

## 홍화씨 분말 및 키토산의 사료 내 첨가가 종란 생산성 및 후기 난각질에 미치는 영향

김은집 · 신승철 · 유선중 · 안병기 · 강창원<sup>†</sup>

건국대학교 축산대학 동물자원연구센터

### Effects of Dietary Safflower Seed Powder and Chitosan on Hatching Egg Production and Eggshell Quality in Aged Egg-type Breeder Hens

E. J. Kim, S. C. Shin, S. J. You, B. K. Ahn and C. W. Kang<sup>†</sup>

Animal Resources Research Center, College of Animal Husbandry, Konkuk University

**ABSTRACT** This experiment was conducted to investigate the effects of dietary safflower seed (SFS) powder and chitosan on hatching egg production and eggshell quality in aged egg-type breeder hens. A total of four hundred 54-week-old Hy-Line Brown breeder hens were divided into five the groups and fed experimental diets either with addition of 0.25 and 0.50% SFS powder or 0.10 and 0.20% chitosan or devoid of all for 6 weeks. There were no significant differences in feed intake and laying performances among the groups. The rate of settable egg in the groups fed diets containing SFS powder or chitosan was significantly increased compared to that of control ( $P<0.05$ ), irrespective of dose-dependent manner. The addition of SFS powder or chitosan significantly improved the eggshell strength ( $P<0.01$ ). Eggshell thickness was also significantly increased in the groups fed diets containing chitosan as compared with that of control ( $P<0.01$ ). Fertility and hatchability of egg set were significantly improved by dietary chitosan that those of control ( $P<0.05$ ). The contents of tibial Ca and P were significantly increased in the groups fed diets containing 0.5% SFS powder, 0.1 and 0.2% chitosan as compared with those of control. The levels of blood estrogen, calcitonin and parathyroid hormone were not affected by the dietary treatments.

The overall results indicated that the proper use of some feed additives such as safflower seed powder and chitosan might provide means of improving eggshell quality and reproductive performances in aged egg-type breeder hens.

(Key words : safflower seed powder, chitosan, settable egg, egg shell quality, aged egg-type breeder hens)

## 서 론

종란의 난각질은 부화율에 영향을 미치는 중요한 인자로서 난각 두께는 발생 중의 수분 손실에 지대한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 난각이 얇은 계란은 취급시에 쉽게 깨어지기 때문에 종란으로서 가치를 저하시킬 뿐 아니라 난각이 두꺼운 종란에 비해 수분 손실이 더 높고 부화율을 저하시키는 주요한 원인이 된다. Roque and Soares (1994)는 육용종계를 공시한 연구에서 난각이 얇은 종란(thinned-shell egg)에 비하여 난각이 두꺼운 종란(thickened-shell egg)에서 부화율이 유의하게 높았다는 결과를 보고하였다. 산란 후기에는 산란율의 저하와 함께 난각질도 저하되는 것으로 알려져 있다(Garlich 등, 1984). 따라서 이는 후기 난각질의 개선을

통한 실용 산란계에서의 경제적 이득 외에도 종계에서는 종란 생산성에 난각질이 크게 영향을 미칠 수 있음을 시사하는 결과이다. 1980년대 초반 국내에서 수행된 연구(송간강 등, 1981; 한인규 등, 1981) 이후로 난각질 개선을 위한 국내 연구보고는 그리 많지 않다. 난각질 개선을 위해서는 사료 내 Ca 수준을 높이는 방법이 가장 효과적이지만, 고효율 사료에서 지나친 Ca 수준의 증가는 사료비의 상승뿐 아니라 섭취량을 감소시킴으로서 생산성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Ousterhout, 1980). 따라서 Ca 급여 수준과 Ca의 체내 흡수 및 대사에 영향을 미치는 성분을 적절히 활용함으로써 효율적으로 난각질을 개선하고자 하는 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

2-amino-2-deoxy-D-glucose가  $\beta$ -1,4 결합을 한 구조를 지

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : kkucwkang@konkuk.ac.kr

닌 키토산은 혈중 콜레스테롤의 저하 효과(Sugano et al., 1980; Vahouny et al., 1983) 및 질병 감염에 대한 저항력 증진(Suzuki et al., 1984)과 같은 다양한 생리활성을 발휘하는 것으로 알려져 있다. 육계에 키토산을 급여했을 때 락토즈 소화율이 증진되는 효과가 관찰되었으며(Austin et al., 1981), 닭에서 사료 내 키토산의 소화율은 88~98% 정도로 매우 높으며(Hirano et al., 1990), 산란율이 유의하게 증가하는 등(김창혁 등, 2001) 키토산의 효율적 활용이 가능할 것으로 판단된다. Pharaoh 메추리에게 키토산을 급여했을 때 생존율이 유의하게 개선되고 부화율이 향상되었다는 흥미로운 결과가 관찰된 바 있다(Tarasewicz et al., 2003).

한편 국내산 홍화씨(*Carthamus tinctorius* L.) 분말은 국내에서는 오래 전부터 뼈 형성이나 골다공증 예방을 위한 임상적 목적으로 이용해 왔으며, 금이 가거나 다친 뼈를 빠르고 튼튼하게 회복시키는 등 뼈 질환에 뛰어난 효과가 있다는 연구 결과가 보고되고 있다(전선민 등, 1998; 서현주 등, 2000). 송해룡 등(2002)은 실험 동물에서 홍화씨가 신생 뼈의 형성을 촉진시키며, 부수적으로 뼈의 석회화 과정을 유도하는 효과가 있었다고 하였는데 이는 홍화씨 성분 중 phytoestrogen의 일종인 lignan과 flavonoids 성분이 estrogen 유사 효과를 발휘한 것으로 설명하였다. 그러나 골 대사에 미치는 홍화씨의 긍정적인 효과는 충분히 검증되지 않았으며, 난각질 개선 등 가축에서 사용된 예는 전무한 실정이다.

