

## ETLİK PİLİÇ BİTİRME KARMALARINA RENK MADDESİ İLAVESİNİN PİGMENTASYONA ETKİLERİ

Ramazan ERKEK<sup>1</sup>

Fevzi SEVGİCAN<sup>1</sup>

A.Mehmet TALUĞ<sup>1</sup>

Figen KIRKPINAR<sup>1</sup>

**The effects of adding pigment material to broiler finisher diets on pigmentation.**

### SUMMARY

This trial was carried out to investigate the effects of the pigment material added to yellow corn-soybean meal basal diet on shank color and carcass skin color in broilers. In experiment a total 120 Erbro broiler chicks were used. Broiler chicks were depleted of xanthophyll starter diet for 4 weeks. After the 4<sup>th</sup> week, the experiment groups were given six different finisher diet containing  $\beta$ -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester, cant-haxanthin, lutein, paprika meal and alfalfa meal in addition to 60 % yellow corn. The yellow corn diet contain 10.4 mg/kg, the other experiment groups contain 30.4 mg/kg total xanthophyll.

The pigment materials had a significant effect on shank color and carcass skin color.  $\beta$ -apo-8' carotenoic asit ethyl ester and cant-haxanthin showed higher  $\beta$ -carotene equivalent of skin color. The differences among the groups with regard to Hunter L values of skin color were found not significant.  $\beta$ -apo-8' -carotenoic asit ethyl ester showed higher Hunter b value of skin color. Cant-haxanthin showed higher Roche Color Fan and Hunter b value of shank color.

**KEY WORDS:** Skin color, Shank color, Pigment material.

### ÖZET

Bu araştırmada etlik piliçlerde sarı mısır ve soya küspesi temeline dayalı karmalara ilave edilen renk maddelerinin deri ve incik rengi üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada 120 adet Erbro etlik civciv kullanılmıştır. Deneme hayvanları ilk 4 hafta renk maddesi bulunmayan başlatma karma yemi ile beslenmişlerdir. Beşinci haftadan itibaren % 60 sarı mısır ve ilave olarak  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester, kantaksantin, lutein, kırmızı biber ve yonca unu içeren altı farklı renk maddesi ihtiva eden bitirme karma yemi ile beslenmişlerdir. Sarı mısır içeren karma yemin yapısında 10.4 mg/kg düzeyinde, diğer gruplarda 30.4 mg/kg düzeyinde toplam ksantofil bulunmaktadır.

Karmalara renk maddesi ilavesi deri ve incik rengi üzerine etkili olmuştur. Deri rengi  $\beta$ -karoten eşdeğerliliği bakımından  $\beta$ -apo-8-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin en yüksek değeri vermiştir. Deri rengi Hunter L değeri bakımından gruplar arasında önemli fark bulunmazken özellikle Hunter b değeri bakımından  $\beta$ -apo-8-karotenoik asit etil ester en yüksek değeri vermiştir. İncik rengi Roche Renk Yelpazesi ve Hunter b değeri bakımından kantaksantin en yüksek değeri göstermiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Deri rengi, incik rengi, renk maddesi

### GİRİŞ

Etlik piliçlerde deri rengi tüketici tercihlerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Tüketiciler genellikle hoş giden sarı renkli karkasları tercih etmekte ve bu ürünlere daha yüksek fiyat vermektedirler (16,18,21). Bu nedenle bugün dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de etlik piliç üretiminde deri rengine önem verilmeye başlanmıştır (17,20).

Deri renginin oluşumunda ksantofil adı verilen renk maddeleri etkili olmaktadır. Ksantofiller, karotenoidler içerisinde yapılarındaki hidroksil grupları ile ayrılmaktadırlar. Doğada, bitkiler aleminde yaygın olarak bulunmaktadırlar.

