

YUMURTA KOLESTEROL DÜZEYİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER (DERLEME) (Factors Effecting Egg Cholesterol Level) (A Review)

Serkan ÇAKIR¹

Sakine YALÇIN¹

1. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı - ANKARA

ÖZET

Son yıllarda kanatlı sektöründeki bilimsel ve teknolojik gelişmeler, yumurtanın bol ve ekonomik bir şekilde üretilmesine olanak sağlamışsa da, tüketiminde istenilen düzeye ulaşmak henüz mümkün olmamıştır. Bunun da en önemli nedenleri, tüketim alışkanlığı, yumurtanın yüksek kolesterol içeriği ve kolesterolce zengin gıdaların koroner kalp yetmezliği ve arteroskleroza yol açan etkenlerin başında yer alması şeklindeki düşüncelerdir. Bu konuda gerçeği yansıtmayan yayınların yapılması, insanlarda kolesterol korkusunun oluşmasına neden olmuş ve böylece yumurta arzulanın değil, korkulan bir besin kaynağı haline gelmiştir. Sadece koroner kalp hastalığı bakımından risk grubuna giren kişilerin gıdalarla kolesterol alımını sınırlandırmaları gerekirken, sağlık problemi bulunmayanların yumurta gibi bazı temel gıdaların tüketiminden vazgeçmeleri de gereksiz kabul edilmektedir.

Bu nedenlerle son yıllarda yumurtanın önemini belirtici açıklamalar ve yazılı metinler yaygınlaşmaya başlamış, araştırmacılar tarafından yumurtanın besin içeriğini ve kalitesini artırıcı çalışmalar hız kazanmıştır. Yumurtanın kolesterol düzeyini azaltıcı uygulamalar da bunlardan birisidir.

Araştırmacılar tarafından yumurtanın kolesterol içeriğini düşürmek amacıyla pek çok çalışma yapılmaktadır. Rasyonda saponin, selüloz, krom, sorboz, bazı ilaçlar, probiyotik, bakır, C vitamini kullanımı bunlardan bazılarıdır. Rasyonda bu uygulamaların gerçekleştirilmesiyle bazı araştırmalarda olumlu yanıt alınırken, bir kısmında yumurta kolesterolünde değişim olmamakta ve hatta düzeyi artmaktadır. Yumurta ile atılan kolesterolün embriyonun hayatta kalması için önem taşıması nedeniyle, yumurta kolesterolünü düşürmeye yönelik çalışmalarda istenilen başarı tam anlamıyla elde edilememektedir.

Anahtar kelimeler: Yumurta, kolesterol, rasyon

SUMMARY

Although scientific and technological developments in recent years in poultry industry have caused producing of egg largely and economicaly, reaching to desired consumption has not been possible. The main reasons of these are consumption behaviour of egg, high cholesterol in egg and thoughts foods rich in cholesterol cause coroner heart deficiency and arteriosclerose. Unfounded declaration about this topic reasoned cholesterol phobia and egg has been food feared. Although the people having risk for coroner heart disease must limit food rich in cholesterol, giving up the egg consumption by healty people is unnecessary.

For these reasons, declarations and articles emphasizing importance of egg have become widespread and researches about nutrients and quality of egg have increased. Reducing applications of egg cholesterol is one of these researches.

Many experiments have been conducted to decrease the egg cholesterol level. Using of saponin, cellulose, chrome, sorbose, some chemicals, probiotics, copper and vitamin C are some of these applications. Positive and negative results have been seen by these applications and no changes have been found in some trials. As the cholesterol in egg is important for embryonic life, success has not been reached by studies to reduce egg cholesterol level.

Key words: Egg, cholesterol, diet

GİRİŞ

Yeterli düzeyde ve dengeli bir şekilde beslenen insanların daha sağlıklı ve daha yüksek zihinsel yeteneğe sahip oldukları, buna paralel olarak da daha hızlı geliştikleri bilinen bir gerçektir. Belirtilen şekildeki bir beslenme için gereksinim duyulan enerji, protein, vitamin ve mineral maddelerin karşılanmasında hayvan-

sal ürünler, bitkisel ürünlere nazaran daha önemlidir. Bunlardan birisi olan yumurta, insan beslenmesi açısından önemli bir besin kaynağı olup, dünyada her zaman aranılan ve sevilerek tüketilen temel gıda maddesi durumundadır.

Son yıllarda kanatlı sektöründeki bilimsel ve teknolojik gelişmeler, yumurtanın

bol ve ekonomik bir şekilde üretilmesine olanak sağlamışsa da, tüketiminde istenilen düzeye ulaşmak henüz mümkün olmamıştır. Bunun da en önemli nedenleri, tüketim alışkanlığı, yumurtanın yüksek kolesterol içeriği ve kolesterolce zengin gıdaların koroner kalp yetmezliği ve arteroskleroza yol açan etkenlerin başında yer alması şeklindeki düşüncelerdir. Bu konuda gerçeği yansıtmayan yayınların yapılması, insanlarda kolesterol korkusunun oluşmasına neden olmuş ve böylece yumurta arzulan değil, korkulan bir besin kaynağı haline gelmiştir. Sadece koroner kalp hastalığı bakımından risk grubuna giren kişilerin gıdalarla kolesterol alımını sınırlandırmaları gerekirken, sağlık problemi bulunmayanların yumurta gibi bazı temel gıdaların tüketiminden vazgeçmeleri de gereksiz kabul edilmektedir.

Bu nedenlerle son yıllarda yumurtanın önemini belirtici açıklamalar ve yazılı metinler yaygınlaşmaya başlamış, araştırmacılar tarafından yumurtanın besin içeriğini ve kalitesini artırıcı çalışmalar hız kazanmıştır. Yumurtanın kolesterol düzeyini azaltıcı uygulamalar da bunlardan birisidir.

Yumurta Sarısı Kolesterolü ile Kan Kolesterolü Arasındaki İlişki

Yumurta sarısı kolesterolü ile kan kolesterolü arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır. Yumurta sarısı kolesterolü, kökenini hayvanın plazma kolesterolünden almaktadır. Kanatlı hayvanlarda yumurta sarısındaki kolesterol düzeyinin azalmasını sağlayıcı uygulamalarda bu ilişkiden yararlanılmaktadır (33). Ancak bu iki parametre arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını (32) veya ters bir ilişkinin varlığını (78) savunan araştırmacılar da mevcuttur.

YUMURTA KOLESTEROL DÜZEYİ ÜZERİNDE ETKİLİ FAKTÖRLER

Yumurtanın kolesterol içeriğinin abartılı bir biçimde ele alınması, büyük kitleleri etkileyerek kolesterol korkusu oluşturmuş ve

yumurta tüketiminin azalmasına neden olmuştur. Bu nedenle yapılan araştırmalar, karaciğerde kolesterol sentezini sınırlayarak ya da kolesterolün bağırsaklardan emilimini azaltarak yumurta kolesterolünün düşürülmesine yönelik olmuştur (13).

Yumurta kolesterol düzeyini etkileyen faktörler, rasyona ait faktörler ve hayvana ait faktörler olmak üzere iki grup altında incelenebilir. Rasyonun saponin, kolesterol, krom, selüloz, yağ, bitki sterolu ve C vitamini miktarı yumurta kolesterol düzeyi üzerinde etkili olmaktadır. Rasyonla veya değişik ilaç uygulamaları ile de yumurta kolesterol düzeyi düşürülebilmektedir. Rasyona eklenen bakır, probiyotik, orotik asit, sarımsak ve sorboz gibi maddelerin yumurta kolesterol düzeyini düşürücü etkileri sınırlı düzeyde olmaktadır. Yumurta kolesterol düzeyi üzerinde etkili olan hayvana ait faktörler ise hayvanın yaşı ve genotipidir (11,13).