따라서 본 실험에서는 산란종계 노계에서 홍화씨 분말 및 키토산의 수준별 첨가 급여가 종란 생산성 및 후기 난각질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 설계

홍화씨 분말(safflower seed powder, SFS powder) 및 키토산의 사료 내 첨가에 의한 종란 생산성 및 후기 난각질에 미치는 영향을 평가하기 위하여, Ca 3.5% 수준의 실험사료(Control)에 홍화씨 분말을 0.25% 및 0.50% 수준으로 첨가한 실험구(T1 및 T2)와 키토산을 0.10% 및 0.20% 수준으로 첨가한 실험구(T3 및 T4)로, 총 5개의 처리(4반복)를 완전임의 배치로 구성하였다.

### 2. 공시 동물, 사양 관리 및 실험 사료

54주령 Hy-line Brown VARIETY 산란 종계 암탉 400수와 수탉 40수를 실험 동물로 공시하였다. 각 처리구별로 반복

당 각 22수씩(암탉 20수+수탉 2수) 2단 철제 케이지(너비 180 cm, 깊이 90 cm; 수당 735 cm<sup>2</sup>)에서 사육하였다. 실험 사료와 물은 자유 채식 및 자유 음수시켰으며, 실험 기간 동안 점등은 일일 총 16시간이 되도록 조절하였다. 기타 사양 관리는 종계 사양 관리의 관행적인 방법(Hy-Line Brown, 2000)에 준하여 실시하였다. 실험에 이용한 홍화씨 분말은 경북 의성군 소재 신평농협을 통해 분말화(120 mesh)된 것을 구입하였다. 키토산[(주)자광, HFP<sup>®</sup>]은 점도 868 centipoise의 고분자 수용성의 특성을 가진 제품을 공급받았다. 본 실험에 사용된 사료는 옥수수과 대두박을 기초로 하여 MEN은 2,800 kcal/kg으로, CP 함량은 15%로 동일하게 배합하였으며, 실험 사료 내 다른 영양소 함량은 NRC (1994) 요구량에 명시된 양을 충족시키거나 상회하는 수준으로 하였다. 실험 사료 내 유효 인, 라이신 및 함유황 아미노산 함량 역시 각각 0.30%, 0.80% 및 0.64%로 동일한 수준으로 하였다. Ca는 모든 실험 사료 공히 3.5% 수준으로 동일하였다. 실험 사료의 배합비 및 성분 조성을 Table 1에 나타내었다.

### 3. 조사 항목

#### 1) 사료 섭취량 및 난 생산성

사료 섭취량은 급여량과 잔량을 1주 간격으로 조사하여 각 반복별로 주당 섭취량을 산출하였다.

실험 기간 동안 매일 오후 3시에 수집한 산란 개수와 연란, 파란 등을 합한 총 산란 개수를 사육수수로 나누어 산란율을 구하였으며, 수집된 계란 전부의 무게를 측정하여 계란수로 나누어 평균 난중을 산출하였다.

#### 2) 난각질

실험 사료 급여 후 주 단위로 생산된 계란을 반복구당 10개씩 수집하여 난각 강도, 난각 두께, Haugh unit 및 난황색 등 내부 난질과 난각질 관련 항목을 조사하였다.

난각 강도는 난각 강도계(FHK, Japan)를 이용하여 계란의 둔단부를 위로 하고 수직으로 고정된 후 압력을 가하여 파각되는 순간의 압력을 측정하였다. 난각 두께는 계란 중앙부의 난각 파편을 채취하여 난각 후도계(FHK Peacock, Japan)를 이용하여 측정하여 평균치로 환산하였다.

#### 3) 종란율, 수정율 및 부화율

각 처리구별, 반복구별로 매일 산란된 계란에 대해서 선별후 종란으로서의 사용 여부를 결정하였는데, 파란, 오염란, 기형란 및 48g 미만의 종란은 배제하였고 이를 종란율로

하였다. 얻어진 종란은 저장 온도 15~18°C의 집란실에서 150개씩 수집될 때까지 저장한 후 입란하였다. 수정율을 부

**Table 1.** Formula and chemical composition of experimental diets<sup>1</sup>

Items	Control	T1	T2	T3	T4
Yellow corn	61.88	61.73	61.68	61.88	61.78
Soybean meal	16.63	16.63	16.53	16.63	16.63
Corn gluten meal	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09
Animal fat	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Limestone	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45
Dicalcium phosphate	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Lysine-HCl	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
DL-Methionine	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Choline-Cl	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral mix <sup>2</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin mix <sup>3</sup>	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Wheat bran	7.90	7.80	7.70	7.80	7.80
Safflower seed powder	-	0.25	0.50	-	-
Chitosan	-	-	-	0.10	0.20
<b>Calculated values</b>					
Crude protein (%)			15.00		
Ether extract (%)			4.10		
Crude fiber (%)			3.20		
Ca (%)			3.50		
Available P (%)			0.30		
Lys (%)			0.80		
TSAA (%)			0.64		
MEn (kcal/kg)			2,800		

<sup>1</sup> T1, SFS powder 0.25%; T2, SFS powder 0.5%; T3, chitosan 0.1%; T4, chitosan 0.2%.

<sup>2</sup> Mineral mixture provided following nutrients per kg of diet : Fe, 40mg; Zn, 65mg; Mn, 87mg; Cu, 66mg; I, 1.5mg; Se, 0.1mg.

<sup>3</sup> Vitamin mixture provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 10,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 300 IU; vitamin E, 20 IU; vitamin K<sub>3</sub>, 2mg; vitamin B<sub>1</sub>, 2mg; vitamin B<sub>2</sub>, 5mg; vitamin B<sub>6</sub>, 3.5mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.02mg; pantothenic acid, 12mg; niacin, 30mg; biotin, 0.12mg; folic acid 0.7mg.

