

Yumurta Kolesterol İçeriğinin Besinsel Olmayan Rasyon Faktörleriyle ve İlaçlarla Azaltılması

Şenay Sarıca

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 60240, Tokat

Özet: Kanatlı hayvan beslemedeki son gelişmeler, yumurtanın kolesterol içeriğinin genetik seleksiyonun yanı sıra rasyondaki çeşitli besin maddeleriyle, doğal ürünlerle, besinsel olmayan faktörlerle veya ilaçlarla azaltılması yönündeki çalışmalar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu makalede, yumurta kolesterolünü düşürücü etkenler olarak; besinsel olmayan rasyon faktörleri ve ilaçlar hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Yumurta Tavuğu, Kolesterol, Besinsel Olmayan Faktörler, Farmakolojik Etkenler

Reducing of Egg Cholesterol Content with Non-Nutritive Factors and Pharmacological Agents

Abstract: Recent developments in poultry nutrition focused on researches about diet with various nutrients, natural products, non-nutritive factors or pharmacological agents as well as genetic selection to reduce egg cholesterol content. In this article, the information about non-nutritive dietary factors and pharmacological compounds as egg cholesterol-lowering agents will be given.

Keywords: Laying Hen, Cholesterol, Non-Nutritive Factors, Pharmacological Agents

1. Giriş

Tavuk yumurtası, yüksek biyolojik değerli protein, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri ile zengin vitamin ve mineral madde içeriğiyle besinsel açıdan mükemmel bir gıda olarak bilinmektedir (Kim et al., 2004). Bununla beraber bir yumurtada ortalama olarak 200 mg kolesterol bulunmaktadır. Bu özelliği yumurtanın son yıllarda insan beslenmesinde üzerinde en çok durulan kolesterol kaynağı hayvansal kökenli gıda olmasına ve kan kolesterol düzeyini yükselterek kalp-damar rahatsızlıklarına yol açan bir risk faktörü olarak tanınmasına yol açmıştır (Ceylan ve ark., 1999; Weggemans et al., 2001). ABD Ulusal Kolesterol Eğitim Enstitüsü günlük kolesterol tüketimini 300 mg'la sınırlandırmış ve bu sınırlamayla kişi başına yumurta tüketimi olumsuz yönde etkilenmiştir (USDA, 2002). Sağlıklı beslenme bilincine sahip tüketicilerin talebini karşılamak için son yıllarda yumurtanın kolesterol içeriğinin azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Hargis, 1988; Elkin et al., 1999). Genetik seleksiyon programlarının yumurta kolesterol seviyesini maksimum %7 düzeyinde azalttığı bildirilmektedir (Hargis, 1988). Son 40 yılda, yumurtanın kolesterol içeriğinin azaltılmasına yönelik çalışmalar; genetik seleksiyon veya çeşitli besinlerle, doğal ürünlerle, besinsel olmayan faktörlerle veya farmakolojik faktörlerle yumurta tavuğu rasyonlarında yapılacak değişiklikler üzerinde

yoğunlaşmaktadır. Bu deneysel uygulamaların yumurta kolesterol içeriğini minimum düzeyde (<%10) değiştirdiği, özellikle rasyona azasterol ve triparanol ilavesiyle yumurta kolesterolünün yerine dezmosterolün ikame edildiği bildirilmektedir. Ancak rasyona 3-hidroksi-3-metilglutaril koenzim A redüktaz inhibitörünün, sarmısak tozunun veya bakırın farmakolojik dozunun ilavesiyle yumurtanın kolesterol düzeyinin sırasıyla %46, %32 veya %34 düzeyinde azaldığı ifade edilmektedir (Elkin, 2007). Bu makalede, yumurta sarısının kolesterol düzeyini azaltan etkenler olarak; besinsel olmayan rasyon faktörleri ve farmakolojik unsurlar hakkında bilgi verilecektir.

2. Besinsel Olmayan Rasyon Faktörleri

2.1. Bitkisel Steroller

Bitkilerde en yaygın olarak bulunan steroller; kampesterol, sitosterol ve stigmasteroldür. Bitkisel sterol ve stanoller, serum triasilgliserol veya HDL kolesterol seviyesi üzerine önemli derecede etkisinin olmamasına karşın, hem rasyondan gelen hem de endojen kökenli LDL kolesterolün ince bağırsaktan emilimini azaltmaktadırlar (de Jong et al., 2003).

Clarenburg et al. (1971), yumurta tavuğu rasyonlarına %2 veya %4 düzeyinde sitosterol ilavesinin yumurta kolesterol düzeyini %35'e varan düzeylerde azalttığını saptamışlardır. Sim

and Bragg (1977), yağ+%1 kolesterol içeren rasyona %2 soy sterollerini ilave edildiği zaman yumurtanın kolesterol düzeyinin %16-33 düzeyinde azaltılabileceğini bildirmişlerdir.