Kümes hayvanları organizmalarında ksantofilleri sentezleyemedikleri için, bunları dışardan yemlerle almak zorundadırlar. Bu amaçla kümes hayvanlarının karmalarına doğal ya da sentetik renk maddeleri ilave edilmektedir. Sarı mısır, mısır gluteni, yonca, kadife çiçeği ve kırmızı biber yaygın olarak kullanılan ksantofil kaynaklarıdır. Ayrıca değişik ticari isimler altında kantaksantin,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester,  $\beta$ -apo-8-karotenol ve sitranaksantin gibi sentetik kaynaklar da kullanılmaktadır (7). Bunun yanında özellikle son yıllarda kadife çiçeği ve kırmızı biber ekstraktlarının kullanımı ile ilgili yoğun çalışmalar yapılmaktadır (8,9,10,19).

Etlik piliçlerde arzu edilen deri renginin oluşumu için renk maddesi kaynağının verilmiş zamanı ve süresi üzerinde farklı görüşler vardır. Bir kısım araştırmacılar renk maddelerinin etlik piliçlere büyütme dönemi boyunca verilmesi gerektiğini bildirirken (2,13), bazıları kesimden önce 4 hafta (15), bazıları da 2 hafta (3) süreyle verilmesi gerektiğini öne sürmektedirler.

Bu araştırmada, önemli bazı doğal ve sentetik renk maddelerinin sarı mısır bazına dayalı karmalara ilavesinin etlik piliçlerde deri ve incik rengine etkileri incelenmiştir.

### MATERYAL ve METOT

**Hayvan Materyali:** Araştırmada hayvan materyali olarak 120 adet Erbro etlik civciv kullanılmıştır.

**Yem Materyali:** Araştırmada yem materyali olarak renk maddesi kaynağı bulunmayan başlatma yemi ile değişik renk maddesi kaynakları içeren 6 adet farklı bitirme yemi kullanılmıştır. Başlatma yemi en az % 22 ham protein ve 3000 kcal/kg çevrilebilir enerji, bitirme yemi en az % 20 ham protein ve 3100 kcal/kg çevrilebilir enerji içerecek şekilde hazırlanmıştır. Bitirme karmalarında renk maddesi kaynağı olarak 1. grupta % 60 sarı mısır, 2. grupta  $\beta$ -apo-8'- karotenoik asit etil ester, 3. grupta kantaksantin, 4. grupta lutein, 5. grupta kırmızı biber ve 6. grupta yonca kullanılmıştır. Sarı mısır içeren 1. grupta toplam ksantofil miktarı 10.4 mg/kg diğer gruplarda 30.4 mg/kg'dır. Karma yemlerin yapıları ve besin madde içerikleri Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

(1) E. Ü. Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, İzmir.

Tablo 1. Karma Yemlerin yapıları (%).

Yemler	Başlatma Yemi	Bitirme Yemleri					
		1	2	3	4	5	6
Buğday	60.00	-	-	-	-	-	-
Sarı mısır <sup>1</sup>	-	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Soya fas. küspesi	20.00	21.70	22.00	22.00	22.00	21.00	11.00
Razmol	5.70	5.50	5.00	5.00	5.10	4.00	-
Kan unu	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20	4.00
Et kemik unu	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00
Balık unu	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.36
$\beta$ - apo - 8 - karotenoik asit etil ester	-	-	0.20	-	-	-	-
Kantaksantin <sup>3</sup>	-	-	-	0.20	-	-	-
Lutein <sup>4</sup>	-	-	-	-	0.10	-	-
Kırmızı biber unu <sup>5</sup>	-	-	-	-	-	2.50	-
Yonca unu <sup>6</sup>	-	-	-	-	-	-	13.94
Tuz	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Dikalsiyum fosfat	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.70
Mermer tozu	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.60
Vitamin karışım <sup>7</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0,25
İz mineral karışımı <sup>8</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Koksidiyostat	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Bitkisel yağ	4.00	3.50	3.50	3.50	3.50	3.00	4.10

1) 1 kg'ı 17.43 mg toplam ksantofil içermektedir.

2,3) 1 kg'ı 10.000 mg aktif madde içeren ticari preparat şeklindedir.

