



Organik Olarak Üretilen Yumurtaların Bazı Besinsel ve Duyusal Özelliklerinin İyileştirilme Olanakları[#]

Musa Karaalp^{1*}, Hacer Kaya², Vecihi Aksakal³

¹Gümüşhane Üniversitesi, Kelkit Aydın Doğan MYO, Veterinerlik Bölümü, 29600 Kelkit/Gümüşhane, Türkiye

²Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 69400 Demirözü/Bayburt, Türkiye

³Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Veterinerlik Bölümü, 69400 Demirözü/Bayburt, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

[#]27-29 Eylül 2017'de Bayburt / Türkiye'de düzenlenen '1st International Organic Agriculture and Biodiversity' kongresinde özet olarak sunulmuştur.

Araştırma Makalesi

Geliş 10 Ekim 2017

Kabul 18 Aralık 2017

Anahtar Kelimeler:

Organik yumurta
Besinsel ve duysal içerik
Kaba yem
Karotenoidler
Yağ asitleri

*Sorumlu Yazar:

E-mail: musakaraalp@hotmail.com

Ö Z E T

Organik olarak üretilen tavuk yumurtasının daha fazla besleyicilik ve duysal özelliklere sahip olmasının yanı sıra sağlığa zararlı herhangi bir madde içermemesi, tüketicinin öncelikli beklentilerindedir. Araştırmalar, beklenenin aksine; kafes yumurtaları ile organik yumurtaların kuru madde, lipit ve yağ asitleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığını göstermektedir. Organik yumurtanın kafes yumurtasına göre yaklaşık iki kat fiyata satılmasının sadece psikolojik ve etik motivasyon taşıdığı bildirilmektedir. Avrupa Birliği Konseyi organik yumurta üretiminde tavukların bazal rasyonun yanı sıra yeşil kaba yem materyallerine erişimini de gerekli görmektedir. Ancak bu erişimin sağlanması durumunda, organik olarak üretilen yumurta tüketici beklentilerine karşılık verebilir. Araştırmalar ülkemiz Organik Tarım Kanuna göre tavuk başına ayrılan 4 m²'lik gezinti alanının bu talepleri karşılama yeterli olmadığını göstermektedir. Bu durum tavuklara ayrılan gezinti alanının çeşitli yem bitkileri ile rotasyona uygun olarak ekili olmasını sağlayacak şekilde artırılmasını veya gezinti alanına dışarıdan ilave yeşil kaba yem materyallerinin getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Böylece fonksiyonel gıda özelliği olan bir ürün elde etmenin yanı sıra gaga ve kanibalizmin azalarak hayvan refahının arttığı bir üretim tarzına ulaşılmış olacaktır. Bu derlemede organik yumurta üretiminde başta karotenoidler olmak üzere yağ asitleri gibi kimyasal içeriklerin artırılması ile renk, koku ve tat gibi duysal özelliklerin iyileştirilme olanaklarına yönelik uygulamalara yer verilmiştir.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 5(13): 1802-1809, 2017

Improvement Possibilities of Some Nutritional and Sensory Properties of Organically Produced Laying Hen Eggs

ARTICLE INFO

Research Article

Received 10 October 2017

Accepted 18 December 2017

Keywords:

Organic egg
Nutritional and sensory properties
Roughage
Carotenoids
Fatty acids

*Corresponding Author:

E-mail: musakaraalp@hotmail.com

ABSTRACT

Organically produced chicken eggs have more nutritional and sensory properties, and they do not contain any harmful substances to the health of the consumer. Research has shown that, unlike what is expected, there is no significant difference between dry matter, lipid and fatty acids of eggs produced in cages and organic. It has been reported that sold the organic egg about two times fee according to the cage egg has only psychological and ethical motivation. The Council of the European Union considers it necessary for chickens to have access to green roughage materials as well as basal rations in the production of organic eggs. However, if this access is provided, the organically produced egg may respond to consumer expectations. The studies shows that the 4m² outdoor area allocated per chicken according to Turkey's Organic Agriculture Legislation is not enough to meet these demands. This situation necessitate an increase in the outdoor area separated to the chickens so as to provide rotation with the various plants or the supply of additional green feed materials to the outdoor area. Thus, in addition to obtaining a product with functional food characteristics, a production mode in which animal welfare is increased by the decrease of pecking and cannibalism will be attained. In this review, it is mentioned what applications are increasing the chemical contents such as carotenoids, fatty acids and improving the sensory properties such as color, smell and taste in organic egg production.

Giriş

Tavuk yumurtası insan beslenmesi, gıda endüstrisi, ilaç ve kozmetik endüstrisinde çok amaçlı kullanılan gıdalardan birisidir. Tüketicinin beslenme bilincinin artmasıyla, yumurta kalitesi üzerinde önemle durulan bir konu haline gelmiştir. Organik ve konvansiyonel sistemlerde yetiştirilen yumurta tavuklarının yumurta kalite özelliklerini araştırmak ve karşılaştırmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Matt ve ark., 2009). Son 20 yıl içerisinde üzerinde durulan alternatif üretim sistemleri, kanatlıların refah düzeyini artırabildiği ve tavukların doğal davranışlarını sergileyebildiği barınma sistemlerini içermektedir. Serbest dolaşım ve organik sistemde yetiştirilen tavuklar serbestçe hareket edebilme, koşma, uçma ve toprakta eşelenme gibi davranışlarda bulunabilirler. Ayrıca olumlu ve olumsuz çok farklı çevre şartlarına maruz kalabilirler. Organik tarım sistemi, çevresel değişiklikler ve sert hava koşullarına daha az duyarlı olması gereken yerel genotiplerin yetiştirilmesini önermektedir (Rizzi ve ark., 2007).

2018 yılından itibaren, ülkemizde (Anonim, 2015) ve Avrupa Birliği ülkelerinde (Anonymous, 2014) organik kanatlı yemlerinin %100 organik olması zorunlu kılınmıştır. Bu tarihe kadar tarımsal kaynaklı yemin kuru maddesi üzerinden yıllık en fazla %5 oranında konvansiyonel yem kullanılabilir. Bu nedenle organik üretimde verimi artırmak ve kaliteli yumurta elde etmek için rasyonu dikkatli bir şekilde dengelemek gereklidir. Dolayısıyla, yumurtacı tavuklara sağlanan protein kaynaklarının hayvanın esansiyel aminoasit gereksinimini karşılayacak nitelikte olması gereklidir (Hammershøj ve Steinfeldt, 2005).