RASYONA AİT FAKTÖRLER

Saponinler

Saponinler, steroid ya da triterpenoid yapıda bir veya daha fazla yan zincirli, suda çözünebilir karbonhidratlara sahip bir çekirdek içermektedir. Steroid saponinlerin esas ticari kaynağı olan *Yucca schidigera* ekstraktı yüksek düzeyde doğal steroid saponin içermektedir ve fizyolojik etkileri, vitamin aktivitesinden cinsiyet hormonlarına kadar değişim göstermektedir. Kimyasal yapılarından dolayı sindirim sisteminde emilimi zor olmakta ve etkileri bağırsaklarla sınırlı kalmaktadır (37).

Rasyonda triterpenoid saponinlerin kullanımı yoluyla düşük kolesterolü yumurta üretimi yönünde yapılan çalışmalarda sınırlı bir başarı sağlanmış ve yem tüketimi ile verimin düştüğü görülmüştür. Biyokimyasal özelliklerinden dolayı steroid saponinlerin, yumurta kolesterol düzeyini azaltmada daha etkin olabilecekleri bildirilmektedir (57).

Steroidal saponin içeriği sayesinde doğal büyüme düzenleyici, kolesterol ve amonyak bağlayıcı, üreaz aktivitesini önleyici ve azot metabolizmasını düzenleyici özellikleri ile tüm çiftlik hayvanlarında verimi, ürün kalitesini ve karlılığı artırıcı bir yem katkı maddesi olan *Yucca schidigera*'nın, yumurta tavuklarında 1 ton rasyona 90-120 g katılması ile düşük kolesterol içeren yumurtaların elde edildiği bildirilmiştir (6).

Saponinlerin sindirim kanalında kolesterol emilimi üzerindeki etkileri, ince bağırsaklarda kolesterol veya safra asitleri ile çözünmez yapılar oluşturmaları ve böylece onların emilimlerini engellemeleri esasına dayanmaktadır. Saponinlerin aynı zamanda safra asitleriyle moleküler yapısı büyük miseller oluşturarak safra asitlerinin emilimini de engellediği bildirilmektedir. Safra asitleri karaciğerde kolesterolden sentezlenmektedir ve yağların sindirimine yardımcı olmaktadır. Safra asitleri yağların sindirimindeki görevini tamamladıktan sonra tekrar aynı görevi yapmak üzere emilerek kana geçmekte, karaciğer ve safra yoluyla tekrar sindirim sistemine boşaltılmaktadır. Bu şekilde saponinler hem kolesterol, hem de safra asitleri ile büyük miseller oluşturarak onların dışkı yoluyla atılmalarını sağlamakta, kan, karaciğer, dokular ve yumurtada kolesterol seviyeleri düşmektedir (17).

Sims ve ark. (69), *Yucca schotti* kaktüsünden elde edilen saponin katkılı rasyonla beslenen yumurta tavuklarında kolesterol düzeyinde önemli bir değişim olmaksızın yumurta üretimi ve yem tüketiminin azaldığını ifade etmişlerdir. Saponin kaynağı olarak *Yucca schidigera* tozu kullanıldığında ise, yemden yararlanma ve yumurta veriminin belirli bir düzeyde arttığını, yumurta kolesterol içeriğinin de önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan bir çalışmada(37) yumurta tavuklarının rasyonlarına 30, 60 ve 120 ppm düzeylerinde *Yucca schidigera* tozu eklenmesinin başlangıçta

239 mg olan yumurta kolesterol düzeylerini sırasıyla 221.8, 218.1 ve 214.1 mg/yumurta düzeylerine düşürdüğü ve düşüş miktarının katkı düzeyine ($p<0.05$) bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Ayerza ve Coates'de (9) yumurta tavuklarını % 7, 14, 21 ve 28 oranlarında *Chia* tohumu (*Salvia hispanica*) içeren rasyonla beslemişler ve araştırma sonucunda % 14, 21 ve 28 düzeylerinde *Chia* ile beslenen gruplarda yumurta kolesterolünün önemli derecede düştüğünü saptamışlardır.

Krom

Son yıllarda kromun insanlar üzerindeki olumlu etkilerinin belirlenmesi hayvan besleme yönünde araştırma yapan kişileri bu iz element üzerinde incelemeler yapmaya yönlendirmiştir. Bira mayası, karaciğer, böbrek, ıspanak ve rafine edilmemiş şeker gibi insan ve hayvan tüketimine uygun gıdalarda bol miktarda bulunan krom, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında gerekli olan esansiyel bir mikro mineraldir. Kromun kan glikoz düzeyi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Krom yetersizliğinde hiperkolesterolemi ve hiperlipidemi şekillenmektedir. Rasyona krom eklenmesi kandaki glikoz, lipid ve kolesterol seviyelerini düşürmektedir (48).

Krom, organik ve inorganik olmak üzere iki formda bulunur. İnorganik krom insan ve hayvanlarda, bağırsaklardan düşük düzeyde (% 0.4-3) emilmektedir. Organik krom ise % 15-20 düzeylerinde emilmektedir (26). McCarty (42) tarafından yapılan çalışmalar, organik kromun inorganik kroma göre daha etkili olduğunu göstermiştir.

Press ve ark.'da (63) araştırmalarında kromun yağ oranını, toplam kolesterolü ve düşük yoğunluktaki lipoproteini azalttığı ve kandaki yüksek yoğunluktaki lipoproteini artırdığı sonucuna varmışlardır. Lin ve Lin (40) ise organik kromun yumurta kolesterol düzeyini azaltmasına rağmen çıkım oranını düşürdüğünü belirtmiştir.

Lien ve ark. (39), yumurta tavuklarını, rasyonlarına 200, 400, 800 ppb organik krom ilave edilmiş rasyonlarla beslemişler ve araştırma sonucunda rasyonlarına 800 ppb organik krom ilave edilen gruptaki hayvanların serum kolesterolünde % 39 düşme olduğunu bildirmişlerdir.

Cheng ve Hsu (18) tarafından yapılan bir araştırmada ise, rasyonlara 0, 200, 400, 600 ve 800 ppb düzeylerinde organik krom ilavesinin 10, 15 ve 21. günlerde yumurta kolesterol düzeyine etkisi incelenmiştir. Rasyonlarında 200, 400, 600 ve 800 ppb organik krom bulunan grupların yumurta kolesterol düzeyinde kontrol grubuna göre ortalama % 7.76, 11.36, 14.39 ve 10.60 düzeyinde azalma gözlenmiştir. Azalmanın en etkili olduğu düzeyin 600 ppb organik krom ilavesi yapılan grupta olduğu belirlenmiştir.

Stanley ve ark. (70) rasyonlarında kromlu mannan oligosakkarit bulunan grupta yumurta kolesterol düzeyinin, kontrol grubunununkine göre daha düşük olduğunu kaydetmişlerdir.

İlaçlar

Yumurta kolesterolünü düşürebilmenin en etkili yollarından birisi de ilaç kullanımıdır (23). Ancak, yumurta kolesterolünü düşürmek için kullanılan ilaçlar veya onların metabolitleri yumurtada birikim yapabilmekte ve bu da kullanımı sınırlandırmaktadır. Bunun için yumurtaya kolesterol geçişi ve depolanması üzerine ilaç etkilerinin incelenmesi vücutta ilaçların ve metabolitlerinin emiliminin, katabolizmasının ve boşaltımının en ince ayrıntılarına kadar araştırılması gerekmektedir (52).

