

Damızlık Yumurtacı Tavuk Rasyonlarına Bitkisel Kaynaklı 1.25-dihidroksikolekalsiferol Katılmasının Yumurta Kabuk Kalitesi ve Kuluçka Sonuçlarına Etkisi

Gülay DENİZ¹ Arda KOVANLIKAYA² Ece ERTEK³

Geliş Tarihi: 05.03.2014
Kabul Tarihi: 30.04.2014

Özet: Bu araştırmanın amacı; damızlık yumurtacı tavuk rasyonlarına (Lohmann LB) bitkisel kaynaklı 1.25-dihidroksikolekalsiferol (1.25(OH)₂D₃) katılmasının, yumurta kabuk kalitesi ve çıkım sonuçları üzerindeki etkilerini belirlemektir. Araştırma; 38 haftalık yaşta 20000 damızlık yumurtacı (Lohmann LB) tavuğun bakıldığı Hastavuk A.Ş.'ye ait damızlık kümesinde yürütüldü. Araştırmada kullanılan rasyonlar yine Hastavuk A.Ş.'ye ait yem fabrikasında toz formda hazırlandı. Araştırma süresince (38-48. haftalar); kontrol grubundaki hayvanlar standart damızlık yumurtacı tavuk rasyonu ile beslenirken, deneme grubunun rasyonuna kontrol grubundan farklı olarak 10 ppm dozda bitkisel kaynaklı 1.25(OH)₂D₃ katıldı. 1.25(OH)₂D₃ katkılı rasyonu tüketen deneme grubunun yumurta kabuk kalınlığında 40 (P<0.05) ve 48. (P<0.01) haftalarda, yumurta kabuk kırılma direncinde ise 42. haftada (P<0.05) istatistik düzeyde bir iyileşme saptandı. Ancak araştırma süresince yapılan ölçümler total olarak değerlendirildiğinde (38-48. haftalar), kontrol ve deneme grubunun kabuk kalitesi ve kuluçka sonuçları arasında oluşan farklılıkların istatistik açıdan önem taşımadığı tespit edildi. Sonuç olarak; Vitamin D'nin aktif formu olan 1.25(OH)₂D₃'ün, vitamin D metabolizmasında aksaklıkların yaşandığı yaşlı hayvanların rasyonlarına katılması durumunda etkili olabileceği kanısına varıldı.

Anahtar Kelimeler: Damızlık yumurtacı tavuk, 1.25-dihidroksikolekalsiferol, kabuk kalitesi, kuluçka sonuçları.

Effect of Herbal 1.25-dihydroxycholecalciferol Supplementation into Layer Breeder Diets on Eggshell Quality and Hatching Results

Abstract: The aim of this study was to determine effects of herbal 1.25-dihydroxycholecalciferol (1.25(OH)₂D₃) supplementation on the eggshell quality and hatching results in layer breeders. The experiment was performed at breeding hen house containing 20000 layer breeders (38 weeks old) which belongs to joint-stock company Hastavuk. The diets used in experiment also were prepared at the same company. During experiment (38th - 48th weeks), layer breeders in control group were fed with standart layer breeder diets, while treatment group were fed diet containing 10 ppm of herbal 1.25(OH)₂D₃ differently from control group. A significant improvement was determined in eggshell quality at 40th (P<0.05) and 48th (P<0.01) weeks and in eggshell breaking strength at 42nd (P<0.05) week in treatment group supplemented fed with 1.25(OH)₂D₃. However, when the measurements performed during experiment were evaluated totally (38th - 48th weeks), there was no significant difference between control and treatment group in eggshell quality and hatching results. It was concluded that the supplementation of 1.25(OH)₂D₃ (active form of vitamin D) to the diets of old layer breeders who has an irregular Vitamin D metabolism may be effective.

Key Words: Layer Breeder, 1.25-dihydroxycholecalciferol, eggshell quality, hatching results.

