

## Selenium의 첨가가 육계 및 산란계의 생산성 및 축적에 미치는 효과

나재천<sup>1\*</sup> · 김상호<sup>1</sup> · 장병귀<sup>1</sup> · 김지혁<sup>1</sup> · 유동조<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 Selenium Sources 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>, 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 selenium sources on performance and selenium retention in broiler chickens and laying hens.

In experiment 1, the effects of dietary selenium sources and levels on the weight gain, feed intake, feed conversion, and selenium retention of meat in broiler chickens were investigated. For each growth phase, the basal diet was supplemented with 0 (control), 0.12 and 0.24 ppm Se from sodium selenite (SS) and 0.12, 0.24 and 0.60 ppm Se from selenium yeast(SY).

Weight gain was significantly increased( $P<0.05$ ) in supplemental 0.24 and 0.60 ppm SY compared to the 0.24 ppm SS by diet during day 1 to 35, but feed intake and feed conversion were not affected by the source or the level of Se. Selenium concentrations of breast and leg muscle were significantly increased( $P<0.05$ ) in supplemental SS and SY compared to the control, and linearly increased( $P<0.05$ ) as dietary Se level increased by SY, but there was no difference in supplemental 0.12 ppm SS compared to 0.24 ppm SS.

In experiment 2, 12-week-experiment using Hy-Line laying hens(31 wk of age) was conducted to compare the effects of selenium sources and levels on egg production, egg weight, daily egg mass, feed intake, feed conversion, egg quality, and selenium retention of egg in laying hens. A corn-soybean meal basal diet was supplemented with 0 (control), 0.06 and 0.12 ppm Se from sodium selenite (SS) and 0.06, 0.12 and 0.30 ppm Se from selenium yeast(SY). Feed conversion was significantly improved( $P<0.05$ ) in supplemental 0.06 ppm SS compared to the control, but egg production, egg weight, daily egg mass, and feed intake were not affected by source and level of Se. Haugh unit was not affected by source or level of Se. Yolk color was significantly( $P<0.05$ ) higher in supplemental 0.3 ppm SY compared to the control and other supplement in week 12. Eggshell breaking strength was significantly( $P<0.05$ ) higher in supplemental 0.06 ppm SY( $P<0.05$ ). Thickness of eggshell was not affected by source or level of Se. Se concentrations of egg was significantly improved( $P<0.05$ ) in supplemental SS and SY compared to the control, and was significantly increased( $P<0.05$ ) as dietary Se level increased by SS and SY, especially SY more effective compared to the SS.

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

## 서 론

사람과 가축에 건강을 유지하기 위하여 반드시 필요한 미량 원소인 selenium은 1817년 스웨덴 화학자 Berzelius가 발견하였다. 초기에는 독성 원소로 인식하였으나 Flohe et al.

(1973)과 Rotruck et al.(1973)에 의하여 selenium이 동물 체내에서 항산화 작용을 하는 효소인 glutathione peroxidase의 필수 구성 성분임이 밝혀진 후 많은 연구가 활발하게 이루어졌으며, 오랫동안 동물, 조류 및 인간에게서 원인을 구명할 수 없었던 많은 질병 증상이 selenium 결핍과 관련이 있음이

\* To whom correspondence should be addressed : jcn6730@rda.go.kr

밝혀지게 되었다.

그 후 많은 연구자들에 의하여 selenium 연구가 활발히 진행되었다. 즉 Thomson and Scott(1970)는 동물에게 selenium 결핍 증상을 반복적으로 유발될 수 있다고 하였으며, Awasthi et al.(1975)은 selenium이 인체에서 분리한 glutathione peroxidase의 활성 구성 성분으로서 작용하므로 사람과 가축에서 필수 영양소임이 밝혀졌다. 또한 1978년에는 가축사료에 필수 영양소로서 selenium의 첨가가 처음으로 허용되었으며, 사람에게는 일일 섭취 권장량으로 50~200 µg이라고 하였다.

Selenium은 음식을 통하여 매일 일정량을 섭취하지 못하며 selenium의 결핍으로 인한 질환으로 사망에 이를 수 있다. 반면에 음식을 통하여 충분히 섭취하지 못할 경우에는 장기적으로 암, 심혈관 질환 및 관절염 등 만성 질환의 발생 위험이 증가할 뿐만 아니라 면역 기능 저하와 노화 촉진(Navaro-Alarcon and Lopez-Martinez, 2000; Brown and Arthur, 2001) 등이 유발될 수 있다고 하였다.