Organik olarak üretilen yumurtanın daha sağlıklı, daha besleyici, daha iyi duyuşsal özelliklere sahip olduğu ve üretim esnasında hayvan refahına önem verildiği düşüncesi tüketici talebini artıran faktörleri oluşturmaktadır (Giannenas ve ark., 2009). Bununla birlikte araştırmalar, kafes yumurtaları ile organik yumurtaların kuru madde, lipid ve yağ asitleri gibi temel bileşenler bakımından benzer olduğunu göstermektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde organik yumurtanın sadece psikolojik ve etik motivasyon nedeniyle kafes yumurtasının yaklaşık iki katı fiyata satıldığı bildirilmektedir (Hidalgo ve ark., 2008). Ancak organik yumurta üretiminde gıda güvenliği, daha temiz çevre ve hayvan refahı gibi olumlu yönlerin göz ardı edilmemesi gerekir.

Avrupa Birliği Konseyi organik yumurta üretiminde tavukların, bazal rasyonun yanı sıra yeşil kaba yemlere ulaşabilmelerinin de gerekli olduğunu belirtmektedir. Organik tarım düzenlemelerine göre yumurta tavuğu başına ayrılan 4 m²'lik gezinti alanı (Anonim, 2014, Anonymous, 2014), doğal davranışlar için yeterli olsa da, tüketici beklentilerini karşılamada yeterli olamayacağını araştırma sonuçları net olarak göstermektedir (Cherian ve ark., 2002; Hidalgo ve ark., 2008; Matt ve ark., 2009; Samman ve ark., 2009; Küçükyılmaz ve ark., 2012a). Bunun dışında söz konusu alanın bitki vejetasyonu ile yumurta kalite özelliklerini iyileştirmede ve bunları sürekli standart halde tutmada yeterli olması mümkün değildir. Alanın yetersizliğine değişen iklim koşullarının da eklenmesi, tüketici beklentilerini karşılanamaz bir noktaya taşımaktadır.

Yumurta kalitesini genel olarak tavukların genetik ve sağlığı, rasyonun besin madde içeriği ve çevre gibi faktörler etkileyebilmektedir. Organik yumurta üretiminde, rasyonun bir parçası olarak ya serbest dolaşım alanında bulunan ya da çiftçinin dışarıdan temin ettiği "kaba yem materyaline" tavukların ulaşabilmesinin zorunlu olduğu ifade edilmektedir (Steenfeldt ve Hammershøj, 2015).

Organik yumurta üretiminde tavukların serbest dolaşım alanlarında tutulması, bazı sürülerde şiddetli düzeylerde kanibalizme neden olan tüy çekme gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Serbest dolaşım alanına sahip yetiştirme sistemlerinde yeşil kaba yem materyalinin rasyona ilave edilmesi, beslenmeyle geçirilen süreyi artırdığı için gagalama ve kanibalizmin azaltılmasında etkili olabileceği bildirilmektedir (Wechsler ve Huber-Eicher, 1998).

Bu amaçla literatürde tüketici beklentilerinin karşılanabilmesi için işletmede tavuklara ayrılan gezinti alanının artırılması, alanın çeşitli yem bitkileriyle zenginleştirilmesi, ekili alanın münavebeli otlamaya uygun olması, bitki örtüsünün zayıfladığı ya da olmadığı kış mevsiminde ise gezinti alanına dışarıdan özellikle suca zengin kaba yem materyallerinin eklenmesi konuları üzerinde durulmaktadır (Horsted ve ark., 2006; Hammershøj ve ark., 2010; Hammershøj ve Steinfeldt, 2012; Hammershøj ve Steinfeldt, 2015; Hammershøj ve Johansen, 2016). Bu derlemede organik yumurtada tüketici ilgisinin daha fazla olabileceği karotenoidler başta olmak üzere renk, yağ asitleri, koku ve tat gibi içerik ve özelliklerin iyileştirilme olanaklarına yönelik uygulamalara yer verilmiştir.

Organik ve Kafes Yumurtasının Bazı Fizikokimyasal Özellikler Bakımından Karşılaştırılması

Üretilen organik ve kafes yumurtaların farklı içerikler bakımından karşılaştırılması ile ilgili tüketici beklentilerini boşa çıkarabilecek ilginç araştırma sonuçlarıyla karşılaşılmaktadır. Matt ve ark. (2009), organik ve konvansiyonel olarak üretilen tavuk yumurtalarının bazı besin madde içeriklerini karşılaştırdıkları çalışmada organik yumurtaların konvansiyonel olanlara göre yağ asitleri, protein, sodyum ve kuru madde içerikleri bakımından farklı, kolesterol içeriği bakımından %30 daha yüksek (489'a karşılık 341 mg/100 g), kalsiyum içeriği bakımından 2,8 kat daha düşük (13,6'ya karşılık 38,2 mg/100 g) olduğunu bildirmişlerdir. Organik ve konvansiyonel olarak üretilen her 100 g yumurta sarısındaki vitamin A sırasıyla 0,46 ve 0,57, α - tokoferol 6,2 ve 14,9 ve vitamin D₃ 0,008 ve 0,014 mg olarak tespit edilerek, söz konusu vitaminler bakımından konvansiyonel yumurtanın daha zengin çıkması, konvansiyonel yeme vitamin premiks ilavesine bağlanmıştır.

Cherian ve ark. (2002), kafes ve organik yumurtalarda toplam lipid, doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış, omega-3 (n-3) ve omega-6 (n-6) yağ asit içerikleri bakımından önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Organik ve kafes yumurta sarısında n-3 yağ asitlerinin benzer olduğunu bildirilen çalışmaların

ortak özelliği, çalışmada kullanılan organik yumurtaların piyasadan temin edilmiş olmasıdır (Cherian ve ark., 2002; Hidalgo ve ark., 2008; Samman ve ark., 2009). Üretilen her iki yumurta çeşidinde pestisit ve polychlorinated biphenyl izomeri kalıntısı bileşiklerinin bulunmadığının (Matt ve ark., 2009) belirtilmesi de, bu alandaki çalışmaların ilginç sonuçlarından diğer bir tanesidir.