화 8일령에 검란을 실시하여 유정란수를 부화기 입란수로 나누어 산출하였으며, 부화율은 온도 99.5°F, 상대 습도 55~60%의 조건을 갖춘 부화기(Petersime-576, Belgium)를 통해 부화된 초생추수를 부화기 입란수로 나누어 산출하였다.

#### 4) 경골 내 회분 및 Ca함량

실험 종료 시에 각 처리구내 반복별로 체중이 평균치에 가까운 개체를 2수씩 선발하여 희생시킨 후 우측 경골을 적출하였고, 경골의 길이와 중량을 측정하였다. 채취한 경골 시료는 분석 전까지 뼈의 손상이 가장 적은 -20°C에서 보관하였다(Seldin, 1965). Instron (Model 4465, Instron Standard Testing Machine)을 이용하여 경골 중심 부위의 파쇄 강도를 측정하였으며(Zhang and Coon, 1997), 강도는 Newton N)으로 표시하였다.

회분함량은 경골 시료를 잘게 세절하고 600°C에서 24시간 동안 회화시킨 후 무게를 측정하여 조사하였다(Chang and Coon, 1990).

#### 5) 혈액 성분의 조성

혈액 성분을 조사하기 위해 반복구별로 선발한 개체(처리당 10수)의 익하정맥에서 혈액을 채취하였으며, serum separating tube (VACUTAINER SST, Becton Dickinson, Franklin Lake)에 넣어 원심분리(2,500rpm, 10분) 후 혈청을 분리하여 분석 전까지 냉장 보관하였다.

준비된 혈청은 자동 혈액 분석기(CX-7 Operator, Beckman Counter)를 사용하여 분석기에 설치된 반응기 내에서 각각의 시약과 반응시킨 후 흡광도를 측정하였다. 혈청 내 total protein, albumin, Ca 및 P 농도를 측정하였다.

Calcitonin 및 parathyroid hormone (PTH) 농도는 각각 진단용 kit (CALCITONIN IRMA, DSL-8000; ACTIVE INTACT PTH; DSL-8000)를 이용하여 반응시킨 후 Auto-Gamma Counter (Cobra series, Packard)에서 측정하였다. Estrogen 농도 측정은 Chen et al.(1999)의 방법을 일부 수정하여 실시하였다. 먼저 혈청 0.6 mL에 ethylacetate : hexane 용액(3:2, v/v)을 6 mL 첨가하고 잘 섞어 준 후 top phase를 5 mL 취하고 질소가스로 증발시켰다. Dilution buffer 2.5 mL에 재용해하고 0.5 mL를 취하여 검사용 시료로 하였다. 여기에 anti total estrogen (ICN, U.S.A)과 17β estradiol I<sup>125</sup>를 0.1 mL씩 첨가하였다. 혼합 후 실온에서 90분 방치하였고 이후 second antibody 0.1 mL를 첨가하여 다시 실온에서 60분간 반응시켰다. 이 후 시료를 2,500 rpm에서 15분 동안 원심분리(Union 5KR, 한일과학)한 후 γ-Counter에 넣어 1분 간격으로 counting 하여 정량 분석하였다.

#### 4. 통계 분석

실험에서 얻어진 자료들의 통계 분석은 SAS의 GLM program(one-way ANOVA procedure)를 이용하여 분산 분석을 실시하였고 분산 분석 상의 유의차가 인정되는 경우 LSD 검정을 통해 대조구와 홍화씨 분말 첨가구, 대조구와 키토산 첨가구간의 유의성을 검정하였다(SAS, 2002). 얻어진 결과는 평균값과 표준 오차로서 표시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 사료 섭취량 및 난생산성에 미치는 영향

사료 내 홍화씨 분말과 키토산의 첨가 급여가 사료 섭취량, 산란율, 난중 및 종란율에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. 수당 일일 사료 섭취량은 처리간의 유의한 차이는 없었던 것으로 나타났다. 6주간의 주별 평균 산란율 및 난중 역시 처리간에 큰 차이는 없었으며, 사료 내 홍화씨 분말과 키토산의 첨가 급여에 따른 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 그러나 종란율은 대조구에 비해 홍화씨 분말을 첨가한 처리구에서 유의하게 높았으며( $P<0.05$ ), 키토산을 첨가한 T3 및 T4 처리구에서도 대조구에 비해 유의하게 높아지는 결과가 관찰되었다( $P<0.01$ ). 김창혁 등(2001)은 키토산을 사료 내 0.15% 수준으로 첨가 급여했을 때 산란율이 증가하는 경향을 보이거나 유의하게 증가하였다고 보고한 반면 홍종욱 등(2001)은 키토산 함유물질의 첨가 수준에 비례하여 산

란율이 개선되었으나 처리간의 유의한 차이는 인정되지 않았다고 하였다. 생체중 kg당 3.6~4.2g 정도의 비교적 다량의 키토산을 장기간 섭취한 경우 사료섭취량이 감소하고 산란율이 저하되었다는 부정적인 결과도 보고되었다(Hirano et al., 1990). 난중에 미치는 영향에 대해서도 홍종욱 등(2001)은 키토산 함유물질의 첨가 수준에 비례하여 난중이 유의하게 증가하거나 증가하는 경향을 보여주었다고 하였다. 그러나 김창혁 등(2001)은 키토산과 녹차 혼합 급여한 처리구에서는 난중이 유의하게 증가하였지만 키토산만을 단독 급여한 처리구의 난중은 낮은 경향을 보이는 등, 난중에 미치는 키토산의 첨가 효과를 확실히 밝히지 못하였다. 석윤오와 성형철(2002)의 최근 연구에서도 난중에 미치는 키토산의 효과가 Hy-Line W-98과 Hy-Line Brown에서 상이하게 나타남으로서 난중에 대한 효과가 계통에 따라 달라질 수 있음을 시사하였다.