2.2. Saponinler

Saponinler, ince bağırsaklarda kolesterol veya safra asitleriyle çözünmeyen kompleks yapılar oluşturmak suretiyle, sindirim kanalında kolesterolün emilimini engellemektedirler. Ayrıca saponinler, safra asitleriyle miseller oluşturarak safra asitlerinin emilimini önlemektedirler. Böylece saponinler, hem kolesterolün hem de safra asitlerinin dışkı yoluyla atılmalarını sağlayarak, kandaki, karaciğerdeki, dokulardaki ve yumurtadaki kolesterol seviyelerini düşürmektedir (Oakenfull and Sidhu, 1990; Francis et al., 2002; Aslan et al., 2005). Yüksek düzeyde steroid saponin içeren *Yucca schidigera* bitkisinin ekstraktı, kolesterol ve NH₃ bağlayıcı, üreaz aktivitesini önleyici ve azot metabolizmasını düzenleyici özelliklerinden dolayı tüm çiftlik hayvanlarında verimi, ürünün kalitesini ve karlılığı artırmasının yanı sıra, yumurta tavuklarının rasyonuna 90-120 g/ton ilavesiyle yumurta kolesterolünü azalttığını bildirmişlerdir (Kutlu et al., 2001). Saponinler, pankreatik lipazın aktivitesini önlemek suretiyle, rasyon yağının ince bağırsaktan emilimini geciktirmektedir (Han et al., 2000). Nakae et al. (1980), saponin içeren yonca unu, McGonigle and McCracken (2002), *Yucca schidigera*'yı %20 düzeyinde içeren karma yemle beslemenin yumurtanın kolesterol içeriğini değiştirmedeğini saptamışlardır. Aslan ve ark. (2005), yumurta tavuklarının rasyonuna 100 ppm *Yucca schidigera* ilavesinin yumurta verimini artırırken, kan şekerini ve kolesterol düzeyini düşürdüğünü bildirmişlerdir.

2.3. Selüloz

Rasyonun selüloz içeriğinin artırılması suretiyle kolesterolün emiliminin azaltılmasının sonucu olarak plazmada, dokularda ve yumurtada kolesterol düzeyi azalabilmektedir. Bu etki; selülozca zengin besleme sonucunda kolesterolün safra asitleriyle bağ oluşturmalarından, bağırsaktan geçiş süresinin azalmasından ve hepatik kolesterol sentezinin önlenmesinden kaynaklanmaktadır (Wu et al., 2003; Elkin, 2007). Selülozca zengin besleme durumunda rasyonun enerji içeriği seyreilmekte

böylece hem enerji içeriği hem de hepatik kolesterol üretimi sınırlanmaktadır (Naber, 1990). McNaughton (1978), yumurta tavuklarını %2.05, %4.41, %6.68 ve %8.79 düzeylerinde selüloz içeren rasyonla beslediklerinde yumurta kolesterol düzeylerinin %2.05 selüloz içeren rasyona nazaran %4.39, %10.38 ve %13.29 azaldığını saptamışlardır. Weiss and Scott (1979), %50 düzeyinde buğday kepeği, yulaf kavuzu veya yonca unu içeren rasyonla besleme durumunda kontrol grubuna nazaran yumurta kolesterol düzeyinde sırasıyla %19.8, %16.2 ve %17.8 düzeylerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir.

2.4. Probiyotik

Yumurta tavuklarının rasyonuna probiyotik ilavesiyle, plazma kolesterol ve trigliserid düzeyi ile yumurta kolesterolünün önemli derecede düşürüldüğü ifade edilmektedir (Mahdavi et al., 2005). Probiyotiklerin kolesterol düşürücü etkisi, kolesterol sentezinde önemli rol oynayan 3-hidroksi-3-metilglutaril koenzim A redüktaz enziminin aktivitesinin engellenmesinden kaynaklanmaktadır (Mital and Garg, 1995).

Panda et al. (2003), karma yeme farklı düzeylerde (0, 100 veya 200 ppm) probiyotik ilavesinin beyaz leghorn yumurtacılarında 25 haftalık yaştan 72 haftalık yaşa kadarki dönemde etkilerini inceledikleri çalışmalarında; probiyotik ilavesinin yumurta üretimini, kabuk ağırlığını ve kalınlığını, serum ve yumurta kolesterol düzeyini önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir.

2.5. Bakır

Bakırın kolesterolü düşürücü etkisinin 3-hidroksi-3-metilglutaril koenzim A redüktaz enziminin aktivitesini önlenmesinden kaynaklanmaktadır.

Pesti and Bakalli (1998), beyaz leghorn yumurtacı tavukların rasyonuna bakır sülfat pentahidrat formundaki bakırın farmakolojik seviyelerinin (0, 125 veya 250 ppm) ilavesinin etkisini inceledikleri çalışmalarında, rasyona 125 veya 250 ppm bakır ilavesi durumunda yumurta sarısının kolesterol içeriğinin azaldığını saptamışlardır.

2.6. Sarmısak

Son yıllarda yapılan çalışmalar, sarmısağın ve ekstraktının kan kolesterol düzeyini

düşürücü etkilerinin olduğunu göstermiştir (Sharma et al., 1979; Chowdhury et al., 2002).