¹ U.Ü. Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Bursa. denizg@uludag.edu.tr

² Hastavuk A.Ş., Görükle, Nilüfer, Bursa.

³ Bursa Yem A.Ş., Hürriyet, Osmangazi, Bursa.

Giriş

Damızlık olarak yetiştirilen kanatlı hayvanlarda gerek genetik gerekse çevresel pek çok faktör kuluçka sonuçları üzerinde etkili olmaktadır. Kuluçka sonuçlarını etkileyen çevresel faktörlerin başında; damızlık hayvanların yaşı, canlı ağırlığı, yumurtanın iç ve dış kalite özellikleri ile depolanma süresi, mevsim, hastalıklar ve beslenme gelmektedir¹². Damızlık tavukların yetersiz beslenmesi sonucu, yumurtada besin maddesi yönünden oluşan eksiklikler embriyo gelişiminde olumsuz etkilere yol açmaktadır⁸. Ayrıca, yumurtanın dış kalite özelliklerinden biri olan yumurta kabuk kalitesi, kuluçka sonuçlarını etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır¹³. Damızlık tavukların vitamin D ihtiyaçlarının tam olarak karşılanmaması, yumurta kabuk kalitesinde bozulmaya yol açarak kuluçka sonuçlarını olumsuz yönde etkilemektedir¹⁷. Kabuk kalitesinin yanı sıra embriyonun kalsiyum (Ca) metabolizmasında da önemli görevleri olan vitamin D'nin yumurtada yetersiz düzeyde olması, geç dönem embriyo ölümlerine yol açarak kuluçka randımanının azalmasına neden olmaktadır^{9,10}. Pratikte damızlık tavukların vitamin D ihtiyaçları rasyona ilave edilen vitamin premiksleri içerisinde yer alan kolekalsiferol (D₃) yoluyla karşılanmaktadır. Ancak kanatlı vücudunda biyolojik olarak aktif olmayan vitamin D₃'ün etkinliğini gösterebilmesi için çeşitli enzimlerin etkisiyle önce tavuğun karaciğerinde 25-hidroksikolekalsiferol'e, daha sonra böbreklerinde 1.25-dihidroksikolekalsiferol'e (1.25(OH)₂D₃) çevrilmesi gerekmektedir⁵. Vitamin D₃'ün aktif formu olan 1.25(OH)₂D₃; Ca ve fosfor (P) metabolizmasının regülasyonunda görev almaktadır⁴. Bu regülasyon; Ca ve P'un barsaklardan emilimini, kemiklerde depolanmasını ve böbreklerden atılımını kapsamaktadır^{4,10}.

Kanatlı hayvanlarda 1.25(OH)₂D₃'ün sentetik formunun kullanılması, rasyona yüksek maliyet getirmesinden dolayı önerilmemektedir. Fakat bazı bitkiler özellikle de *Solanum glaucophyllum* adlı bir bitki 1.25(OH)₂D₃'ü doğal olarak içermektedir³. Güney Amerika'nın ılıman bölgelerinde yetişen bu bitki toksik olarak kabul edilmekte ve bu bölgelerde otlayan hayvanlarda aşırı tüketimi sonucu vitamin D toksikasyonunda şekillenen hiperkalsemi ve hiperfosfatami durumlarıyla karşılaşılmaktadır. *Solanum glaucophyllum*'ün 1.25(OH)₂D₃'ü doğal olarak içermesinden dolayı uzun yıllardır hayvan besleme alanında kullanılması yönünde tavsiyeler

yapılmış ancak bu bitkiden standardize edilmiş bir ürün son yıllarda üretilebilmiştir.

