

## 유기태 셀레늄의 첨가가 육계 및 산란계의 생산성 및 셀레늄 축적에 미치는 영향

나재천<sup>1\*</sup> · 김상호<sup>1</sup> · 장병귀<sup>1</sup> · 김지혁<sup>1</sup> · 유동조<sup>1</sup> · 강근호<sup>1</sup> · 김학규<sup>1</sup> · 이덕수<sup>1</sup> · 이상진<sup>2</sup> · 이종찬<sup>3</sup> · 이원준<sup>3</sup>

<sup>1</sup>축산연구소 축산자원개발부 가금과, <sup>2</sup>축산연구소 축산자원개발부, <sup>3</sup>대성미생물연구소

### Effects of Dietary Organic Selenium Levels on Performance and Selenium Retention in Broiler Chickens and Laying Hens

J. C. Na<sup>1\*</sup>, S. H. Kim<sup>1</sup>, B. G. Jang<sup>1</sup>, J. H. Kim<sup>1</sup>, D. J. Yu<sup>1</sup>, G. H. Kang<sup>1</sup>, H. K. Kim<sup>1</sup>, D. S. Lee<sup>1</sup>,  
S. J. Lee<sup>2</sup>, J. C. Lee<sup>3</sup> and W. J. Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Poultry Science Division, National Livestock Research Institute, Korea

<sup>2</sup>Livestock Resources Development Department, National Livestock Research Institute, Korea

<sup>3</sup>Daesung Microbiological Labs. Co., Ltd., Korea

**ABSTRACT** Two experiments were conducted to investigate the effect of dietary organic selenium levels on performance and selenium retention in broiler chickens and laying hens.

In experiment 1, the effects of dietary organic selenium levels on the weight gain, feed intake, feed conversion, and selenium retention of meat and liver in broiler chickens were investigated.

For each growth phase, the basal diet was supplemented with 0 (control), 0.60, 1.20, 1.80 and 2.40 ppm Se from selenium yeast(SY). Weight gain, feed intake, and feed conversion were not affected by the selenium addition in diets. Breast muscle Se levels were linearly increased ( $P<0.05$ ) as dietary Se level increased by SY. Selenium concentration of liver tissue was increased ( $P<0.05$ ) in supplemental SY compared to the control, and was increased ( $P<0.05$ ) in supplemental 1.20, 1.80 and 2.40 ppm SY compared to the 0.60 ppm SY.

In Experiment 2, 12-week-experiment using Hy-Line laying hens (68 wk of age) was conducted to examine the effects of dietary organic selenium on egg production, egg weight, daily egg mass, feed intake, feed conversion, egg quality, and selenium concentration of eggs. A corn-soybean meal basal diet was supplemented with 0 (control), 0.30, 0.60, 0.90 and 1.20 ppm Se from selenium yeast (SY). Egg production was significantly improved( $P<0.05$ ) in supplemental 0.30 and 0.90 ppm SY compared to the control and 0.60 ppm SY during week 1 to 12, but daily egg mass, feed intake, and feed conversion showed no difference in supplemental SY and control. Haugh unit, yolk color and eggshell breaking strength showed no difference in supplemental SY and control. Eggshell thickness was significantly ( $P<0.05$ ) higher in supplemental 0.60 and 1.20 ppm SY compared to the 0.90 ppm SY in week 9. Egg Se levels were linearly increased ( $P<0.05$ ) as dietary Se level increased by SY.

(Key words : organic selenium, broiler, layer, performance, egg, meat, liver)

## 서 론

셀레늄에 대한 최초의 기록은 셀레늄 독성에 관한 기록으로 13세기 Marco Polo의 동방견문록에서 찾아볼 수 있으며 (Rosenfeld and Beath, 1964), 400년이 지나 1817년 스웨덴 화학자 Berzelius가 황을 태워 황산이 되는 과정에서 남은 잔사시험에서 셀레늄을 발견하여 S과 Te과 유사한 화합물

임을 밝힌 것으로 알려져 있다(Reilly, 1996). 1951년 Schwarz가 쥐에게 간경변증을 야기시킨 후 Brewer's yeast를 급여한 결과 치료 효과가 있는 비타민 E와 유황아미노산 이외에 Factor 3을 발견하여 이 물질이 간 괴사를 보호한다고 주장하였으며, 그 후 이 물질을 셀레늄이라고 보고하였다 (Schwarz and Foltz, 1957).