Küçükyılmaz ve ark. (2012a) organik yumurtaların kolesterol ve protein içeriğinin kafes yumurtalarından farksız olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada yumurta sarısındaki n-3 yağ asitlerinin kafes yumurtalarında daha fazla olduğu da gözlemlenmiştir. Ayrıca Küçükyılmaz ve ark. (2012b), organik yumurtaların kafes yumurtalarına göre yumurtanın yenilen kısmında fosfor ve çinko minerallerince önemli derecede daha düşük olduğunu; kül, kalsiyum, magnezyum, demir ve bakır bakımından ise farksız olduğunu belirtmişlerdir. Konvansiyonel sistemde üretilmiş yumurtalarda daha yüksek sarı renk değerleri bildirilmiştir (Minelli ve ark., 2007; Hidalgo ve ark., 2008; Küçükyılmaz ve ark., 2012a). Organik yumurtaların kafes yumurtalarına göre daha düşük β -karoten içermesi ve daha açık sarı renkte olmasına sentetik ksantofil ilavesinin yasaklanması (Minelli ve ark., 2007; Hidalgo ve ark., 2008) ve kümes dışındaki otlaktan alınan doğal pigmentlerin eksikliğinin neden olduğu rapor edilmiştir (Minelli ve ark., 2007).

Organik ve konvansiyonel kanatlı yetiştirmede hayvanlara sunulan yem ve/veya yem hammaddelerinin kimyasal içerikleri birbirinden farklı olmadıkça, yumurtadaki kimyasal içeriklerin de farklı olması beklenemez. Bu nedenle organik ve kafes yumurtalarının besin ve diğer maddeler bakımından benzer olması olağan bir durum olarak düşünülmelidir. Ancak organik yetiştirilen tavukların mevzuatta belirtilen yem ve katkı maddelerini tüketmeleri sonucunda daha sağlıklı yumurta üretmeleri, artan hayvan refahı ve çevre bilinci, tüketici için tercih nedeni olabilir.

Her iki üretim sisteminde üretilen yumurtaları inceleyen Minelli ve ark. (2007)'nin yaptığı bir çalışmada, organik yumurtaların kafes yumurtalarına göre hem daha hafif hem de yumurta kabuk mukavemeti bakımından daha düşük olduğu görülmüştür. Bu sonuç organik diyetin tavuktan maksimum verim almak için gerekli olan mikro besin maddelerini içermemesi ile ilişkili bulunmuştur. Zıt bir açıklamada bulunan Hidalgo ve ark. (2008) ise, organik yumurtaların kafes yumurtalarından daha ağır ve kabuk mukavemetinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Cherian ve ark. (2002), organik yumurtanın kafes yumurtasına göre daha düşük sarı oranı ve daha yüksek yumurta akı oranına sahip olduğunu belirlemiştir.

Organik Yumurtanın Besin ve Duyusal Özelliklerinin İyileştirilmesine Yönelik Uygulamalar

Yumurtanın bazı besinsel bileşenleri ve duysal özelliklerinin diyet, yaş, genotip, yetiştirme tarzı (Rizzi ve Chiericato, 2010), lokasyon ve çiftlik büyüklüğü (van Ruth ve ark., 2011) gibi faktörlerce nasıl etkilendiği bundan sonraki başlıklar altında irdelenecektir.

Gezinti Alanının Artırılması

Gezinti alanının artırılması, tavukların gün içerisinde bu alanda ekili çeşitli bitkileri tüketmesi için yararlı olabilir. Tavukların gezinti alanında istedikleri zaman bitki tüketebilmesi, bitki vejetasyonunun sürekliliği ile mümkün olabilir. Bu sürekliliği sağlamak ise dolaşım alanının artırılması ve tavukların dönüşümlü olarak gezinti alanında otlamasına izin vermekle olası hale gelir. Üretim döneminin uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda vejetasyonun devamlılığı, etlik piliçlere nazaran yumurta tavuklarında daha da gereklidir. Mevzuatta yumurtacı civcivlerin 3 günlük yaşı tamamlamadan önce, yetiştiriciliği yapılacak işletmeye gönderilmesine izin verilmektedir (Anonim, 2014). Organik yetiştirildiği işletmede civciv, piliç, yumurta öncesi dönem ve yumurtlama dönemlerindeki tavukların hayatlarının en az 1/3'ünde kümes dışına çıkmaları gerektiğinden, kanatlıların gezinti alanında sürekli olarak kaba yem tüketmesi de mümkün olamayabilecektir.

Küçükyılmaz ve ark. (2012a), mevzuatta organik yetiştirmeye uygun olan alanda bulundurulmuş yumurtacı piliçlerin gezinti alanındaki bitkileri hızla tükettiğini ve yumurtlama safhasında ise bu alanda bitki örtüsünün kalmadığını vurgulamışlardır. Mugnai ve ark. (2013), bahar mevsiminde tavuk başına 10 m² mera otuna erişimin, diğer mevsimlerde (kış, yaz ve sonbahar) ve otlak görmemiş tavukların yumurta sarısına göre bazı yağ asitlerini (palmitoleik, oleik asit, linolenik ve DHA) artırdığını görmüşlerdir. Aynı çalışmada uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin (>C20) 3-5 kat önemli artış göstermiştir. Bununla birlikte, sürünün tamamının artan alanda homojen bir şekilde dağılım göstermemesi dikkat edilmesi gereken farklı bir durumdur (Hammershøj ve Johansen, 2016). Gezinti alanı tavuk başına 4 m²'den 10 m²'ye kadar artırılması ve bu alanın çimle desteklenmesi ile organik yumurta sarısındaki toplam karotenoid miktarının (1150-1950 µg/100 g) kafes yumurtalarına göre (740-760 µg/100 g) arttığı belirtilmektedir (Mugnai ve ark., 2009). Tavuk başına gezinti alanının artmasıyla organik yumurta Roche Sarı Renk (RCF) değeri (9,7'den 11,2'ye) (Mugnai ve ark., 2009) ve yumurta sarısı lutein içeriğinin (0,55 ila 1,39 mg/100 g) (Mugnai ve ark., 2013) yükseldiği belirtilmektedir. Artan söz konusu değerler tavukların daha fazla çim tüketmesiyle ilişkili bulunmuştur.

Artırılan gezinti alanında çeşitli bitkilerin sürekli bulundurulabilmesi uygun iklim ve mevsim ile ucuz ve uygun arazi koşullarına bağlı olduğu için, tüm işletmeler için bu durum ekonomik veya mümkün değildir. Bu nedenlerden dolayı bilimsel çalışmalarda alternatif uygulama arayışları ve bunların uygulanabilirliği üzerinde durulmaktadır. Bundan sonraki başlıklarda bu arayışlar hakkında bilgi verilecektir.