Bu araştırma damızlık yumurtacı tavuk rasyonlarına bitkisel (*Solanum glaucophyllum*) kaynaklı 1.25(OH)₂D₃ katılmasının; yumurta kabuk kalitesi ve çıkım sonuçları üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu araştırma; 38 haftalık yaşta 20000 damızlık yumurtacı (Lohmann LB) tavuğun bakıldığı Hastavuk A.Ş.'ye ait damızlık kümesinde yürütülmüştür. Damızlık kümesinin birbirinden bağımsız sağlı sollu iki ayrı bölmeden oluşması; bölmelerden birinin kontrol, diğerrinin ise deneme grubu olarak değerlendirilmesine olanak tanımıştır.

Araştırmada kullanılan rasyonlar Hastavuk A.Ş.'ye ait Bursa merkezde bulunan yem fabrikasında toz formda hazırlanmıştır. Araştırma süresince; kontrol grubundaki hayvanlar standart damızlık yumurtacı tavuk rasyonu ile beslenirken, deneme grubundaki hayvanların rasyonuna 10 ppm dozda *Solanum glaucophyllum* kaynaklı 1.25(OH)₂D₃ (PAN-HVD; Herbonis AG, Basel, Switzerland) katılmıştır. Araştırmada kullanılan damızlık yumurtacı tavuk rasyonunun ham madde bileşimi ve besin madde içeriği Tablo 1'de gösterilmiştir.

Araştırma süresince; gerek kontrol gerekse deneme grubundan elde edilen yumurtalardan kırık-çatlak olanlar günlük olarak kayıt altına alınmıştır. Araştırmanın başlangıcı olan 38. hafta ile 40, 42, 44 ve 48. haftalarda grupların her birinden tesadüfi örnekleme yöntemi ile 120'şer adet yumurta numunesi alınmıştır. Alınan yumurta numuneleri; yumurta ağırlığı, yumurta kabuk kalınlığı ve yumurta kabuk kırılma direnci bakımından değerlendirilmek üzere Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvar'ına getirilerek oda sıcaklığında 24 saat süreyle depolanmıştır. Kontrol ve deneme grubunun yumurta ağırlıkları, yumurtaların 0.01 g hassasiyette Oertling marka hassas terazide tek tek tartılması suretiyle belirlenmiştir. Yumurta kabuk kalınlığının ölçülmesinde Egg Shell Thickness Gauge (ESTG-1, ORKA Food Technology Ltd., Ramat Hasharon, Israel) isimli cihaz kullanılmıştır. Her bir yumurtanın küt, sivri ve orta bölümünden yapılan toplam 3 ölçümün ortalaması alınmak suretiyle kontrol ve deneme grubuna ait yumurtaların kabuk kalın-

lıkları saptanmıştır. Yumurta kabuk kırılma direnci ise kuvvet ölçme test cihazı (Imada®, Newton) kullanılarak belirlenmiştir¹. Araştırma süresince yumurta kabuk kalitesinin belirlenmesi amacıyla kontrol ve deneme grubunun her birinden 600 yumurta olmak üzere toplam 1200 yumurta değerlendirilmeye alınmıştır.

Toplam 2.5 ay olan araştırma süresince; kontrol ve deneme grubundan elde edilen yumurtalar, Hastavuk A.Ş.'ye ait kuluçkahanenin rutin işleyiş düzenine uygun olarak 16 parti halinde kuluçkaya konulmuş ve 16 çıkım sonucu elde edilmiştir. Çıkım sonuçları yine Hastavuk A.Ş.'nin rutin kayıt sistemi gereğince kayıt altına alınmıştır. Bu araştırmada bitkisel kaynaklı 1.25(OH)₂D₃'ün damızlık yumurtacı tavukların kuluçka sonuçlarına etkisini belirlemek amacıyla; kontrol ve deneme grubuna ait dölsüz yumurta, çıkım, ıskarta civciv ve embriyo ölüm oranları değerlendirmeye alınmıştır. Embriyo ölümleri; erken (0-6 gün), orta (7-17 gün) ve geç (18-21) dönem embriyo ölümleri olarak isimlendirilmiştir.