동물이나 사람은 셀레늄 결핍으로 영양성 질병이 유발되

\* To whom correspondence should be addressed : jna6730@rda.go.kr

는데, 생리적으로 성장 지연, 피부병, 탈모, 시각 장애, 번식 장애, 간이나 근육의 괴사가 일어나며, 산란계에서는 셀레늄 결핍이 산란율과 부화율을 떨어뜨리고(Cantor and Scott, 1974), 칠면조에는 성장 지연과 치사율이 높아진다(Scott et al., 1967). 셀레늄 결핍은 혈액 조성에도 영향을 주어 닭에서 미성숙 혈구의 증가를 야기하였다는 보고도 있으며(Bartholomew et al., 1998), 닭에 셀레늄과 비타민 E가 결핍된 사료를 급여할 경우 삼출성 소질(Nouguchi et al., 1973; Bartholomew et al., 1998), 뇌연화증(Century and Hurwitt, 1964; Combs and Hady, 1991), 체장위축(Thompson and Scott, 1969; Cantor et al., 1975; Combs, 1994) 증상이 나타난다. 특히, 닭에서 셀레늄 결핍은 면역성이 저하되고 산란율이 떨어지며 배아의 발육 중지란이 증가한다고 하였다(Combs and Combs, 1986).

Surai(2000)는 산란계의 사료에 0, 0.2, 0.4 및 0.8 ppm의 유기태 셀레늄을 급여하는 실험에서 계란 한 개당 각각 7.10, 18.04, 30.67 및 43.35  $\mu\text{g}$ 의 유기태 셀레늄을 함유하는 것으로 나타나 사료 중 셀레늄 함량이 증가함에 따라 직선적으로 증가하였으며, 메추리의 사료에 selenite 0.2 ppm과 selenium yeast 0.5 ppm을 급여하는 시험에서 난백, 난황 및 간조직의 셀레늄 함량은 무기태 셀레늄 첨가구보다 유기태 셀레늄 첨가구가 각각 8.8, 2.0 및 3.5배가 증가하였다고 보고하였다(Karadas et al., 2004).

최근에 Yeast의 배양 배지에 셀레늄을 첨가하여 selenium yeast의 생산 방법(Demirci and Pomrto, 1999; Demirci et al., 1999; Fan et al., 2003)이 보편화되고 있는데, 황과 화학적 성질이 비슷한 셀레늄을 배지로 하여 yeast를 배양한 후 yeast 세포단백질을 수거하면 yeast의 체단백질을 구성하고 있는 함황아미노산들의 구성 물질인 황이 셀레늄으로 치환되어 있으므로 황 대신 셀레늄을 함유한 유기태 셀레늄을 얻을 수 있다. Kelly and Power(1995)는 selenium yeast에서 셀레늄의 94%는 여러 형태의 아미노산과 결합된 물질이며 그 중에서 selenomethionine이 가장 대표적인 물질이라고 하였으며, Ip et al.(2000)은 selenium yeast에서 셀레늄의 85%가 selenomethionine이라고 보고하였고, Fan et al.(2003)은 selenium yeast에서 셀레늄의 91%가 유기태 셀레늄이라고 하였다.

본 연구는 유기태 셀레늄인 selenium yeast를 육계 및 산란계에 수준별로 첨가하여 급여할 때 생산성에 미치는 영향과 닭고기 및 계란 내에 어느 정도의 셀레늄이 축적되는지를 구명함으로써 셀레늄을 강화시킨 닭고기와 계란을 생산하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 사양 시험 설계

시험 1은 Ross broiler 무감별추를 평사 계사에서 2005년 7월 19일부터 2005년 8월 22까지 5주간 사육하였는데, 사료와 물은 원형 급이기와 원형 급수기를 사용하여 무제한 섭취하도록 하였다. 시험구는 대조구(0.0 ppm)와 유기태 셀레늄인 selenium yeast를 각각 0.60, 1.20, 1.80 및 2.40 ppm 수준으로 첨가한 총 5개의 시험구에 각 처리당 4반복, 반복당 30수씩 총 600수를 공시하였다. 시험 사료는 육계의 성장 단계별 영양소 요구량 권장 수준에 준하여 배합하였는데, 영양소 수준은 starter(1<sup>st</sup>~21<sup>st</sup> day)와 grower(21<sup>st</sup>~35<sup>th</sup> day)로 구분하였으며, ME는 전기간 3,100 kcal/kg, CP는 전기 22.0%, 후기 20.0%였다(Table 1).