Sharma et al. (1979), 3 hafta süreyle %1 veya %3 düzeylerinde sarmısak tozu ilaveli karma yemle beslenen yumurta tavuklarında yumurta sarısının kolesterol içeriğinin sırasıyla; %4.1 veya %5.5 düzeyinde azaldığını saptamışlardır.

Reddy et al. (1991), Bobcock B-300 hattı yumurta tavuğu rasyonuna %0.02 sarmısak yağı ilavesinin plazmanın ve yumurta sarısının kolesterol içeriğini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Birrenkott et al. (2000), 8 ay süreyle %3 düzeyinde sarmısak tozu ilaveli karma yemlerle beslenen yumurta tavuklarının serum ve yumurta sarısının kolesterol içeriğinde önemli derecede bir farklılık saptamamışlardır.

Chowdhury et al. (2002), yumurta tavuklarında ilave edilen sarmısak tozunun düzeyindeki artışa (%2, 4, 6, 8 veya 10) paralel olarak serum ve yumurta sarısının kolesterol içeriğinde önemli derecede azalma olduğunu belirlemişlerdir.

2.7. Orotik Asit

Beyer and Jensen (1991), kontrol rasyonuna %0.5, %1 veya %2 düzeylerinde orotik asit ilavesinin etkisini inceledikleri araştırmalarında, rasyona %2 düzeyinde orotik asit ilavesinin yumurta sarısının kolesterol düzeyi üzerine etki yapmaksızın plazma kolesterol düzeyini önemli derecede azalttığını kaydetmişlerdir.

2.8. Sorboz

Sorboz, *Acetobacter xylinum* bakterisi tarafından sorbitolün oksidasyonu sonucu oluşan bir karbonhidrattır. Furuse et al. (1990) yumurta tavuklarının rasyonuna %10 veya %20 düzeylerinde sorboz ilavesinin serum trigliserid ve kolesterol özellikle de VLDL kolesterol düzeyini azalttığını saptamışlardır.

2.9. Krom

Karbonhidrat ve lipid metabolizmasında çok önemli rol oynamakta olup, organik ve inorganik olmak üzere 2 formu bulunmaktadır. McCarty (1991) ve Page (1991) tarafından yürütülen çalışmalar, organik kromun inorganik kroma nazaran daha etkili olduğunu göstermiştir. Rasyona krom ilavesi durumunda kandaki glukoz, lipid ve kolesterol düzeyi

azalmaktadır (Press et al., 1990). Page (1991), krom pikolinat formunda organik kromun 200 ppb düzeylerinde ilavesinin yumurta sarısının kolesterol düzeyini etkilemeksizin serum kolesterol düzeyini düşürdüğünü bildirmiştir. Lin and Lin (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, organik kromun yumurta kolesterol düzeyini azalttığı saptanmıştır. Lien et al. (1996a), beyaz leghorn yumurtacıların rasyonuna 200, 400 veya 800 ppb organik krom ilavesiyle kontrol grubuna kıyasla %14, %29 ve %34 düzeylerinde daha az kolesterol içerdiğini bulmuşlardır. Cheng and Hsu (1997), yumurta tavuklarının rasyonuna 600 ppb organik krom ilavesiyle yumurta kolesterolünde kontrol grubuna kıyasla %14.39 düzeyinde azalma kaydetmişlerdir.

2.10. C Vitamini

C vitamini bağırsaklardan kolesterol emilimini azaltarak kolesterolü düşürmektedir. Ayrıca C vitamini ilavesiyle plazmadaki LDL kolesterolün düzeyi azalırken, HDL kolesterolün düzeyi artmaktadır.

Scholtyssek (1992), rasyona 200 ppm C vitamini ilavesiyle yumurta kolesterolünün %2.5 düzeyinde azaldığını kaydetmiştir.

3. İlaçlar

Yumurta sarısının kolesterol içeriğinin azaltılmasında son yıllarda uygulanan en etkili uygulamalardan biri; yumurta tavuklarının rasyonlarına ilaç ilavesidir (Elkin, 2007). İlaçlar yumurta kolesterolünü azaltıcı etkilerini, kolesterol sentezini ve emilimini azaltmak suretiyle gerçekleştirmektedirler. İlaçlar veya onların metabolitleri yumurta kolesterolünü %40-50 düzeylerine kadar azaltmalarına karşın, kalıntı bırakmaları nedeniyle kullanımları sınırlı düzeydedir (Naber, 1976).

3.1. Triparanol (MER-29)

Triparanol (MER-29), dolaşımda ve dokularda kolesterolün yerine dezmosterolün %85 düzeyinde ikamesine olanak vermekte fakat yumurta üretiminin tamamen durmasına yol açmaktadır (Burgess et al., 1962; Mori et al., 1999). Nelson et al. (1962), triparanol ilavesiyle yumurta üretiminin ve yumurta sarısının ağırlığının önemli derecede azaldığını ifade etmişlerdir.

