

계란형질들과 난황 콜레스테롤 수준에 대한 닭의 계통과 키토산의 첨가 수준간의 상호작용 효과

석 윤 오¹ · 성 형 철²

삼육대학교 응용동물학과, ²(주)이지생명과학

Line-by-Level of Chitosan Interaction on Egg Traits and Yolk Cholesterol Level in Laying Hens

Y. O. Suk¹ and H. C. Sung²

Department of Applied Animal Science, Sahmyook University, Seoul 139-742, South Korea

²EZ Life Science Co., Ltd., 2F Woosung B/D 335, Yangjae-Dong, Seocho-Gu, Seoul, South Korea

ABSTRACT : The objective of this study was to investigate the line-by-feed additive interaction on egg traits and yolk cholesterol level in laying hens. Hy-line W-98 (white shell line) and Hy-line Brown (brown shell line) were used as experimental stocks and three groups were assigned in each line. The age of hens used in this study were from 40- to 46-wk-old. Two different levels of chitosan were also used as additive in chicken diet. The first (CH₃₀) and second (CH₆₀) experimental groups were fed basal diet added 30mg and 60mg chitosan/kg feed, respectively. And the control group (CON) hens were fed with basal diet only. The eggs were collected and analyzed at the end of 40, 42, 44, and 46-wk-old. In the mean egg weight, the CH₃₀ in Hy-line Brown was significantly heavier ($P < 0.05$) than CON, but the CH₃₀ in Hy-line W-98 was significantly lighter ($P < 0.05$) than CON. Whereas, the mean egg weight did not significantly differ between CH₆₀ and CON in both line. The mean albumen percentage in Hy-line Brown did not show significant between experimental groups and control group. On the other hand, the mean albumen percentage of CH₆₀ in Hy-line W-98 was significantly lower ($P < 0.05$) than that of CON, but there was no significantly different between CH₃₀ and CON. In the mean yolk percentage, it showed a reverse trend as shown in the mean albumen percentage; there were significantly higher ($P < 0.05$) in CH₆₀ than in CON for the Hy-line W-98, and higher in CH₃₀ than in CON for the Hy-line Brown. However, the mean shell percentages did not significantly differ between experimental groups and control group in both lines. In the mean yolk cholesterol levels, the CH₃₀ and CH₆₀ in both lines were lower by 0.46 mg~2.80 mg per gram yolk than CON. Although the interaction effect of line-by-supplementing level of chitosan in hens diet on the pooled mean of yolk cholesterol level was no significant, it showed a highly significant interaction ($P < 0.01$) at three of four experimental ages.

(Key words : interaction, lines, chitosan, egg traits, yolk cholesterol level)

서 론

근래 우리 나라에서는 선진 외국들과 마찬가지로 심장마비 및 여러 형태의 혈관계 질환을 가지고 있는 사람들과 비만 등의 성인병 발병률이 나날이 증가하고 있는 실정이다. 이러한 질병들의 증가 원인으로는 아마도 사람들의 식생활 습관에 있어 식이섬유를 비롯한 탄수화물 계통의 식품섭취는 감소되고, 반면에 동물성 지방식품들과 고콜레스테롤 식

품들의 섭취가 증가되어온 경향 때문인 것으로 지적(The Ministry of Health and Welfare, 1995)되고 있다. 특히 계란의 난황은 고콜레스테롤 식품들 중 하나(International Egg Commission, 1993; Marshall et al., 1994)로서 계란 한 개(56.7g 기준) 당 대략 200mg 정도의 콜레스테롤이 포함되어 있는 것으로 보고(Beyer and Jensen, 1989)되고 있다. 이와 같이 계란의 난황 내에 포함되어 있는 상당히 높은 수준의 콜레스테롤을 낮추기 위한 방법으로 닭의 품종을 개량하거나, 혹은

¹ To whom correspondence should be addressed : sukyo@syu.ac.kr

닭의 사료성분을 조절하는 방법을 고려해 볼 수 있을 것이다. 닭의 품종 또는 계통 등과 같은 유전자 조성의 차이에 따라 난황콜레스테롤 수준의 변이가 존재함을 여러 연구자들이 보고(Edwards et al., 1960; Marks and Washburn, 1985; Mahapatra et al., 1987)한 바 있으며, 또한 난황콜레스테롤 수준 변화에 대한 사료 및 영양적인 측면에서 연구한 보고들(Sim and Bragg, 1977; Waldroup et al., 1986; Naber et al., 1982; Hargis, 1988; Berrio and Hebert, 1990; Luhman et al., 1990; Beyer and Jensen, 1992)이 있다. 후자의 연구들은 주로 닭의 사료성분 조절에 의한 것들로서, 산란계 기초사료에 첨가제를 혼합하는 방법을 이용하여 연구하였다. 그러나 난황콜레스테롤에 대한 유전적인 배경과 사료첨가제의 상호작용 효과에 대한 연구보고는 거의 없는 형편이다. 계란의 난황콜레스테롤 수준을 감소시키기 위하여 사료첨가제로 사용되어질 수 있는 것으로는 식이섬유 중 하나인 키토산(chitosan)이 있다.