본 실험에서는 키토산 및 홍화씨 분말을 첨가한 모든 실험구에서 첨가 수준과 관계없이 대조구에 비해 종란율이 유의하게 증가하였으나, 종계를 공시했던 선행 연구가 없었기 때문에 종란율에 미치는 영향을 명확히 설명하기는 어렵다. 차후에 키토산과 홍화씨 분말 등의 물질이 종계의 번식 성적에 미치는 영향을 규명하기 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 2. 난각 강도 및 난각 두께에 미치는 영향

사료 내 홍화씨 분말과 키토산의 첨가 급여가 난각 강도 및 난각 두께에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 3와 4에 나타내었다. 전 기간의 난각 강도 평균은 대조구에서 가장

**Table 2.** Effects of dietary safflower seed (SFS) powder and chitosan on feed intake, egg production, egg weight, and settable egg in aged egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatments <sup>2</sup>	Feed intake (g/hen/day)	Egg production (%)	Egg weight (g)	Settable egg (%)
Control	103.39±1.92	64.18±1.77	64.43±0.32	54.82±1.16 <sup>b,Y</sup>
T1	105.73±2.36	68.18±3.05	65.02±0.28	58.66±1.42 <sup>a</sup>
T2	108.33±0.39	69.93±2.56	65.53±0.49	59.02±0.93 <sup>a</sup>
T3	107.87±0.48	67.85±1.22	65.75±0.31	58.58±1.06 <sup>X</sup>
T4	107.36±0.96	68.10±3.46	65.60±0.44	60.66±1.18 <sup>X</sup>
Control vs. SFS	NS	NS	NS	$P<0.05$
Control vs. Chitosan	NS	NS	NS	$P<0.01$

<sup>1</sup> Mean±SE.

<sup>2</sup> T1, SFS powder 0.25%; T2, SFS powder 0.5%; T3, chitosan 0.1%; T4, chitosan 0.2%.

<sup>a,b</sup> Values with different superscripts between Control and SFS powder groups differ significantly ( $P<0.05$ ).

<sup>X,Y</sup> Values with different superscripts between Control and chitosan groups differ significantly ( $P<0.01$ ).

낮았고, 키토산 첨가구(T3 및 T4)에서 유의하게 증가하는 결과가 관찰되었다( $P<0.01$ ). 홍화씨 분말 첨가구(T1 및 T2)에서도 대조구에 비해 난각 강도가 유의하게 개선되었다( $P<0.01$ ). 키토산 첨가가 난각 강도에 미치는 개선 효과는 급여 2주째부터 관찰되었으며, 전 기간에 걸쳐 유의한 변화가 나타났다. 난각 두께에 미치는 사료 내 홍화씨 분말과 키토산의 첨가 효과는 난각 강도와 다소 상이한 반응으로 나타났다. 전 기간 중의 평균 난각 두께에서 홍화씨 분말의 첨가 급여 효과는 유의하지 않은 것으로 관찰되었다. 급여 4주째,

5주째 및 전 기간의 난각 두께의 평균은 키토산 0.1% 첨가구(T3)가 대조구와 키토산 0.2% 첨가구에 비해 유의하게 높거나( $P<0.01$ ) 높은 경향을 나타냈다.

본 실험에서 키토산은 난각 강도와 난각 두께를 유의하게 개선하는 등 난각질에 미치는 영향이 일관되게 나타났으나, 홍화씨 분말은 난각 강도를 유의하게 증가시켰을 뿐 난각 두께에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

키토산 및 키토산 함유 물질을 산란계 사료에 첨가 급여한 연구에서 난각질을 개선시켰다는 연구 보고는 아직 발견

**Table 3.** Effects of dietary safflower seed (SFS) powder and chitosan on egg shell strength in aged egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatments <sup>2</sup>	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week	Average
	----- kg/cm <sup>2</sup> -----						
Control	4.06±0.19	3.75±0.21 <sup>Y</sup>	3.88±0.13 <sup>B,Y</sup>	4.32±0.16 <sup>Y</sup>	4.17±0.16 <sup>C,Z</sup>	3.85±0.21 <sup>Y</sup>	4.00±0.07 <sup>C,Y</sup>
T1	3.96±0.21	3.99±0.20	4.54±0.12 <sup>A</sup>	4.77±0.16	4.67±0.14 <sup>B</sup>	4.14±0.14	4.35±0.06 <sup>B</sup>
T2	4.33±0.20	3.83±0.11	4.87±0.16 <sup>A</sup>	4.64±0.16	5.17±0.15 <sup>A</sup>	4.46±0.17	4.56±0.06 <sup>A</sup>
T3	4.74±0.22	4.63±0.20 <sup>X</sup>	4.79±0.15 <sup>X</sup>	4.81±0.15 <sup>X</sup>	4.75±0.14 <sup>Y</sup>	4.52±0.12 <sup>X</sup>	4.71±0.08 <sup>X</sup>
T4	4.72±0.23	4.44±0.10 <sup>X</sup>	4.76±0.12 <sup>X</sup>	4.91±0.15 <sup>X</sup>	5.22±0.11 <sup>X</sup>	4.73±0.22 <sup>X</sup>	4.81±0.07 <sup>X</sup>
Control vs. SFS	NS	NS	$P<0.01$	NS	$P<0.01$	NS	$P<0.01$
Control vs. Chitosan	NS	$P<0.01$	$P<0.01$	$P<0.05$	$P<0.01$	$P<0.01$	$P<0.01$

<sup>1</sup> Mean±SE.

<sup>2</sup> T1, SFS powder 0.25%; T2, SFS powder 0.5%; T3, chitosan 0.1%; T4, chitosan 0.2%.

<sup>A-C</sup> Values with different superscripts between Control and SFS powder groups within a same period differ significantly ( $P<0.01$ ).

<sup>xy</sup> Values with different superscripts between Control and chitosan groups within a same period differ significantly ( $P<0.05$ ).

<sup>x-z</sup> Values with different superscripts between Control and chitosan groups within a same period differ significantly ( $P<0.01$ ).