시험 2는 68주령 Hy-line 산란계를 공시하여 2005년 7월 15일부터 10월 6일까지 12주 동안 수행하였다. 공시축은 시험 전 기간 동안 2수용 철제 케이지에 수용하였으며 사료와 물은 자유 채식토록 하였다. 시험구는 대조구(0.0 ppm), 기초사료에 유기태 셀레늄인 selenium yeast를 각각 0.30, 0.60, 0.90 및 1.20 ppm 수준으로 첨가한 총 5개의 처리구를 두었으며, 각 처리당 4반복, 반복당 각각 15수씩 총 300수를 공시하였다.

시험 사료는 황색옥수수과 대두박 위주의 배합 사료를 사용하였는데, 조단백질과 에너지 함량은 각각 16%와 2,800 kcal/kg 수준으로 동일하게 하였다(Table 2).

### 2. 조사 항목 및 시험 방법

#### 1) 시험 1

##### (1) 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율

체중은 입추시와 3주 및 5주령에 반복별 전체 중량을 칭량하여 개체수로 나누어 평균 체중으로 하였다. 사료 섭취량은 주간별로 누적 사료 섭취량으로 조사하였으며, 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 계산하였다.

##### (2) 닭고기와 간의 셀레늄 함량

시험 종료 후 처리당 5수씩 도살하여 가슴근육과 간조직을 채취하여 셀레늄 분석 시료로 이용하였다.

##### (3) 셀레늄 분석

유도 결합 플라즈마 분광기(ICP, ICP7510, Shimadzu, Ja-

**Table 1.** Formula and chemical composition of the experimental diets used in Experiment 1

	Starter (1 <sup>st</sup> ~21 <sup>st</sup> day)	Grower (21 <sup>st</sup> ~35 <sup>th</sup> day)
Ingredients (%)		
Corn grain	53.93	60.60
Soybean meal (CP 44%)	32.78	29.48
Corn gluten meal	4.70	3.02
Soybean oil	4.55	3.50
Limestone	1.22	1.32
Tricalcium phosphate	1.74	1.21
DL-methionine 50	0.28	0.09
L-Lysine 80	0.05	0.03
Vit-min complex*	0.50	0.50
Salts	0.25	0.25
Chemical composition		
CP (%)	22.02	20.01
Ca (%)	1.01	0.90
Available P (%)	0.45	0.35
Methionine (%)	0.51	0.38
Lysine (%)	1.12	1.01
Selenium (ppm)	0.093	0.076
ME (kcal/kg)	3,106	3,102

\* Contained per kg diet : vit. A 1,500,000IU, vit. D<sub>3</sub> 300,000IU, vit. E 1,400IU, vit. K<sub>3</sub> 300 mg, vit. B<sub>1</sub> 800 mg, vit. B<sub>2</sub> 750 mg, vit. B<sub>6</sub> 300 mg, vit. B<sub>12</sub> 2,000 mcg, niacin 4,500 mg, pantothenate calcium 1,000 mg, folic acid 140 mg, choline chloride 40,000 mg, iron 3,500 mg, copper 500 mg, manganese 12,000 mg, zinc 7,000 mg, cobalt 400 mg, iodide 40 mg.

pan)를 이용하여 셀레늄을 분석하였다. 수소화물 생성 장치 (Hydride Generator, HVG-1, Shimadzu, Japan)는 연동 펌프(Peristaltic pump)를 이용하여 환원제 산을 혼합기(Manifold)와 반응 코일(Reaction coil)이 부착된 것을 사용하였으며, 시료의 분해에 heating block(Barnstead, USA)을 이용하였다.

시약은 NaBH<sub>4</sub>(Sigma-Aldrich, USA), NaOH(Sigma-Aldrich, USA)를 사용하였으며, HNO<sub>3</sub>(70%, 동우화인켐), HCl(37%, 동우화인켐) 및 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (95%, 동우화인켐)은 전자급을 사용하였고 셀레늄 표준 용액은 ICP용 AnApure ((주) 아나팩스

**Table 2.** Formula and chemical composition of the experimental diets used in Experiment 2

Ingredients	%
Corn grain	68.33
Soybean meal (CP 44%)	17.83
Corn gluten meal	3.60
Soybean oil	-
Limestone	8.40
Tricalcium phosphate	0.93
DL-methionine 50	0.09
L-Lysine 80	0.08
Vit-min complex*	0.50
Salts	0.25
Chemical composition	
CP (%)	16.00
Ca (%)	3.40
Available P (%)	0.275
Methionine (%)	0.76
Lysine (%)	0.33
Selenium (ppm)	0.045
ME (kcal/kg)	2,800