가금에서 selenium은 세포내 항산화계 유지에 관여하며, 산란율과 부화율 증가(Cantor and Scott, 1974), 육계에서 생산성 향상(Cantor et al., 1982; Echevarria et al., 1988b), 가슴육, 간 및 혈장 내 selenium 함량이 증가(Echevarria et al., 1988a, b; Spears et al., 2003)된다고 하였다.

따라서 본 연구는 무기태 및 유기태 selenium의 첨가가 육계와 산란계의 생산성과 닭고기 및 계란 내 selenium의 축적에 미치는 영향을 조사 분석하여 selenium의 축적 정도와 적정 급여 수준을 구명하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 사양 실험 설계

시험 1은 Ross broiler 무감별추를 평사에서 5주간 실시하였다. 시험구는 대조구(0.0 ppm)와 기초 사료에 무기태 selenium인 sodium selenite를 각각 0.12와 0.24 ppm, 유기태 selenium인 selenium yeast를 각각 0.12, 0.24 및 0.6 ppm 수준으로 첨가한 총 6개의 처리구에 각 처리당 3반복, 반복당 30수로 총 540수를 공시하였다(Table 1). 본 시험에 사용된 시험 사료는 NRC(1994)의 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 3,100kcal/kg, CP는 전기 22.0%, 후기 20.0%였다(Table 1).

실험 2에서는 31주령 Hy-line 산란계를 이용하여 12주간

**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> 300mg, Vit. B<sub>1</sub> 800mg, Vit. B<sub>2</sub> 750mg, Vit. B<sub>6</sub> 300mg, Vit. B<sub>12</sub> 2,000mcg, niacin 4,500mg, pantothenate calcium 1,000mg, folic acid 140mg, choline chloride 40,000 mg, iron 3,500mg, copper 500mg, Manganese 12,000 mg, zinc 7,000mg, cobalt 400mg, iodide 40mg.

실행하였다. 시험구는 대조구(0.0 ppm), 기초 사료에 무기태 selenium인 sodium selenite로 각각 0.06과 0.12 ppm, 유기태 selenium인 selenium yeast로 각각 0.06, 0.12 및 0.30 ppm 수준으로 첨가하여 총 6개의 처리구를 두었다. 각 처리당 3반복, 반복당 20수로 총 360수를 공시하였다. 시험 사료는 황색 옥수수과 대두박 위주로 조단백질과 에너지 함량은 각각 16%와 2,800 kcal/kg 수준으로 하였다(Table 2).

### 2. 조사 항목 및 실험 방법

## 1) 실험 1

## (1) 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율

체중은 입주시와 3주 및 5주령에 반복당 전체 중량을 칭량하여 개체수로 나누어 평균 체중으로 하였다. 사료 섭취량은 주간별 누적 사료 섭취량으로 조사하여 계산하였으며, 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 산출하였다.

## (2) 닭고기의 selenium 함량

시험 종료 후 처리당 5수씩 도살하여 가슴과 다리 근육을 채취하여 selenium 분석 시료로 이용하였다.

**Table 2.** Formula and chemical composition of the experimental diets use 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> 300mg, Vit. B<sub>1</sub> 800mg, Vit. B<sub>2</sub> 750mg, Vit. B<sub>6</sub> 300mg, Vit. B<sub>12</sub> 2,000mcg, niacin 4,500mg, pantothenate calcium 1,000mg, folic acid 140mg, choline chloride 40,000mg, iron 3,500mg, copper 500mg, manganese 12,000mg, zinc 7,000mg, cobalt 400mg, iodide 40mg.

## (3) Selenium 분석

유도 결합 플라즈마 분광기(ICP, ICP7510, Shimadzu, Japan)를 이용하여 selenium을 분석하였다. 수소화물 생성 장치(Hydride Generator, HVG-1, Shimadzu, Japan)는 연동 펌프(Peristaltic pump)를 이용하여 환원제 산을 혼합기(Manifolder)와 반응코일(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 selenium 표준 용액은 ICP용 AnApure ((주) 아나팩스)를 이용하였다. 초자 기구 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 초자 기구는 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ammonium peroxodisulfate cleaning solution에 하루 동안 담근 후 초순수로 여러 번 세척 후 건조시켜 사용하였다.