İlaçların yumurta kolesterolünü azaltıcı etkileri değişik yollarla gerçekleşmektedir. İlaçlar, kolesterol sentezini ve emilimini azaltarak veya kolesterolün, yağ asitlerinin ve nötral sterollerin atılımını artırarak etki gösterirler. Bu amaçla bazı ilaçlar yumurta

tavuklarının rasyonlarına katılmaktadır. İlaçlar yumurta kolesterolünü % 40-50 düzeylerine kadar azaltabilmesine rağmen kullanımları ticari açıdan yaygınlaşmamıştır (7, 53).

Probucol, kolesterol düzeyini düşürücü etkisi olan güçlü antioksidan etkiye sahip bir ilaçtır (76). Probucol'un rasyona % 0.1 düzeyinde katılması ile iki hafta içerisinde, % 0.025 düzeyinde katılması ile dört hafta içerisinde yumurta sarısı kolesterol miktarının düştüğü görülmektedir. Rasyona % 0.025 düzeyinde katılan probucol, kullanımından sekiz hafta sonra kolesterol biyosentezine adaptasyonun şekillenmesi nedeniyle etkisiz olmaktadır. Bu dozlarda yumurtada probucol birikmesi şekillenmemektedir (77). Naber ve ark. (56), probucol'un % 0.1 düzeylerinde uygulanması neticesinde, lipogenezisin azaldığını, yumurta kolesterolünün ise % 5 oranında düştüğünü belirtmişlerdir.

Lovastatin de oldukça güçlü hipokolesterolemik etkili bir maddedir. *HMG-CoA redüktaz*'a yarışmalı biçimde inhibitörük etki yaparak, kolesterol sentezini azaltıcı görev alır (52). Elkin ve Rogler (24), rasyona % 0.0059-0.0265 miktarlarında lovastatin katılması ile yumurta kolesterolünün % 15.5 seviyelerinde azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Luhman ve ark. (41) ise rasyona % 0.0035 oranında katılan lovastatinin yumurta kolesterolünü düşürmede etkisiz olduğunu saptamışlardır.

Antilipemik bir ilaç olan triparanol da kolesterol metabolizması üzerine etkileri incelenen ilaçlardandır. Triparanol uygulanan tavuklarda, uygulamadan 2 hafta sonra yumurta kolesterolünün yerini desmosterol (% 80 oranında) almış ve bunu yumurta üretiminin tamamen durması izlemiştir. Bu ilacın yumurtanın sterol bileşimini değiştirmedeği ve desmosterolün kolesterole dönüşümünü engellediği yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (52).

Çeşitli azasterol bileşiklerinin rasyonla düşük miktarlarda alınması ile kolesterol metabolizması önemli ölçüde değiştirilebilmektedir. Sterol türevleri kapsayan bu ilaçlar, kolesterolün kendini “negatif feed back” ile kontrol etme mekanizmasına benzer bir etki gösterirler (53). Azasterol bileşiklerinin üreme parametreleri üzerine daha az yan etkileri olduğu ve yumurta kolesterolünün yerini desmosterolün almasını kolaylaştırdığı belirtilmektedir (54).

Tiroksinin D analogu ve etilparaklorofenoksibütirat güçlü hipokolesterolemik etkili maddelerdendir. Rasyonda bu ilaçların kullanılması ile kan ve yumurta kolesterol düzeyleri hızla düşürülebilmektedir (53). Dihidroksifenilalanin de yumurtacı tavuklarda kolesterol içeriğinde azalmaya, doymuş yağ asitlerinin doymamış yağ asitlerine olan oranında düşmeye ve total proteinde artışa neden olan bir maddedir (48).

Elkin ve ark. (25) karaciğerde kolesterol sentezini engelleyen maddelerden olan β -tetrametil heksadekanedioik asidi (Medika 16) yumurta tavuklarına 16 gün boyunca % 0, 1.5 ve 3 düzeylerinde uygulamışlar ve % 3 oranında ilaç uygulanan rasyonlarla beslenme sonucu Medica 16'nın öncelikli olarak karaciğer yağ asitleri metabolizmasını değiştirdiğini, ancak kolesterol sentezi üzerinde etkisinin olmadığını saptamışlardır.

Keshavarz (35), Tumeric ve Curcumin'i kolesterol bulunan ve bulunmayan rasyonlarla birlikte kullanmış ve hipokolesterolemik etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda bu ilaçların plazma, karaciğer ve yumurta kolesterolünü düşürücü etkisine rastlanmamıştır. Kolesterolle birlikte Tumeric ve Curcuminle beslenen hayvanların yumurta sarısının kolesterol düzeyinin çalışmanın başında belirgin bir şekilde arttığını, zamanla dereceli olarak azaldığını ve çalışma sonunda normal düzeylerine ulaştığını saptamıştır.

Yumurta kolesterolünün fazla düzeyde düşürülmesi fertilitiyi olumsuz yönde etkilemektedir. Suni tohumlama yoluyla döllenmiş hayvanlardan farmakolojik ilaçların kullanılması neticesinde kolesterolü düşürülmüş yumurtalar elde edilmiş ve inkübasyona konulan bu yumurtalarda kuluçka randımanının % 20 olduğu görülmüştür (48).

Kan ve yumurta kolesterolünü düşürücü bu ilaçları kullanırken vücudun normal fonksiyonlarını sürdürmeye yetecek miktarda kolesterolün bulunmasına dikkat edilmeli ve bunun için uygun dozlarda kullanılmalıdır (53)

Rasyon Kolesterolü

Yumurta tavuklarında kolesterol analoglarının kullanılması sonucunda yumurta kolesterolü düşürülebilmektedir. Bu amaçla purifiye ve okside olmuş kolesterol kullanılmaktadır. Rasyonla kolesterol uygulamasının yumurta sarısındaki kolesterolü düşürücü etkisi Şekil 3'te gözlemlendiği şekilde *HMG-CoA redüktaz* enziminin etkinliğinin önlenmesiyle ve kolesterol biyosentezinde sınırlı oranda enzim kullanılmasıyla gerçekleşmektedir (51). Bu şekilde *HMG-CoA redüktaz* enziminin etkinliği % 43 oranında engellenebilmektedir (75).

Kolesterolün oksijenle doyurulmuş bir türevi olan 7-ketokolesterol karaciğerde *HMG-CoA redüktaz* aktivitesini azaltmakta ve buna bağlı olarak da yumurtada kolesterol düzeyi düşmektedir (55).

Sutton ve ark.(71) % 1 düzeyinde kolesterol içeren rasyonla beslenen hayvanlarda kolesterol içermeyen rasyonla beslenenlere nazaran mevcut metabolik enerjiden yararlanmada düşüş ($p<0.01$), yumurta ve karaciğer kolesterolünde ise önemli bir artış ($p<0.01$) belirlemişlerdir.

Hammad ve ark. (30), yüksek ve düşük düzeyde plazma kolesterol düzeyine sahip bıldırcınlarla yaptıkları çalışmada, rasyonlarda %0 ve 0.5 düzeyinde kristalize olmuş kolesterol kullanmışlar ve 10, 14 ve 18. haftalarda yumur-

ta sarısı kolesterol düzeyini incelemişlerdir. Kolesterol düzeyi (mg/g yumurta sarısı ve mg/yumurta sarısı), plazmasında yüksek düzeyde kolesterol bulunan hayvanlarda 10 ve 14. haftalarda diğer hayvanlara nazaran daha yüksek bulunmuştur. Bu hayvanlarda yumurta ağırlığı zamanla artmasına rağmen, yumurta sarısı kolesterol düzeyinde değişme olmamıştır. Plazma kolesterol düzeyi düşük olan hayvanlarda da zamanla yumurta sarısı kolesterolünde artış saptanmıştır.