Yeşil Kaba Yeme Ulaşımının Artırılması

Avrupa Birliği Konseyi (Anonymous, 2007) organik yumurta üretiminde konsantre yemin yanında kaba yeme ulaşımının da gerekli olduğunu belirtmektedir. Ülkemiz Organik Tarım Kanunu'nda ise kanatlı rasyonlarına kaba yem, taze veya kuru ot veya silajın eklenmesi gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2014). Gezinti alanında çimlerin bulunması durumunda 100 g konsantre yeme ek olarak yeşil yem kökenli tavuk başına tüketilen kuru madde

miktarının 30-40 g/gün (Hughes ve Dun, 1983) olabileceği belirtilmektedir. Tavukların gezinti alanında istediği zaman kaba yem materyaline ulaşması, bu alanda yetiştirilen mera bitkisinin sürekli mevcudiyeti veya bu alanda hayvana sunulan silaj ve sebzeler ile mümkün olabileceğine dikkat çekilmektedir (Hammershøj ve Steenfelt, 2012). Ancak farklı iklim ve mevsim koşulları dikkate alındığında her yerde standart bir uygulama yapılamayacağı yadırganamaz bir gerçektir. Yeşil kaba yem materyallerinin yumurta kalite özelliklerine etkisi hakkında çok az araştırma yapılmıştır. Bununla birlikte, yumurtacı tavukların nispeten yüksek miktarda yeşil kaba yem materyallerini tüketmeleri, yumurtaların karotenoidler (Hammershøj ve ark., 2010), esansiyel amino asitler, vitaminler, mineraller (Kovacs-Nolan ve ark., 2005) ve yağ asitleri (Hammershøj ve Steenfelt, 2012; 2015; Hammershøj ve Johansen, 2016) içeriklerini artırmada önemli potansiyele sahip olduğu vurgulanmaktadır.

Tüketici için düşük yağ içeriği veya insan sağlığı için risk oluşturabilecek diğer faktörler, ürünün değerlendirilmesinde önemlidir. Tek mideli olan insan ve tavuklarda vücut yağ dokusunun yağ asit bileşimi hem hepatik lipogenezis hem de diyetin kimyasal bileşiminden etkilenir (Rizzi ve Chiericato, 2010). Yağca zengin olan yeşil kaba yem materyallerinde bulunan spesifik yağ asitlerinin yumurta sarısına aktarılması, yumurta kalitesi ve hayvana sunulan yeşil kaba yem materyali çeşitlerini artırmada ilginç çalışma alanları olarak değerlendirilmektedir (Woods ve Fearon, 2009). Ayrıca, rasyon ve yeşil kaba yem materyallerinden gelen tat/lezzetler ya doğrudan ya da bu materyallerin ilavesi ile bağırsağın değişen mikroflorasının bir sonucu olarak yumurtaya transfer edilebilir (Tserveni-Gousi, 2001) ve bu sayede yumurtaya yeni aromalar getirebilir (Richter ve ark., 2002). Bu nedenle tavukları farklı aromatik bitkiler, silaj ve sebzeler ile beslemenin organik yumurta kalite parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Hammershøj ve Steenfelt (2005), yeşil kaba yem materyali olarak mısır silajına karıştırılan kuru aromatik bitkiler ile taze lahana kullanımının fonksiyonel gıda özelliği olan bir ürün elde etmenin yanı sıra gagalama ve kanibalizmi azaltarak hayvan refahının artırılabilirdiği bir üretim tarzına ulaşılabilirliğini bildirmişlerdir.

Mısır ve yonca silajı, lahana, çim, yonca, korunga, çayırotu, üçgül, ısırgan otu, küçük çayır düğmesi, çeşitli aromatik bitkiler (kekik, fesleğen vb.), gazal boynuzu otu, hindiba, sinirli ot, havuç, aynı sefa ve kadife çiçeği kaba yem kaynağı olarak gezinti alanında yetiştirilebilecek ya da dışarıdan temin edilerek tavuklara sunulabilecek bitkiler olarak belirtilmektedir. Ayrıca bu bitkilerin yumurta sarısı yağ asitleri, renk ve diğer bazı duyuşal özellikleri üzerine etkileri görüldüğü veya görülebileceği bildirilmiştir (Hammershøj ve Johansen, 2016).

Yumurta sarı rengi ve karotenoidleri üzerine etkileri: Literatürde, yumurta üretim sistemlerinde yumurtanın karotenoid içeriği ve yumurta sarısı rengi üzerine çok yoğunlaşmıştır (Hammershøj ve Steenfelt, 2012). Yumurta sarısı rengi, tavuk diyetindeki sarı (lutein, zeaksantin, apo-ester) ve kırmızı (kantaksantin, sitraksantin, astaksantin) karotenoidler veya ksantofillerden kaynaklanmaktadır (Beardsworth ve Hernandez, 2004). Yumurta sarısı rengi besleyicilik,

tazelik ve pişirme özellikleri üzerine ilgisi olmasa da, tüketiciler için en önemli yumurta kalite parametrelerinden biridir. Bu nedenle, organik üretimde %100 organik yem bileşenleri ile yumurta sarı renginin tercih edilen seviyesini sağlamak için yeterli doğal ksantofil içeriğine sahip yem bileşenleri olması çok önemlidir (Hammershøj ve Steenfelt, 2005). Hem kahverengi hem de beyaz üretilen organik yumurtaların RCF değerinin, kafes yumurtalarından daha düşük olduğu belirtilmektedir (Küçükylmaz ve ark., 2012a). Gezinti alanında yeşil kaba yem materyalinin neredeyse olmadığı yaz mevsiminde üretilen organik yumurtaların RCF değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür (Mugnai ve ark., 2009). Hammershøj ve Steenfelt (2012), bazal rasyona *ad libitum* olarak taze lahana yaprağı ilavesinin yumurta sarı renk değişkenleri olan L* (daha parlak), a* (daha kırmızı) ve b* (daha sarı) parametreleri üzerine önemli etkilerini tespit ettikleri çalışmada, mısır silajına eklenen kekik ve fesleğen gibi aromatik bitkilerin (15 veya 30 g/kg silaj) ise yumurta sarı renk değişkenleri üzerine etkisinin az olduğunu bildirmişlerdir. Lutein, violaksantin, neoksantin ve β -karoten gibi bileşenlerden oluşan karotenoidlerin en iyi kaynağı olarak α -ve β -karoten içeren havuç, mısır ve yonca gibi bitkiler öne çıkmaktadır (Hammershøj ve Steenfelt, 2005).