\* Contained per kg diet : vit. A 1,500,000IU, vit. D<sub>3</sub> 300,000IU, vit. E 1,400IU, vit. K<sub>3</sub> 300 mg, vit. B<sub>1</sub> 800 mg, vit. B<sub>2</sub> 750 mg, vit. B<sub>6</sub> 300 mg, vit. B<sub>12</sub> 2,000 mcg, niacin 4,500 mg, pantothenate calcium 1,000 mg, folic acid 140 mg, choline chloride 40,000 mg, iron 3,500 mg, copper 500 mg, manganese 12,000 mg, zinc 7,000 mg, cobalt 400 mg, iodide 40 mg.

의)을 이용하였다. 초자기구 세척은 박경수(2000)의 방법으로 시료의 전처리에 사용한 비이커와 유리 시험관 등은 모두 Pyrex(Corning)를 사용하였으며, 표준 용액, 시약 제조 및 시료를 보관하는 모든 초자기구는 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ammonium peroxodisulfate cleaning solution에 하루 동안 담근 후 초순수로 여러 번 세척 후 건조시켜 사용하였다. 셀레늄 분석을 위한 전처리는 Matek and Blanus(1998)의 분석법과 박경수와 김선태(2001)의 분석법에 의한 습식 회화법으로 시료 2~3 g을 취하여 70 mL 시험관에 넣고 고순도 질산을 8~10 mL를 가한 후 하루 동안 방치하여 서서히 온도를 가한 다음 150 °C 정도를 유지하면서 3시간 동안 가열 분해시켰다. 분해가

완료된 후 여분의 산을 증발시키고 다시 질산을 가하여 분해 후 여분의 산을 증발시킨 다음 실온에서 Fiter paper(Advantec 5C, Japan)로 거른 후 10~25 mL 메스플라스크에 옮긴 다음 10 mL 또는 25 mL가 될 때까지 증류수로 보충시켰다. Selenium 분석을 위한 HVG-ICP 분석 조건은 Table 3과 같다.

## 2) 시험 2

### (1) 산란율, 난중 및 사료 섭취량

계란은 매일 오후 3시에 반복별로 집란하여 산란율 및 난중을 조사하였고, 사료 섭취량은 매주 조사하여 난생산을 위한 사료 요구율(사료 섭취량/난중)을 계산하였다.

### (2) 계란의 품질

난각과 난질 분석을 위하여 각 반복별로 난중이 비슷한 10개의 계란을 9주에 집란하여 조사하였는데, 난각 강도와

난각 두께는 FHK(Fujihara Co. LTD, Saitama, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 계란 내부 품질인 Haugh unit는 QCM+(Technical Services and Supplies, York, England)를 이용하여 측정하였다.

### (3) 계란의 셀레늄 함량

계란은 전란을 3개씩 균질화하여 분석 시료로 사용하였는데, 분석 방법은 시험 1과 동일하다.

## 3. 통계 분석

본 시험에서 얻어진 시험 결과들은 SAS Statical Package Program(SAS, Institute, 1998)에 의하여 분산분석을 실시하였으며, 처리간 유의성 검정은 Duncan의 다중 검정법(Duncan, 1955)을 이용하여 95% 수준에서 실시하였다.

## 결과 및 고찰

육계 사료에 유기태 셀레늄을 각각 0.60, 1.20, 1.80 및 2.40 ppm을 첨가하여 5주 동안 급여하였을 때 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율에 미치는 영향은 Table 4에서 보는 바와 같다.

시험 종료시의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 대조구와 유기태 셀레늄 첨가구에서 각각 1,452~1,488 g, 2,564~2,628 g 및 1.74~1.80으로 통계적인 유의차가 없었다.