İstatistik Analizler

Kontrol ve deneme grubunun yumurta ağırlığı, yumurta kabuk kalınlığı ve kabuk kırılma direncine ait verileri T Testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Kırık ve dölsüz yumurta oranları ile çıkım, ıskarta civciv ve embriyo ölüm oranlarının karşılaştırılmalarında ise Ki-kare testi kullanılmıştır. Önemlilik düzeyi olarak $P<0.05$ seçilmiştir.

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 13 (SPSS 13. 2004) istatistik programından yararlanılmıştır¹⁵.

Bulgular

Kontrol ve deneme grubuna ait yumurta ağırlığı ve yumurta kabuk kalitesine ilişkin parametreler (kırık yumurta oranı, yumurta kabuk kalınlığı, kabuk kırılma direnci) Tablo 2'de, kuluçka sonuçlarına ilişkin değerler (dölsüz yumurta, çıkım, ıskarta civciv ve embriyo ölüm oranları) ise Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde; araştırmanın başlangıcı olan 38. hafta ile 40, 42, 44 ve 48. haftalarda yapılan ölçümlerde, kontrol ve deneme grubunun yumurta ağırlıkları ile kırık yumurta oranları arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı görülmektedir. Aynı tablo incelendiğinde; 1.25(OH)₂D₃ katkılı rasyonu tüketen deneme grubunun yumurta kabuk kalınlığında 40

($P<0.05$) ve 48. ($P<0.01$) haftalarda, yumurta kabuk kırılma direncinde ise 42. haftada ($P<0.05$) istatistik düzeyde bir iyileşmenin olduğu anlaşılmaktadır. Ancak araştırma süresince yapılan ölçümler total olarak değerlendirildiğinde (38-48. haftalar), 1.25(OH)₂D₃'ün kabuk kalitesine ilişkin parametreler üzerinde herhangi bir etkiye yol açmadığı dikkati çekmektedir (Tablo 2). Yine kuluçka sonuçlarına ilişkin değerlerin verildiği Tablo 3 incelendiğinde de kontrol ve deneme grubunun dölsüz yumurta, çıkım, ıskarta civciv, erken, orta ve geç dönem embriyo ölüm oranları arasında oluşan farklılıkların istatistik açıdan önem taşımadığı görülmektedir.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan damızlık yumurtacı tavuk rasyonunun ham madde bileşimi ve besin madde içeriği (doğal halde).

Table 1. Nutrient ingredients and chemical composition of the experimental layer breeder diets (as fed basis).

Ham Maddeler (%)	Damızlık Yumurtacı Tavuk Yemi
Mısır	42.25
Soya Küspesi %48	24.40
Buğday	20.00
Ayçiçeği Küspesi %28	1.08
Bitkisel Yağ	1.15
Mermer Tozu	8.89
MDCP %22	1.38
Tuz	0.27
Vitamin Premiksi ¹	0.25
Mineral Premiksi ²	0.10
Sodyumbikarbonat	0.10
Kolin Klorid %70	0.08
DL- Metiyonin	0.05
TOPLAM	100
Kimyasal Bileşim	
Kuru madde, %	88.26
Ham protein, %	17.45
Ham yağ, %	3.24
Ham kül, %	11.36
Ham selüloz, %	2.94
Kalsiyum, %	3.73
Toplam fosfor, %	0.66
Lizin, %	0.87
Metiyonin+Sistin, %	0.75
Metabolik enerji, (kcal/kg)	2721

¹Yemin her kg'ına 15 000 IU Vitamin A, 2 500 IU Vitamin D₃, 100 mg Vitamin E, 4.5 mg Vitamin K₃, 3.5 mg Vitamin B₁, 10 mg Vitamin B₂, 6 mg Vitamin B₆, 0.02 mg Vitamin B₁₂, 2 mg Folik asit, 2 mg D-Biotin, 30 mg Nikotik asit, 20mg Pantotenik asit, 100 mg Vitamin C ilave edilmiştir.