Yonca, yumurta tavukları için kurutulmuş yonca unu olarak daha iyi bilinse de, silaj olarak hem süt sığırlarının hem de organik yumurta tavuklarının beslenmesinde kullanılabilir (Hammershøj ve Steenfelt, 2015; Steenfelt ve Hammershøj, 2015). Yoncada yeşil yapraklı sebzelerde bulunan neoksantin ile birlikte lutein karotenoidleri ve turuncu renkte olan violaksantin bulunur (Nys, 2000). Çim, yonca silajı ile kıyaslanabilir miktarlarda lutein, zeaksantin ve β -karoten içerir (Skrivan ve Englmaierova, 2014). Karotenoidler bitkinin protein düzeyine paralel olarak artar ve yaprak karotenoid içeriği saplardan daha yüksektir. En yüksek karotenoid konsantrasyonu erken biçimlerde elde edilirken, bu miktar vejetasyonun ilerlemesi ile azalır (Hammershøj ve Johansen, 2016). Kg kuru madde bazında ksantofil miktarlarının havuçta 54 ila 65 mg ve mısırdaki 20 ila 25 mg aralığında değiştiği belirtilmektedir (Sikder ve ark., 1998). Yumurta tavuğu diyetlerinde mısır silajının (tahıllar ve koçanlar) yumurta sarı rengi üzerinde olumlu etkileri bildirilmiştir (Jeroch, 1986). Isırgan otunun kg'ında 366-525 mg lutein, 100-111 mg β -karoten ve 23-60 mg zeaksantin karotenoidlerini içerdiğini tespit eden Loetscher ve ark. (2013), ısırgan otunun önemli bir karotenoid olduğunu bildirmişlerdir. Lahana lutein ve β -karoten içeriğinin, mısır silajından yaklaşık olarak sırasıyla 30 ve 70 kat daha fazla olduğu, ayrıca β -karoten retinölün habercisi olmasına ve dolayısıyla yumurta sarısında düşük konsantrasyonlarda bulunmasına rağmen, rasyona lahana ilavesi yumurta sarılarında β -karoteni 4 kat artırmıştır (Hammershøj ve Steenfelt, 2012). Genel olarak, lutein yumurta sarısındaki karotenoidlerin önemli bir oranını (%72-83) oluşturur ve yumurta sarısındaki baskın olan ksantofil çeşididir (Hammershøj ve ark., 2010). Lutein, yaşa bağımlı maküla dejenerasyonuna karşı koruyucu bir role sahip olduğu için insan sağlığı açısından ilginç bulunmaktadır (Granado ve ark., 2003). Bununla birlikte zeaksantin kaba yem materyaline bağlı olarak yumurta sarısı içinde önemli ölçüde değişiklik göstermediği belirtilmiştir (Hammershøj ve Steenfelt, 2012).

Organik olarak üretilmiş yumurtaların, konvansiyonel yumurtalara göre 2-3 kat daha fazla lutein içerdiğinin (Leth ve ark., 2000) belirtilmesine karşın; konvansiyonel yumurtadaki lutein konsantrasyonunun, organik yumurtalara kıyasla 2-4 kat daha fazla olduğunu (Surai ve ark., 2000) bildiren çalışmalara da rastlanılmaktadır. Her iki sistemde üretilen yumurta sarısındaki ölçülen fazla lutein içeriği, üretim sisteminden ziyade tavuğun tükettiği konsantre ve yeşil kaba yemdeki karotenoid miktarıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Hammershøj ve Steinfeldt (2012), lahanaya ile beslenen tavukların yumurta sarısındaki lutein içeriğinin, mısır silajı alanlara göre 3 kat daha fazla olduğunu saptamışlardır. Ayrıca organik yumurta üretiminde yeşil kaba yemin türüne bağlı olarak rasyondaki karotenoid bileşiminin ve yumurta sarısı içinde birikimin bir yansımasının sonucu olarak sarının daha kırmızı ve sarı tonda olabildiği belirtilmektedir. Doğal çim bulunan dolaşım alanının 4 m²'den 10m²'ye artmasıyla flavonoid konsantrasyonunun yumurta sarısındaki düzeyi mevsimden bağımsız olarak en yüksek iken, albümindeki konsantrasyonu yetiştirme sistemine ve mevsime daha az bağımlı bulunmuştur (Mugnai ve ark., 2013).

Yumurta sarısı yağ asitleri üzerine etkileri: İnsan diyetindeki n-6/n-3 esansiyel yağ asitleri optimal oranının 3-5 civarında olması gerektiği, buna karşılık modern yaşam tarzında bu oranın 15 ile 16,7 arasında olduğu belirtilmiştir (Gerzilov ve ark., 2015). Oranın yükselmesi kardiyovasküler hastalık, kanser ve inflamatuvar ve otoimmün dahil birçok hastalığın patogenezini teşvik eder (Simopoulos, 2008). Bilim insanları tarafından diyetle alınan n-6/n-3 oranına çokça dikkat çekilmektedir. Yumurta sarısı yağ asidi manipülasyonunun amaçlanmadığı çalışmalarda normal ticari yumurta sarının n-6 ve n-3 yağ asitleri içeriği ortalama olarak sırasıyla %15 ve %1 civarında olduğu görülmektedir (Samman ve ark., 2009; Woods ve Fearon, 2009).

Daha önce belirtildiği gibi mevzuata uymanın dışında herhangi bir manipülasyon uygulanmadan elde edilen organik yumurta sarılarında kafes yumurtalarına göre yağ asitleri bakımından bir farklılığın görülmesi neredeyse imkansızdır. Son 25 yıldır konvansiyonel yetiştiricilikte keten tohumu yağı gibi kaynaklar kullanılarak diyetin ve yumurtanın n-3 yağ asit içeriğince zenginleştirildiği (fonksiyonel yumurta) bilinmektedir (Fraeye ve ark., 2012). Ancak bu uygulama, yeşil kaba yemlerden beklenen diğer faydaları karşılamayacaktır.

Kafes, organik ve fonksiyonel yumurtalar n-3 yağ asitleri bakımından karşılaştırıldığında sırasıyla %1,36, 1,34 ve 6,57 değerleri saptanmıştır (Samman ve ark., 2009). Küçükylmaz ve ark. (2012a) ise, organik yumurtaların n-3 yağ asidi içeriğinin daha düşük ve organik yumurtalarda n-6/n-3 oranının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bunun için organik yumurta üretiminde daha fazla amaçlar ile farklı kaynaklara yönelim olmuştur. Hammershøj ve Steinfeldt (2012), bazal diyete ilave olarak *ad libitum* taze lahanaya yaprağı kullanımının yumurta sarısının n-3 yağ asitleri olan C18:3n-3 (linolenik asit) ve C22: 6n-3 (dokosaheksaenoik asit) üzerinde etkilerinin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bu farklılığın mısır silajına eklenmiş kekik ve fesleğenden daha önemli olduğu bildirilmiştir. Karsten ve ark. (2010) üçgül, yonca ve çim ekili alanlardan elde edilen yumurta sarılarının n-6/n-3 yağ asit