키토산은 물에는 녹지 않지만 유산 및 초산 등과 같은 유기산과 염산과 같은 무기산에 용해되는 물질로서 키토산 용액은 점도가 높고 독특한 짙은 맛과 쓴맛을 가지고 있다. 이 키토산은 게 혹은 새우와 같은 갑각류의 껍질, 곤충의 표피 및 버섯, 균류의 세포벽 등에 존재하는 천연고분자물질(Weiner, 1992)로서 우리 나라는 연간 약 106,500톤 정도의 갑각류가 연근해에서 생산되고 있는 것으로 보고(최일 등, 1999)되고 있다. 키토산은 항콜레스테롤 작용(혈중 콜레스테롤 감소작용)과 같은 생리활성 작용을 통하여 혈관계 질환 및 고지혈증에 좋은 효과(정계환 등, 1996)를 나타내며, 키토산은 다른 식이섬유들과 마찬가지로 몸 안의 지방을 체외로 배출시키는 효과가 있는 것으로 보고(이종미 및 손보경, 1998; 김미경 및 설은영, 1994) 된 바 있다. 또한 3% 정도의 키토산을 산란계 사료에 첨가했을 때 계란의 콜레스테롤과 포화지방산의 수준을 크게 감소시키는 것으로 보고(Nogueira et al., 1999)된 바 있다. 또한 몇몇 연구자들(Hussein et al., 1993; Campo, 1995)에 의하면 난황의 크기가 난황콜레스테롤 수준과 직접적인 상관관계가 있다고 하였으며, 상대적으로 난백의 크기는 난황의 크기와 역 상관관계(Suk and Park, 2001)에 있기 때문에 키토산의 첨가 급여가 이들 계란형질들의 크기 변화와 더불어 난황콜레스테롤 수준을 조절할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 본 연구는 계란의 주요 형질들과 난황콜레스테롤 수준에 있어서 유전적인 요인과 사

료첨가제의 상호작용 효과에 관한 연구로서 키토산 첨가수준과 닭의 계통간의 상관관계에 대한 변이를 조사하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 공시동물, 시험설계 및 사양관리

국내 일반 양계농가에서 사육되고 있는 백색란 계통 Hy-line W-98종 및 갈색란 계통 Hy-line Brown종을 계통별로 기본사료구(대조구; CON), 기본사료 + 키토산 30mg/kg feed구(CH₃₀), 기본사료 + 키토산 60mg/kg feed구(CH₆₀)로 나누어 각 그룹별로 평사에 25수씩 배치하여 사육하였으며, 1일 16시간의 인공점등과 조단백질 15.5% 및 대사에너지 2,700 Kcal/kg의 사료를 시험 전기간 동안 공급하여 사육하였다.

2. 사용된 키토산 및 사용방법

실험에 사용된 키토산은 이지생명과학(주)에서 공급한 것으로 탈아세틸화도 90% 이상의 키토산을 초산 용액에 2.3% 농도로 용해한 점도 400~600 centipoise의 수용액이었으며, Hy-line International 회사가 제시한 사양관리 지침에 따라 시험기간에 해당되는 주령의 Hy-line W-98종과 Hy-line Brown종 닭에게 요구되는 사료량을 기초로 하여 CH₃₀구는 키토산을 분말상태로 환산하였을 때 사료 1Kg 당 30mg의 키토산이 포함되도록, 그리고 CH₆₀구는 60mg의 키토산이 포함되도록 조절하여 음수로 공급하였다.

3. 계란 형질의 측정기간 및 측정방법

40주령시부터 2주일 간격으로 46주령시까지 계란의 형질들과 난황콜레스테롤 수준을 측정하였으며, 각 시험 주령말에 계통별 및 그룹별로 계란을 수거하여 난중을 측정 한 후, 두 계통 여섯그룹 모두 통계적 유의성을 나타내지 않는 범위의 평균난중을 가진 계란 10개씩을 각 그룹별로 선택하여 계란의 형질들을 다음과 같이 측정하였으며, 계란형질 분석에 이용된 각 계통별 및 그룹별 계란의 난중은 Table 1에 나타나 있는 바와 같다. 계란을 활란하여 난황과 난백을 분리하고, 난황에 붙어 있는 알끈을 핀셀으로 조심스럽게 제거한 다음, 난황을 종이수건(paper towel)에 굴러서 난백을 완전히 제거한 후 난황의 무게를 측정하였다. 그리고 핀셀을 이용하

¹⁾ 이지생명과학(주), 서울시 서초구 양재동 335번지, 우성빌딩 2층

²⁾ Hy-line International, 2929 Western Parkway West Des Moines, Iowa 50266 USA

Table 1. The mean weights(g) of eggs used for the analysis on egg traits and yolk cholesterol level (mean±SD)

Age (wk)	Hy-line W-98			Hy-line Brown		
	CH ₃₀	CH ₆₀	Control	CH ₃₀	CH ₆₀	Control
40	61.66±2.41	61.22±3.34	61.57±2.09	61.52±2.14	61.83±1.83	61.46±1.86
42	62.96±3.06	62.64±4.52	62.73±2.68	62.77±3.22	62.99±2.31	62.43±2.26
44	63.39±4.20	63.47±4.49	63.51±1.75	63.49±3.31	63.54±2.58	63.45±2.55
46	63.02±5.15	62.21±2.45	62.72±2.13	62.74±1.69	62.81±3.65	62.58±2.70
Pooled mean	62.76±3.76	62.39±3.74	62.63±2.22	62.63±2.67	62.79±2.65	62.48±2.38

CH₃₀, CH₆₀, diets containing chitosan that was 30mg and 60mg/kg feed, respectively.