Selüloz

Rasyonlarda selüloz düzeyi artırılarak plazmada, dokularda ve yumurtada kolesterol miktarı azaltılabilmektedir. Bu etki, kolesterol emiliminin azalması ile şekillenmektedir. Selüloz bakımından zengin yemlerle beslenme sonucu, kolesterolün safra tuzlarıyla bağlanması ve bağırsaktan geçiş süresinin kısılması ile dışkı sterol düzeyi artmakta, kolesterol emilimi azalmaktadır. Ancak yumurta kolesterolünde azalma sınırlı düzeyde olmaktadır (31).

Türk ve Barnet (73), mısır-soya temelinde dayalı yumurta tavuğu rasyonlarına selüloz kaynağı olarak yonca unu ilave ettikleri araştırmalarında, yumurta verimi, yemden yararlanma oranı ve yumurta büyüklüğünün olumsuz etkilendiğini, yumurta kolesterolünün ise önemsenmeyecek düzeyde azaldığını saptamışlardır. Scholtyssek (66), rasyon selüloz düzeyinin % 4'ten 6'ya kadar artırılmasının yumurta kolesterolünde % 2'ye varan oranda azalma meydana getireceğini belirtmiştir.

McNaughton (43) yumurta tavuklarını %2.05, 4.41, 6.68 ve 8.79 düzeylerinde selülozlu yemlerle beslemiştir. Yumurta kolesterol değerlerinin, % 4.41, 6.68 ve 8.79 düzeylerinde selüloz ile beslenen hayvanlarda, % 2.05 düzeyinde selüloz ile beslenene nazaran sırasıyla % 4.39, 10.38 ve 13.29 oranlarında azaldığını saptamıştır.

Buna karşılık selülozca zengin yemlerle beslenme sonucunda yumurta kolesterol

düzeinin değişmediğini (74) veya arttığını (45) gösteren araştırmalar da vardır. Menge ve ark. (45), rasyondaki selüloz miktarının % 4.1'den % 17.7'ye kadar artırılması sonucunda serum kolesterol düzeyinin azaldığını, yumurta kolesterol düzeyinin arttığını, yumurta büyüklüğünün ve veriminin azaldığını tespit etmişlerdir. Vargas ve Naber (74), rasyonlarla düşük, orta ve yüksek düzeylerde selülozlu yemlerin verilmesinin yumurta tavuklarında yumurta kolesterolü üzerine önemli derecede etkili olmadığını saptamışlardır. Çalışmada, yumurta kolesterolü ve yumurta verimi arasında önemli derecede ($p<0.01$) negatif korelasyon ($r = -0.45$); yumurta kolesterolü ile canlı ağırlık artışı arasında önemli derecede ($p<0.01$) pozitif korelasyon ($r=0.23$) bulunmuştur.

Yağlar

Kanatlılarda sterol metabolizmasını, rasyon yağ asitlerinin tipi ve miktarı belirgin olarak etkilemektedir. Yumurta tavuklarının kolesterol emilim yetenekleri yüksek olup, düzeyi, rasyon yağının yapısına bağlıdır. Doymuş yağ asitleri kan kolesterol düzeyini artırmaktadır. Yapılan çalışmalar ile düşük düzeyde kolesterol ve doymamış yağ asitleri içeren rasyonlar ile kan kolesterol düzeyinin azaltılabileceği belirtilmiştir. Doymamış yağ asitlerinin kan kolesterol düzeyini azaltmadaki bu etkisi, vücuttan sterol atılımını artırmalarıyla gerçekleşmektedir (53).

Çoklu doymamış omega-6 yağ asitlerinin aksine balık yağı, keten ve kanola yağında yüksek oranda bulunan omega-3 yağ asitlerinin kan kolesterol düzeylerini düşürdüğü, arterlerde kolesterol birikimini engellediği, serum trigliserid düzeyleri üzerine de olumlu etki yaptığı ve pıhtılaşmayı engellediği saptanmıştır. Tekli doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranla kan kolesterol düzeyi ve kalp damar hastalıkları üzerinde daha olumlu etkileri bulunduğu kaydedilmiştir (46).

Lesitin ve ayçiçeği yağı rasyon kolesterolünün emilimini artırarak kan ve yumurta kolesterol düzeyinin artmasına neden olmaktadır. β -sitosterol kan ve yumurta sarısı kolesterol düzeyini önemli derecede değiştirmezken, sitosterol ve lesitinin birlikte kullanılması, kolesterol emilimini artırmaktadır (53).

Yapılan bir çalışmada (10), rasyon yağı tipinin yumurta kolesterol düzeyinde önemli derecede ($p<0.01$) etkili olduğu görülmüştür. Araştırma sonucunda soya yağı içerikli rasyonla beslenen hayvanların yumurta sarısındaki kolesterol düzeyi hayvansal yağla beslenenlerden önemli derecede ($p<0.05$) düşük bulunmuştur.

Bitki Sterolleri

Kolesterol metabolizmasında bitki sterollerinin etkisi, kolesterol emiliminin engellenmesi veya azaltılması esasına dayanır. Kolesterol ve soysterollerle aşırı beslenen hayvanların dışkılarında sterol metabolitleri artmaktadır (68). Bitki sterollerinin, yumurta kolesterolünü düşürücü etkisinin emilimi azaltarak değil, kandaki kolesterol artışını sınırlandırarak ve safra yoluyla salgılanmasına neden olarak meydana geldiğini belirten görüşler de vardır. Bununla beraber elde edilen sonuçlar beklenen lipidemi azalışını göstermemiştir (19).

Clarenburg ve ark. (19), rasyona a-sitosterol ilavesinin yumurta kolesterolünü % 35'e varan oranda düşürebileceğini belirtirlerken, Sims ve Brag (68) rasyona % 2 oranında soysterol ilavesi ile kolesterol düzeyinin % 16-33 düzeylerinde azaltılabileceğini bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar ise rasyona % 1 (80), % 2 (22) ve % 2 lesitinle birlikte (22) uygulanan Beta-sitosterolün yumurta sarısı kolesterol miktarında azalmaya neden olmadığını bildirmişlerdir.

C Vitamini

C vitamini lipid metabolizmasını kolaylaştıran reaksiyonlarda görev almakta ve

kolesterol metabolizmasını etkilemektedir. C vitamininin kolesterolü düşürücü etkisi bağırsaklardan kolesterol emilimini azaltarak şekillenmektedir. C vitamin alım düzeyi ile plazma LDL düzeyi arasında ters, HDL düzeyi arasında ise pozitif bir ilişki vardır (76). Rasyona eklenen C vitaminin, yumurta kolesterolü, plazma ve doku kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğünü ve yumurta kalitesini etkilediğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (3).

Yiğit ve ark. (81), yumurta tavukları ile yaptıkları bir araştırmada kontrol grubu ile 1, 2 ve 3. deneme grubu rasyonlarına sırasıyla 0, 50, 100 ve 200 mg/kg C vitamini ilave etmişlerdir. Araştırma sonunda C vitamini ilavesinin yumurta kolesterol düzeyini azalttığını bildirmişlerdir .

Scholtyssek'de (66), rasyonlara 200 mg/kg C vitamini ilavesinin yumurta kolesterolünü % 2.5 düzeyinde azalttığını kaydetmiştir.

