

## 산란기에 있어 Fermkito 50의 첨가가 혈청 및 난황내 콜레스테롤 함량과 계란품질에 미치는 영향

홍종욱 · 김인호<sup>1</sup> · 문태현 · 권오석 · 이상환  
단국대학교 동물자원과학과

### Effects of Fermkito 50 Supplementation on Serum and Egg Yolk Cholesterol Levels and Egg Quality in Laying Hens

J. W. Hong, I. H. Kim<sup>1</sup>, T. H. Moon, O. S. Kwon and S. H. Lee  
*Department of Animal Resource & Science, Dankook University*

**ABSTRACT** : This study conducted to investigate the effects of feeding Fermkito 50 on the egg production and egg quality in laying hens. One hundred forty four, 50 weeks old ISA brown commercial layer, were used in a 28 d growth assay. Dietary treatments included 1) control(basal diet), 2) FERM0.5(basal diet+0.5% Fermkito), 2) FERM1.0(basal diet+1.0% Fermkito), 3)FERM+YU(basal diet+0.5% Fermkito and 0.05% yucca extract). Over-all(d 0 to 28), egg production tended to increase as the concentration of Fermkito 50 in the diets was increased without significant difference( $P>0.05$ ). As adding level of Fermkito 50 increased in the diets, egg weight tended to increase. Laying hens fed FERM+YU diet were higher egg weight than laying hens fed control diet( $P<0.05$ ). Egg shell breaking strength was not influenced by Fermkito 50. As adding level of Fermkito 50 was increased in the diets, yolk color tended to increase. Laying hens fed FERM+YU diet had improved egg yolk index compared to laying hens fed control diet. Total-cholesterol of egg yolk in FERM1.0 and FERM+YU treatments was significantly decreased compared to that in control diet( $p<0.05$ ). Total-cholesterol and triglyceride concentrations in serum tended to increase as the concentration of Fermkito 50 in the diets was decreased( $P<0.05$ ). Also, HDL-cholesterol concentration in serum with FERM1.0 and FERM+YU treatments was significantly higher than control diet( $P<0.05$ ). However, LDL-cholesterol concentration in serum with FERM1.0 and FERM0.5+YU treatments was significantly lower than control diet( $P<0.05$ ). In conclusion, supplemental Fermkito 50 in laying hen diets can be used to improve egg quality.

(Key words : chitin, chitosan, chito-oligosaccharide, cholesterol, egg quality)

## 서론

경제 성장에 따른 동물성 지방 섭취량의 증가로 인한 심혈관계 질환의 발생율이 계속적으로 높아지면서 공중 보건에 대한 영양학적인 소비자의 관심이 높아지고 있다. 미국 National heart, lung and blood institute (NHLB)에서는 일일 콜레스테롤 섭취량을 300mg 이하로 제한하고 있으나, 계란 한 개에 함유된 콜레스테롤의 양이 275mg(Bogin, 1991)으로 높게 평가되었으나 계란을 통한 식이 콜레스테

롤이 혈중 콜레스테롤 수치에 영향을 미치지 않는다는 연구결과(O'Brien과 Reiser, 1980; Flaim 등, 1981)에도 불구하고 계란에 대한 소비자들의 부정적인 인식은 증대되고 있다.

키토산의 원료가 되는 키토인은 N-acetyl-D-glucosamine이  $\beta$ -(1, 4) 결합한 다당류로서 갑각류의 껍질이나 곤충류의 표피 그리고 박테리아의 세포벽 등에 널리 분포되어 있는 것으로 알려져 있다(Weiner, 1992). 키토산은 혈장과 간장내 콜레스테롤 농도를 저하시키는 효과

(Kobayashi 등, 1979; Sugano 등, 1980; Knorr, 1982, 1984; Chung 등 1996)와 함께, 지방과의 결합능력이 식이섬유보다 강하기 때문에 장내 지방흡수를 줄이고, 혈중 콜레스테롤 수치를 감소시켜 고콜레스테롤혈증 및 동맥경화증 예방 및 치료효과가 있음을 보고하였다(Sugano 등 1980; Vahouny 등, 1983; Razdan과 Pettersson, 1994). 또한, 김 등(1998)은 키토-올리고당이 혈장 콜레스테롤 함량을 감소시키는 작용과 함께 알콜성 지방간을 예방할 수 있는 가능성을 보고하였다. 또한 키토산은 항암(Tsukada 등 1990), 항균(Okamoto 등 1995; 김 등, 1997; 오 등, 2000) 및 면역활성화 효과(Ryu, 1992)에 유효한 것으로 보고되고 있다.