이러한 결과는 Payne and Southern(2005b)가 옥수수-대두박 위주의 기초 사료에 sodium selenite와 selenium yeast로 셀레늄 0.3 ppm을 첨가한 시험에서 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율에서 차이가 없었다고 보고한 것과는 일치하였으나, Gowdy(2004)가 sodium selenite와 selenium yeast로 셀레

Table 3. Instrumental condition for HVG-ICP

ICP	Forward power	1200 W
	R.F. frequency	27.12 MHz
	Coolant gas	14.00 L/min
	Carrier gas	0.70 L/min
	Plasma gas	1.20 L/min
	Wavelength selenium	196.026
Hydride vapor generation system	Conc. of NaBH <sub>4</sub>	0.8%
	Sample uptake	2 mL/min
	Acid uptake	1 mL/min
	NaBH <sub>4</sub> uptake	1 mL/min

Table 4. Effect of dietary organic Se levels on the performance of broiler chickens(1<sup>st</sup>~35<sup>th</sup> day)

Item	Initial weight (g)	Final weight (g)	Weight gain (g)	Feed intake (g)	Feed/gain
Control	41.5	1,529	1,488	2,609	1.75
Se <sup>1</sup> 0.60 ppm	41.2	1,526	1,485	2,615	1.76
Se 1.20 ppm	41.6	1,500	1,458	2,628	1.80
Se 1.80 ppm	41.4	1,520	1,479	2,564	1.74
Se 2.40 ppm	41.3	1,493	1,452	2,567	1.77
SEM	0.35	18.1	18.1	18.9	0.01

<sup>1</sup> Selenium from selenium yeast.

늄을 0.3, 0.6 및 1.2 ppm 첨가한 시험에서 3주령의 체중은 대조구에 비해 sodium selenite 1.2 ppm 첨가구는 감소한다고 보고한 결과와는 다소 차이가 있었다.

본 시험에서 유기태 셀레늄인 selenium yeast로 셀레늄을 2.40 ppm으로 높여 첨가할 경우에도 육계에 셀레늄의 중독 증상은 없었으며, 체중, 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율에서도 부(-)의 영향은 없었다.

그리고 육계의 가슴근육과 간 조직에서 셀레늄 함량을 조사한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같은데, 가슴근육의 셀레늄 함량은 유기태 셀레늄 첨가구가 343~853 ppb로 대조구의 72 ppb에 비하여 유의적으로 높았는데( $P<0.05$ ), 유기태 셀레늄 첨가 수준이 증가하면 직선적으로 증가하였다( $P<0.05$ ).

간조직의 셀레늄 함량은 유기태 셀레늄 첨가구가 412~

558 ppb로 대조구의 69 ppb에 비하여 유의적으로 높았으며( $P<0.05$ ), 유기태 셀레늄 1.20, 1.80 및 2.40 ppm 첨가구가 518~558 ppb로 유기태 셀레늄 0.60 ppm 첨가구의 412 ppb에 비하여 높았으나( $P<0.05$ ), 유기태 셀레늄 1.20, 1.80 및 2.40 ppm 첨가구간에는 차이가 없었다.

이러한 결과는 Kuricova et al.(2003)이 유기태 셀레늄으로 셀레늄을 0.20과 0.70 ppm을 첨가하여 가슴근육의 셀레늄 함량은 조사한 결과, 유기태 셀레늄의 첨가 수준이 증가하면 셀레늄 함량도 증가하였으며, Choct and Naylor(2004)가 sodium selenite와 selenium yeast를 각각 0.1, 0.25 ppm 첨가하여 급여하였을 때 가슴근육의 셀레늄 함량은 셀레늄 첨가 수준이 높아지면 증가하였다고 보고한 것과는 일치하였다(Choct et al., 2004). 이와 같이 유기태 셀레늄의 첨가 수준이 증가하면 계육 내 셀레늄 함량이 직선적으로 증가하는 것은 유기태 셀레늄 중의 selenomethionine이 근육 내 단백질 합성에 이용되기 때문으로 사료된다.

또한, 산란계에게 유기태 셀레늄을 각각 0.30, 0.60, 0.90 및 1.20 ppm을 첨가하여 12주 동안 급여하였을 때 생산성에 미치는 영향은 Table 6에서 보는 바와 같다.

전기간 동안의 산란율은 유기태 셀레늄 0.30, 0.90 ppm 첨가구가 각각 69.4 및 68.9%로 대조구의 64.2%에 비하여 유의적으로 높았으나( $P<0.05$ ), 난중은 0.30 ppm 첨가구 65.0 g, 0.90 ppm 첨가구 64.7g, 1.20 ppm 첨가구 65.4g으로 대조구의 66.4g보다는 유의적으로 작았다( $P<0.05$ ).

1일 산란량, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 대조구와 유기태 셀레늄 첨가구의 42.6~45.1g, 106~108g 및 2.42~2.54로 차이가 없었다.