4) 1 kg'ı 20.000 mg lütein içermektedir.

5) 1 kg'ı 802.05 mg toplam ksantofil içermektedir.

6) 1 kg'ı 143.58 mg toplam ksantofil içermektedir.

7) 2.5 kg'ı 15.000.000 IU Vitamin A, 1500.000 lu Vitamin B<sub>1</sub>, 50.000 IU Vitamin E, 5000 mg Vitamin K<sub>3</sub>, 3000 mg Vitamin B<sub>12</sub>, 5000 mg Vitamin B<sub>2</sub>, 25000 mg Niacin, 10000 mg Kalsiyum

D-panthotenat, 5000 mg Vitamin B<sub>6</sub>, 30 mg Vitamin B<sub>12</sub>, 750 mg Folik asit, 125 mg D-Biotin, 300000 mg Kolin klorid, 300000 mg L-lisin içerir.

8) 1 kg'ı 80000 mg Manganez, 30000 mg Demir, 60000 mg Çinko, 50000 mg Bakır, 500 Kobalt, 2000 mg İyot, 235 680 mg Kalsiyum içerir.

Tablo 2. Karma Yemlerin besin madde (%) ve toplam ksantofil (mg/kg) içerikleri

Besin maddeleri	Başlatma Yemi	Bitirme Yemleri					
		1	2	3	4	5	6
Kuru madde	89.80	89.76	89.90	89.90	89.90	90.36	90.62
Ham protein	22.30	20.17	20.17	20.27	20.30	20.15	20.15
Ham yağ	6.31	7.30	7.25	7.25	7.26	6.37	7.52
Ham sellüloz	2.60	3.77	3.75	3.75	3.75	2.99	6.05
Ham kül	5.76	6.30	6.35	6.35	6.30	5.74	6.27
Ca	1.26	1.30	1.30	1.30	1.30	1.20	1.12
P	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85	0.95	0.75
ÇE (kcal/kg)	3010	3119	3117	3117	3117	3115	3107
Toplam ksantofil (mg/kg)	-	10.1	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4

Tablo 3. Deneme gruplarının verim kriterleri ve yem tüketimleri.

	Gruplar					
	1	2	3	4	5	6
Canlı Ağ. (g)	790.11±	795.77±	736.11±	753.88±	782.00±	805.77±
4. hafta	21.18	29.87	12.09	27.31	17.81	24.56
7. hafta	1926.77±	1989.22±	1917.77±	1916.27±	1941.33±	1913.83±
	51.84	72.84	25.62	42.98	44.70	55.10
Canlı Ağ. Art. (g)						
5-7. Hafta	2750.00	2783.30	2716.60	2705.50	2683.30	2522.20
Yemden yarar. (kg/kg)	2.42	2.33	2.27	2.33	2.31	2.27

Tablo 4. Deri ve İncik Rengine Ait Bulgular.

	Gruplar					
	1	2	3	4	5	6
İncik Rengi						
RCF	4.25±0.25 a	5.00±0.40 ab	5.75±0.25 b	4.50±0.25 a	4.25±0.25 a	5.50±0.29 b
L	76.15±0.28	74.55±1.58	73.57±0.71	74.90±1.48	74.37±0.77	74.82±0.90
a	-0.85±0.06 a	-0.62±0.34 a	0.50±0.83 ab	-0.65±0.27 a	1.65±0.22 b	-0.63±0.85 a
b	30.80±0.59 a	32.75±0.69 b	34.90±0.37 c	31.70±0.32 a	30.97±0.32 a	31.95±0.40 ab
Deri rengi						
BCE						
(mcg/g)	4.06±0.05 a	6.92±0.29 b	6.20±0.34 b	4.81±0.29 ac	4.00±0.10 a	4.77±0.19 a
L	66.67±1.18	66.40±1.27	63.30±1.87	66.62±1.50	68.75±0.87	67.22±1.54
a	2.59±0.61	2.54±0.63	4.18±0.73	2.64±0.68	3.35±0.32	2.18±0.41
b	14.55±0.22 a	19.70±0.37 b	18.05±0.50 c	16.72±0.33 d	12.48±0.18 e	16.85±0.40 d

a, b) Aynı satırda farklı harfler taşıyan ortalamalar önemli degerde farklıdır (P<0.05).