3.2. Fibratlar

Fibratlar, özellikle insanlarda hiperlipideminin tedavisinde kullanılmakta olup, etkilerini safra salgısını artırarak karaciğer fonksiyonunu iyileştirerek göstermektedirler (Nishioka et al., 2005). Klofibrat olarak ta bilinen bir fibrik asit türevi olan etil *p*-klorofenoksibütirat (CPIB)'in serum LDL kolesterol ve trigliserid düzeyini azalttığına ilişkin bildirişler bulunmaktadır (Staels et al., 1998).

Hebert and Achee (1993), yumurta tavuklarının rasyonuna 21 gün süreyle 5 g/kg klofibrat asit, CPIB, bezafibrat, fenofibrat veya gemfibrozil ilavesinin etkisini inceledikleri çalışmalarında; açlık serum trigliserid seviyelerinin klofibrat asit ve CPIB ilavesiyle önemli derecede azalmasına karşın açlık serum kolesterol düzeylerinin, yumurta sarısı ağırlığının ve yumurta kolesterol içeriğinin muamelelerden etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Mori et al. (1999), yumurta tavuklarının rasyonuna gemfibrozil ilavesinin yumurta kolesterol içeriğini etkilemediğini saptamışlardır.

3.3. SKF-25

SKF 525-A olarak ta bilinen dietil-aminoetil-difenil valerat, kolesterolün sentezini ve karaciğerdeki birikim düzeyini azaltmak suretiyle kolesterolü düşürmektedir. Naber (1976) rasyona SKF 525-A ilavesiyle 3 haftalık muameleden sonra normal yumurta üretiminin korunmasına karşın, yumurtanın kolesterol içeriğinin önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir.

3.4. Asil Koenzim A: Kolesterol O-Asiltransferaz Önleyiciler

Tüm memelilerde kolesterolün esterleşmesinden sorumlu olan enzim o-asiltransferaz, kolesterol emiliminde ve VLDL salgısında önemli rol oynamaktadır (Bocan et al., 1991). Acyl coenzyme A (CoA): kolesterol acyltransferase (ACAT) önleyiciler, karaciğerde VLDL gibi apo B içeren lipoproteinlerin salgılanmasını engellemek ve rasyon kolesterolünün emilimine katılmak suretiyle plazma kolesterol seviyelerini azaltmaktadır (Miyazaki et al., 2003).

Elkin et al. (1993a), memelilerde etkili bir kolesterol düşürücü etken olan PD 132301-2'nin 3 farklı seviyeleriyle yumurta tavuklarının

beslenmesinin plazma total kolesterol ve trigliserid seviyeleri ile yumurta sarısının kolesterol içeriğini önemli derecede etkilemediğini ifade etmişlerdir.

3.5. Clenbuterol

Clenbuterol, broylerler de dahil etçil hayvanlarda lipolizi artıran aktif bir β -agonisttir (Mersmann, 1998). DeSchijer (1995) yumurta tavuklarını 4 hafta süreyle 2 ppm Clenbuterol ilaveli rasyonla besleme durumunda, plazma lipidlerinin önemli derecede azalmasına karşın, dolaşımdaki esterleşmiş kolesterol seviyelerinin ve yumurta sarısının lipid içeriğinin değişmediğini saptamıştır.

3.6. Probucol

Probucol, antiatherojenik ve antioksidan özelliklere sahip lipid düşürücü bir ilaç olup, probucolon kolesterol düşürücü etkisi kolesterolün safra yoluyla dışarı atılımındaki bir artıştan kaynaklanmaktadır (Elkin, 2007).

Naber et al. (1982), Leghorn tip tavuklarla yaptıkları 3 ayrı çalışmada; karma yeme 1000 mg probucol/kg rasyon ilavesiyle yumurta sarısının kolesterol içeriğinde %5 düzeyinde bir azalma olduğunu saptamışlardır. Waldroup et al. (1986), yumurta tavuklarının rasyonuna 10 000 mg/kg probucol ilavesinin yumurta kolesterol içeriğini önemli derecede etkilemediğini kaydetmişlerdir.

3.7. Statinler

Kompaktin, lovastatin, PD 123244-15, pravastatin, simvastatin ve atorvastatin gibi statin içeren çeşitli ilaçların yumurta tavuklarının rasyonuna ilavesiyle yumurta kolesterolünün azaldığına dair bildirişler bulunmaktadır (Endo, 1980; Wang and Pan, 2003; Elkin et al., 1993a; Kim et al., 2004; Elkin et al., 1999). Statinler, HMG-CoA redüktaza karşı önleyici etki yaparak karaciğerde kolesterol sentezini azaltıcı görev yapmaktadır (Elkin, 2007). Bunun aksine lovastatin veya simvastatinin başarısız etkisini gösteren araştırmalarda bulunmaktadır (Luhman et al., 1990); bu durum uygulama süresinin kısalığından ve ilacın düşük dozda uygulanmasından kaynaklanmaktadır (Elkin, 2007).

Endo (1980), yumurta tavuklarını 4 hafta süreyle 60 ppm kompaktin ilaveli rasyonla

besleme durumunda yumurtanın kolesterol içeriğinin %20'e kadar azaldığını saptamıştır.