유기태 셀레늄의 첨가가 난질에 미치는 영향은 7에서 보는 바와 같은데, Haugh unit는 대조구, 0.30, 0.60, 0.90 및

**Table 5.** Effect of dietary organic Se levels on Se concentrations in breast and liver of broiler chickens

Item	Se concentration(ppb)	
	Breast	Liver
Control	72 <sup>e</sup>	69 <sup>c</sup>
Se <sup>1</sup> 0.60 ppm	343 <sup>d</sup>	412 <sup>b</sup>
Se 1.20 ppm	475 <sup>c</sup>	518 <sup>a</sup>
Se 1.80 ppm	652 <sup>b</sup>	525 <sup>a</sup>
Se 2.40 ppm	853 <sup>a</sup>	558 <sup>a</sup>
SEM	26.5	21.1

<sup>a-e</sup> Means with different superscripts within a column differ significantly ( $P<0.05$ ).

<sup>1</sup> Selenium from selenium yeast.

**Table 6.** Effect of dietary organic Se levels on the performance of laying hens (1<sup>st</sup>~12<sup>th</sup> week)

Item	Egg production (%)	Egg weight (g)	Egg mass (g/d)	Feed intake (g)	Feed conversion
Control	64.2 <sup>b</sup>	66.4 <sup>a</sup>	42.6	107	2.51
Se <sup>1</sup> 0.30 ppm	69.4 <sup>a</sup>	65.0 <sup>b</sup>	45.1	108	2.42
Se 0.60 ppm	64.0 <sup>b</sup>	66.8 <sup>a</sup>	42.7	107	2.53
Se 0.90 ppm	68.9 <sup>a</sup>	64.7 <sup>b</sup>	44.6	109	2.47
Se 1.20 ppm	65.9 <sup>ab</sup>	65.4 <sup>b</sup>	43.1	106	2.54
SEM	0.6	0.2	0.4	1.1	0.03

<sup>ab</sup> Means with different superscripts within a column differ significantly ( $P<0.05$ ).

<sup>1</sup> Selenium from selenium yeast.

**Table 7.** Effect of dietary organic Se levels on egg qualitys of laying hens(9<sup>th</sup> wk.)

Item	Haugh unit	Egg yolk color	Eggshell breaking strength (kg/cm <sup>2</sup> )	Eggshell thickness ( $\mu$ m)
Control	83.7	8.89	2.95	378 <sup>ab</sup>
Se <sup>1</sup> 0.30 ppm	84.4	8.90	3.02	373 <sup>ab</sup>
Se 0.60 ppm	81.3	8.84	2.98	385 <sup>a</sup>
Se 0.90 ppm	80.8	8.76	2.91	368 <sup>b</sup>
Se 1.20 ppm	79.4	8.82	3.03	386 <sup>a</sup>
SEM	0.49	1.26	0.05	1.68

<sup>a,b</sup> Means with different superscripts within a column differ significantly ( $P<0.05$ ).

<sup>1</sup> Selenium from selenium yeast.

1.20 ppm 첨가구가 각각 83.7, 84.4, 81.3, 80.8 및 79.4로 차이가 없었으며, 난황색도 대조구와 셀레늄 첨가구가 8.76~8.90으로 차이가 없었다. 난각 강도는 대조구와 유기태 셀레늄 첨가구가 2.91~3.03 kg/cm<sup>2</sup>으로 차이가 없으나, 난각 두께는 유기태 셀레늄 0.6 및 1.2 ppm 첨가구가 각각 385 및 386  $\mu$ m으로 유기태 셀레늄 0.9 ppm 첨가구의 368  $\mu$ m에 비하여 유의적으로 두꺼웠다( $P<0.05$ ).

이러한 결과는 Paton(2001)이 기초 사료에 sodium selenite와 selenium yeast로 셀레늄을 0.0과 0.3 ppm 첨가한 시험에서 Haugh unit는 0, 21 및 42일에 대조구와 비교하여 차이가 없다고 보고한 결과와 비슷하였는데, 사료에 유기태 셀레늄으로 셀레늄을 1.20 ppm 첨가하여도 계란의 Haugh unit와 난황색에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

유기태 셀레늄의 첨가가 계란 내 셀레늄 축적에 미치는 영향은 Table 8에서와 같이 유기태 셀레늄 첨가구가 258~624 ppb로 대조구의 85 ppb에 비하여 유의적으로 높게 나타

**Table 8.** Effect of dietary organic Se levels on Se concentrations in egg of laying hens

Item	Se concentration (ppb) in egg
Control	85.2 <sup>e</sup>
Se <sup>1</sup> 0.30 ppm	258.4 <sup>d</sup>
Se 0.60 ppm	335.0 <sup>c</sup>
Se 0.90 ppm	460.6 <sup>b</sup>
Se 1.20 ppm	623.7 <sup>a</sup>
SEM	42.2

<sup>a~e</sup> Means with different superscripts within a column differ significantly ( $P<0.05$ ).