oranlarını sırasıyla 4,8, 4,4 ve 5,7 olduğunu tespit etmişlerdir. Mugnai ve ark. (2013)'nin yaptığı çalışmada konsantre yemdeki n-6 ve n-3 yağ asitleri yüzdeleri sırasıyla 13,6 ve 1,7 olarak belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada gezinti alanının artmasıyla yumurta sarısındaki n-6 yağ asitlerinin azaldığı (%21,9'a karşı 17,3) ve n-3 yağ asitleri oranının ise arttığı (%2,5'a karşı 3,6) saptanmıştır. Ayrıca kafeste barındırılan tavukların yumurta sarıları ile linolenik asit ve DHA miktarının arttığı (yaklaşık 2-3 misli) rapor edilmiştir. Sonuçta gezinti alanının artması ve tüketilen çim miktarının fazlalığına bağlı olarak yumurta sarısında daha ideal n-6/n-3 oranı (8,9'a karşı 4,8) görülmüştür. Diğer araştırmalarda da çime ulaşan tavukların yumurta sarısındaki n-6/n-3 oranının yaklaşık olarak 4-6 arasında değiştiği görülmektedir (Karsten ve ark., 2010; Hammershøj ve Johansen, 2016). Bununla birlikte yeşil yem tüketiminin artmasına bağlı olarak, yumurta sarısında çoklu doymamış yağ asitlerinin artması oksidasyon (Mugnai ve ark., 2013) ve balık tadı gibi bazı duyuşal özellikler üzerine endişe oluşturmaktadır (González-Esquerra ve Leeson, 2001). Hayvanın tükettiği bitkilerin antioksidan içerikleri yeterli değilse, bunun için çeşitli önlemlerin alınması bu endişeyi giderebilir.

Yumurta sarısı n-3 yağ asitleri üzerine yeşil yapraklı sebzelerin yanı sıra taze/kurutulmuş meyveler, böcekler ve solucanlar ile beslenmenin de etkili olduğu bildirilmiştir (Castellini ve ark., 2006). Bu nedenle yumurta sarısı yağ asitleri üzerine çim, sebze, böcek ve solucanın etkileri göz ardı edilmemelidir.

Yumurta sarısının bazı duyuşal özellikleri üzerine etkileri: İngiltere'de yapılan bir çalışmada, yumurtanın duyuşal özelliklerinin tüketiciler için çok önemli olduğu, tüketicilerin %50'den fazlasının yumurta tadında bir farklılık hissettiğini ve %35'inin ise üretim sistemleri arasında yumurta tadını fark edilebilir olarak bulduğu bildirilmektedir (Parrott, 2004). Metionin ve sistein gibi kökürt içeren amino asitlerin yumurtalarda daha yüksek 'kökürt' skorlarına neden olabildiği bildirilmektedir (Horsted ve ark., 2010). Brassica ailesinin türleri farklı aromalara sahip ölçülebilir miktarlarda metil sülfat ve dimetil disülfür gazları ürettiği bildirilmektedir (Wang ve ark., 2009).

Bazal rasyona *ad libitum* olarak taze lahanaya yaprağı kullanımının yumurtalarda daha az kökürt kokusu, daha tatlı ve daha az sulu albümine neden olduğu rapor edilmiştir. Araştırmacılar lahananın, mısır silajına kıyasla tavuklara daha fazla metionin ve lizin sağladığı için yumurta üretimi ve yumurta albümin kalitesi üzerinde pozitif etkilere sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ayrıca mısır silajına fesleğen ilavesi genelde albüminin çiğneme yumuşaklığını artırmıştır. Kaba yeme kekik ilavesi ise albüminde en düşük jel stres değerini verirken, en yüksek çiğneme sertliğine neden olduğu bildirilmiştir. Aynı araştırmacılar denemede kullanılan yemlerin kaynatılmış yumurtaların duyuşal özelliklerin birçoğu üzerinde önemli ölçüde farklılık oluşturmadığını; bununla birlikte, lahanaya ile beslenen grubun yumurtalarında daha az kökürt kokusu görüldüğünü ve yeşil lahananın yumurta akı tadı üzerine pozitif etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Rasyona kekik ilavesi istenmeyen yumurta duyuşal özelliklerini azaltmış, koku ve lezzet gibi istenen özellikleri ise artırmıştır (Hammershøj ve Steinfeldt, 2012).

Konsantre yeme ilave edilen yonca veya mısır silajı+havuç kaba yem materyallerinin yumurta aroması, ak sertliği ve tadı, sarı tadı ve kükürt içeriği ile tüketici tercihi gibi yumurta duyuşal özelliklerini etkilemediği belirtilmiştir (Hammershøj ve Steinfeldt, 2015).

Genotipin Etkisi

Entansif kanatlı sektöründe yüksek verim elde etmek için yoğun genetik iyileştirmelere tabi tutulan, bununla birlikte çevresel stres faktörüne karşı çok hassas olan ticari hibritler 60 yıla yakın süredir kullanılmaktadır (Rizzi ve Chiericato, 2010). Hibritler, belirli bir yumurta ağırlığındaki yüksek yumurtlama oranına sahip kontrollü bir ortamda yetiştirilirler ve düşük yem tüketimine sahiptirler (Rizzi ve Marangon, 2012).

Serbest dolaşım ve organik yetiştirme tavuklara koşma, uçma, toprakta eşelenme, hareket özgürlüğü gibi davranışlar sağladığı gibi ve çok çeşitli çevre şartlarına da maruz kalabilmelerine neden olur. Bu nedenle organik yetiştirmede kullanılan kanatlıların çevresel değişikliğe ve sert hava koşullarına daha az duyarlı (Rizzi ve ark., 2007), patojenlere karşı daha dirençli olan genotiplerden olması önemlidir (Rizzi ve Chiericato, 2010). Avrupa Birliği ülkelerinde saf veya yerel genotiplerin yetiştirilmesi ve yaygınlaştırılmasını artırmak organik üretim sisteminin amaçlarından birisidir (Rizzi ve Chiericato, 2010). Ancak saf ırkların birçoğunun nesli tükenmiş ve mevcut ırkların çoğu da sayıca azaltılmıştır. Saf ırk kanatlıların bazıları çift üretim yönlüdür (yumurta ve et) ve hibrit tavuklardan daha düşük üretim performans parametrelerine sahiptir (Castellini ve ark., 2002). Organik gıdaları satın alan tüketiciler ürünlerin saf ırklardan elde edildiğini düşünmektedirler. Ancak şu anda organik yumurta üretiminde kullanılan tavuklar hibrit genotiplerdir (Rizzi ve Marangon, 2012). İklim ve çevrede daha büyük varyasyona sahip olan organik üretim koşulları için daha uygun olan tavuk genotiplerinin kullanımı sınırlıdır. Kombine verimli genotiplerin yumurta verimi doğası gereği yumurta tavuğu genotiplerinden daha düşüktür. Ancak bu hayvanların besin madde gereksinimi ve buna bağlı olarak yumurta kalitesi de farklıdır (Hammershøj ve Steinfeldt, 2015).