Al- Janabi ve ark. (3), rasyonlara ilave edilen 30, 60 ve 90 mg/kg C vitamininin yumurta kolesterolünde neden olduğu azalmanın önemli olmadığını bildirmişlerdir. Oral olarak askorbik asit uygulamasının (0.025, 0.05 ve 0.1 g) etkisini inceleyen Constantin ve Neagu (21) ise, araştırma sonucunda kan kolesterolünde azalma olduğunu ve azalmanın yumurta kolesterolünün uygulanan doza bağlı olarak arttığını kaydetmişlerdir.

Bakır

Bakırın değişik formlarının rasyonlarda kullanımı sonucunda da yumurta kolesterolü düşürülebilmektedir. Bakırın kolesterolü düşürücü etkisi kesin olarak bilinmemekle birlikte, *HMG CoA redüktaz* etkinliğini önleyerek bu etkiyi oluşturduğu düşünülmektedir (20,62). Bu amaçla farklı düzeylerde bakırın (50, 150 ve 250 mg/kg) yumurta kolesterol düzeyine etkisini inceleyen Al Ankari ve ark. (3), araştırma sonucunda 250 mg/kg bakır eklenen grupta yumurta ve plazma kolesterol düzeyinin

sırasıyla % 14 ve % 20 oranlarına kadar azaltılabileceğini belirlemişler ve 250 mg/kg dozunda rasyona eklenen bakirin yumurta sarısındaki kolesterolü düşürmede daha etkili olduğunu savunmuşlardır.

Pesti ve Bakalli (62) rasyona 0, 125 ve 250 mg/kg bakır ekledikleri çalışmada ilk 4 hafta içinde yumurta veriminin önemli derece ($p<0.05$) arttığını 125 mg/kg bakır içeren rasyonla beslenme sonucu yumurta kolesterolünün azaldığını saptamışlardır (11.7mg/g'dan 8.6 mg/g'a kadar). Rasyonda 250 mg/kg bakırın bir miktar daha azalma sağladığı (7.9 mg/g) ancak 125 mg/g miktarında bakır bulunan grupla farklılığın önemsiz olduğunu, plazma kolesterol miktarındaki değişmelerin de yumurtadaki miktarlara paralel bir değişme gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmada küçük fakat önemli miktarlarda bakırın yumurta sarısı ve kabukta biriktiği saptanmıştır.

Probiyotikler

Değişik yem katkı maddelerinde probiyotik amaçlı kullanılan *Lactobacillus acidophilus*'un kolesterol düşürücü etkisi de bulunmaktadır. Bu etkenin kolesterolü düşürücü etkisi, kolesterol sentezinde görev alan 3 hidroksi 3 metilglutaril CoA redüktaz enziminin etkinliğinin engellenmesi sonucu oluşmaktadır (47).

Abdulrahim ve ark. (1), yumurta tavuklarında *Lactobacillus acidophilus*'un yalnız başına kullanılması ile yumurta veriminin ve yemden yararlanmanın arttığını, yumurta kolesterol düzeyinin ise azaldığını saptamışlardır. Mohan ve ark. (50), rasyona probiyotik ilavesinin yumurta sarısı ve plazma kolesterol düzeylerine etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, yumurta tavuklarında 0, 100 ve 150 mg/kg probiyotik kullanmışlardır. Araştırma sonucunda yumurta sarısı kolesterol değerlerinin kontrol grubunda 14.69 mg/g, 100 ve 150 mg /kg probiyotikle beslenenlerde ise sırasıyla 11.28 ve 11.37 mg/g olduğunu saptamışlardır.

Orotik Asit

Orotik asidin yumurta tavuklarında, plazma ve yumurta sarısı kolesterol düzeylerine olan etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada (14) temel rasyona % 0.5, 1 ve 2 oranlarında orotik asit katılarak hayvanlar sekiz hafta beslenmiştir. Deneme sonunda 4, 6 ve 8. haftalarda ölçülen toplam plazma kolesterol düzeylerinin % 2 düzeyinde orotik asit katılan rasyonda önemli derece azaldığı ($p<0.05$) saptanmıştır. Aynı çalışmada rasyonda orotik asit ilavesinin yumurta sarısı kolesterol düzeyi üzerinde etkisiz olduğu belirlenmiştir.

Sarımsak

Son yıllarda sarımsak (*Allium sativum*) ve soğanın çeşitli ekstraktlarının doğal bir hipokolesterolemik etken olduğu, bunların antibakteriyel, antitümoral, hipoglisemik ve antiaterosklerotik amaçlar için de kullanıldığı açıklanmıştır (38). Sharma ve ark. (67) yumurta tavuklarının karma yemlerinde % 1, 2 ve 3 düzeylerinde sarımsak tozu bulunmasının 3 hafta sonunda yumurta kolesterolünü sırasıyla 5.45, 2.83 ve 4.1 mg/g düzeyinde azalttığını kaydetmişlerdir. Reddy ve ark. (64) ise bileşiminde % 0.02 sarımsak yağı bulunan rasyonlarla 28 gün beslenen tavukların yumurta sarısı kolesterol düzeyinin değişmediğini bildirmişlerdir.

Rasyon Enerjisi

Yumurta tavuklarında rasyondaki protein, selüloz ve vitamin E düzeylerinin artırılması ve rasyon enerjisinin düşürülmesiyle düşük kolesterolü yumurtalar üretilebilmektedir. Bu değişikliklerin aksine, kanatlarda pozitif bir enerji dengesi durumunda ise yumurtanın kolesterol konsantrasyonu artmaktadır (53). Vargas ve Naber (74), vücuda alınan fazla enerjinin canlı ağırlık ve yumurta sarısına geçen kolesterolün miktarını artırdığını saptarlarken, Sutton ve ark. (71) ise yumurta tavuklarında enerji alınımının % 75 azaltılması

ile yumurta kolesterol düzeyinin düştüğünü belirlemiştir.

Sorboz

Sorboz, *Acetobacter xylinum* bakterisi tarafından sorbitolun oksidasyonundan oluşan bir karbonhidrat olup, elma ve dağda yetişen çilek ile böğürtlenlerin fermente sularından izole edilmekte, aynı zamanda C vitamininin yapımında kullanılmaktadır (44). Furuse ve ark.(27), yumurta tavuklarının karma yemlerine % 10 ve 20 düzeylerinde sorboz ilavesinin, serum trigliserid, kolesterol, şilomikron ve düşük yoğunlukta lipoprotein konsantrasyonunu azalttığını saptamışlardır. Tamura ve ark. (72) ise, sorboz veya maltitol içeren rasyonla beslenen ratların sükröz veya glikoz içeren rasyonla beslemeye göre daha düşük serum kolesterol konsantrasyonu gösterdiğini saptamışlardır.

Beyer ve Jensen (15), sorbozun yumurta tavuklarında yumurta ve plazma kolesterol düzeyine olan etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları 4 haftalık bir çalışmada, %10 ve 20 düzeylerinde sorboz kullanmışlardır. Toplam yumurta ve yumurta sarısı ağırlığının azaldığı çalışmada, sorbozun plazma kolesterol ve düşük yoğunluklu lipoprotein düzeyinde % 50'ye varan azalmaya neden olduğunu saptamışlardır. Yumurta sarısı ağırlığının azalmasına rağmen toplam kolesterol miktarında azalmaya rastlamamışlardır.

HAYVANA AİT FAKTÖRLER

Hayvanlar yaşlandıkça yumurtadaki kolesterol miktarında (mg/g yumurta sarısı) bir azalma şekillenmektedir. Genç tavuklardan elde edilen yumurta kolesterol düzeyinin yaşlı hayvanlardan elde edilenlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (28,59). Brendl ve ark. (16), bir yıllık üretim sonunda yumurta sarısı kolesterol içeriğinin üretimin başlangıç dönemindeki yumurtaların kolesterol düzeyine göre % 25 oranında azaldığını göstermişlerdir.