²Yemin her kg'ına 100 mg Manganez, 25 mg Demir, 60 mg Çinko, 10 mg Bakır, 0.2 mg Selenyum, 0.5 mg İyot, 100 mg Kobalt, 200 mg Antioksidan ilave edilmiştir.

Tablo 2: Bitkisel kaynaklı 1.25-dihidroksikolekalsiferol'ün yumurta ağırlığı, kırık yumurta oranı, yumurta kabuk kalınlığı ve kabuk kırılma direnci üzerine etkisi.

Table 2: Effect of herbal 1.25-dihydroxycholecalciferol on egg weight, cracked egg ratio, eggshell thickness and eggshell breaking strength.

	GRUPLAR		P
	Kontrol $\bar{x} \pm S \bar{x}$	Deneme $\bar{x} \pm S \bar{x}$	
Yumurta Ağırlığı (g)			
Başlangıç (38. Hafta)	59.20±0.38	59.98±0.36	ÖD
1. Ölçüm (40. Hafta)	60.21±0.35	60.64±0.39	ÖD
2. Ölçüm (42. Hafta)	59.53±0.37	59.59±0.38	ÖD
3. Ölçüm (44. Hafta)	59.79±0.39	59.72±0.38	ÖD
4. Ölçüm (48. Hafta)	58.10±0.33	59.23±0.35	ÖD
GENEL	59.36±0.17	59.63±0.17	ÖD
Yumurta Kabuk Kırılma Direnci (N)			
Başlangıç (38. Hafta)	45.09±0.53	45.67±0.45	ÖD
1. Ölçüm (40. Hafta)	45.58±0.40	46.36±0.54	ÖD
2. Ölçüm (42. Hafta)	44.72±0.49	46.45±0.53	(P<0.05)
3. Ölçüm (44. Hafta)	44.83±0.52	44.88±0.49	ÖD
4. Ölçüm (48. Hafta)	43.78±0.51	44.52±0.50	ÖD
GENEL	45.00±0.22	45.57±0.23	ÖD
Yumurta Kabuk Kalınlığı (mm)			
Başlangıç (38. Hafta)	0.42±0.01	0.42±0.01	ÖD
1. Ölçüm (40. Hafta)	0.42±0.01	0.43±0.01	(P<0.05)
2. Ölçüm (42. Hafta)	0.42±0.01	0.42±0.01	ÖD
3. Ölçüm (44. Hafta)	0.42±0.01	0.41±0.01	ÖD
4. Ölçüm (48. Hafta)	0.41±0.01	0.40±0.01	(P<0.01)
GENEL	0.42±0.01	0.42±0.01	ÖD
Kırık Yumurta Oranı (%)	0.93±0.02	0.89±0.02	ÖD

ÖD: Önemli değil.

Tablo 3: Bitkisel kaynaklı 1.25-dihidroksikolekalsiferol'ün kuluçka sonuçlarına etkisi.

Table 3: Effect of herbal 1.25-dihydroxycholecalciferol on hatching results.

	GRUPLAR		P
	Kontrol $\bar{x} \pm S \bar{x}$	Deneme $\bar{x} \pm S \bar{x}$	
Dölsüz Yumurta Oranı (%)	6.59±0.26	6.48±0.27	ÖD
Çıkım Oranı (%)	40.95±0.21	41.07±0.17	ÖD
Iskarta Civciv Oranı (%)	0.20±0.02	0.17±0.02	ÖD
Embriyo Ölümü (%)			
Erken Dönem	5.30±0.21	5.38±0.16	ÖD
Orta Dönem	0.73±0.04	0.76±0.04	ÖD
Geç Dönem	5.28±0.37	5.08±0.35	ÖD

ÖD: Önemli değil.