Literatürde ticari hibritler ile yerel ırkların yumurtalarında bazı parametreler bakımından farklılık görüldüğü belirtilmektedir. Kanatlılarda lipid metabolizması diyetle ek olarak, yaş ve genotip gibi diğer faktörlerden etkilenir. Üründe yağ asitlerini bir araya getirilmesinin tavukların genetiği ile ilişkili olmasının yanı sıra; diyet bileşenlerinin emilimi ve kullanımında ırk ve çevre koşulları arasında muhtemel bir etkileşim olabileceği ileri sürülmüştür (Rizzi ve Chiericato, 2010). Araştırmacılar yumurta sarısının kimyasal bileşimi üzerine 25 ila 44 haftalık yaş arasındaki iki ticari hibrit (Hy-Line Brown ve Hy-Line White) ve çift verim yönlü iki İtalyan tavuk ırkı (Ermellinata di Rovigo ve Robusta Maculata)'nın etkilerini incelemiştir. İtalyan ırkları ticari hibritlerle karşılaştırıldığında, daha az yumurta vermiş ve yumurta sarısı kolesterolü İtalyan ırklarında hibritlerden daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca yerel ırk olan Robusta Maculata'nın yumurta sarısı n-3 yağ asitleri bakımından en yüksek değeri verdiği ve yumurta sarısının n-3 PUFA değerlerindeki varyasyonda genotipin %16'lık bir paya sahip olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca

Küçükyılmaz ve ark. (2012a), kahverengi ticari hibritlerden (ATAK-S) alınan yumurtaların, beyaz hibrit (Lohmann LSL)'lere göre daha fazla protein içerdiğini tespit etmişlerdir.

Organik olarak üretilen haşlanmış yumurtalardaki duyuşal değerlendirmede koku ve lezzetin kombine yerli genotiplerde, ticari hibritlere (Hy-Line White ve Hy-Line Brown) göre daha güçlü ve yumurta sarı renk değerlerinin de daha yüksek olduğu (Rizzi ve Marangon, 2012) bildirilmiştir. Hammershøj ve Steinfeldt (2015) ise, iki tavuk genotipinden elde edilen yumurtalarda farklı rasyon ve yeşil kaba yemin yumurta kalitesinin duyuşal olarak değerlendirilmesinde sınırlı ölçüde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Asgari üretim koşullarına uyularak üretilen organik yumurtanın, kafes yumurtalarına göre karotenoidler, renk, yağ asitleri ve bazı duyuşal özellikler bakımından farklı olması beklenmemelidir. Organik yetiştirilen tavukların genetiği değiştirilmemiş yem ve katkı maddelerinden oluşan, sağlığa zararlı madde içermeyen diyetlerle beslenmesi ve hayvan refahının gözetilmesi bu üretim tarzını konvansiyonel üretimden ayıran temel özelliklerdendir. Ancak organik yumurtanın daha sağlıklı, daha besleyici ve daha iyi duyuşal özelliklerinin olduğu düşüncesinde olan tüketicilerin talep ve beklentilerinin tam olarak karşılanabilmesi için tavukların bazal rasyonun yanı sıra yeşil kaba yeme erişimi sağlanması gerekir. İklim ve coğrafi koşullar dikkate alındığında, gezinti alanlarına dışarıdan yeşil kaba yem kaynaklarının getirilip yumurta tavuklarına sunulması daha olası bir uygulama olarak gözükmektedir. Bu konudaki bilimsel çalışmalar halen sınırlı olup, bunların artmasına da gereksinim duyulmaktadır.

Kaynaklar

- Anonim. 2014. Organik Tarım Kanunu ve Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik. Ankara.
- Anonim. 2015. Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete, Tarih: 22.07.2015, Sayı: 29422, Ankara.
- Anonymous. 2007. Council Regulation (EC) No. 834/2007 on organic production and labelling of organic products and repealing regulation (EEC) No 2092/91. Official Journal of the European Union, L 189: 1–23.
- Anonymous. 2014. Council Regulation No:836/2014 amending Regulation No.889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No. 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control.
- Beardsworth PM, Hernandez JM. 2004. Yolk colour—An important egg quality attribute. Int. Poult. Prod. 12: 17-18.
- Castellini C, Dal Bosco A, Mugnai C, Bernardini M. 2002. Performance and behaviour of chickens with different growing rate reared according to the organic system. Ital. J. Anim. Sci., 1: 291-300.
- Castellini C, Dal Bosco A, Mugnai C, Pedrazzoli M. 2006. Comparison of two chicken genotypes organically reared: Oxidative stability and other qualitative traits of the meat. Ital. J. Anim. Sci., 5: 29-42.
- Cherian G, Holsonbake TB, Goeger MP. 2002. Fatty Acid Composition and Egg Components of Specialty Eggs. Poult. Sci. 81:30-33.