**Table 4.** Effects of dietary safflower seed (SFS) powder and chitosan on egg shell thickness in aged egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatments <sup>2</sup>	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week	6 week	Average
	----- mm×10 <sup>-2</sup> -----						
Control	37.00±0.59	37.05±0.68	36.85±0.84	36.35±0.70 <sup>Y</sup>	36.85±0.65 <sup>Y</sup>	35.26±0.70	36.57±0.30 <sup>Y</sup>
T1	36.20±0.60	35.80±0.64	37.65±0.57	36.50±0.72	37.35±0.48	33.95±0.61	36.25±0.23
T2	36.45±0.62	36.40±0.45	39.00±0.69	36.55±0.84	37.15±0.65	35.05±0.60	36.79±0.30
T3	38.10±0.55	35.95±0.75	39.45±0.72	39.05±0.59 <sup>X</sup>	39.55±0.48 <sup>X</sup>	36.63±0.79	38.15±0.33 <sup>X</sup>
T4	37.25±0.77	36.20±0.50	38.65±0.78	37.50±0.55 <sup>xy</sup>	38.60±0.67 <sup>X</sup>	36.00±0.99	37.40±0.30 <sup>xy</sup>
Control vs. SFS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Control vs. Chitosan	NS	NS	NS	$P<0.05$	$P<0.01$	NS	$P<0.01$

<sup>1</sup> Mean±SE.

<sup>2</sup> T1, SFS powder 0.25%; T2, SFS powder 0.5%; T3, chitosan 0.1%; T4, chitosan 0.2%.

<sup>xy</sup> Values with different superscripts between Control and chitosan groups within a same period differ significantly ( $P<0.05$ ).

<sup>x-y</sup> Values with different superscripts between Control and chitosan groups within a same period differ significantly ( $P<0.01$ ).

하지 못했다. Noguera et al.(2003)은 산란계 사료에 키토산을 2% 및 3% 수준으로 급여하였을 때 난중 및 난각 무게에 영향이 없었다는 결과를 관찰하였고, 국내에서 수행된 연구에서도 난각 강도 및 난각 두께는 크게 영향을 받지 않은 것으로 나타났다(홍종욱 등, 2001). 김창혁 등(2001)은 키토산과 녹차를 단일 급여하거나 혼합 급여한 연구에서 난각 강도, 난각 두께 및 난각 무게를 조사했을 때 대조구에 비해 유의적인 차이 없이 오히려 다소 낮은 경향이 나타났다는 본 연구와 상반된 결과를 보고한 바 있다. 석윤오와 성형철(2002) 역시 계통에 따라 난각질에 미치는 영향이 다르지만 사료 내 키토산의 첨가가 난각질 개선에 도움이 되지 못하였다고 하였다. 키토산의 생리적 활성은 분자량, 제조방법 및 탈아세틸화 정도에 따라 크게 달라질 수 있기 때문에 이것이 난각질에 미치는 상반된 결과의 원인일 것으로 사료된다.

### 3. 수정율 및 부화율에 미치는 영향

사료 내 홍화씨 분말과 키토산의 수준별 첨가 급여가 수정율, 수정란대 부화율 및 입란대 부화율에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 5에 나타내었다. 수정율은 사료 내 키토산의 첨가 급여에 따라 대조구에 비하여 유의적으로 증가하였고( $P<0.01$ ), 홍화씨 첨가구에서는 증가하는 경향을 보여주었다. 대조구의 수정율이 가장 낮았고 키토산 0.1% 첨가구(T3)에서 가장 높았으며, 홍화씨 분말의 첨가에 의한 반응보다는 키토산에 급여 후의 반응이 유의하게 높은 것으로 나타났다. 수정란대 부화율은 대조구에서 가장 낮았고 홍화씨 분말 0.5% 첨가구(T2)에서 가장 높았으나 유의한 차이는

아니었다. 입란대 부화율은 대조구에 비하여 키토산 첨가구에서 유의하게 높았고( $P<0.01$ ), 홍화씨 첨가구에서는 증가하는 경향을 보여주었다. 수정율에서의 유의한 변화는 종란율에서의 결과와 잘 일치하지만, 번식성과 관련된 선행 연구가 없었기 때문에 키토산 및 홍화씨 분말의 첨가 급여 후에 나타난 긍정적인 효과를 명확히 설명하기는 어렵다. 입란대 부화율에서의 유의한 변화는 수정율에서의 결과와 연계해서 보았을 때 잘 일치하는 것으로 시사된다.

### 4. 경골 강도 및 성분 함량에 미치는 영향

사료 내 홍화씨 분말과 키토산의 수준별 첨가 급여가 경골 내 조회분, Ca 및 P 함량과 경골 파쇄 강도에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 6에 명시하였다. 경골 내 조회분 함량은 홍화씨 분말 0.5% 첨가구(T2)가 대조구와 홍화씨 분말 0.25% 첨가구에 비해 유의하게 높았으며( $P<0.01$ ), 키토산 첨가구에서는 유의한 차이는 인정되지 않았으나 대조구에 비해 증가하는 경향을 보여 주었다. 경골 내 Ca 및 P 함량에서는 홍화씨 분말 0.5% 첨가구(T2)가 가장 높았으며, 키토산 0.1% 및 0.2% 첨가구(T3 및 T4)에서도 대조구에 비해 유의하게 증가하였다( $P<0.01$ ). 홍화씨 분말 0.25% 첨가구에서는 유의한 차이는 아니었지만, 대조구에 비해서는 높은 경향을 나타내었다. 경골 파쇄 강도에서는 처리간의 유의한 차이가 관찰되지 않았으며, 경골의 화학적 분석치와는 다른 경향을 나타내었다. 홍화씨 첨가 식이를 급여한 실험동물 모델에서는 대퇴골의 밀도, 강도, Ca, P 및 조회분 함량이 증가하는 결과가 관찰되었으며, 특히 첨가 수준의 증가에 따라 반응적