여 난각을 조심스럽게 물에 씻은 다음, 21℃ 항온상태로 고정된 드라이오븐 속에 넣고 48시간 동안 건조시켜 난각의 무게를 칭량하였다. 난백의 무게는 계란 전체의 무게에서 난황과 난각의 무게를 공제하여 계산하였다. 또한 전체 난중에 대한 난백의 비율, 난황의 비율 및 난각의 비율을 측정하였다.

4. 난황콜레스테롤 수준 측정방법

Washburn and Nix(1974)에 의해 수정된 Folch et al.(1956)의 방법에 Fletouris et al.(1998)에 의해 제안된 Pre-saponification을 추가한 방법으로 난황콜레스테롤을 추출한 후 Zlatkis et al.(1953)의 방법을 이용하여 난황콜레스테롤 수준을 측정하였다.

5. 통계분석

SAS 프로그램(SAS Institute, 1994)을 이용하여 다음과 같은 통계분석 모델에 의해 계통상호간 및 각 계통 내 그룹간에 5% 수준에서 LSD-검정으로 유의성을 검정하였다.

통계모델

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + D_j + LD_{ij} + e_{ijk}$$

단, Y_{ijk} = i 번째 계통의 j 번째 키토산 첨가수준의 k 번째 측정치

μ = 모집단의 평균효과

L_i = i 번째 계통의 효과

D_j = j 번째 키토산 첨가수준의 효과

LD_{ij} = i 번째 계통과 j 번째 키토산 첨가수준의 상호작용 효과

e_{ijk} = 임의 효과.

결과 및 고찰

1. 난중에 대한 닭의 계통과 키토산 첨가 수준의 영향
산란계 기본사료에 키토산을 30mg/kg feed 혹은 60mg/kg feed 첨가 급여한 CH₃₀ 및 CH₆₀구와 키토산을 첨가하지 않은 기본사료로 사육한 대조구간에 전체 평균난중에 대하여 비교한 결과, 시험주령 각각에서는 두 계통 모두 이들 그룹간에 유의한 차이를 나타내지는 않았지만, 각 그룹별 전체 평균 난중에 대해서는 Hy-line W-98 계통에 있어서 CH₃₀구는

Table 2. Associations of lines with supplementing chitosan to laying hen diets on the egg weight (mean±SE)

Age (wk)	Hy-line W-98			Hy-line Brown		
	CH ₃₀	CH ₆₀	Control	CH ₃₀	CH ₆₀	Control
40	60.72±1.51 ^a	63.50±1.12 ^a	62.78±0.88 ^a	63.45±1.04 ^a	63.90±1.16 ^a	62.86±0.83 ^a
42	63.23±1.25 ^a	65.13±1.31 ^a	64.61±0.88 ^a	65.94±1.16 ^a	64.76±1.65 ^a	63.01±1.16 ^a
44	61.76±1.57 ^a	63.24±1.82 ^a	63.00±1.03 ^a	66.16±1.43 ^a	64.68±1.22 ^a	63.12±0.92 ^a
46	58.08±2.27 ^a	60.33±2.02 ^a	62.56±1.24 ^a	66.01±0.90 ^a	63.60±1.86 ^a	64.87±1.39 ^a
Pooled mean	60.87±0.87 ^a	62.93±0.83 ^b	63.29±0.50 ^b	65.37±0.56 ^a	64.24±0.71 ^{ab}	63.43±0.54 ^b

^{a,b} Means within a line at same age without common superscripts are significantly different at P<0.05. CH₃₀, CH₆₀, diets containing chitosan that was 30mg and 60mg/kg feed, respectively.

CH₆₀구 혹은 대조구에 비해서 유의하게($P<0.05$) 난중이 더 가벼웠으나, CH₆₀구와 대조구간에는 별 차이가 없었다. 한편 Hy-line Brown 계통에 있어서는 CH₃₀구는 대조구보다 평균 난중이 1.94g 정도가 더 무거운($P<0.05$) 것으로 나타나 Hy-line W-98 계통과 반대의 경향이 있었다(Table 2). 이러한 본 연구의 평균 난중에 대한 CH₃₀구와 대조구간의 비교 결과는, 키토산 첨가수준이 본 연구와 유사한 Chitin+Chitosan 2% 첨가구는 대조구에 비해서 70일간의 평균난중이 더 가벼웠던(1.35g) 것으로 보고한 한찬규 등(1999)의 결과와 비교해볼 때, Hy-line W-98 계통은 유사한 경향이 있었지만, Hy-line Brown 계통은 그들의 결과와 반대의 경향을 나타냈다. 한찬규 등(1999)이 공시동물로 이용하였던 갈색란 계통인 Isa Brown 종에서 얻은 결과와 본 연구에서 공시동물로 이용하였던 갈색란 계통인 Hy-line Brown 종과는 유사한 수준의 Chitosan 첨가로 정반대의 결과를 얻은 것을 볼 때, 같은 갈색란 계통이라 할지라도 품종에 따라서 Chitosan의 첨가 효과가 난중에 다르게 영향을 미치는 것으로 사료된다.