Rasyona %0.06 atorvastatin ilavesiyle yumurta sarısının kolesterol içeriğinin %46 düzeyinde azaldığı bulunmuştur (Elkin et al., 1999). Elkin et al. (1993a), beyaz leghorn tavukları 42 gün süreyle atorvastatine benzeyen tamamen sentetik bir HMGR olan PD 123244-15 ilaveli rasyonla besleme durumunda yumurtanın kolesterol içeriğinde %30 düzeyinde bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Kim et al. (2004), 60 mg/kg pravastatin ilaveli karma yemle beslenen yumurta tavuklarında yumurta sarısının kolesterol içeriğinde %19.6 düzeyinde bir azalma gözlemlemişlerdir. Elkin et al. (1999) yumurta tavuklarını 5 hafta süreyle 60 mg/kg atorvastatin, lovastatin veya simvastatin ilaveli rasyonla besleme durumunda yumurta sarısının kolesterol içeriğinin sırasıyla %46, %7 ve %22 düzeyinde azaldığını bildirmişlerdir.

3.8. Safra Asidi Bağlayıcı Reçineler

Kolestyramin (MK-135 veya Ouestran) ince bağırsak lümeninde safra asitlerini bağlayan ve gübreye atılımını artıran bir quaternary amonyum değişimini sağlayan reçinedir (Hunninghake, 1988). Bunun sonucu olarak kolesterolün büyük bölümü safra asitlerine dönüşmekte ve LDL reseptörlerini yeniden düzenleyerek, hücrelerin kolesterol içeriklerinde ve serum LDL kolesterol seviyelerinde azalmaya yol açmaktadır (Elkin, 2007).

Kolestipol, suda çözünmeyen yüksek molekül ağırlığına sahip dietilentriamin ve 1-kloro-2,3-epoksiopropanın bazik anyon değişim polimeri olup, ince bağırsakta safra asitlerini bağlayarak, dolaşımdaki kolesterolü düşürerek ve böylece safra asitlerinin enterohepatik dolaşımını bozarak gübreye atılımını artırmaktadır (Turner et al., 2002). Luhman et al. (1990), kolestipolün yalnız veya lovastatinle kombine olarak yedirilmesi durumunda 4 haftalık besleme süresi sonunda

yumurta sarısının kolesterol içeriğinin değişmediğini saptamışlardır.

3.9. Azasteroller

Azasteroller, azot içeren steroidler olup, dezmosterol redüktaz enzim aktivitesini inhibe etmektedir (Singh, 1972). Dam et al. (1979), 20, 25-diozokolesterol içeren karma yemle beslemenin Japon bildircinlarında yumurta sarısının kolesterol içeriğini azalttığını ifade etmişlerdir. Cecil et al. (1981), 25-aza-5 α -kolestatinin en kuvvetli kolesterol sentezini önleyici sterol olduğunu kaydetmişlerdir.

Tiroksinin D analogu, güçlü hipokolesterolemik etkili madde olup, plazmanın ve yumurta sarısının kolesterol içeriğini önemli derecede düşürmektedir (Naber, 1976). Cecil et al. (1981), 12 karbon atomuna sahip dallanmış yapıdaki amin olan N, N, 3,7,11-pentametildodecamin'in ilavesinin plazmanın ve yumurtanın kolesterol konsantrasyonlarını önemli derecede azalttığını tespit etmişlerdir.

4. Sonuç

Yumurtanın proteince, vitamince, mineral maddelerce ve çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olmasının sonucu olarak besleyici değerinin yüksek olmasına karşın, kolesterol içeriği tüketimini olumsuz yönde etkilemektedir. Kolesterolün yüksek tansiyon, damar sertliği, kalp-damar rahatsızlıklarının oluşumundaki etkilerinden dolayı sağlıklı beslenme açısından tüketilen gıdaların yapısındaki kolesterolün azaltılmasına çalışılmaktadır. Bu amaçla yumurta tavuklarının rasyonlarına çeşitli besin maddelerinin, besinsel olmayan faktörlerin ve özellikle son yıllarda da farmakolojik ajanların (ilaçların) ilavesiyle ilgili çalışmalara ağırlık verilmektedir. Bu çalışmalardan bazılarıyla olumlu sonuçlar alınırken, bazıları da yumurta kolesterolünü etkilememekte hatta kolesterol düzeyini artırmaktadır.

Kaynaklar

Aslan, R., Dundar, Y., Eryavuz, A., Bulbul, A., Kucukurt, I., Fidan, A.F., and Akıncı, Z., 2005. Effects of Various Quantities of Yucca Schidigera Powder (Deodorase) Added to Diets on the Performance, Some Hematological and Biochemical Blood Parameters and Total Antioxidant Capacity of Laying Hens. *Revue Med. Vet.*, 156 (6):350-355.

Beyer, R.S., and Jensen, L.S., 1991. Influence of Orotic Acid on Performance, Liver Lipid Content and Egg Cholesterol Level of Laying Hens. *Poult. Sci.*, 70(11):2322-2328.