**Table 5.** Effects of dietary safflower seed (SFS) powder and chitosan on fertility and hatchability in aged egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatments <sup>2</sup>	Fertility (%)	Hatch of fertile egg (%)		Hatch of egg set (%)	
		Female	Total	Female	Total
Control	81.53±3.85 <sup>Y</sup>	36.67±1.70	76.75±2.47	29.58±1.55 <sup>Y</sup>	62.46±3.40 <sup>Y</sup>
T1	87.35±1.85	39.47±1.43	77.81±2.02	34.47±1.45	67.85±2.03
T2	88.87±2.83	39.31±1.68	83.10±2.14	33.93±2.29	72.43±2.82
T3	93.48±1.18 <sup>X</sup>	39.62±2.05	81.11±2.20	37.10±2.08 <sup>X</sup>	75.87±2.41 <sup>X</sup>
T4	92.55±1.21 <sup>X</sup>	41.62±1.29	81.91±2.01	38.54±1.35 <sup>X</sup>	75.87±2.31 <sup>X</sup>
Control vs. SFS	NS	NS	NS	NS	NS
Control vs. Chitosan	$P<0.01$	NS	NS	$P<0.01$	$P<0.01$

<sup>1</sup> Mean±SE.

<sup>2</sup> T1, SFS powder 0.25%; T2, SFS powder 0.5%; T3, chitosan 0.1%; T4, chitosan 0.2%.

<sup>X,Y</sup> Values with different superscripts between Control and chitosan groups within a same period differ significantly ( $P<0.01$ ).

으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다(김기영 등, 2004). 본 실험에서 홍화씨 첨가 수준에 따라서 경골 내 Ca, P 및 조회분 함량이 유의하게 증가하거나 증가하는 경향을 나타냄으로서 실험 동물을 모델로 한 선행 연구와 유사한 결과가 관찰되었다. Koide (1998)는 Ca의 흡수가 키토산에 의해서 감소할 수 있으며, 골격 내 Ca 함량이 감소하는 것을 방지하기 위해서는 가축 사료 내에 키토산 급여 시 고농도의 Ca 급여가 함께 이루어져야 한다고 하였다. Yang et al.(1999)은 난소를 제거한 실험 동물에서 키토산의 급여가 경골의 밀도와 강도를 유의하게 감소시켰다고 하였다. 상기의 결과로 볼 때

홍화씨 분말 첨가에 의한 효과는 유사한 결과가 관찰되었지만, 키토산 첨가에 의한 반응은 다소 상이하였다. 따라서 실험동물의 연구를 토대로 가축에서도 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

##### 5. 혈액 성상에 미치는 영향

사료 내 홍화씨 분말과 키토산의 수준별 첨가 급여가 혈청 내 단백질, albumin, Ca 및 P 농도에 미치는 영향의 결과를 Table 7에 명시하였다. 혈청 내 단백질 농도는 홍화씨 분말 0.25% 첨가구(T1)가 다른 처리구와 비교하여 유의하게

**Table 6.** Effects of dietary safflower seed (SFS) powder and chitosan on proximate composition and bone strength in the tibia of aged egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatments <sup>2</sup>	Crude ash (%)	Ca (%)	P (%)	Bone strength (N)
Control	27.81±0.84 <sup>B</sup>	10.64±0.31 <sup>B,Y</sup>	4.92±0.16 <sup>B,Y</sup>	0.22±0.01
T1	30.72±1.75 <sup>B</sup>	11.72±0.70 <sup>B</sup>	5.44±0.34 <sup>B</sup>	0.22±0.01
T2	36.84±1.30 <sup>A</sup>	14.30±0.54 <sup>A</sup>	6.99±0.26 <sup>A</sup>	0.21±0.01
T3	36.95±4.51	12.48±0.51 <sup>X</sup>	5.90±0.28 <sup>X</sup>	0.19±0.01
T4	32.83±0.95	12.69±0.38 <sup>X</sup>	6.08±0.18 <sup>X</sup>	0.19±0.01
Control vs. SFS	<i>P</i> <0.01	<i>P</i> <0.01	<i>P</i> <0.01	NS
Control vs. Chitosan	NS	<i>P</i> <0.01	<i>P</i> <0.01	NS

<sup>1</sup> Mean±SE.

<sup>2</sup> T1, SFS powder 0.25%; T2, SFS powder 0.5%; T3, chitosan 0.1%; T4, chitosan 0.2%.

<sup>A,B</sup> Values with different superscripts between Control and SFS powder groups within a same period differ significantly (*P*<0.01).

<sup>X,Y</sup> Values with different superscripts between Control and chitosan groups within a same period differ significantly (*P*<0.01).

**Table 7.** Effects of dietary safflower seed (SFS) powder and chitosan on total protein, albumin, Ca, and P in the serum of aged egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatments <sup>2</sup>	Total protein (g/dL)	Albumin (g/dL)	Ca (mg/dL)	P (mg/dL)
Control	5.16±0.09 <sup>B</sup>	0.96±0.04	30.20±2.52	6.29±0.55 <sup>X</sup>
T1	6.74±0.47 <sup>A</sup>	1.06±0.05	28.96±2.06	5.85±0.55
T2	5.52±0.32 <sup>B</sup>	1.04±0.04	27.79±1.72	6.60±0.45
T3	5.79±0.35	1.02±0.05	27.66±1.58	4.56±0.25 <sup>Y</sup>
T4	5.29±0.15	0.96±0.03	23.91±1.02	5.52±0.27 <sup>X,Y</sup>
Control vs. SFS	<i>P</i> <0.01	NS	NS	NS
Control vs. Chitosan	NS	NS	NS	<i>P</i> <0.05

<sup>1</sup> Mean±SE.

<sup>2</sup> T1, SFS powder 0.25%; T2, SFS powder 0.5%; T3, chitosan 0.1%; T4, chitosan 0.2%.

<sup>A,B</sup> Values with different superscripts between Control and SFS powder groups within a same period differ significantly (*P*<0.01).

