite on selenium tissue distribution and meat quality in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 86(11): 3100-3109.
- Konyalıoğlu, S. (2001): Et kalitesi üzerine diyetle alınan E vitamininin etkileri. *Hayvansal Üretim*, 42(2): 25-36.
- Köknaroğlu, H., (2007). Beslemenin sığır eti konjuge linoleik asit miktarına etkisi. *Hayvansal Üretim*, 48(1): 1-7.
- Lawrence, R.W., Doyle, J., Elliott, R., Loxton, I., McMeniman J.P., Norton, B.W., Reid, D.J., Tume, R.W. (2006): The efficacy of a vitamin D₃ metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from *Bos indicus* cattle. *Meat Science*, 72(1): 69-78.
- Lee, C.Y., Lee, H.P., Jeong J.H., Baik, K.H., Jin, S.K., Lee, J.H., Sohnt, S.H. (2002): Effects of restricted feeding, low-energy diet and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth, carcass traits and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein-3 in finishing barrows. *Journal of Animal Science*, 80(1): 84-93.
- Macit, M., Aksakal, V., Emsen, E., Aksu, M.I., Karaoglu, M., Esenbuga, N. (2003): Effects of vitamin E supplementation on performance and meat quality traits of Morkaraman male lambs. *Meat Science*, 63(1): 51-55.
- McKeith, F.K., Lan, Y.H., Beermann, D.H., (1994): Low Fat Meats. In Hafs, H.D., Zimbleman R.G. (Eds.), Sensory characteristics of meat from animals given partitioning agents. Academic Press Inc., San Diego, CA, pp. 233-252.
- Montgomery, J.L., Carr, M.A., Kerth, C.R., Hilton, G.G., Price, B.P., Galyean, M.L., Horst, R.L., Miller, M.F. (2002): Effect of vitamin D₃ supplementation level on the postmortem tenderization of beef from steers. *Journal of Animal Science*, 80(4): 971-981.
- Muğlalı, Ö.H., Çetinkaya, N., Güler, A., Göğüş, U., Ulutürk, S. (2002): Koyunlarda E vitamini takviyesinin kan ve süt E vitamini ile süt tiyobarbiturik asit miktarı üzerine etkisi. *Turkish Journal of Veterinary&Animal Science*, 26: 901-907.
- Oka, A., Maruo, Y., Miki, Takahiro, Yamasaki, T., Saito, T. (1998): Influence of vitamin A on the quality of beef from the Tajima strain of Japanese Black Cattle. *Meat Science*, 48, (1-2),159-167.
- Otten, W., Berrer, A., Hartmann, S., Bergerhoff, T., Eichinger, H.M. (1992): Effects of magnesium fumarate supplementation on meat quality in pigs. In *38th International Congress of Meat Science and Technology*, Clermont-Ferrand, France.
- Owen, K.Q., Weeden, T.L., Nelssen, J.L., Goodband, R.D. (1992): The effect of L-carnitine additions on performance and carcass characteristics of growing-finishing swine. *Swine Day (Conference)*, Manhattan, KS, pp.117-121.
- Özsan, E. (2005): Diyetel konjuge linoleik asidin erkek broilerde aşılama sonrası oluşan katabolik etkilerinin azaltılması ve bazı organ ağırlıkları üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Preston, R.L. (1999): Hormone containing growth promoting implants in farmed livestock. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 38(2): 123-138.
- Ripoll, G., Joy, M. Munoz, F. (2011): Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modified atmosphere packaged light lamb meat. *Meat Science*, 87(1): 88-93.
- Sante, V.S., Lacourt, A. (1994): The effect of dietary α -tocopherol supplementation and antioxidant spraying on colour stability and lipid oxidation of turkey meat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 65(4):503-507.
- Schaefer, A.L., Murray, A.C., Tong, A.K.W., Jones, S.D.M., Sather, A.P. (1993): The effect of antemortem electrolyte therapy on

- animal physiology and meat quality in pigs segregating at the halothane gene. *Canadian Journal of Animal Science*, 73(2): 231-240.
- Strydom, P.E., Frylinck, L., Montgomery, J.L. and Smith, M.F. (2009): The comparison of three β -agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. *Meat Science*, 81(3): 557-564.
- Tipton, N.C., King, D.A., Paschal, J.C., Hale, D.S. and Savell, J.W. (2007): Effects of oral vitamin D3 supplementation and supplement withdrawal on the accumulation of magnesium, calcium and vitamin D in the serum, liver, and muscle tissue and subsequent carcass and meat quality of *Bos indicus* influenced cattle. *Meat Science*, 75(1): 150-158.
- Türkmen, İ.İ., Biricik, H., Deniz, G., Gezen, Ş., Tuncer, Ş.D., Çolpan, İ., Küçükersan, K., Küçükersan, S., Yalçın, S., Şehu, A., Saçaklı, P., Ergün, A., Yıldız, G. (2011): Temel Yem Bilgisi ve Hayvan Besleme. Anadolu Üniversitesi Web-ofset Tesisleri, Eskişehir.
- Wang, W.J., Wang, S.P., Gong, Y.S., Wang, J.Q., Tan, Z.L. (2007): Effects of vitamin A supplementation on growth performance, carcass characteristics and meat quality in *Limosin \times *Luxi* crossbreed steers fed a wheat straw-based diet. *Meat Science*, 77(4): 450-458.*
- Wolfrom, G.W., Ivy, R.E., Baldwin, C.D. (1985): Effects of growth hormone alone and in combination with Ralgro (Zeranol) in lambs. *Journal of Animal Science*, 61(1): 249.
- Yıldırım, M. (2011): Etlik piliç yemlerine farklı oranlarda ilave edilen konjuge linoleik asitin (KLA) piliç etindeki KLA miktarına ve et kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E.J., Ahn, D.U. (2010): Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86(1): 15-31.