2. 난백의 비율에 대한 닭의 계통과 키토산 첨가 수준의 영향

Table 3에 나타나 있는 바와 같이, 전체 난중에 대한 난백의 중량이 차지하는 비율은 백색란 계통인 Hy-line W-98의 경우, 시험시작 주령이었던 40주령시 CH₆₀구는 대조구에 비해서 난백의 비율이 3.45% 정도 유의적($P<0.05$)으로 더 낮은 경향이 있었으나, 나머지 시험 주령에서는 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 한편 CH₃₀구는 시험 전기간 동안 대조구와 난백의 비율에 별 차이를 나타내지 않았으며, 전체 평균 난백의 비율에 있어서는 CH₃₀구와 대조구간에 유의한 차이가 없었던 반면에 CH₆₀구는 CH₃₀구 및 대조구에 비해서 더 낮은($P<0.05$) 경향이 있었다. 갈색란 계통인 Hy-line

Brown의 경우에 있어서는 CH₃₀구는 대조구에 비해서 44주령에서만 난백의 비율이 유의하게($P<0.05$) 더 낮았으나, 나머지 시험주령에서는 대조구뿐만 아니라 CH₆₀구와도 별 차이가 없었다. 그리고 CH₆₀구는 모든 시험주령에서 대조구와 난백비율에 대한 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 전체 평균 난백비율에 있어서는 키토산 첨가급여구 상호간 뿐만 아니라 대조구와도 모두 유의한 차이는 없었다. 전체 난중에 대한 난백의 비율에 있어서, 이와 같은 결과들은 키토산을 30mg/kg feed 혹은 60mg/kg feed 정도를 첨가할 경우는 난백의 비율은 증가시키고, 상대적으로 난황의 비율은 감소시키는 데에는 별 도움이 되지 않는 것으로 사료된다.

3. 난황의 비율에 대한 닭의 계통과 키토산 첨가 수준의 영향

전체 난중에 대한 난황중량의 비율에 있어서, Hy-line W-98에 있어서, 40주령시 CH₆₀구는 CH₃₀구보다 2.31%, 그리고 대조구보다는 2.58%가 유의적($P<0.05$)으로 더 높게 나타났고(Table 4), 42주령시에는 CH₆₀구는 대조구와 큰 차이를 나타내지 않았지만, CH₃₀구보다는 1.60% 정도가 더 높은($P<0.05$) 것으로 나타났다. 한편 44주령 및 46주령시는 그룹간에 별 차이가 없었고, 전체 평균 난황의 비율은 CH₆₀구는 CH₃₀구 혹은 대조구보다 유의적($P<0.05$)으로 더 높은 것으로 나타났다. Hy-line Brown에 있어서는, 40주령, 42주령 및 46주령시에 그룹간에 난황의 비율은 별 차이를 나타내지 않았으나, 44주령시 및 전체 평균 난황의 비율에 있어서는 적어도 CH₃₀구는 CH₆₀구 혹은 대조구보다 유의적($P<0.05$)으로 더 높은 것으로 나타났다. 따라서 키토산의 첨가가 Hy-line W-98에 있어서는 CH₆₀구가, 그리고 Hy-line Brown은 CH₃₀구가 대조구에 비해서 전체 난중에 대한 난황의 비율을 높이는 효과를 나타내고 있음을 볼 때 키토산의 첨가수준과 계

Table 3. Associations of lines with supplementing chitosan to laying hen diets on the percent of albumen from whole egg (mean \pm SE)

Age (wk)	Hy-line W-98			Hy-line Brown		
	CH ₃₀	CH ₆₀	Control	CH ₃₀	CH ₆₀	Control
40	65.06 \pm 0.41 ^a	62.39 \pm 0.93 ^b	65.84 \pm 0.60 ^a	65.67 \pm 0.63 ^a	65.87 \pm 0.67 ^a	66.10 \pm 0.47 ^a
42	65.80 \pm 0.52 ^a	64.24 \pm 0.61 ^b	64.84 \pm 0.55 ^{ab}	65.05 \pm 0.51 ^a	65.24 \pm 0.64 ^a	66.04 \pm 0.24 ^a
44	63.53 \pm 0.43 ^a	64.62 \pm 0.56 ^a	64.60 \pm 0.60 ^a	63.63 \pm 0.56 ^a	65.07 \pm 0.49 ^{ab}	65.68 \pm 0.50 ^b
46	64.90 \pm 0.50 ^a	63.42 \pm 0.53 ^b	64.45 \pm 0.63 ^{ab}	65.08 \pm 0.51 ^a	65.37 \pm 0.47 ^a	64.79 \pm 0.44 ^a
Pooled mean	64.82 \pm 0.26 ^a	63.67 \pm 0.35 ^b	64.93 \pm 0.30 ^a	64.86 \pm 0.29 ^a	65.39 \pm 0.28 ^a	65.65 \pm 0.22 ^a

^{a,b} Means within a line at same age without common superscripts are significantly different at $P<0.05$. CH₃₀, CH₆₀, diets containing chitosan that was 30mg and 60mg/kg feed, respectively.