본 연구의 목적은 키틴-키토산 및 키토-올리고당을 함유한 Fermkito 50을 산란계에 급여하였을 때 혈중 콜레스테롤 및 난황내 콜레스테롤 함량 그리고 계란 품질에 미치는 영향을 조사하여 특수란 생산을 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험동물 및 시험설계

50주령 ISA brown 산란계 144수를 공시하였으며, 2000년 10월 20일부터 11월 17일까지 28일 동안 단국대학교 실험동물 사육실에서 실시하였다.

시험설계는 Table 2와 같이 옥수수-대두박 위주의 사료(Con: basal diet), 기초사료에 Fermkito 50을 0.5% 첨가한 구(FERM0.5: basal diet+0.5% Fermkito 50), 기초사료에 Fermkito 50을 1.0% 첨가한 구(FERM1.0: basal diet+1.0% Fermkito 50), 기초사료에 Fermkito 50과 yucca extract를 각각 0.5%와 0.05% 첨가한 구(FERM+YU: basal diet+0.5% Fermkito 50 and 0.05% Yucca extract)로 4개 처리를 하여 처리당 6반복, 반복당 6마리씩 완전 임의배치하였다.

### 2. 시험사료 및 사양관리

시험사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 NRC (1994) 사양표준을 기초로 하여 2,904kcal ME/kg, 15.45% CP, 0.70% lysine, 3.25% Ca, 0.61% P를 함유토록 하였다(Table 1). 시험사료는 가루 형태로 산란율과 체중을 고려하여 일정한 양을 급여하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 총 점등시간은 일일 14시간이 되도록 조절하였다.

**Table 1.** Diet composition (as-fed basis)

Ingredients	%
Corn	50.40
Wheat grain	10.00
Soybean meal (CP 46%)	18.70
Corn gluten meal	2.00
Wheat bran	5.00
Animal fat	4.40
Limestone	7.50
Tricalcium phosphate (P 18%)	1.40
Salt	0.30
DL-methionine (50%)	0.10
Vitamin premix <sup>a</sup>	0.10
Mineral premix <sup>b</sup>	0.10
Chemical composition <sup>c</sup>	
Metabolic energy, kcal/kg	2,904
Crude protein, %	15.45
Crude fiber, %	1.80
Lysine, %	0.70
Methionine, %	0.32
Calcium, %	3.25
Phosphorus, %	0.61

<sup>a</sup>. Provided per kg of premix: 12,500,000 IU vitamin A, 2,500,000 IU vitamin D<sub>3</sub>, 10,000mg vitamin E, 2,000 mg vitamin K<sub>3</sub>, 50 mg biotin, 500 mg folic acid, 35,000 mg niacin, 10,000 mg Ca-Pantothenate, 1,000 mg vitamin B<sub>6</sub>, 5,000 mg vitamin B<sub>2</sub>, 1,000 mg vitamin B<sub>1</sub> and 15 mg vitamin B<sub>12</sub>.

<sup>b</sup>. Provided per kg of premix: 25,000 mg Cu, 40,000mg Fe, 60,000 mg Zn, 80,000 mg Mn, 1,500 mg I, 300 mg Co and 150 mg Se.

<sup>c</sup>. Calculated values.

### 3. 조사항목 및 방법

#### 1) 산란율 및 난중

산란율은 사양시험 기간중 매일 채집하여 처리구별로 총 산란수를 사육두수로 나누어 백분율로 표시하였으며, 난중은 채집한 계란을 전자저울(METTLER, Switzerland)을 이용하여 측정하였다.

#### 2) 난각강도 및 난각두께

난각강도는 난각강도계(OZAKI MFG. Co., Ltd., Japan)를 이용하였으며, 난각두께는 Dial pipe gauge(OZAKI

MFG. Co., Ltd., Japan)를 이용하여 난각의 둔단부, 예단부 그리고 중앙부를 측정하였다.