Birrenkott, G., Brockenfelt, G.E., Owens, M., and Halpin, E., 2000. Yolk and Blood Cholesterol Levels and Organoleptic Assessment of Eggs from Hens fed a

- Garlic-Supplemented Diet. *Poult. Sci.*, 79: (Suppl 1.):75. (Abstr.).
- Bocan, T.M.A., Mueller, S.B., Uhlendorf, P.P., Newton, R.S., and Krause, B.R., 1991. Comparison of CI-976 and ACAT Inhibitor and Selected Lipid-Lowering Agents for Antiatherosclerotic Activity in Iliac femoral and Thoracic Aortic Lesions. A Biochemical, Morphological and Morphometric Evaluation. *Atherosclerosis and Thrombosis*, 11:1830-1843.
- Burgess, T.L., Burgess, C.L., and Wilson, J.D., 1962. Effect of MER-29 on Egg Production in the Chicken. *Proc. of the Society for Exper. Biol. and Medic.*, 109:218-221.
- Cecil, H.C., Bitman, J., Svoboda, J.A., and Thompson, M.J., 1981. Effects of Branched and Straight Chain Amines and Azasteroids on Blood and Egg Cholesterol of White Leghorn Chickens. *Poult. Sci.*, 60:795-804.
- Ceylan, N., Yenice, E., Gökçeyrek, D., ve Tuncer, E., 1999. İnsan Beslenmesinde Daha Sağlıklı Yumurta Üretimi Yönlünde Kanatlı Besleme Çalışmaları. VIV Poultry YUTAV'99. Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı 3-6/06/1999, İstanbul/Türkiye, 300-307.
- Cheng, C.Y., and Hsu, M., 1997. Effects of Dietary Chromium on Egg Yolk Cholesterol Level. Department of Animal Production Technology, National Pingtung Politechnic Institute Taiwan, 91027 R.O.C. Presentat AAAP.
- Chowdhury, S.R., Chowdhury, S.D., and Smith, T.K., 2002. Effects of Dietary Garlic on Cholesterol Metabolism in Laying Hens. *Poult. Sci.*, 81:1856-1862.
- Clarenburg, R., Chung, I.A.K., and Wakefield, L.M., 1971. Reducing the Egg Cholesterol Level by Including Emulsified Sitosterol in Standard Chicken Diet. *J. Nutr.*, 101:289-298.
- Cohen, J., 2002. Tribasic Copper Concentration of Eggs and Tissues. *Poult. Sci.*, 55(3):1077-1083.
- Dam, R., Labate, M.E., Tam, S.W., and Cuervo-Torres, C., 1979. Effects of Diazacholesterol, Triparanol and β -Sitosterol on Egg Cholesterol Deposition in Coturnix Quail. *Poult. Sci.*, 58: 985-987.
- De Jong, A., Plat, J., and Mensink, R.P., 2003. Metabolic Effects of Plant Sterols and Stanols (Review). *J. of Nutr. Biochem.*, 14:362-369.
- DeSchijer, R., 1995. Lipid Composition of Egg Yolk and Blood Plasma as Influenced by Dietary Clenbuterol and Cholesterol. *INFORM*, 6(4):472.
- Elkin, R.G., Freed, M.B., Kieft, K.A., and Newton, R.S., 1993a. Alteration of Egg Yolk Cholesterol Content and Plasma Lipoprotein Profiles Following Administration of a Totally Synthetic HMG-CoA Reductase Inhibitor to Laying Hens. *J. of Agric. and Food Chem.*, 41:1094-1101.
- Elkin, R.G., Yan, Z., Zhong, Y., Donkin, S.S., Buhman, K.K., Story, J.A., Turek, J.J., Porter, R.E., Anderson, M., Homan, R., and Newton, R.S., 1999. Select 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl-Coenzyme A Reductase Inhibitors Vary in their Ability to Reduce Egg Yolk Cholesterol Levels in Laying Hens through Alteration of Hepatic Cholesterol Biosynthesis and VLDL Composition. *J. of Nutr.*, 129:1010-1019.