Bir çok araştırmacı tarafından yumurta sarısı toplam kolesterol miktarındaki

(mg/yumurta) artış, yaş ilerledikçe artan yumurta sarısı büyüklüğüne dayandırılmaktadır (11,13,73). Minvielli ve ark. (49) toplam yumurta ağırlığı ile yumurta sarısı kolesterol düzeyi arasında negatif bir korelasyonun (-0.53) olduğunu belirtirlerken, Beyer ve Jensen (13), yumurta sarısı kolesterol içeriği ile yumurta ağırlığı ve sarı ağırlığı arasındaki ilişkiyi sırasıyla 0.78 ve 0.79 olarak bildirmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada (34), 22 haftalık White Leghorn'lardan 0, 3, 6, 12, 15, 82 ve 180. günlerde toplanan yumurtalardaki kolesterol düzeyinin (mg/g) ilk iki hafta hızlı olmak üzere yaşla birlikte azaldığı ve sonunda 12.2 mg/kg düzeyinde sabit kaldığı kaydedilmiştir. Toplam yumurta kolesterolü ise 205 mg/yumurta düzeyine kadar artmıştır.

Basmacıoğlu ve Ergül (10) yumurta tavuklarında yaş ilerledikçe yumurta sarısındaki kolesterol içeriğinin (mg/g yumurta sarısı) azaldığını, toplam yumurta sarısı kolesterolünün ise arttığını bildirmişlerdir. Denemenin başında 14.20 mg/g bulunan değer, deneme ortasında (3. ay) ve deneme sonunda (6 ay) sırasıyla 13.53 mg/g ile 12.97 mg/g'a düşmüş ve bu düşüş istatistik olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Hall ve McKay (29), yumurta kolesterolünün 20-30. haftalar arasında azalır 70. haftaya kadar sabit kaldığını; lipid konsantrasyonunun 40. haftada maksimuma ulaştıktan sonra 60-70. haftaya kadar azalarak normal değerlerine ulaştığını gözlemlemişlerdir. Aynı araştırmacılar 30-70. haftalar arasında, kolesterol miktarlarını, kolesterol ile diğer lipidler arasındaki oranların farklılığına bağlamışlar ve 20. haftadaki yüksek kolesterol düzeyinin plazma lipoproteinlerinin emilimi sonucu şekillendiğini belirtmişlerdir.

Bu araştırmacılardan farklı olarak Salageanu ve Bota (65) bir yıllık süreç içinde yumurta kolesterolündeki değişimin tutarlı olmadığını bildirdikleri gibi Nielsen'de (58) 21.

ve 57. haftalar arasında yumurta kolesterol içeriğinde herhangi bir farklılığa rastlamamıştır. Aynı şekilde Scholtyssek'de (66) yaşın sözü konusu kriter üzerinde önemli düzeyde etkili olmadığını belirtmiştir.

Aynı sürüdeki bireyler arasında kolesterol düzeyleri belirgin bir farklılık göstermezken, farklı sürülerde kolesterol değerlerinin genetik varyasyona bağlı olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği çeşitli araştırmalarla (8, 36, 79, Ksiazkiewicz ve Kisiel, 2001) ortaya konulmuştur.

Onbaşlar ve ark. (60) aynı rasyonla beslenen Denizli ve Hyline Brown genotiplerinden topladıkları yumurtaları çeşitli özellikler açısından incelemişler ve yumurta sarısı kolesterol değerlerinin Denizli ve Hyline Brown genotipinde sırasıyla 13.24 ve 12.85 mg/g olduğunu saptamışlardır. Toplam kolesterol değeri de Denizli genotipinde önemli derecede ($p<0.05$) yüksek bulunmuş ve bu değer, yumurta sarısı ağırlığı ($p<0.05$) ve yumurta sarısı oranı ($p<0.01$) ile önemli derecede ilişkili olduğu gözlenmiştir.

Yumurta verimi ile yumurta kolesterolü (mg/g) arasında önemli derecede bir negatif korelasyon vardır. Yumurta üretimi arttıkça yumurta kolesterolünde azalma görülmektedir. Anah ve ark. (8), yumurta sarısı kolesterol değerlerinin (mg/g yumurta sarısı) düşük yumurta verimli hayvanlarda daha yüksek olduğunu ve bu iki özellik arasında düşük fakat önemli derecede negatif bir korelasyonun bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Hall ve McKay (29) ticari yumurta tavukların ve melezleri arasında yumurta sarısı kolesterol miktarındaki farklılığı ortaya koymak amacıyla yaptıkları çalışmada, melez yumurta tavuklarının soylarına nazaran % 6.7 oranında daha düşük kolesterol içermesini yumurta verimindeki farklılığa bağlamışlardır.

SONUÇ

Protein değeri yüksek, vitamin ve mineralce zengin, kalorisi düşük özelliklere sahip yumurta, en önemli gıdalardan birisidir. Ancak, kolesterol içeriği bakımından yüksek değerlere sahip olduğu düşünülen yumurtanın tüketiminde istenilen düzeye ulaşmak henüz gerçekleşmemiştir. Aşırı miktarda sigara içen, spor ile uğraşmayan, kilo sorunu olan, kalıtsal olarak yüksek kan kolesterol düzeyine sahip ve koroner kalp hastalığı bulunan kişilerin gıdalarla aşırı miktarda kolesterol almaları uygun değildir.

Araştırmacılar tarafından yumurtanın kolesterol içeriğini düşürmek amacıyla pek çok çalışma yapılmaktadır. Rasyonda saponin, sellüloz, krom, sorboz, bazı ilaçlar, probiyotik, bakir C vitamini kullanımı bunlardan bazılarıdır. Rasyonda bu uygulamaların gerçekleştirilmesiyle bazı araştırmalarda olumlu yanıt alınırken, bir kısmında yumurta kolesterolünde değişim olmamakta ve hatta düzeyi artmaktadır. Yumurta ile atılan kolesterolün embriyonun hayatta kalması için önem taşıması nedeniyle, yumurta kolesterolünü düşürmeye yönelik çalışmalarda istenilen başarı tam anlamıyla elde edilememektedir.

KAYNAKLAR

1. **Abdulrahim SM, Haddadin SY, Hashlamoun EA, Robinson RK (1996).** *The influence of Lactophilus acidophilus and bacitracin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk.* Br Poult Sci, **37**(2):341-346.
2. **Al Ankarı A, Najib H, AL, Hozab A. (1998).** *Yolk and serum cholesterol and production traits, as affected by incorporating a supraoptimal amount of copper in the diet of the leghorn hen.* Br Poult Sci., **39**(3):393-397.
3. **Al-Janabi AS, Al-Kattib SR, Taha ZD (1998).** *Effect of vitamin C administration on serum and egg yolk cholesterol level of the chicken.* Aust J Bio Sci, **41**:403-407.
4. **Anderson RA, Bryden M, Polansky M, Reiser S (1990).** *Urinary chromium excretion and insulinogenic properties of carbohydrates.* American J Clin Nutr, **51**: 864-868.