### 3) 난황계수

OZAKI사의 캘리퍼스로 난황의 높이와 직경을 측정하여 Sauter 등(1951)의 방법에 의하여 난황의 높이를 난황의 직경으로 나누어 계산하였다.

### 4) 난황색

난황색은 Yolk colour fan(Roche, Switzerland)을 이용하여 난황의 색도를 측정하였다.

### 5) 난황내 콜레스테롤 함량

각각의 처리구에서 무작위 추출된 계란의 난황 2g을 취하여 33% KOH 0.6ml와 EtOH 9.4ml 그리고 Internal standard 5 $\alpha$ -cholestane(Sigma Co., USA) 1ml을 첨가하여 75℃에서 1시간동안 반응시킨다. 반응이 끝나면 방냉한 후, 증류수 5ml, hexane 10ml을 넣고 혼합하여 방치하였다가 상층액을 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 탈수한 후 여과한 시험용액을 gas chromatography(Hewlett Packard 6890 Plus, USA)에 주입하였다. Gas chromatography의 분석조건은 Table 2와 같다.

### 6) 혈청내 콜레스테롤 함량

혈액 채취는 처리당 10마리씩 시험종료시에 익정맥에서 혈액을 채취하여 4℃에서 2,000×g로 20분간 원심분리하여 혈청을 분석에 이용하였다.

분리된 혈청은 enzymatic colorimetric method(Allain 등, 1974)에 의하여 총 콜레스테롤의 농도는 T. chol 검사시약(Boehringer Mannheim Co., Germany)에 HDL 콜레스테롤의 농도는 HDL-C 검사시약(Boehringer Mannheim Co., Germany)에, 또한 중성지질의 농도는 T.G. 검사시약(Boehringer Mannheim Co., Germany)에 반응시켜 자동

**Table 2.** Operating condition for gas chromatography

Item	Operating condition
Instrument	Hewlett Packard 6890 Plus
Detector	FID
Columm	HP-INNOWax 0.25 $\mu$ m×30m×0.32mm ID
Injection port	300℃
Detection port	300℃
Carrier gas	N <sub>2</sub>

생화학 분석기(Hitachi 747, Hitachi, Japan)를 이용하여 측정하였다.

### 4. 화학분석 및 통계처리

Fermkito 50의 일반성분은 AOAC(1994)에 의해 분석하였다. 모든 자료는 SAS(1996)의 general linear model procedure를 이용 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 평균간의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. Fermkito 50의 일반 조성분

본 시험에 공시한 Fermkito 50의 영양소 조성은 Table 3과 같다. 조단백질 함량은 18.60%이며 조지방 함량은 14.50%인 것으로 나타났다.

### 2. 산란율

시험사료를 급여한 산란계에 있어 산란율은 Table 4와 같다. 총 28일간의 사양시험기간동안 Fermkito 50의 첨가 수준이 증가함에 따라 산란율이 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다(P>0.05). 이러한 결과는 한 등(1999)이 산란계에 키틴-키토산을 2% 급여하였을 때 대조구와 비교하여 통계적으로 차이를 보이지 않았던 것과 유사한 경향을 나타낸 것이다.

### 3. 난중 및 난각강도

Fermkito 50의 급여가 난중 및 난각강도에 미치는 영향을 Table 5에 나타내었다. 산란계 사료내 Fermkito 50을 첨가함에 따라서 난중이 증가하는 경향을 나타냈으며, FERM+YU 처리구와 대조구를 비교하였을 경우 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다(P<0.05). 그러나 한 등(1999)은 산란계 사료내 키틴-키토산의 급여가 난중에

**Table 3.** Chemical composition of Fermkito 50

Item	%
Crude protein	18.60
Ether extract	14.50
Crude fiber	10.70
Crude ash	22.60
Calcium	4.30
Phosphorus	1.70

**Table 4.** Effects of Fermkito 50 on the hen-day egg production in laying hen<sup>a</sup>

Weeks	Con	FERM0.5 <sup>b</sup>	FERM1.0 <sup>b</sup>	FERM+YU <sup>b</sup>
1	85.84±8.40	85.41±9.33	89.71±4.92	86.21±7.12
2	84.25±5.04	89.97±8.46	88.51±9.55	88.59±5.97
3	84.46±4.45	86.35±9.58	90.87±5.49	87.22±7.52
4	82.67±9.07	85.54±6.56	89.59±9.21	86.59±9.21
Overall	84.30±6.74	86.82±8.48	89.67±7.29	87.16±7.45

<sup>a</sup>, The data were presented as mean±SE. No significance was found (P>0.05).