<sup>1</sup> Selenium from selenium yeast.

났으며( $P<0.05$ ), 셀레늄의 첨가 수준이 증가하면 셀레늄 함량도 직선적으로 증가하였다( $P<0.05$ ).

Payne et al.(2005)은 기본 사료에 sodium selenite와 selenium yeast로 셀레늄을 0, 0.15, 0.30, 0.60 및 3.00 ppm 첨가하였을 때 전란의 셀레늄 함량은 유기태 셀레늄의 첨가 수준이 증가할수록 직선적으로 증가한다고 하였으며, Paton(2001)은 selenium yeast를 첨가하였을 때 첨가 수준이 증가하면 계란 내 셀레늄 함량은 직선적으로 증가한다고 하였다.

이와 같이 유기태 셀레늄의 첨가 수준이 증가하면 닭고기와 계란 내 셀레늄 함량이 직선적으로 증가함으로 셀레늄이 강화된 계란 및 닭고기 생산이 가능하다고 사료된다.

## 적 요

유기태 셀레늄의 수준별 첨가가 육계 및 산란계의 생산성에 미치는 영향을 구명하고, 닭고기와 계란 내의 셀레늄 축적에 미치는 효과를 알아보기 위하여 2차례의 시험을 수행하였다.

시험 1은 selenium yeast로 셀레늄을 0.60, 1.20, 1.80 및 2.40 ppm을 첨가하였을 때 육계의 사료 섭취량, 증체량, 사료 요구율 및 가슴근육과 간 내의 셀레늄 축적에 미치는 영향을 조사하였다. 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 대조구를 포함한 모든 처리구에서 차이가 없었으며, 가슴살의 셀레늄 함량은 대조구에 비하여 유기태 셀레늄의 첨가 수준을 증가시킬수록 높았다( $P<0.05$ ). 간조직의 셀레늄 함량은 대조구에 비하여 유기태 셀레늄을 첨가한 모든 처리구에서 높았으며( $P<0.05$ ), 특히 유기태 셀레늄을 1.20 ppm 이상 첨가할 경우에는 효과가 크게 나타났다( $P<0.05$ ).

시험 2에서는 유기태 셀레늄의 첨가 수준이 산란계의 생

산성 및 계란 내 셀레늄의 축적에 미치는 영향을 구명하기 위하여 selenium yeast로 셀레늄을 0.30, 0.60, 0.90 및 1.20 ppm을 첨가하였을 때 산란율, 난중, 사료 섭취량, 사료 요구율, 난질 및 계란 내 셀레늄 함량을 조사하였다.

산란율은 유기태 셀레늄 0.30 ppm과 0.90 ppm 첨가구에 서 높았으나( $P<0.05$ ), 1일 산란량, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 대조구를 포함한 모든 처리구에서 차이가 없었다. Haugh unit는 대조구를 포함한 모든 처리구에서 차이가 없었으나, 난각 두께는 유기태 셀레늄 0.60 및 1.20 ppm 첨가구가 각각 385 및 386  $\mu\text{m}$ 으로 유기태 셀레늄 0.90 ppm 첨가구의 368  $\mu\text{m}$ 에 비하여 유의적으로 두꺼웠다( $P<0.05$ ). 계란 내 셀레늄 함량은 유기태 셀레늄 첨가 수준을 높일수록 더욱더 증가하였다( $P<0.05$ ).

(색인어 : 유기태 셀레늄, 육계, 산란계, 생산성, 계란, 닭고기, 간)