- Fraeye I, Bruneel C, Lemahieu C, Buyse J, Muylaert K, Foubert I. 2012. Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acids: A review. *Food Res. Int.*, 48(2):961-969.
- Gerzilov V, Nikolov A, Petrov P, Bozakova N, Penchev G, Bochukov A. 2015. Effect of a dietary herbal mixture supplement on the growth performance, egg production and health status in chickens. *J Cent Eur Agr*, 16:10-27.
- Giannenas I, Nisianakis P, Gavriil A, Kontopidis G, Kyriazakis I. 2009. Trace mineral content of conventional, organic and courtyard eggs analysed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). *Food Chem*, 114:706–711.
- González-Esquerra R, Leeson S. 2001. Alternatives for enrichment of eggs and chicken meat with omega-3 fatty acids. *Can. J. Anim. Sci.*, 81(3):295-305.
- Granado F, Olmedilla B, Blanco I. 2003. Nutritional and clinical relevance of lutein in human health. *Br. J. Nutr.*, 90(3): 487-502.
- Hammershøj M, Johansen NF. 2016. The effect of grass and herbs in organic egg production on egg fatty acid composition, egg yolk colour and sensory properties. *Livest Sci*, 194:37-43.
- Hammershøj M, Kidmose U, Steinfeldt S. 2010. Deposition of carotenoids in egg yolk by short-term supplement of coloured carrot (*Daucus carota*) varieties as forage material for egg-laying hens. *J. Sci. Food Agric.*, 90:1163-1171.
- Hammershøj M, Steinfeldt S. 2005. Effects of blue lupin (*Lupinus angustifolius*) in organic layer diets and supplementation with foraging material on egg production and some egg quality parameters. *Poult. Sci.*, 84(5):723-733.
- Hammershøj M, Steinfeldt S. 2012. The effects of kale (*Brassica oleracea ssp. acephala*), basil (*Ocimum basilicum*) and thyme (*Thymus vulgaris*) as forage material in organic egg production on egg quality. *Br. Poult. Sci.*, 53(2):245-256.
- Hammershøj M, Steinfeldt S. 2015. Organic egg production. II: The quality of organic eggs is influenced by hen genotype, diet and forage material analyzed by physical parameters, functional properties and sensory evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 208:182-197.
- Hidalgo A, Rossi M, Clerici F, Ratti S. 2008. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chem*, 106(3):1031-1038.
- Horsted K, Hammershøj M, Hermansen JE. 2006. Short term effects on productivity and egg quality in nutrient restricted versus non-restricted organic layers with Access to different forage crops. *Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.*, 56:42-54.
- Horsted K, Hammershøj M, Allesen-Holm BH. 2010. Effect of grass-clover forage and whole-wheat feeding on the sensory quality of eggs. *J. Sci. Food Agric.*, 90(2):343-348.
- Hughes BO, Dun P. (1983). Production and behaviour of laying domestic fowls in outside pens. *Appl. Anim Ethology*, 11(2):201-206.
- Jeroch H. 1986. Use of mixed maize grain and cob silage in the feeding of laying hens. *Arch. Anim. Nutr.* 36:885-893.
- Karsten HD, Patterson PH, Stout R, Crews G. 2010. Vitamins A, E and fatty acid composition of the eggs of caged hens and pastured hens. *Renew Agr Food Syst*, 25:45-54.
- Kovacs-Nolan J, Phillips M, Mine Y. 2005. Advances in the value of eggs and egg components for human health. *J. Agric. Food Chem.*, 53:8421-8431.
- Küçükylmaz K, Bozkurt M, Herken EN, Çınar M, Çatlı AU, Bintaş E, Çöven F. 2012a. Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer hen genotype. *Asian-australas. J. Anim. Sci.*, 25(4): 559-568.
- Küçükylmaz K, Bozkurt M, Yamaner C, Çınar M, Catlı AU, Konak R. 2012b. Effect of an organic and conventional rearing system on the mineral content of hen eggs. *Food. Chem.*, 132:989-992.
- Leth T, Jakobsen J, Andersen NL. 2000. The intake of carotenoids in Denmark. *Eur J Lipid Sci Technol*, 102(2):128-132.
- Loetscher Y, Kreuzer M, Messikommer RE. 2013. Utility of nettle (*Urtica dioica*) in layer diets as a natural yellow colorant for egg yolk. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 186:158-168.
- Matt D, Veromann E, Luik A. (2009). Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agron. Res.*, 7(2):662-667.
- Minelli G, Sirri F, Folegatti E, Meluzzi A, Franchini A. 2007. Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Ital. J. Anim. Sci.*, 6(1):728-730.
- Mugnai C, Dal Bosco A, Castellini C. 2009. Effect of rearing system and season on the performance and egg characteristics of Ancona laying hens. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8:175-188.
- Mugnai C, Sossidou EN, Dal Bosco A, Ruggeri S, Mattioli S, Castellini C. 2013. The effects of husbandry system on the grass intake and egg nutritive characteristics of laying hens. *J. Sci. Food Agric.* 94, 459-467.
- Nys Y. 2000. Dietary carotenoids and egg yolk coloration – A review. *Arch Geflügelkd*, 64: 45–54.
- Parrott PAW. 2004. Hen welfare: the consumers' perspective. In: Perry, G. (Ed.), *Welfare of the Laying Hen*. CABI Publishing, Cambridge, pp. 11-22.
- Richter T, Braun P, Fehlhaber K. (2002) Influence of spiced feed additives on taste of hen's eggs. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.*, 115:200-202.
- Rizzi C, Chiericato GM. 2010. Chemical composition of meat and egg yolk of hybrid and Italian breed hens reared using an organic production system. *Poult. Sci.*, 89:1239-1251.
- Rizzi C, Marangon A. 2012. Quality of organic eggs of hybrid and Italian breed hens. *Poult. Sci.*, 91: 2330-2340.
- Rizzi C, Marangon A, Chiericato GM. 2007. Effect of Genotype on Slaughtering Performance and Meat Physical and Sensory Characteristics of Organic Laying Hens. *Poult. Sci.*, 86:128-135.
- Samman S, Kung FP, Carter LM, Foster MJ, Ahmad ZI, Phuyal JL, Petocz P. 2009. Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs. *Food Chem*, 116(4):911-914.
- Sikder AC, Chowdhury SD, Rashid MH, Sarker AK, Das SC. 1998. Use of dried carrot meal (DCM) in laying hen diet for egg yolk pigmentation *Asian-australas. J. Anim. Sci.*, 11:239-244.
- Simopoulos, AP. 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. Med.*, 233:674-688.
- Skrivan M, Englmaierova M. 2014. The deposition of carotenoids and alphatocopherol in hen eggs produced under a combination of sequential feeding and grazing. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 190:79-86.
- Steenfeldt S, Hammershøj M. 2015. Organic egg production. I: Effects of different dietary protein contents and forage material on organic egg production and nutrient digestibility of two hen genotypes. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 209:186-201.
- Surai PF, MacPherson A, Speake BK, Sparks NHC. 2000. Designer egg evaluation in a controlled trial. *Eur J Clin Nutr*, 54(4): 298.
- Tserveni-Gousi AS. 2001. Sensory evaluation of eggs produced by laying hens fed diet containing flaxseed and thymus meal. *Arch Geflügelkd*, 65:214-218.
- van Ruth S, Alewijn M, Rogers K, Newton-Smith E, Tena N, Bollen M, Koot A. 2011. Authentication of organic and conventional eggs by carotenoid profiling. *Food Chem*, 126(3):1299-1305.

- Wang D, Rosen C, Kinkel L, Cao A, Tharayil N, Gerik J. 2009. Production of methyl sulfide and dimethyl disulfide from soil-incorporated plant materials and implications for controlling soil borne pathogens. *Plant Soil*, 324(1-2):185-197.
- Woods VB, Fearon AM. 2009. Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: a review. *Livest Sci*, 126:1-20.
- Wechsler B, Huber-Eicher B. 1998. The effect of foraging material and perch height on feather pecking and feather damage in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 58:131-141.