<sup>b</sup>, Abbreviated FERM0.5, 0.5% Fermkito 50; FERM1.0, 1.0% Fermkito 50; FERM+YU, 0.5% Fermkito 50 and 0.05% Yucca extract.

영향을 미치지 않는다고 보고하여 본 연구결과와 상이한 결과를 나타내었다. 난각강도에 있어서는 FERM1.0 처리구와 FERM+YU 처리구에서 대조구와 비교하여 난각강도가 높아지는 경향을 보였으나 통계적으로 차이를 보이지 않았다 (P>0.05). 그러나 Koide (1998)는 칼슘의 흡수가 키토산에 의해서 감소할 수 있으며, 칼슘의 골격내 함량이 감소되는 것을 방지하기 위해서는 가축사료내에 키토산 급여시 고농도의 칼슘 급여가 함께 이루어져야 한다고 하였다. 난각두께에 대한 결과는 Table 5에 나타내었다. 난각의 두께는 둔단부, 예단부 그리고 중앙부에서 대조구와 처리구간에 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다 (P>0.05). 한 등 (1999)은 키틴-키토산을 산란계 사료내 첨가하였을 경우, 난각두께에는 영향을 미치지 못한다고 보고하였다.

#### 4. 난황색, 난황계수 및 난황 콜레스테롤

난황색, 난황계수 그리고 난황내 콜레스테롤 함량에 대한 결과는 Table 7에 나타내었다. 난황색은 대조구와 비교하여 Fermkito 50을 첨가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다 (P<0.05). 이러한 현상은 Fermkito 50에 함유되어 있는 carotenoid에 의한 것으로 사료되며, Belyavin과 Marangos (1989)는 사료에 함유된 xanthopyll, β-carotene 등과 같은 카로티노이드류는 흡수된 후에 난황에 침착하여 색상에 영향을 미친다는 보고에 의한 것으로 사료된다. 난황계수는 대조구와 비교하여 FERM+YU 처리구가 유의적으로 높게 평가되었다 (P<0.05). 또한 난황내 콜레스테롤 함량에 있어서는 Fermkito 50을 첨가함에 따라 총콜레스테롤의 함량이 유

**Table 5.** Effects of Fermkito 50 on the egg weight and egg shell breaking strength

Item	Con	FERM0.5 <sup>a</sup>	FERM1.0 <sup>a</sup>	FERM+YU <sup>a</sup>
Egg weight, g	56.60±5.84 <sup>c</sup>	59.65±5.54 <sup>bc</sup>	58.95±5.08 <sup>bc</sup>	61.35±5.09 <sup>b</sup>
Egg shell breaking strength, kg/cm <sup>2</sup>	3.78±1.07	3.75±1.16	4.13±0.92	4.08±0.89

<sup>b</sup>, Abbreviated FERM0.5, 0.5% Fermkito 50; FERM1.0, 1.0% Fermkito 50; FERM+YU, 0.5% Fermkito 50 and 0.05% Yucca extract.

<sup>bc</sup>, Means±SE in the same row with different superscripts differ (P<0.05).

**Table 6.** Effects of Fermkito 50 on the egg shell thickness<sup>a</sup>

Item	Con	FERM0.5 <sup>b</sup>	FERM1.0 <sup>b</sup>	FERM+YU <sup>b</sup>
Large band, mm	0.472±0.037	0.477±0.042	0.471±0.038	0.469±0.035
Sharp end, mm	0.480±0.037	0.478±0.040	0.468±0.037	0.469±0.033
Middle, mm	0.477±0.037	0.477±0.041	0.469±0.036	0.472±0.031

<sup>a</sup>, The data were presented as mean±SE. No significance was found (P>0.05).