RCF) Roche Renk Yelpazesi Değeri

BCE) β-karoten Eşdeğerliliği (mcg/g deri)

L) Renk koyuluğu-açıklığı

a) Renk yeşilliği-kırmızılığı

b) Renk maviliği-sarılığı

## METOT

Deneme hayvanları 2 hafta süreyle ana makinalarında ve daha sonra 5 hafta süreyle yer bölmelerinde tutulmuşlardır. İlk 4 hafta başlatma yemi tüketen hayvanlar 5. haftadan itibaren 20'şer hayvandan oluşan 6 gruba ayrılmışlardır. Gruplara ayrıldıktan deneme sonuna kadar farklı renk madde kaynağı içeren bitirme karmaları tüketmişlerdir. Deneme süresince serbest yemleme uygulanmış, deneme başında, 4. ve 7. haftalarda bireysel olarak canlı ağırlıklar ve grup düzeyinde yem tüketimleri saptanmıştır. Deneme sonunda her gruptan rastgele dört hayvan seçilerek incik ve deri rengi saptanmıştır.

Karmalara giren yemlerin ve karmaların besin madde içerikleri, ham sellüloz, kalsiyum ve fosfor dışında Weende analiz yöntemine göre, ham sellüloz Lepper, kalsiyum permanganometrik ve fosfor kolorimetrik yöntemle analiz edilmişlerdir (4). Yemlerin toplam ksantofil içerikleri AOAC (1) yöntemine göre yapılmıştır. İncik rengi görsel olarak Roche Renk Yelpazesi, incik ve deri rengi fiziksel olarak Hunter Reflektans Kalorimetresi, deri rengi kimyasal olarak AOAC (1) yöntemine göre yapılmıştır. Deri örnekleri "Feather tract" olarak tanımlanan göğüs bölgesinden alınmıştır.

Araştırmada elde edilen bulguların istatistikî değerlendirilmesinde varyans analiz yöntemi kullanılmış, mu-

amelelerin etkinliği Duncan testine göre belirlenmiştir (6).

## BULGULAR

Canlı Ağırlık, Canlı Ağırlık Artışı, Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma: Farklı yem maddesi kaynaklarını içeren bitirme yemleri ile beslenen hayvanların 4. ve 7. haftalardaki ortalama canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

Gerek deneme sonu canlı ağırlıklar ve gerekse canlı ağırlık artışı bakımından gruplar arasında önemli bir fark saptanmamıştır (P>0.05). Canlı ağırlık artışı bakımından 1193.45 g ile 2. grup en yüksek ve 1108.05 g ile 6. grup en düşük değerleri vermişlerdir. Hayvanların yem tüketimleri grup düzeyinde saptanmış ve hayvan sayısına bölünerek bulunmuştur. Yem tüketimi bakımından 6. grup 2522.20 g ile en düşük ve 2783.30 g ile 2. grup en yüksek değeri vermiştir. Belirtilen devrelerde 3 ve 6. gruplar 2.27 ile en iyi, 1. grup 2.42 ile en kötü yemden yararlanma değeri göstermişlerdir.

## Deri ve İncik Rengi:

Deneme hayvanlarından elde edilen incik ve deri rengine ait bulgular Tablo 4'de verilmiştir.