Table 4. Associations of lines with supplementing chitosan to laying hen diets on the percent of yolk from whole egg (mean±SE)

Age (wk)	Hy-line W-98			Hy-line Brown		
	CH ₃₀	CH ₆₀	Control	CH ₃₀	CH ₆₀	Control
40	25.46±0.34 ^a	27.77±0.75 ^b	25.19±0.51 ^a	24.99±0.60 ^a	24.71±0.66 ^a	24.26±0.49 ^a
42	25.13±0.45 ^a	26.73±0.63 ^b	26.14±0.54 ^{ab}	25.49±0.57 ^a	24.91±0.58 ^a	24.13±0.23 ^a
44	26.82±0.36 ^a	26.13±0.52 ^a	26.31±0.51 ^a	26.81±0.56 ^a	25.09±0.54 ^b	24.38±0.59 ^b
46	25.98±0.50 ^a	27.40±0.53 ^a	26.14±0.55 ^a	25.14±0.51 ^a	24.69±0.58 ^a	25.00±0.49 ^a
Pooled mean	25.85±0.22 ^a	27.01±0.31 ^b	25.94±0.26 ^a	25.61±0.29 ^a	24.85±0.29 ^b	24.44±0.23 ^b

^{a,b} Means within a line at same age without common superscripts are significantly different at P<0.05. CH₃₀, CH₆₀, diets containing chitosan that was 30mg and 60mg/kg feed, respectively.

통간 상호작용에 차이가 있는 것으로 보인다.

4. 난각의 비율에 대한 닭의 계통과 키토산 첨가 수준의 영향

Table 5에서 보면, Hy-line W-98에 있어서는 46주령시를 제외한 나머지 3개 시험주령에서 키토산 첨가 그룹들이 대조구에 비해서 난각의 비율이 일반적으로 더 높은 것으로 나타났으나, CH₆₀구는 대조구에 비해서 40주령시에, 그리고 CH₃₀구는 44주령시에만 대조구에 비해서 유의하게(P<0.05) 난각의 비율이 더 높았다. 그러나 전체 평균 난각 비율에 대한 키토산 첨가 그룹 상호간 혹은 키토산 첨가 그룹들과 대조구 간에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. Hy-line Brown에 있어서, 모든 시험주령에서 그룹간에 유의한 차이를 나타내지 않았지만, 전체 평균 난각비율에 있어서는 대조구보다 CH₃₀구는 0.37% 정도 더 작았고(P<0.05), CH₆₀구는 대조구에 비해서 유의한 차이는 아니었지만 0.14% 정도가 난각의 비율이 더 작았다. Hy-line Brown 계통의 CH₆₀구와 대조구간의 난각비율에 대한 차이가 유의하지 못했던 본 연구의 결과는 전체 사료량의 0.15%의 키토산을 첨가하여 실험을 했던 김

창혁 등(2001)의 결과와 같은 경향이 있었으며, 또한 한찬규 등(1999) 및 홍종욱 등(2001)도 산란계 사료에 키토산-키토산의 첨가가 난각두께에는 유의하게 영향을 미치지 못하였다는 보고를 한 것을 볼 때 일반적으로 사료에 키토산의 첨가가 난각질의 개선에 크게 도움이 되는 것으로는 생각되지 않는다.

5. 난황콜레스테롤 수준에 대한 닭의 계통과 키토산 첨가 수준의 영향

Hy-line W-98 계통에 있어서 42주령시에 대조구에 비해서 난황 1g 당 CH₃₀구는 3.47mg 정도, 그리고 CH₆₀구는 0.84mg 정도의 콜레스테롤 수준이 더 높았지만, 40주령 및 46주령시에는 CH₃₀구 및 CH₆₀구 모두 대조구에 비해서 난황콜레스테롤 수준이 유의하게(P<0.05) 더 낮은 결과를 나타냈다(Table 6). 한편 Hy-line Brown 계통에 있어서는, 40주령시에 대조구에 비해서 CH₃₀구와 CH₆₀구는 난황 1g 당 난황콜레스테롤 수준이 각각 1.64mg 혹은 0.67mg 정도 더 낮은 것(P<0.05)으로 나타났다. 42주령 및 44주령에서는 키토산 첨가구들(CH₃₀, CH₆₀)의 난황콜레스테롤 수준은 대조구와 별 차이가

Table 5. Associations of lines with supplementing chitosan to laying hen diets on the percent of shell from whole egg (mean±SE)