Tartışma ve Sonuç

Araştırma süresi total olarak değerlendirildiğinde (38-48. haftalar); damızlık yumurtacı tavuk rasyonlarına *Solanum glaucophyllum* bitkisinden elde edilen 1.25(OH)₂D₃'ün katılması, yumurta kabuk kalitesine ilişkin parametreler üzerinde herhangi bir etkiye yol açmamıştır. Ancak, 1.25(OH)₂D₃ katkılı yemi tüketen deneme grubun yumurta kabuk kalınlığında 40 (P<0.05) ve 48. (P<0.01) haftalarda, kabuk kırılma direncinde ise 42. haftada (P<0.05) istatistik düzeyde artış saptanmıştır (Tablo 2). Araştırmanın bazı dönemlerinde; deneme grubunun yumurta kabuk kalınlığı ve kabuk kırılma direncinde gözlenen bu artışın, rasyona ilave edilen 1.25(OH)₂D₃'ün Ca absorpsiyonu üzerindeki pozitif etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim konuya ilişkin çalışmalarda; *Solanum glaucophyllum*'ün yapraklarından elde edilen ekstraktların, vitamin D bakımından yetersiz beslenen civciv ve ratlarda Ca'un absorpsiyonunu önemli düzeyde artırdığı tespit edilmiştir^{14,16}. Bar ve Hurwitz²; 1.25(OH)₂D₃'ün bağırsak epitelyumunda Ca'u bağlayan proteinlerin sentezini uyararak, Ca'un absorpsiyonunu ve uterusu transfer olmasını sağlamak suretiyle yumurta kabuğunun şekillenmesinde önemli bir rol oynadığını bildirmiştir. Damızlık yumurtacı tavuk rasyonlarına katılan 1.25(OH)₂D₃'ün yumurta kabuk kalitesi üzerindeki total etkisinin istatistik açıdan önem taşıması, bu çalışmada kullanılan tavukların genç yaşta olmasına bağlanmıştır. Nitekim yumurtlama devresine yeni giren tavuklarda oldukça yüksek olan yumurta kabuk kalitesinin, yumurtlama devresinin ileriki aşamalarında Ca ve vitamin D₃ metabolizmasındaki yetersizliklere bağlı olarak giderek azaldığı ve bu durumun ince kabuklu yumurtaların oranında artışa yol açtığı bildirilmektedir². Joyner ve ark.⁷ ise ince kabuklu yumurtaların oranındaki artıştan, tavuğun yaşı arttıkça yumurta büyüklüğünde meydana gelen artışın sorumlu olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Damızlık olarak yetiştirilen kanatlı hayvanlarda kemik bütünlüğü ve yüksek yumurta verimini sürdürmenin yanı sıra kuluçka sonuçlarını direkt olarak etkilemesinden dolayı üretilen yumurtaların yüksek kabuk kalitesine sahip olması istenmektedir. Araştırmamızda kontrol ve deneme grubunun kuluçka sonuçlarına ilişkin parametreleri arasında da önemli bir farklılık saptanmamıştır (Tablo 3). Kontrol ve deneme grubundaki hayvanların yumurta kabuk kalitesinde önemli bir farklılığın bulunmaması bu

sonuca yol açmış olabilir. Hunton'un⁶; yumurta kabuğunun embriyoyu dış etkilerden ve enfeksiyonlardan koruyarak, yumurtadan su kayıplarını önleyerek, ayrıca iskelet gelişimi için embriyoya gerekli Ca'u sağlayarak kuluçka sonuçlarını önemli düzeyde etkilediği yönündeki bildirişi bu görüşü destekler niteliktedir.