<sup>b</sup>, Abbreviated FERM0.5, 0.5% Fermkito 50; FERM1.0, 1.0% Fermkito 50; FERM+YU, 0.5% Fermkito 50 and 0.05% Yucca extract.

**Table 7.** Effects of Fermkito 50 on the yolk color, egg yolk index and cholesterol concentration of egg yolk

Item	Con	FERM0.5 <sup>a</sup>	FERM1.0 <sup>a</sup>	FERM+YU <sup>a</sup>
Yolk color unit	7.02±0.76 <sup>c</sup>	7.60±0.86 <sup>b</sup>	7.68±0.54 <sup>b</sup>	7.72±1.17 <sup>b</sup>
Egg yolk index	0.42±0.04 <sup>c</sup>	0.42±0.03 <sup>c</sup>	0.43±0.03 <sup>bc</sup>	0.45±0.03 <sup>b</sup>
Cholesterol, % <sup>e</sup>	1.32±0.07 <sup>b</sup>	1.28±0.04 <sup>bc</sup>	1.23±0.03 <sup>cd</sup>	1.19±0.05 <sup>d</sup>

<sup>a</sup>, Abbreviated FERM0.5, 0.5% Fermkito 50; FERM1.0, 1.0% Fermkito 50; FERM+YU, 0.5% Fermkito 50 and 0.05% Yucca extract.

<sup>bcd</sup>, Means±SE in the same row with different superscripts differ (P<0.05).

<sup>e</sup>, Egg yolk samples were taken from forty laying hens per treatment.

**Table 8.** Effects of Fermkito 50 on the cholesterol concentrations of serum in laying hen<sup>a</sup>

Item	Con	FERM0.5 <sup>b</sup>	FERM1.0 <sup>b</sup>	FERM+YU <sup>b</sup>
Total cholesterol, mg/dl	125.00±3.09 <sup>c</sup>	128.00±2.59 <sup>c</sup>	108.80±2.94 <sup>d</sup>	91.40±3.32 <sup>d</sup>
Triglyceride, mg/dl	78.35±4.58 <sup>c</sup>	74.90±2.19 <sup>c</sup>	64.76±2.43 <sup>d</sup>	61.02±3.48 <sup>d</sup>
HDL-cholesterol, mg/dl	12.00±0.94 <sup>d</sup>	12.60±1.24 <sup>d</sup>	19.20±1.36 <sup>c</sup>	19.20±1.05 <sup>c</sup>
LDL-cholesterol, mg/dl	97.40±2.41 <sup>c</sup>	100.42±2.73 <sup>c</sup>	76.65±2.31 <sup>d</sup>	60.00±1.99 <sup>e</sup>

<sup>a</sup>, Blood samples were taken from ten laying hens per treatment.

<sup>b</sup>, Abbreviated FERM0.5, 0.5% Fermkito 50; FERM1.0, 1.0% Fermkito 50; FERM+YU, 0.5% Fermkito 50 and 0.05% Yucca extract.

<sup>cde</sup>, Means±SE in the same row with different superscripts differ (P<0.05).

의적으로 감소하였다(P<0.05). 그러나 한 등(1999)은 산란계 사료내 2%의 키틴-키토산 급여하였을 때 난황내 총 콜레스테롤 함량이 대조구와 비교하여 높게 평가되어, 본 연구결과와 상이한 결과를 나타내었다.

### 5. 혈중 콜레스테롤 성상

Table 8은 시험사료를 급여한 산란계에 대한 혈청내 중성지질 및 콜레스테롤 농도를 나타내었다. 혈청내 총 콜레스테롤과 중성지질 함량에 있어서는 FERM1.0 처리구와 FERM+YU 처리구가 유의적으로 감소하였다(P<0.05). 또한 HDL 콜레스테롤 농도는 FERM1.0 처리구와 FERM+YU 처리구가 통계적으로 차이를 나타내며 증가하였으며(P<0.05), LDL 콜레스테롤 함량에 있어서는 FERM1.0 처리구와 FERM+YU 처리구가 유의적으로 감소하여 심혈관계 질환 발생의 주요 인자로 알려져 있는 LDL 콜레스테롤이 감소된 계란을 생산 가능한 것으로 사료된다.