Age (wk)	Hy-line W-98			Hy-line Brown		
	CH ₃₀	CH ₆₀	Control	CH ₃₀	CH ₆₀	Control
40	9.49±0.17 ^{ab}	9.84±0.28 ^a	8.98±0.16 ^b	9.34±0.19 ^a	9.42±0.22 ^a	9.63±0.17 ^a
42	9.07±0.29 ^a	9.03±0.16 ^a	9.02±0.16 ^a	9.45±0.20 ^a	9.85±0.17 ^a	9.83±0.15 ^a
44	9.65±0.21 ^a	9.25±0.13 ^b	9.09±0.23 ^b	9.55±0.21 ^a	9.84±0.16 ^a	9.94±0.18 ^a
46	9.12±0.16 ^a	9.19±0.13 ^a	9.41±0.18 ^a	9.78±0.08 ^a	9.94±0.26 ^a	10.20±0.30 ^a
Pooled mean	9.33±0.11 ^a	9.32±0.10 ^a	9.12±0.09 ^a	9.53±0.09 ^a	9.76±0.11 ^{ab}	9.90±0.10 ^b

^{a,b} Means within a line at same age without common superscripts are significantly different at P<0.05. CH₃₀, CH₆₀, diets containing chitosan that was 30mg and 60mg/kg feed, respectively.

Table 6. Associations of lines with supplementing chitosan to laying hen diets on the yolk cholesterol levels per gram yolk (mean ± SE)

Age (wk)	Hy-line W-98			Hy-line Brown		
	CH ₃₀	CH ₆₀	Control	CH ₃₀	CH ₆₀	Control
40	7.29±0.11 ^a	6.92±0.21 ^a	8.01±0.14 ^b	7.50±0.20 ^a	8.47±0.14 ^b	9.14±0.21 ^c
42	10.06±1.61 ^a	7.43±0.40 ^b	6.59±0.35 ^b	6.82±0.31 ^a	8.30±0.20 ^a	8.13±0.28 ^a
44	11.90±0.28 ^a	12.58±0.28 ^a	12.03±0.32 ^a	13.13±0.50 ^a	13.27±0.90 ^a	12.72±0.36 ^a
46	16.92±0.59 ^a	17.84±0.58 ^a	29.31±2.12 ^b	19.02±0.57 ^a	20.31±0.62 ^{ab}	22.20±0.70 ^b
Pooled mean	11.54±0.70 ^{ab}	11.19±0.73 ^a	13.99±1.54 ^b	11.62±0.81 ^a	12.59±0.83 ^a	13.05±0.91 ^a

^{a-c} Means within a line at same age without common superscripts are significantly different at P<0.05. CH₃₀, CH₆₀, diets containing chitosan that was 30mg and 60mg/kg feed, respectively.

없었으나, 46주령시에는 적어도 CH₃₀구는 대조구보다 난황 콜레스테롤 수준이 유의하게(P<0.05) 더 낮은 경향을 나타냈다(Table 6). 4개 시험주령 전체 평균 난황콜레스테롤 수준에 있어서, Hy-line Brown 계통은 키토산 첨가구들이 대조구에 비해서 유의한 차이는 아니었지만 난황콜레스테롤 수준이 더 낮은 것으로 나타났고, Hy-line W-98 계통에 있어서도 키토산 첨가구들은 대조구에 비해서 난황콜레스테롤 수준이 더 낮게 나타났을 뿐만 아니라 적어도 CH₆₀구는 대조구와 유의한 차이(P<0.05)를 나타내고 있어 키토산의 첨가 급여는 다소나마 난황콜레스테롤 수준을 낮추는 경향이 있음을 알 수 있다. 김창혁 등(2001)이 보고한 바에 의하면 사료에 키토산을 0.15% 정도 첨가했을 때 난황콜레스테롤 수준을 낮추는 효과가 없었다고 보고한 것과는 부분적으로나마 본 시험의 결과는 다소 다른 경향을 나타내고 있다. 그리고 키틴-키토산 및 키토-올리고당을 함유하고 있는 Fermkito 50을 기초사료에 1% 첨가한 구는 대조구에 비해서 유의하게 난황콜레스테롤 수준이 감소하는 경향이 있었다고 보고한 홍종욱 등(2001)의 연구 결과와 본 연구의 Hy-line W-98종은 같은 경향을 나타내고 있다. 또한 Hy-line Brown 종도 그들의 결과와 유사한 결과를 나타내고 있을 뿐만 아니라, Nogueira et al.(1999)의 연구 결과도 이러한 결과들을 지지하고 있음을 볼 때 키토산의 첨가 급여는 난황 콜레스테롤 수준을 낮추는 효과가 있음을 시사한다.

6. 계란의 주요 형질들 및 난황콜레스테롤 수준에 대한 닭의 계통과 키토산 첨가 수준의 상호작용 효과

난중, 난백의 무게, 난황의 무게, 난각의 무게 및 난황콜레스테롤 수준에 대한 닭의 계통과 키토산 첨가수준간의 상호작용 관계를 분석한 결과(Table 7)를 보면, 난중에 대해서는 모든 시험주령에서 닭의 계통과 키토산의 첨가수준간에 유

Table 7. Associations of lines (L) with supplementing chitosan to laying hen diets (D) on the egg weight (EW), albumen percentage (AP), yolk percentage (YP), shell percentage (SP), and yolk cholesterol level (YC)