<sup>X,Y</sup> Values with different superscripts between Control and chitosan groups within a same period differ significantly (*P*<0.05).

높았다( $P<0.01$ ). Albumin 농도에서는 처리간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. Ca 농도는 대조구가 가장 높았고, 키토산 0.2% 첨가구(T4)가 가장 낮았으나, 처리간에 유의한 차이는 인정되지 않았다. 혈청 내 P 농도는 키토산 0.1% 첨가구(T3)에서 유의하게 낮았고( $P<0.05$ ), 키토산 0.2% 첨가구(T4)에서는 다소 낮은 경향을 보여주었으나 첨가수준에 대해 반응적인 결과는 아니었다.

사료 내 홍화씨 분말과 키토산의 수준별 첨가 급여가 혈청 내 다양한 호르몬 농도에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 8에 나타내었다. 혈중 estradiol 농도는 사료 내 홍화씨 분말과 키토산의 첨가 급여에 따른 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. Calcitonin 농도는 대조구에 비해 홍화씨 분말과 키토산을 첨가 급여한 모든 실험구에서 낮은 경향을 보여 주었으나 유의한 차이는 아니었다. 혈중 PHT 농도에서도 처리간에 유의한 차이는 인정되지 않았다. PTH와 calcitonin은 장내에서의 Ca 흡수, 신장을 통한 Ca 배설 및 골격에서의 Ca 대사를 조절하는 주요 인자이다(Elaroussi et al., 1994). PTH는 용골세포(osteoclast)의 활성을 자극하여 혈중으로 Ca를 방출하는 것을 도우며, 소장 내벽 세포에도 작용하여 Ca 흡수를 촉진한다(Elaroussi et al., 1993). 혈중 Ca 농도가 저하되면 PTH 농도가 상승하여 Ca 흡수를 향진시키며, calcitonin은 반대의 작용을 하는데, Singh et al.(1986)은 Ca 수준이 낮은 사료를 급여하면 PTH 농도가 2배 이상 상승한다고 하였다. 본 실험에서는 혈중 PTH 및 calcitonin 농도가 개체

**Table 8.** Effects of dietary safflower seed (SFS) powder and chitosan on estradiol, calcitonin, and parathyroid hormone (PTH) in the serum of aged egg-type breeder layers<sup>1</sup>

Treatments <sup>2</sup>	Estradiol (pg/mL)	Calcitonin (pg/mL)	PTH (pg/mL)
Control	69.56±12.27	2.83±0.91	6.78±2.04
T1	64.69± 8.54	2.43±0.77	20.63±6.37
T2	75.31± 7.03	2.63±0.89	12.85±5.72
T3	48.67± 5.59	2.13±0.47	10.64±2.86
T4	53.65± 5.53	2.23±0.96	6.74±1.57
Control vs. SFS	NS	NS	NS
Control vs. Chitosan	NS	NS	NS

<sup>1</sup> Mean±SE.

<sup>2</sup> T1, SFS powder 0.25%; T2, SFS powder 0.5%; T3, chitosan 0.1%; T4, chitosan 0.2%.

간에 큰 차이를 보임으로서 통계적으로 유의한 차이에 도달하지 못하였다. 혈중 Ca 농도의 차이가 없었던 결과와도 일치하는 것으로 생각된다. 앞으로 노계에서 혈중 Ca 농도, Ca 대사에 영향을 미치는 혈액 내 호르몬의 변화와 난각질과의 연관성에 대해서는 더 깊이 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 적 요

본 연구는 종계사료 내 홍화씨 및 키토산의 첨가 급여가 산란종계에서 종란 생산성 및 후기 난각질 강화에 미치는 영향을 검토하기 위하여 수행하였다. 54주령 Hy-Line Brown 산란종계 암탉 400수와 수탉 40수를 공시하여 Ca를 3.5%로 수준으로 함유한 실험사료(대조구)에 홍화씨 분말을 0.25% 및 0.50% 수준으로 첨가하거나 키토산을 0.10% 및 0.20% 수준으로 첨가한 총 5개의 실험사료(4반복)를 6주간 급여하였다. 사료섭취량 및 난생산성에서는 처리간에 차이가 없었으나, 종란율은 대조구에 비해 홍화씨 분말 및 키토산을 첨가한 모든 실험구에서 첨가 수준과 관계없이 유의하게 증가하였다( $P<0.05$ ). 평균 난각 강도는 홍화씨 분말 및 키토산 첨가에 의해 유의하게 개선되었으며( $P<0.01$ ), 난각 두께는 키토산 첨가구가 대조구에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다( $P<0.01$ ). 수정율 및 입란대 부화율은 대조구에 비해 키토산 첨가구에서 유의하게 개선되는 결과가 관찰되었다( $P<0.01$ ). 경골 파쇄강도는 처리간에 큰 차이가 없었으나, 경골 내 Ca 및 P 함량은 대조구에 비해 홍화씨 분말 0.5% 첨가구와 키토산 첨가구(T3 및 T4)에서 유의하게 증가하였다( $P<0.01$ ). 혈중 estrogen, calcitonin 및 PTH 등 호르몬 농도에서는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

상기의 결과로부터 산란종계의 후기 난각질 및 생산성의 개선을 위해서는 사료 내 홍화씨 및 키토산과 같은 Ca의 이용성에 영향을 미치는 성분을 적절히 활용함으로써 후기 난각질과 부화율의 개선을 통해 종란 생산성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

(색인어 : 홍화씨 분말, 키토산, 종란율, 난각질, 산란종계 노계)