박 등(1999)은 콜레스테롤 식이 섭취 흰쥐에게 키토산을 5% 급여하였을 경우 혈청내 총 콜레스테롤 및 LDL 콜레스테롤 함량이 현저하게 감소하였다고 보고하였다. 또한 Miura 등(1995)은 식이성 고지혈증 흰쥐의 혈청 콜레스테롤 수준을 감소시켰으며, 이와 손(1998)은 키토산 및 키

토산 올리고머를 흰쥐에게 첨가하였을 때 혈청내 콜레스테롤 및 중성지질의 함량이 감소되었다고 보고하였다. 키토산의 혈중 콜레스테롤 감소 효과는 키토산의 중성 스테로이드 배설을 증가시키기 때문인 것으로 사료되며 (Vahouny 등, 1983), 산란계 사료내에 Fermkito 50을 1.0% 이상 첨가하거나 혹은 Fermkito 50을 0.5% 첨가하면서 yucca extract 0.05% 첨가하였을 경우 난황내 콜레스테롤 함량을 감소시켜 특수란의 생산 가능성을 나타낼 것으로 사료된다.

### 적 요

본 연구의 목적은 키틴-키토산 및 키토-올리고당을 함유한 Fermkito 50을 산란계에 급여하였을 때 혈중 콜레스테롤 및 난황내 콜레스테롤 함량 그리고 계란 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다. 사양시험은 50주령 ISA brown 산란계 144수를 공시하였으며, 처리구로는 옥수수-대두박 위주의 사료(Con; basal diet), 기초사료에 Fermkito 50을 0.5% 첨가한 구(FERM0.5), 기초사료에 Fermkito 50을 1.0% 첨가한 구(FERM1.0), 기초사료에 Fermkito 50과 yucca extract를 각각 0.5%와 0.05%

첨가한 구(FERM+YU)로 구성되었다. 총 28일간의 사양 시험 기간 동안 Fermkito 50의 첨가수준이 증가함에 따라 산란율이 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다( $P>0.05$ ). 난중에 있어서는 Fermkito 50를 첨가함에 따라서 난중이 증가하는 경향을 나타냈으며, FERM+YU 처리구와 대조구를 비교하였을 경우 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다( $P<0.05$ ). 또한 난각 두께에 있어서는 둔단부, 예단부 그리고 중앙부에서 대조구와 처리구간에 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다( $P>0.05$ ). 난황색은 대조구와 비교하여 Fermkito 50을 첨가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다( $P<0.05$ ). 난황계수는 대조구와 비교하여 FERM+YU 처리구가 유의적으로 높게 평가되었으며( $P<0.05$ ), 난황내 콜레스테롤 함량에 있어서는 FERM1.0과 FERM+YU 처리구에서 총콜레스테롤의 함량이 유의적으로 감소하였다( $P<0.05$ ). 혈청내 총 콜레스테롤과 중성지질 함량에 있어서는 FERM1.0 처리구와 FERM+YU 처리구가 유의적으로 감소하였다( $P<0.05$ ). 또한, HDL 콜레스테롤 농도는 FERM1.0 처리구와 FERM+YU 처리구가 통계적으로 차이를 나타내며 증가하였으며( $P<0.05$ ), LDL 콜레스테롤 함량에 있어서는 FERM1.0 처리구와 FERM+YU 처리구가 유의적으로 감소하였다( $P<0.05$ ). 결론적으로 산란계 사료내 Fermkito 50을 첨가함으로써 계란의 품질을 향상시키는 것으로 사료된다.

(색인어 : 키틴, 키토산, 키토-올리고당, 콜레스테롤, 계란 품질)