Deri renginin ölçülmesinde kimyasal ve fiziksel yöntemler kullanılmıştır. BCE değerleri bakımından  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ilave edilmiş, 2. gruptaki hayvanlar 6.92 ile en yüksek ve kırmızı biber ilave edilmiş 5. grup ise 4.00 ile en düşük değeri vermiştir ( $P < 0.05$ ). Deri renginin fiziksel olarak ölçümünün yapıldığı Hunter değerleri ele alındığında koyuluk-açıklık değeri L bakımından gruplar arasında önemli bir fark görülmemiş ve 63.30 ile 68.75 arasında değişmiştir ( $P > 0.05$ ). Yeşillik-kırmızılık değeri a ele alındığında en yüksek değer 4.18 ile kantaksantinde ve en düşük değer 2.18 ile yoncada görülmekle beraber gruplar arasında önemli bir fark saptanmamıştır ( $P > 0.05$ ). Sarılık değeri b incelendiğinde  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester 19.70 ile en yüksek ve kırmızı biber 12.48 ile en düşük değeri vermiştir ( $P < 0.05$ ).

İncik rengi görsel (RCF) ve fiziksel (Hunter) olarak değerlendirilmiştir. RCF değerleri bakımından kantaksantin ilaveli karmaları tüketen 3. gruptaki hayvanlar 5.75 ile en yüksek değeri göstermiş, bunu yonca unu ilaveli karmaları tüketen 6. grup izlemiştir. Diğer gruplardaki RCF değerleri önemli ölçüde düşük bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Hunter L değerleri bakımından gruplar arasındaki fark önemli bulunmamıştır ( $P > 0.05$ ). İncik rengi a değerleri kırmızı biber içeren 5. grupta en yüksek ve sadece sarı mısır içeren 1. grupta ise en düşüktür ( $P < 0.05$ ). İncik rengi b değerleri bakımından 3. grup 34.90 ile en yüksek ve 1. grup 30.80 ile en düşük bulunmuştur. b değeri bakımından 1., 4. ve 5. gruplar arasında fark bulunmazken, 3. grup ile diğer tüm gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada sarı mısır temeline dayalı karmalara değişik renk maddesi kaynakları ilavesinin deri ve incik rengine etkileri araştırılmıştır.

Araştırmadan elde edilen deri rengi BCE değerleri incelendiğinde en yüksek BCE değerlerinin  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ve kantaksantin ile elde edildiği görülmektedir. Yapılan birçok çalışmada da bu kaynakların olumlu etkisi saptanmıştır (5, 12, 13). Deri rengi L ve a değerleri bakımından gruplar arasında önemli bir fark bulunmazken, b değerleri farklı bulunmuştur. Gruplar arasında önemli bir fark saptanmamış olmakla beraber, kantaksantin ve kırmızı biber gibi kırmızı rengin hakim olduğu kaynaklar,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester, lutein ve yonca gibi sarı rengin hakim olduğu kaynaklara göre a değerini daha fazla yükseltmiştir. Ancak bu kaynaklar tek başlarına ve yüksek düzeylerde kullanıldıklarında karkasta kırmızımsı renkler oluşturulabilmektedirler (12, 13, 14). Hunter b değerleri incelendiğinde, en düşük değerin görüldüğü grupta kırmızı biberin sarılık kriteri olan b değerini düşürdüğü görülmektedir. Gürocak (11), etlik piliç karmalarına % 0.5 düzeyinde katılan kırmızı biberin hoşça giden sarı-portakal bir renk oluşturduğunu bildirmektedir. Bu çalışmada ise % 2.5 düzeyinde kullanılan kırmızı biberin pigmentasyonda temel faktör olan sarı renk üzerine olumsuz etki yaptığı ancak kırmızılığı artırdığı görülmüştür. Bu nedenle daha düşük düzeylerde kırmızı biber ilavesinin olumlu etki yapabileceği düşünülmektedir.