- Elkin, R.G., 2007. Reducing Shell Egg Cholesterol Content. II. Review of Approaches Utilizing Non-Nutritive Dietary Factors or Pharmacological Agents and an Examination of Emerging Strategies. *World's Poult. Sci. J.*, 63:5-23.
- Endo, A., 1980. Biological and Biochemical Aspects of ML-236B (Compactin) and Monacolin K, Specific Competitive Inhibitors of 3-Hydroxy 3-Methylglutaryl Coenzyme A Reductase. Pages 152-155 in *Atherosclerosis V*, Proceedings of the Fifth International Symposium. Gotto AM, Smith LC and Allen B. (ed.) Springer-Verlag, New York.
- Francis, G., Kerem, Z., Makkar, H.P.S., and Becker, K., 2002. The Biological Action of Saponins in Animal Systems: A Review. *Br. J. Nutr.*, 88:587-605.
- Furuse, M., Nakajima, S.L., Nakagawa, J., Shimizu, T., and Okumura, J.L., 1990. Regulation of Lipid Metabolism by Dietary Sorbose in Laying Hens. *Poult. Sci.*, 69:1508-1512.
- Han, L.K., Xu, B.J., Kimura, Y., Zheng, Y.N., and Okuda, H., 2000. Platycodi Radix Affects Lipid Metabolism in Mice with High Fat Diet-Induced Obesity. *J. Nutr.*, 130:2760-2764.
- Hargis, P.S., 1988. Modifying Egg Yolk Cholesterol in the Domestic Fowl: A Review. *World's Poult. Sci. J.*, 36:429-454.
- Hebert, J.A., and Achee, V.N., 1993. Comparison of Fibrate Drugs on Cholesterol in Laying Hens. *FASEB J.*, 7:567 (Abstr.).
- Hunninghake, D.B., 1988. Clinical Trials of Lovastatin and Simvastatin Versus Cholestyramine. *Atherosclerosis Reviews*, 18:133-138.
- Kim, J.H., Hong, S.T., Lee, H.S., and Kim, H.J., 2004. Oral Administration of Pravastatin Reduces Egg Cholesterol But Not Plasma Cholesterol in Laying Hens. *Poult. Sci.*, 83:1539-143.
- Kutlu, H.R., Gorgulu, M., and Unsal, I., 2001. Effects of Dietary Yucca Schidigera Powder on Performance and Egg Cholesterol Content of Laying Hens. *J Appl. Anim. Res.*, 20:49-56.
- Lien, T.F., Chen, S.Y., Shiau, S.P., Froman, D.P., and Hu, C.Y., 1996a. Chromium Picolinate Reduces Laying Hen Serum and Egg Yolk Cholesterol. *The Professional Anim. Scientist*, 12:77-80.
- Lin, X., and Lin, F., 1997. Effects of Organic Chromium on Reduction of Yolk Cholesterol and Alleviation of Heat Stress in Laying Hens. *Fujian Agric. Univ., PRC*.
- Luhman, C.M., Miller, B.G., and Beitz, D.C., 1990. The Effect of Feeding Lovastatin and Colestipol on Production and Cholesterol Content of Eggs. *Poult. Sci.*, 69:852-855.
- Mahdavi, A.H., Rahmani, H.R., and Pourreza, J., 2005. Effect of Probiotic Supplements on Egg Quality and Laying Hens Performance. *Int. J. of Poult. Sci.*, 4(7):488-492.
- McCarty, M.F., 1991. The Case for Supplemental Chromium and a Survey of Clinical Studies with Chromium Picolinate. *J of Appl. Nutr.*, 43:589.
- McGonigle, K.E.M., and McCracken, K.J., 2002. Study on the Effects of Annatto (Bixa orellana) and Yucca Schidigera on Cholesterol Content and Yolk Colour. *J. Poult. Sci.*, 43:41-42.