## 인용문헌

- Allain CC, Poon LS, Chan CSG, Richmond W, Fu PC 1974 Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clinic Chemistry* 20:470-475.
- AOAC 1994 Official Methods of Analysis(16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- Asuter EA, Stadelman WJ, Harns V, McLaren BA 1951 Methods for measuring yolk index. *Poult Sci* 30:629-630.
- Belyavin CG, Marangon AG 1989 Natural products for egg yolk pigmentations. In : Recent developments in poultry nutrition. Butterworths London p 239-260.
- Bogin E 1991 Low cholesterol eggs. Proceeding of the 4th european symposium on the quality of eggs products p 97.
- Chung GH, Kim BS, Hur JW, Chung SY 1996 Effect of dietary lobster shrimp chitosan on lipid metabolism in diet-induced hyperlipidemic rats. *J Kor Soc Food Nutr* 25:384-391.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1.
- Flaim E, Ferreri LF, Thye FW, Hill JE, Ritchey SJ 1981 Plasma lipid and lipoprotein cholesterol concentrations in adult males consuming normal and high cholesterol diets under controlled condition. *Am J Clin Nutr* 54:1103.
- Knorr D 1982 Functional properties of chitin and chitosan. *J Food Sci* 47:593-595.
- Knorr D 1984 Use of chitinous polymers in food. *Food Technol* 38:85-97.
- Kobayashi T, Otsuka SI, Yugari Y 1979 Effect of chitosan on serum and liver cholesterol levels in cholesterol fed rats. *Nutr Rept Int* 19:327-334.
- Koide SS 1998 Chitin-chitosan : Properties, benefits and risks. *Nurt Res* 18:1091-1101.
- Miura T, Usami M, Tsuura Y, Ishida H, Seino Y 1995 Hypoglycemic and hypolipidemic effect of chitosan in normal and neonatal streptozotocin-induced diabetic mice. *Biol Pharm Bull* 18:1623-1625.
- NRC 1994 Nutrient requirement of poultry. National Academy Press Washington DC USA.
- O'Brien BC, Reiser K 1980 Human plasma lipid responses to red meat, poultry, fish and eggs. *Am J Clin Nutr* 33:2578.
- Okamoto NH, Taioka S, Shigemasa Y 1995 Effect of chitosan on experiments with *Staphylococcus aureus* in dogs. *J Vet Med Sci* 57:765-767.
- Razdan A, Pattersson D 1994 Effect of chitosan on nutrient digestibility and plasma lipid concentrations in broiler chickens. *Br J Nutr* 72:277.
- Ryu BH 1992 Antitumor and immunologic activity of chitosan extracted from shell of shrimp. *J Kor Soc Food Nutr* 21:154-162.
- SAS 1996 SAS user guide. release 6.12 edition. SAS Inst Inc Cary NC. USA.

- Sauter EA, Stadelman WJ, Harns V, McLaren BA 1951 Methods for measuring yolk index. *Poultry Sci* 30:629-630.
- Sugano M, Fujikawa T, Hiratsugi Y, Nakashima N, Fukuda N, Hasegawa Y 1980 A novel use of chitosan as a hypocholesterolemic agent in rats. *Am J Clin Nutr* 33:787-793.
- Tsukada K, Matsumoto T, Aizawa K, Tokoro A, Naruse R, Suzuki S, Suzuki M 1990 Antimetastatic and growth-inhibitory effects of N-acetylchitohexaose in mice bearing lewis lung carcinoma. *Jpn J Cancer Res* 81:259-265.
- Vahouny GV, Sarchithanandan S, Cassidy MM, Lightfoot FB, Furda I 1983 Comparative effects of chitosan and cholestyramine on lymphatic absorption of lipids in the rat. *Am J Clin Nutr* 38:278-284.
- Weiner ML 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.
- 김세재 강소영 박승림 신태균 고영환 1998 Chitosan-oligosaccharide가 생쥐의 간 기능에 미치는 영향. *한국식품과학회지* 30:693-696.
- 김희경 김희선 강문일 고희범 김종염 이용호 1997 자돈 설사 유발 대장균에 대한 chitosan의 항균효과. *한국수의공중보건학회지* 21:97-105.
- 박장로 문일식 최성희 손미예 1999 Chitin-chitosan이 흰쥐의 콜레스테롤 대사에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지* 28:477-483.
- 오세욱 홍상필 김현정 최용진 2000 *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* 및 *Candida albicans*에 대한 키토산의 항균 효과. *한국식품과학회지* 32:218-224.
- 이종미 손보경 1998 분자량이 다른 키토산이 흰쥐의 지방 대사에 미치는 영향. *한국영양학회지* 31:143-152.
- 한찬규 이복희 성기승 이남형 1999 몇가지 사료첨가제가 산란율 및 계란의 품질에 미치는 영향. *한국가금학회지* 26:203-211.