## 인용문헌

- Bartholomew A, Latshaw D, Swayne DE 1998 Changes in blood chemistry, hematology, and histology caused by a selenium/vitamin E deficiency and recovery in chicks. *Biol Trace Elem Res* 62:7-16.
- Cantor AH, Scott ML 1974 The effect of selenium in the hen's diet on egg production, hatchability, performance of progeny and selenium concentration in eggs. *Poultry Sci* 53:1870-1880.
- Cantor AH, Scott ML, Noguchi T 1975 Biological availability of selenium in feedstuffs and selenium compounds for prevention of exudative diathesis in chicks. *J Nut* 105: 96-105.
- Century B, Hurwitt MK 1964 Effect of dietary selenium on incidence of nutritional encephalomalacia in chicks. *Proc Soc Exp Bio Med* 117:320.
- Choct M, Naylor AJ 2004 The effect of dietary selenium source and vitamin E levels on performance of male broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 17(7):1000-1006.
- Choct M, Naylor AJ, Reinke N 2004 Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. *Br Poult Sci* 45(5):677-683.
- Combs GF, Combs SB 1986 The Role of Selenium in Nutrition. Academic Press Inc, New York, NY.
- Combs GF, Hady MM 1991 Selenium involved with vitamin E in preventing encephalomalacia in the chick. *FASEB J* 5:A714.
- Demirci A, Pometto AL III 1999 Production of organically bound selenium yeast by continuous fermentation. *J Agric Food Chem* 47(6):2491-2495.
- Demirci A, Pometto AL III, Cox DJ 1999 Enhanced organically bound selenium yeast production by fed-batch fermentation. *J Agric Food Chem* 47(6):2496-24500.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1
- Fan XY, Guo XN, Fu XH, He XP, Wang CL, Zhang BR 2003 The breeding and culture condition optimization of a high-biomass, selenium-enriched yeast strain. *Sheng Wu Gong Cheng Xue Bao* 19(6):720-724.
- Gowdy KM 2004 Selenium Supplementation and Antioxidant Protection in Broiler Chickens. A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University.
- Ip C, Birringer M, Block E, Kotreba M, Tyson JF, Uden PC, Lisk DJ 2000 Chemical speciation influences comparative activity of selenium-enriched garlic and yeast in mammary cancer prevention. *J Agric Food Chem* 48(6):2062-2070.
- Karadas F, Surai PF, Pappas AC, Villaverde C, Sparks NH 2004 Effect of organic selenium in the maternal diet on selenium concentration in tissues of newly hatched quail. *Br Poult Sci* 45 Suppl 1:S57-58.
- Kelly MP, Power RF 1995 Fractionation and identification of the major selenium compounds in selenized yeast. *J Dairy Sci* 78 (Suppl. 1):237.
- Kuricova S, Boldizarova K, Gresakova L, Bobcek R, Levkut M, Leng L 2003 Chicken selenium status when fed a diet supplemented with Se-Yeast. *Acta Vet Brno* 72:339- 346.
- Matek M, Blanusa M 1998 Comparison of two methods for destruction of biological material for determination of selenium. *Arh Hig Rada Toksikol* 49(4):301-305.
- Nouguchi T, Cantor AH, Scott ML 1973 Mode of action of selenium and vitamin E in prevention of exudative diathesis in chicks. *J Nut* 103:1502-1511.
- Paton ND 2001 Organic selenium in the nutrition of laying hens: Effects on egg selenium content, egg quality and transfer to developing chick embryos. Ph D Diss, Univ. Ken-

- tucky, Lexington.
- Payne RL, Southern LL 2005b Changes in glutathione peroxidase and tissue selenium concentrations of broilers after consuming a diet adequate in selenium. *Poultry Science* 84(8):1268-1276.
- Payne RL, Lavergne TK, Southern LL 2005 Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration. *Poultry Science* 84(2):232-237.
- Reilly C 1996 Selenium in food and health. Blackie Academic & Professional.
- Rosenfeld I, Beath OA 1964 Selenium: Geobotany, Biochemistry, Toxicity, and Nutrition. New York: Academic Press.
- SAS/STAT 1998 SAS user's guide. Release 6.12 edition, SAS Institute Inc, Cary NC.
- Schwarz K, Foltz CM 1957 Selenium as an integral part of Factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *J Am Chem Soc* 79: 3292-3293.
- Scott ML, Olson G, Krook L, Brown WR 1967 Se requirement for turkey poults. *J Nutr* 91:573-578.
- Surai PF 2000 Organic selenium and the egg: Lessons from nature. *Feed Compounder* 20:16-18.
- Thompson JN, Scott ML 1969 Role of selenium in the nutrition of the chick. *J Nutr* 97:335-342.
- 박경수 김선태 2001 ICP/MS를 이용한 계란 및 건조돼지고기 중 셀레늄 분석을 위한 전처리 방법 연구. *분석과학* 14(6):465-470.
- 박경수 2000 유도결합 플라즈마/질량분석법을 이용한 생체 시료 중 저마늄, 비소, Se의 분석에 관한 연구. 경희대학교 대학원 박사학위논문.