İncik rengide etlik piliçlerde pigmentasyonun belirlenmesinde deri rengi ile birlikte ele alınabilen bir kriterdir. İncik rengi RCF değerleri ele alındığında kantaksantin ve yonca en yüksek değerleri göstermiştir. İncik L değerleri arasında önemli bir fark bulunmamış, a ve b değerleri de deride saptanan değerlerle aynı eğilimi göstermişlerdir. En yüksek incik

a değerleri kırmızı biber ve kantaksantin ile, en yüksek b değerleri kantaksantin ve  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile elde edilmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Association of Analytical Chemists (1975) Official Methods of Analysis, 12 th Ed., Washington, D.C.
2. Bartov, I. and Bornstein, S. (1967) Depletion and repletion of body xanthophylls reserves as related to broiler pigmentation. Poultry Sci, 48, 495.
3. Brauenlich, K. and Hoffman, F. (1974) The chemistry and action of pigments in avian diets. 15 th. World's Poultry Congress Proceedings, 236.
4. Bulgurlu, Ş. ve Ergül, M. (1978) Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metodları. E.Ü.Z.F. Yayın No:127, Bornova.
5. Couch, J.R., Camp, A.A. and Farr, F.M. (1971) The supplementary effect of adding canthaxantin to diet containing natural sources of pigmenting compounds on the pigmentation of broiler, Br. Poultry Sci., 12, 205.
6. Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. (1987) Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). A.Ü.Z.F.Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, A.Ü.Basımevi, Ankara.
7. Erkek, R. ve Taluğ, A.M. (1990) Yumurta tavuğu ve kasaplık Piliç karmalarında renk maddeleri kullanımı. Yem Sanayii Dergisi, 66, 30.
8. Fletcher, D.L. and Halloran, H.R. (1981) An evaluation of a commercially available marigold concentrate and paprika oleoresin on yolk pigmentation. Poultry Sci., 60, 1846.
9. Fletcher, D.L. and Halloran, H.R. (1983) Egg yolk pigmentation properties of marigold extract and paprika oleoresin in a practical type diet, Poultry Sci., 62, 1205.
10. Fletcher, D.L., Papa, C.M. and Tirado, F.X. (1986) The effect of saponification on broiler coloring capability of marigold extracts. Poultry Sci., 65, 1708.
11. Gürocak, B. (1983) Ksantofillerden kırmızı biberin (capsicum annum) yumurta sarısı ve deri pigmentlerine etkisi. A.Ü.Z.F. Yayın No: 947, Ankara.
12. Hinton, C.F., Fry, J.L. and Harms, R.H. (1973) Subjective and colorimetric evaluation of xanthophyll utilization of natural and synthetic pigments in broiler diets. Poultry Sci., 52, 2169.
13. Marusich, W.L. and Bauernfeind, J.C. (1970) Oxycarotenoid in poultry pigmentation. 2. Broiler studies. Poultry Sci., 49, 1566.
14. Matterson, L.D., Pudalkiewicz, W.P. and Potter, L.M. (1962) Synthetic carotenoids as pigmentors for poultry. Poultry Sci., 41, 1664 (Abstr.).
15. Mitchell, Jr. R.P., Bletner, J.K. and Tugwell, R.L. (1961) Factors affecting the xanthophyll pigment in chicks. Poultry Sci., 40, 1432.
16. Mountney, G.J., Malinovsky, E. and Nober, E.J. (1962) Consumer preferences for eggs of different qualities and yolk color. Poultry Sci., 41, 1668.
17. Özen, N. (1979) Yonca unu ile sarı mısırın değişik kombinasyonlarının yumurta tavuğu ve broiler rasyonlarında kullanılması. Doçentlik Tezi, A.Ü.Z.F., Erzurum.
18. Özkan, K. ve Bulgurlu, Ş. (1988) Kümes hayvanlarının beslenmesi. E.Ü.Z.F. yayın No: 264, Bornova.
19. Saylor, W.M. (1986) Evaluation of mixed natural carotenoid products as xanthophyll sources for broiler pigmentation. Poultry Sci., 65, 1112.
20. Schaeffer, J.L., Tyczkowski, J.K. and Hamilton, P.B. (1987) Alterations in carotenoid metabolism during ochratoxycosis in young broiler chicks. Poultry Sci., 66, 318.
21. Sunde, M.L. (1962) The effects of different levels of vitamin A,  $\beta$ -apo-8'-carotenol and alfalfa on yolk color. Poultry Sci., 41, 532.