Age (wk)	Treatment	EW ¹	AP	YP	SP	YC
40	L	NS	0.0072	0.0025	NS	0.0001
	D	NS	0.0182	0.0335	NS	0.0001
	L×D	NS	0.0278	NS	0.0281	0.0009
42	L	NS	NS	0.0083	0.0001	NS
	D	NS	NS	NS	NS	NS
	L×D	NS	NS	0.0465	NS	0.0029
44	L	NS	NS	0.0224	0.0055	0.0345
	D	NS	0.0108	0.0147	NS	NS
	L×D	NS	NS	NS	0.0463	NS
46	L	0.0009	NS	0.0006	0.0001	NS
	D	NS	NS	NS	NS	0.0001
	L×D	NS	NS	NS	NS	0.0001
Pooled mean	L	0.0005	0.0005	0.0001	0.0001	NS
	D	NS	0.0283	0.0206	NS	NS
	L×D	0.0038	0.0140	0.0018	0.0174	NS

¹ The mean egg weight on the overall eggs before selected for the analysis of egg traits.

의한 상호작용 효과는 없었지만, 전체 평균 난중에 있어서는 유의한 상호작용 효과(p = 0.0038)를 나타냈으며, 난중에 대한 난백의 비율, 난황의 비율 및 난각의 비율은 전체 4개 시험주령 중에서 한 개 시험주령 혹은 두 개 시험주령에서 닭의 계통과 키토산의 첨가수준간에 유의한 상호작용 효과를 나타냈으며, 이들 계란 형질들의 전체 평균치에 대해서는 유

의한 상호작용 효과($P < 0.05 \sim 0.01$)를 나타내었다. 한편, 전체 평균 난황콜레스테롤 수준에 대해서는 닭의 계통과 키토산 첨가수준간에 유의한 상호작용의 효과는 없었으나, 4개 시험주령 중에서 적어도 3개 시험주령(40주령, $p = 0.0009$; 42주령, $p = 0.0029$; 46주령, $p = 0.0001$)에서 난황콜레스테롤 수준에 있어서 이들 요인간에 유의한 상호작용 효과를 나타냈다. 이러한 결과들은 난중, 난중에 대한 난백의 비율, 난황의 비율 및 난각의 비율에 대해서 닭의 계통과 키토산 첨가수준간에 유의한 상호작용 효과가 있음을 알 수 있고, 난황콜레스테롤 수준에 대해서도 어느 정도 이들 요인간에 유의한 상관관계가 있음을 시사하고 있다.

적 요

백색란 계통인 Hy-line W-98과 갈색란 계통인 Hy-line Brown을 이용하여 주요 계란의 형질들과 난황 콜레스테롤 수준에 닭의 계통과 키토산의 첨가 수준간의 상호작용 관계를 구명하고자 시험한 결과 난중에 대해서는 키토산의 첨가가 두 계통간에 서로 대조적인 경향을 나타내어 Hy-line Brown 계통에서만 키토산의 첨가가 난중의 증가에 기여했다. 평균 난백의 비율은 Hy-line Brown종에서는 키토산 첨가 그룹들과 대조구간에 유의한 차이를 나타내지 못했다. Hy-line W-98종에 있어서 CH_{60} 구는 대조구에 비해서 평균 난백의 비율이 유의하게($P < 0.05$) 낮았으나, CH_{30} 구는 대조구와 별 차이가 없었다. 한편 평균 난황의 비율은 평균 난백의 비율에서 나타났던 경향과 반대로 Hy-line W-98종은 CH_{60} 구가 대조구에 비해서, 그리고 Hy-line Brown은 CH_{30} 구가 대조구에 비해서 유의하게($P < 0.05$) 난황의 비율이 더 높게 나타났다. 평균 난각의 비율에 대해서는 두 계통 모두 키토산의 첨가로 난각의 질을 향상시키지는 못했다. 그러나 평균 난황콜레스테롤의 수준에 있어서는 두 계통 모두 키토산 첨가구들이 대조구에 비해서 난황 1g당 0.46mg~2.80mg 정도가 더 낮은 것으로 나타났고, 특별히 Hy-line W-98종의 CH_{60} 구는 대조구에 비해서 난황콜레스테롤의 수준은 유의한($P < 0.05$) 차이를 나타냈다. 그리고 닭의 계통과 키토산 첨가수준간 상호작용 효과에 관한 유의성 분석결과 4개 시험주령 전체 평균 난중($P < 0.01$), 난중에 대한 난백의 비율($P < 0.05$), 난황의 비율($P < 0.01$) 및 난각의 비율($P < 0.05$)은 모두 유의한 결과를 나타냈다. 한편, 전체 평균 난황콜레스테롤 수준에 대해서는 이들 두 요인간에 유의한 상호작용 효과를 나타내지 않았으나, 시험주령별 유의성 분석결과에서

는 4개 시험주령 중 3개 시험주령에서 닭의 계통과 키토산 첨가수준간에 유의한 상호작용 효과($P < 0.01$)를 나타냈다.