Sonuç olarak damızlık yumurtacı tavuk rasyonlarına *Solanum glaucophyllum* kaynaklı 1.25(OH)₂D₃ katılması; araştırmanın bazı dönemlerinde yumurta kabuk kalitesinde iyileşmeye yol açarken, araştırma süresi total olarak değerlendirildiğinde aynı etkiyi gösterememiştir. Bu durumun araştırmada kullanılan tavukların genç yaşta olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Damızlık yumurtacı tavuk rasyonlarına katılan 1.25(OH)₂D₃'ün, yumurta kabuk kalitesinin yanı sıra kuluçka sonuçları üzerinde de önemli bir etkisi saptanmamıştır. Yumurta kabuk kalitesinin kuluçka sonuçlarına etkisi göz önüne alındığında; araştırmamızda kabuk kalitesinde saptanan bu durumun, kuluçka sonuçlarına yansdığı düşünülmektedir. Bu araştırmada kullanılan damızlık yumurtacı tavukların yaşı dikkate alındığında; Vitamin D'nin aktif formu olan 1.25(OH)₂D₃'ün, vitamin D metabolizmasında aksaklıkların yaşandığı yaşlı hayvanların rasyonlarına katılması durumunda etkili olabileceği kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

- Balnave, D., Muheereza, S.K., 1997. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. *Poult. Sci.*, 76, 588–593.
- Bar, A., Hurwitz, S., 1987. Vitamin D metabolism and calbindin (calcium binding protein) in aged laying hens. *J. Nutr.*, 117, 1775–1779.
- Boland, R. L., Skliar, M. I., Norman, A. W., 1987. Isolation of vitamin D₃ metabolites from *Solanum malacoxylon* leaf extracts incubated with ruminal fluid. *Planta Med.*, 53, 161–164.
- Combs, G. F. Jr., 1998. Vitamin D. *The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health*. 2nd Ed., San Diego, California, pp. 156–186.
- DeLuca H.F., 1988. The vitamin D story: A collaborative of basic science and clinical medicine. *FASEB J.*, 2, 224–236.
- Hunton, P., 2005. Research on eggshell structure and quality: An historical overview. *Braz. J. Poult. Sci.*, 2, 67–71.
- Joyner, C.J., Peddie, M.J., Taylor, T.G., 1987. The effect of age on egg production in the domestic hen. *Gen. Comp. Endocr.*, 65, 331–336.
- Moran, E. T. Jr., 2007. Nutrition of the developing embryo and hatchling. *Poult. Sci.*, 86, 1043–1049.
- Narbaiz, R., Tsang, C. P. W., 1989. Vitamin D deficiency in the chick embryo: The effects of prehatching motility and on the growth and differentiation of bones, muscles and parathyroid glands. *Calcif. Tiss. Int.*, 44, 348–355.
- Narbaiz, R., Tsang, C. P. W., Grunder, A., 1987. The effects of vitamin D deficiency in the chick embryo. *Calcif. Tiss. Int.*, 40, 109–113.
- Norman, A.W., Roth, J., Orci, L., 1982. The vitamin D endocrine system: steroid metabolism, hormone receptors, and biological response (calcium binding proteins). *Endoc. Rev.*, 3, 331–366.
- Roberts J.R., Nolan J.V., 1997. Egg and eggshell quality in five strains of laying hen and the effect of calcium source and age. In: Kijowski, J., Pikul, J. (Eds.), *Eggs and Egg Products Quality*. pp. 38–44. *Proceedings of The VII European Symposium on The Quality of Eggs and Egg Products*, 21-26 September, Poznan, Poland.
- Roque, L., Soares, M.C., 1994. Effects of egg shell quality and broiler breeders age on hatchability. *Poult. Sci.*, 73, 1835–1845.
- Schneider, L.E., Schedl, H.P., 1977. Effects of *Solanum malacoxylon* on duodenal calcium binding protein in the diabetic rat. *Endocrinology*, 100, 928–933.
- SPSS. 1999. *SPSS for Windows*, SPSS 13. 2004. SPSS INC.. Chicago. IL. USA.
- Wasserman, R.H., Henion, J.D., Haussler, M.R., McCain, T.A., 1976. Calcinogenic factor in *Solanum malacoxylon*: Evidence that it is 1.25-dihydroxyvitamin D₃-glycoside. *Science*, 194, 853–855.
- Wilson, H. R., 1997. Effects of maternal nutrition on hatchability. *Poult. Sci.*, 76, 134–143.