5. **Anonim (1987)**. *Cholesterol unaffected by extra eggs*. World Poultry, Sept:36-37.
6. **Anonim (1999)**. *Yucca Schidigera ekstraktı*. Uzman İlaç Sanayi Lmt. Şti.
7. **Anonim(2001)**. Erişim:[<http://www.feedinfo.com/a sp/scientific/science_res.asp?login=JRNZJK&pas s=NJFNLENQ&id_sci=511>]. Erişim tarihi: 12.01.2002.
8. **Ansah GA, Chan CW, Touchburn SP, Buckland RB (1985)**. *Selection for low yolk cholesterol in Leghorn-Type chickens*. Poult Sci, **64**:1-5.
9. **Ayerza R, Coates W (2000)**. *Dietary levels of chia: Influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition for two strains of hens*. Poult Sci, **79**(5): 724-39.
10. **Basmacıoğlu H, Ergül M (2000)**. *Yumurta tavuklarında yumurtanın kolesterol içeriği ile diğer bazı özelliklerine etki eden etmenler üzerinde bir araştırma*. Uluslararası Hayvancılık Kongresi, s: 318-325.
11. **Baumgartner J, Simenovova J (1994)**. *Breed or line differences of cholesterol content in quail eggs*. Proceedings of 19. World's Poultry Congress, 20-24 September, Amsterdam-Netherlands: Vol.3, p.:265-267.
12. **Beyer RS, Jensen LS (1989a)**. *Overestimation of the cholesterol of eggs*. J Agrc Food Chem, **37**: 917-20.
13. **Beyer RS, Jensen LS (1989b)**. *Research note. Cholesterol content of commercially produced eggs in Georgia*. Poult Sci, **68**:1703-6.
14. **Beyer RS, Jensen LS (1991)**. *Influence of orotic acid on performance, liver lipid content and egg cholesterol level of laying hens*. Poult Sci, **70**(11):2322-2328.
15. **Beyer RS, Jensen LS (1993)**. *Reduced plasma cholesterol and lipoprotein in laying hens without concomitant reduction of egg cholesterol in response to dietary sorbose*. Poult Sci, **72**(1):88-97.
16. **Brendl J, Kruparova M, Kminke M (1979)**. *Trends in and prospects for cholesterol concentration in hens eggs on a World Wide Scala*. Food Science and Technology, Abstr. **15**: 7092.
17. **Cheeke PR (1995)**. *Toxicans of plant origin, Vol:2 Glicosides*. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, p.:97-141.
18. **Cheng CY, Hsu M (1997)**. *Effects of dietary organic chromium on egg yolk cholesterol level*. Department of Animal Production Technology, National Pingfung Polytechnic Institute, Taiwan: 91027, R.O.C Presented at AAAP, 1997.
19. **Clarenburg R, Kim Chung**, *Chloride on lowering egg cholesterol*. Alıcı: [scakir2001@mynet.com].
20. **Cohen J., (22 Ocak 2002)**. [jeff.cohen@micro-nutrients.net]. *Tribasic Copper concentration of eggs and tissues*. Poult Sci, **55** (3):1077-1083.
21. **Constantin N, Neagu F (1983)**. *Effect of ascorbic acid on cholesterol in blood and in egg yolk of hens*. Lucrari-Stintifice-Institu Agronomic Nicolae Balcescu, **26**:25-39.
22. **Dam R, Labate ME, Tam SW, Cuervo-Torres C (1979)**. *Effect of diazacholesterol, triparanol and betasitosterol on egg cholesterol deposition in coturnix quail*. Poult Sci, **58** (4):985-987.
23. **Elkin R.G, 18.Ocak.2002**. [relkin@psuedu]. *Cholesterol*. Alıcı: [scakir2001@mynet.com].
24. **Elkin R, Rogler JC (1990)**. *Reduction of the cholesterol content of eggs by oral administration of lovastatin to laying hens*. J Agric Food Chem, **38**:1635-1641.
25. **Elkin RG, Rogler JC, Lee HD, Watkins BA (1992)**. *Effect of beta' tetramethyl-substituted exadecanedioic acid (MEDICA 16) on laying hen performance and egg yolk lipid composition*. Poult Sci, **33** (3):677-681.
26. **Flodin (1988)**. *Pharmacology of micronutrients*, Chromium. Ed. N.W. Flodin. **20**: 247-254.
27. **Furuse M, Nakajima SL, Nakagawa J, Shimizu T, Okumura JL (1990)**. *Regulation of lipid metabolism by dietary sorbose in laying hens*. Poult Sci, **69**:1508-1512.
28. **Gissel C, Lindfeld A, Ehnenbrink HL (1976)**. *Effects of breed, age and diet of hens on the cholesterol content of the egg yolk*. Food Sci and Tech, Abstr **9**:2020.
29. **Hall LM, Mckay JC (1992)**. *The relationship between yolk cholesterol and total lipid concentration throughout the first year of egg production in the domestic fowl*. Br Poult Sci, **34** (3):487-95.
30. **Hammad SM, Siegel H., Marks H. (1996)**. *Dietary cholesterol effects on plasma and yolk cholesterol fractions in selected lines of Japanese quail*. Poult Sci, **75** (7):933-942.
31. **Hargis PS (1998)**. *Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl -a review-World's Poult Sci J*, **44**:17-29.
32. **Harris PC, Wilcox FH (1963)**. *Studies on egg yolk cholesterol 1.Genetik variation and some phenotypic correlation in a randombred population*. Poult Sci, **42**:178-182.
33. **Hollands KG, Grunder AA, Williams CJ (1980)**. *Response to five generation of selection for blood cholesterol levels in White Leghorns*. Poult Sci, **59**:1316-1323.
34. **Jiang Z, Sim JS (1991)**. *Research note: Egg cholesterol values in relation to the age of laying hens and to egg and yolk weights*. Poult Sci, **70**:1838-1841
35. **Keshvarz K (1976)**. *The influence of Tumeric and Curcimin on cholesterol* **IA,Wakefield LM (1971)**. *Reducing the egg cholesterol level by inducing emulsified sitosterol in standard chicken diet*. J Nutr , **101**:289-298.