(색인어: 상호작용, 계통, 키토산, 계란형질, 난황콜레스테롤)

인용문헌

- Berrio LF, Hebert JA 1990 The effect of adding cholesterol to laying hen diets as powder or predissolved in fat. *Poultry Sci* 69:972-976.
- Beyer RS, Jensen LS 1989 Overestimation of the cholesterol content of eggs. *J Agric Food Chem* 37:917-920.
- Beyer RS, Jensen LS 1992 Cholesterol concentration of egg yolk and blood plasma and performance of laying hens as influenced by dietary α -ketoisocaproic acid. *Poultry Sci* 71:120-127.
- Campo JL 1995 Comparative yolk cholesterol content in four Spanish breeds of hens, an F_2 cross, and a White Leghorn population. *Poultry Sci* 74:1061-1066.
- Edwards Jr. HM, Driggers JC, Dean R, Carmon JC 1960 Studies on the cholesterol content of eggs from various breeds and/or strains of chickens. *Poultry Sci* 39:487-489.
- Fletouris DJ, Botsoglou NA, Psomas IE, Mantis AI 1998 Rapid determination of cholesterol in milk and milk products by direct saponification and capillary gas chromatography. *J Dairy Sci* 81:2833-2840.
- Folch J, Lees M, Sloane Stanly GH 1956 A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226:497-509.
- Hargis PS 1988 Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl-a review. *J World's Poultry Sci* 44(1):17-29.
- Hussein SM, Harms RH, Janky DM 1993 Effect of age on the yolk to albumen ratio in chicken eggs. *Poultry Sci* 72:594-597.
- International Egg Commission 1993 Egg production, consumption around the world. *World Poultry Sci* 9(12):23-26.
- Luhman CM, Miller BG, Beitz DC 1990 Research note: the effect of feeding Lovastatin and colestipol on production and cholesterol content of eggs. *Poultry Sci* 69:852-855.
- Mahapatra CM, Pandey NK, Verma SS, Singh H 1987 A comparison of physical quality, composition, cholesterol, vita-

- min A and fatty acid contents of guinea fowl and chicken eggs. *J Food Sci and Tech* 24:168-171.
- Marks HL, Washburn KW 1977 Divergent selection yolk cholesterol in laying hens. *Br Poultry Sci* 18:179-188.
- Marshall AC, Kubena KS, Hinton KR, Hargis PS, Van Elswyk ME 1994 n-3 fatty acid enriched table eggs: a survey of consumer acceptability. *Poultry Sci* 73:1334-1340.
- Naber EC, Elliot JF, Smith TL 1982 Effect of probucol on reproductive performance, egg yolk cholesterol content, and lipid metabolism in the laying hen. *Poultry Sci* 61:1118-1124.
- Nogueira C, Zapata J, Fuentes M, Freitas E, Agular C 1999 The effect of shark cartilage and chitosan added to hen diets on egg yolk and plasma lipids. *Poultry Sci* 78:79 (Abstracts).
- SAS 1994 SAS User's guide: Statistics, SAS Inst Inc Cary, NC.
- Sim SJ, Bragg DB 1977 Effect of dietary factors on serum and egg yolk cholesterol levels of laying hens. *Poultry Sci* 56:1616-1621.
- Suk YO, Park C 2001 Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks. *Poultry Sci* 80:855- 858.
- The Ministry of Health and Welfare 1995: Report of investigation into national nutrition.
- Waldroup PW, Ndife LI, Hellwig HM 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. *Poultry Sci* 65:1949-1954.
- Washburn KW, Nix DF 1974 A rapid technique for extraction of yolk cholesterol. *Poultry Sci* 53:1118-1122.
- Weiner MI 1992: An overview of the regulation status and of the safety of chitin and chitosan as food and pharmaceutical ingredients. *Advances in chitin and chitosan*. Elsevier, Applied Science p 663.
- Zlatkis A, Zak D, Boyle AJ 1953 A -new method for the direct determination of serum cholesterol. *J Lab Clin Med* 41:486-492.
- 김미경 설은영 1994 Chitin과 Chitosan이 흰쥐의 Cadmium 중독과 지방대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 27(10):996-1006.
- 김창혁 오덕환 채병조 2001 키토산 및 녹차 첨가가 산란계의 생산성, 소화율 및 혈액과 계란의 콜레스테롤 함량에 미치는 영향. *한국가금학회지* 28(3): 275-281.
- 이종미 손보경 1998 분자량이 다른 키토산이 흰쥐의 지방대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 31(2):143-152.
- 정계환 김봉섭 허종화 정승용 1996 가시발새우 키토산 식이가 식이성 고지혈증 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 25(3):364-391.
- 최일 김현진 송병춘 맹원재 1999 키토산의 첨가가 반추가축에서 사료의 영양소 이용성에 미치는 영향과 키토산의 분해 및 화학적 구조 변화. *한국낙농학회지* 21(2): 133-140.
- 한찬규 이복희 성기승 이남형 1999 몇가지 사료첨가제가 산란율 및 계란의 품질에 미치는 영향. *한국가금학회지* 26(3):203-211.
- 홍종욱 김인호 문태현 권오석 이상환 2001 산란계에 있어 Fermkito 50의 첨가가 혈청 및 난황 내 콜레스테롤 함량과 계란품질에 미치는 영향. *한국가금학회지* 28(1):7-13.