## 사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것입니다.



## 인용문헌

- Austin PR, Brine CJ, Castle JE, Zikakis JP 1981 Chitin: New facets of research. *Science* 212:749-753.
- Chang TK, Coon CN 1990 Sensitivity of various bone parameters of laying hens to different daily calcium intake. *Poultry Sci* 69:2209-2213.
- Chen SE, Long DW, Nestor KE, Westor RL, Meunier VL, Zhu H, Hansen RJ, Bacon WL 1999 Effect of divergent selection for total plasma phosphorus on plasma and yolk very-low density lipoproteins and plasma concentration of selected hormones in laying Japanese quail. *Poultry Sci* 78:1241-1251.
- Elaroussi MA, Forte LR, Eber SL, Biellier HV 1993 Adaptation of the kidney during reproduction: role of estrogen in the regulation of responsiveness to parathyroid hormone. *Poultry Sci* 72:1548-1556.
- Elaroussi MA, Forte LR, Eber SL, Biellier HV 1994 Calcium homeostasis in the laying hen 1. Age and dietary calcium effects. *Poultry Sci* 73:1581-1589.
- Garlich J, Brake J, Parkhurst CR, Thaxton JP, Morgan GW 1984 Physiological profile of caged layers during one production year, molt and postmolt: Egg production, egg shell quality, liver, femur, blood parameters. *Poultry Sci* 63:339-343.
- Hirano S, Itakura C, Seino H, Akiyama Y, Nonaka I, Kanbara N, Kawakami T 1990 Chitosan as an ingredient for domestic animal feed. *J Agri Food Chem* 38:1214-1217.
- Hy-Line VARIETY Brown 2000 Parent Stock Management Guide.
- Koide SS 1998 Chitin- chitosan: Properties, benefits and risks. *Nurt Res* 18:1091-1101.
- Nogueira CM, Zapata JF, Fuentes MF, Freitas ER, Craveiro AA, Aguiar CM 2003 The effects of supplementing layer diets shark cartilage or chitosan components and yolk lipids. *Br Poultry Sci* 44:218-223.
- Ousterhout LE 1980 Effects of calcium and phosphorus levels on egg weight and egg shell quality in laying hens. *Poultry Sci* 59:1480-1484.
- Roque L, Soares MC 1994 Effects of eggshell quality and broiler breeder age on hatchability. *Poultry Sci* 73:1838-1845.
- SAS 2002 SAS User's Guide. Statistics. Version 8e. SAS Institute Inc Cary NC.
- Seldin ED 1965 Archeologic model for conical bone. *Acta Orthop Scand* 36(Suppl. 83):1-77.
- Singh R, Joyner CJ, Peddie MJ, Taylor TG 1986 Changes in the concentrations of parathyroid hormone and ionic calcium in the plasma of laying hens during the egg cycle in relation to dietary deficiencies of calcium and vitamin D. *Gen Comp Endocrinol* 61:20-28.
- Sugano M, Fujikawa T, Hiratsuji Y, Nakashima K, Fukuda N, Hasegawa Y 1980 A novel use of chitosan as a hypocholesterolemic agent in rats. *Am J Clin Nutr* 33:787-793.
- Tarasiewicz Z, Ramisz AB, Szczerbinska D, Danczak A, Ramisz A, Pilarczyk B 2003 Effects of chitosan on selected production characteristics and hatching success of the Pharaoh quail. *Elect J Poland Agri Univ* 6:2.
- Vahouny GV, Satchithanadam S, Cassidy MM, Lishtfort FB, Furda I 1983 Comparative effects of chitosan and cholestyramine on lymphatic adsorption of lipids in the rat. *Am J Clin Nutr* 38:278-284.
- Yang CY, Oh TW, Nakajima D, Maeda A, Naka T, Kim CS, Sedel S, Guillemain G 1999 Effects of habitual chitosan intake on bone mass, bone-related metabolic makers and duodenum CaBP D9K mRNA in ovariectomized SHRSP rats. *J Nutr Sci* 49:371-378.
- Zhang B, Coon CN 1997 The relationship of various tibiz bone measurements in hens. *Poultry Sci* 76:1698-1701.
- 김기영 김상범 임종우 2004 홍화씨 Yoghurt 급여가 난소절제 Rat의 골다공증에 미치는 영향. *동물자원지* 46:69-76.
- 김창혁 오덕환 채병조 2001 키토산 및 녹차 첨가가 산란계의 생산성, 소화율 및 혈액과 계란의 콜레스테롤 함량에 미치는 영향. *한국가금학회지* 28:275-281.
- 서현주 김준환 광동윤 전선민 구세광 이재현 문광덕 최명숙 2000 녹골 골절을 유도한 흰쥐에서 홍화씨 분말 및 분획들의 급여가 골절 회복중 골조직에 미치는 영향. *한국영양학회지* 33:411-420.
- 석윤오 성형철 2002 계란형질들과 난황 콜레스테롤 수준에 대한 닭의 계통과 키토산의 첨가 수준간의 상호작용 효과. *한국가금학회지* 29:81-88.
- 송만강 한인규 이규호 광종형 1981 산란계에 대한 칼슘 공급제의 사료가치 비교시험. 3. 칼슘 공급제의 입자도 및 공급원이 산란형질 및 난각질에 미치는 영향. *한축지* 23:206-212.

송해룡 나도경 김근섭 장기철 황재민 연성찬 박형빈 최상원  
2002 가토의 대퇴골 골결손시 홍화씨분말 및 마타이레시  
놀 투여가 신생골형성에 미치는 영향. 대한골절학회지  
15:97-104.

전선민 김준한 이희자 이인규 문광덕 최명숙 1998 한국산  
홍화씨 분말 보충식이의 급여가 골절된 흰쥐의 골대사지  
표에 미치는 영향. 한국영양학회지 31:1049-1056.

한인규 이규호 이상진 강태홍 권관 1981 산란계에 대한 칼  
슘 공급제의 사료가치 비교시험. 2. 칼슘 공급수준이 산  
란율, 난각질 및 사료효율에 미치는 영향. 한국축산학회  
지 23:199-205.

홍종욱 김인호 문태현 권오석 이상환 2001 산란계에 있어  
Fermkito 50의 첨가가 혈청 및 난황 내 콜레스테롤 함량  
과 계란 품질에 미치는 영향. 한국가금학회지 28:7-13.