36. **Ksiazkiewicz J, Kisiel T (2001)**. *Effect of origin on the relationship between physical traits of eggs and lipid compounds of egg yolk in conservative flocks of ducks*. Proceedings of IX European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. 9-12 September 2001, Kuşadası-Turkey: s.73-79.
37. **Kutlu HR, Ünsal Y, Görgülü M, Yurtseven S (2000)**. *Yumurta tavuklarında verim ve yumurta kolesterol düzeyi üzerine rasyona katılan Yucca schidigera tozunun etkisi*. Uluslararası Hayvancılık Kongresi, s:95-102.
38. **Lau BHS (1989)**. *Anticoagulant and lipid regulating effect of garlic*. In: *New protective roles for selected nutrients*. G.A. Spiller and J. Scala, Ed. R. L. Alan, Newyork: , p.:295-326.
39. **Lien TF, Chen S Y, Shiau SR, Froman DP, Hu CY (1996)**. *Chromium picolinate reduces laying hen serum and egg yolk cholesterol*. The Professional Anim Scientist, **12**:77-80.
40. **Lin X, Lin F (1997)**. *Effects of organic chromium on reduction of yolk cholesterol and alleviation of heat stress in laying hens*. Fujian Agricultural University, PRC.
41. **Luhman CM, Miller BG, Bertz DC (1990)**. *The effect of feeding lovastatin and colestipol on production and cholesterol content of eggs*. Poult Sci, **69** (5):852-855.
42. **Mc Carty MF (1991)**. *The case for suplemental chromium and a survey of clinical studies with chromium picolinate*. J Appl Nutr **43**:589.
43. **Mc Naughton JL (1978)**. *Effect of dietary fiber on egg yolk, liver and plasma cholesterol concentrations of the laying hen*. J Nutr, **108**(11):1842-1848.
44. **Mccomb EA (1975)**. *Occurence of L-sorbose in apple-cider vinegar*. Carbonhydrate Res., **42**:200-202.
45. **Menge H, Littlefield LH, Frobish LT, Weinland BT (1974)**. *Effect of cellulose and cholesterol on blood and yolk lipids and reproductive efficiency of the hen*. J Nutr, **104**:1551-1566.
46. **Mensik RP (1995)**. *Effects of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on risk factors for ischaemic heart disease*. Universty of Sydney Nutrition Research Foundation Annual Symposium.
47. **Mital BK, Garg SK (1995)**. *Anticarcinogenic, hypocholesterolemic and antagonistic activities of Lactobacillus acidophilus*. Crit Rev Microbial, **21**(3):175-214.
48. **Miles RD (1998)**. *Designer eggs*. In: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceedings of Alltech's 14th Annual Symposium. Nottingham Universty Press. Ed: Lyons TP, Jacques KA., England: p.:427-435.
49. **Minvielli F, Oğuz İ (2001)**. *Effects of genetics and breeding on egg quality of Japanese quail: A review*. Proceedings of IX European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. 9-12 September 2001, Kuşadası-Turkey, p: 63-68.
50. **Mohan B, Kadirvel R, Bhaskaran M, Natarajan A (1995)**. *Effect of probiotic supplementation on serum / yolk cholesterol and on egg shell thickness in layer*. Br Poult Sci, **36**(5):799-803.
51. **Montgomery R, Conway TW, Spector AA (1990)**. *Biochemistry. A Case-Oriented Approach*. 5th edition. Mosby Company.
52. **Mori AV, Mendonca CX Jr, Santos CO (1999)**. *Effect of dietary lipid-lowering drugs upon plasma lipids and egg yolk cholesterol levels of laying hens*. J Agric Food Chem, **47** (11) : 4731-4735.
53. **Naber EC (1976)**. *The cholesterol problem, the egg and lipid metabolism in the laying hen*. Poult Sci, **55** (1):14-30.
54. **Naber EC (1983)**. *Nutrient and drug effects on cholesterol metabolism in the laying hen*. Fed Proc, **42** (8) :2486-2493.
55. **Naber EC, Allred JB, Winget CJ, Stock A.E. (1985)**. *Effect of cholesterol oxidation products on cholesterol metabolism in the laying hen*. Poult Sci, **64** (4):675-680.
56. **Naber EC, Elliot JF, Smith TL (1982)**. *Effect of probucol on reproductive performance egg yolk cholesterol content and lipid metabolism in the laying hen*. Poult Sci, **61**:1118-24.
57. **Nakaue HS, Lowry RR, Cheeko PR, Arcscott GH (1980)**. *The effect of dietary alfalfa of varying saponin content on egg cholesterol and laying performance*. Poult Sci, **59**:2744-2749.
58. **Nielsen H (1998)**. *Hen age fatty acid composition of egg yolk lipid*. Br Poult Sci, **39**: 53-56.
59. **Oltjen RR, Dinius DA (1975)**. *Production practices that alter composition of foods of animal origin*. J Anim Sci, **41**:703-722.
60. **Onbaşilar E, Atasoy F, Yalçin S (2001)**. *The egg cholesterol levels of Denizli and Hyline brown chickens*. Proceedings of IX European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. 9-12 September 2001, Kuşadası-Turkey: s:85-89.
61. **Page TG (1991)**. *Chromium, tryptophan and picolinate in diets for pigs and poultry* PhD dissertation. Louisiana state Universty, Baton Rouge, LA.
62. **Pesti GM, Bakallı RI (1998)**. *Studies on the effect of feeding cupric sulfate pentahydrate to laying hens on egg cholesterol content*. Poult Sci, **77**(10):1540-1545.
63. **Press RI, Geller J, Evans GW (1990)**. *The effects of chromium on serum cholesterol and apolipoprotein fraction in humans subjects*. West J Med, **152**:41.
64. **Reddy RV, Lightsey SF, Maurice DV (1991)**. *Research note: Effect of feeding garlic oil on performance and egg yolk cholesterol concentration*. Poult Sci, **70**:2006-2009.

65. **Salageanu G, Bota AN (1981)**. *Cholesterol content of hen's egg in relation to the age of hen's and the egg storage conditions*. Food Sci Tech, Abstr **15**:7185.
66. **Scholtyssek S (1992)**. *Fütterungseinflüsse auf den cholesteringehalt im Ei: Internationale Tagung, Schweine und Geflügelernährung*, 1-3/12/1992, Halle.
67. **Sharma RK, Singh RA, Pal RN, Agarwal CK (1979)**. *Cholesterol content of chicken egg as affected by feeding garlic, sarpaganda and nicotinic acid*. Haryana Agric Univ J Res, **9**:263-265.
68. **Sims JS, Bragg DB (1977)**. *Effect of dietary factors on serum and egg yolk cholesterol levels of laying hens*. Poult Sci, **56** (5):1616-621.
69. **Sims JS, Kit WD, Bragg DB (1984)**. *Effect of dietary saponin on egg cholesterol level and laying hen performance*. Canadian J Anim Sci, **64**:977-82.
70. **Stanley VG, Gray C, Chukvu H (1996)**. *Effects of mannanoligosaccharide (Bio-Mos) on liver and egg cholesterol and tissue protein concentration in chickens*. Poult Sci, **75**(Suppl.1):61.
71. **Sutton CD, Muir WM, Mitchell GE (1984)**. *Cholesterol metabolism in the laying hen as influenced by dietary cholesterol, caloric intake and genotype*. Poult Sci, **63** (5):972-980.
72. **Tamura Y, Furuse M, Matsuda S, Shimizu T, Okumura JL (1991)**. *Energy utilization of sorbose in comparasion with maltitol in growing rats*. J Agric Food Chem, **39**:732-735.
73. **Turk DE, Barnet BD, (1971)**. *Cholesterol content of market eggs*. Poult Sci, **50**:1303-1306.
74. **Vargas RE, Naber EC (1984)**. *Relationship between dietary fiber and nutrient density and its effect on energy balance, egg yolk cholesterol and hen performance*. J Nutr, **114** (4) : 645-52.
75. **Vargas RE, Allred JB, Biggert MD, Naber EC (1986)**. *Effect of dietary 7- ketocholesterol, pure or oxidized cholesterol on hepatic 3-hydroxy 3 methyl glutaryl coenzyme A reductase activity, energy balance, egg cholesterol concentration and 14 C acetate incorporation into yolk lipids of laying hens*. Poult Sci, **65** (7) :1333-1342.
76. **Velioğlu S (2000)**. *Doğal antioksidanların insan sağlığına etkileri*. Gıda, **3**: 167-77.
77. **Waldroup PW, Ndrife L.I Helwing H.M, Hebert JAJR, Berrio L (1986)**. *Influence of probucol-bis on egg yolk cholesterol content and performance of laying hens*. Poult Sci, **65** (10):1949-54.
78. **Washburn KW, 1982**. *Incidence, cause and prevention of egg shell breakage in commercial production*. Poult Sci, **61**:2005.
79. **Washburn KW, Marks HL (1985)**. *Changes in egg composition of lines selected for divergence in yolk cholesterol concentration*. Poult Sci, **64**:205-211.
80. **Weis JF, Johnson RM, Naber EC (1967)**. *Effect of some dietary factors and drugs on cholesterol concentration in the egg and plasma of the hen*. J Nutr, **91**:119-128.
81. **Yiğit A, Dikicioğlu T, Özdemir E (2000)**. *Yumurta tavuğu rasyonlarına katılan C vitaminin yumurta kalitesi ve kolesterol düzeylerine etkisi*. Lalahan Hay Araştır Derg, **40**(1):65-75.