- McNaughton, J.L., 1978. Effect of Dietary Fiber on Egg Yolk, Liver and Plasma Cholesterol Concentrations of the Laying Hen. *J. Nutr.*, 108:1842-1848.
- Mersmann, H.J., 1998. Overview of the Effects of β -Adrenergic Receptor Agonists on Animal Growth Including Mechanisms of Action. *J. of Anim. Sci.*, 76:160-172.
- Mital, B.K., and Garg, S.K., 1995. Anticarcinogenic, Hypocholesterolemic and Antagonistic Activities of *Lactobacillus Acidophilus*. *Crit. Rev. Microbiol.*, 21(3):175-214.
- Miyazaki, A., Sakai, M., Sakamoto, Y., and Horiuchi, S., 2003. Acyl-Coenzyme A: Cholesterol Acyltransferase Inhibitors for Controlling Hypercholesterolemia and Atherosclerosis. *Current Opinion in Investigational Drugs*, 4: 1095-1099.
- Mori, A.V., Mendonca, C.X., and Santos, C.O.F., 1999. Effect of Dietary Lipid-Lowering Drugs upon Plasma Lipids and Egg Yolk Cholesterol Levels of Laying Hens. *J. Agric. Food Chem.*, 47:4731-4735.
- Naber, E.C., 1976. The Cholesterol Problem, the Egg and Lipid Metabolism in the Laying Hen. *Poult. Sci.*, 55:14-30.
- Naber, E.C., Elliott, J.F., and Smith, T.L., 1982. Effect of Probucol on Reproductive Performance, Egg Yolk Cholesterol Content and Lipid Metabolism in the Laying Hen. *Poult. Sci.*, 61:1118-1124.
- Naber, E.C., 1990. Cholesterol Content of Eggs: Can and Should It Be Changed? *Feedstuffs*, 62(5):1,47,50-52.
- Nakaue, H.S., Lowry, R.R., Cheeke, P.R., and Arscott, G.H., 1980. The Effect of Dietary Alfalfa or Varying Saponin Content on Yolk Cholesterol Level and Layer Performance. *Poult. Sci.*, 59:2744-2748.
- Nelson, S.J., Clegg, R.E., and Sanford, P.E., 1962. The Effect of Triparanol on Calcium and Cholesterol Levels in the Blood Sera of Laying Hens. *Poult. Sci.*, 41:664-668.
- Nishioka, T., Hyogo, H., Numata, Y., Yamaguchi, A., Kobuke, T., Komichi, D., Nonaka, M., Inoue, M., Nebashima, Y., Ogi, M., Iwamoto, K., Ishitobi, T., Ajima, T., Choyoma, K., and Tazuma, S., 2005. A Nuclear Receptor-Mediated Choleric Action of Fibrates is Associated with Enhanced Canalicular Membrane Fluidity and Transporter Activity Mediating Bile Acid-Independent Bile Secretion. *J. of Atherosclerosis and Thrombosis*, 12:211-217.
- Oakenfull, D.G., and Sidhu, G.S., 1990. Could Saponins be a Useful Treatment for Hypercholesterolemia? *European J Clin. Nutr.*, 44:79-88.
- Page, T.G., 1991. Chromium, Tryptophan and Picolinate in Diets for Pigs and Poultry PhD Dissertation. Louisiana State Univ., Baton Rouge, LA.
- Panda, A.K., Reddy, M.R., Rama Rao, S.V., and Praharaj N.K., 2003. Production Performance, Serum/Yolk Cholesterol and Immune Competence of White Leghorn Layers as Influenced by Dietary Supplementation with Probiotic. *Tropical Anim. Health and Prod.*, 35(1):85-94.
- Pesti, G.M., and Bakalli, R.L., 1998. Studies on the Effect of Feeding Cupric Sulfate Pentahydrate to Laying Hens on Egg Cholesterol Content. *Poult. Sci.*, 77:1540-1545.
- Press, R.I., Geller, J., and Evans, G.W., 1990. The Effects of Chromium on Serum Cholesterol and Alleviation of Heat Stress in Laying Hens. *Fujian Agric. Univ., PRC*.
- Reddy, R.V., Lightsey, S.F., and Maurice, D.V., 1991. Research Note: Effect of Feeding Garlic Oil on Performance and Egg Yolk Cholesterol Concentration. *Poult. Sci.*, 70:2006-2009.
- Scholtyssek, S., 1992. Fütterungseinflüsse auf den Cholesterin Gehalt im Ei: International Tagung, Schweine und Geflügelernahrung, 1-3/12/1992.
- Sharma, R.K., Singh, R.A., Pal, R.N., and Agarwal, C.K., 1979. Cholesterol Content of Chicken Egg as Affected by Feeding Garlic, Sarpaganda and Nicotinic Acid. *Agric. Univ. J. Res.*, 9:263-265.
- Sim, J.S., and Bragg, D.B., 1977. Effect of Dietary Factors on Serum and Egg Yolk Cholesterol Levels of Laying Hens. *Poult. Sci.*, 56:1616-1621.
- Singh, R.A., 1972. Effects of D-Thyroxine and Nicotinic Acid on Cholesterol Metabolism of Laying Hens. *Indian J. of Anim. Sci.*, 42:433-435.
- Staels, B., Dallongeville, J., Auwerx, J., Schoonjans, K., Leitersdorf, E., and Fruchart, J.C., 1998. Mechanism of Action of Fibrates on Lipid and Lipoprotein Metabolism. *Circulation*, 98:2088-2093.
- Turner, S.W., Jungbluth, G.L., and Knuth, D.W., 2002. Effect of Concomitant Colestipol Hydrochloride Administration on the Bioavailability of Diltiazem from Immediate- and Sustained-Release Formulations. *Biopharmaceutics and Drug Disposition*, 23:369-377.
- USDA, 2002. *Agricultural Statistics*. Government Printing Office, Washington, DC.
- Waldroup, P.W., Ndife, L.I., Hellwig, H.M., Hebert, J.A., and Berrio, L. 1986. Influence of Probucol (4,4'-isopropylidene dithio)-bis (2,6-di-t-butyl-phenol) on Egg Yolk Cholesterol Content and Performance of Laying Hens. *Poult. Sci.*, 65:1949-1954.
- Wang, J.J., and Pan, T.M., 2003. Effect of Red Mold Rice Supplements on Serum and Egg Yolk Cholesterol Levels of Laying Hens. *J. of Agric. and Food Chem.*, 51:4824-4829.
- Weggemans, R.M., Zock, P.L., and Katan, M.B., 2001. Dietary Cholesterol from Eggs Increases the Ratio of Total Cholesterol to High-Density Lipoprotein Cholesterol in Humans: A Metaanalysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 73:885-891.
- Weiss, F.G., and Scott, M.L., 1979. Effects of Dietary Fiber, Fat and Total Energy upon Plasma Cholesterol and Other Parameters in Chickens. *J. Nutr.*, 109:693-701.
- Wu, H., Dwyer, K.M., Fan, Z., Shircore, A., Fan, J., and Dwyer, J.H., 2003. Dietary Fiber and Progression of Atherosclerosis: The Los Angeles Atherosclerosis Study. *Amer. J. of Clin. Nutr.*, 78:1085-1091.