Selenium 분석 전처리는 Matek and Blanusa(1998)의 분석법과 박경수와 김선태(2001)의 분석법에 의한 습식 회화법으로 시료 2~3g을 취하여 70 mL 시험관에 넣고 고순도 질산을 8~10 mL을 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.

**Table 3.** Instrumental condition for HVG-ICP

ICP	Forward power	1200W
	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

2) 실험 2

(1) 산란율, 난중 및 사료 섭취량

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

(2) 계란의 품질

난각과 난질 분석은 시험 종료시에 각 반복별로 난중이 비슷한 10개씩의 계란을 선발하여 조사하였다. 난각 강도와 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 Selenium 함량

계란은 전란을 3개씩 균질화하여 분석 시료로 사용하였는데, 분석방법은 실험 1과 동일하였다.

3. 통계 분석

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

결과 및 고찰

육계 사료에 무기태 selenium 0.12, 0.24 ppm와 유기태 sele-

nium 0.12, 0.24, 0.6 ppm를 첨가하였을 때 시험 전 기간의 사료 섭취량, 증체량 및 사료 요구율에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 시험 기간 동안의 증체량은 유기태 selenium 0.24와 0.60 ppm 첨가구가 각각 1,393 g과 1,410 g으로 무기태 selenium 0.24 ppm 첨가구의 1,262g에 비하여 높았으나( $P < 0.05$ ), 대조구와는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 사료 섭취량과 사료 요구율은 대조구, 무기태 및 유기태 selenium 첨가구에서 각각 2,494~2,640g과 1.83~1.98로 차이가 없었다.

Edens et al.(2000)은 sodium selenite와 selenium yeast로 selenium을 각각 0.1과 0.3 ppm 첨가하였을 때 체중은 봄과 여름철 간에는 차이가 없었으며, 사료 요구율은 봄철에는 차이가 없었으나 여름철에는 sodium selenite 0.1 ppm 첨가구가 selenium yeast 0.3 ppm 첨가구에 비하여 높다고 하였다. Upton (2003)은 기초 사료에 selenite와 selenium yeast로 selenium을 각각 0.2 ppm 첨가와 selenite와 selenium yeast로 selenium을 0.1 ppm씩 복합 첨가하였을 때 체중은 대조구에 비하여 selenium yeast 0.2 ppm 첨가구와 selenite와 selenium yeast의 복합 첨가구에서 높았고 사료 요구율은 대조구에 비하여 selenite와 selenium yeast의 첨가구가 낮았고, selenium 0.2 ppm 첨가구에 비하여 selenite와 selenium yeast의 복합 첨가구가 낮았다고 하였는데 본 연구의 결과와는 상이하였다.

육계 사료에 무기태 selenium 0.12와 0.24 ppm, 유기태 selenium 0.12, 0.24 및 0.6 ppm을 첨가하였을 때 가슴과 다리 근육의 selenium 함량은 Table 5에서 보는 바와 같은데, 가슴 근육의 selenium 함량은 selenium 첨가구가 158~410 ppb로 대조구의 86 ppb에 비해서 증가하였으며( $P < 0.05$ ), 유기태 selenium의 첨가구는 첨가 수준이 증가하면 selenium 함량도 증가하였으나( $P < 0.05$ ), 무기태 selenium 첨가구는 첨가 수준

Table 4. Effect of dietary Se sources (inorganic and organic) and levels on growth performance of broiler chickens

Item	Initial weight (g)	Final weight (g)	Weight gain (g)	Feed intake (g)	Feed/gain	
Control	41.2	1,401 <sup>ab</sup>	1,359.8 <sup>ab</sup>	2,561	1.88	
Inorganic Se <sup>1</sup>	0.12 ppm	41.4	1,405 <sup>ab</sup>	1,363.6 <sup>ab</sup>	2,640	1.94
	0.24 ppm	41.6	1,304 <sup>b</sup>	1,262.4 <sup>b</sup>	2,494	1.98
	0.12 ppm	41.5	1,389 <sup>ab</sup>	1,347.5 <sup>ab</sup>	2,558	1.90
Organic Se <sup>2</sup>	0.24 ppm	41.1	1,434 <sup>a</sup>	1,392.9 <sup>a</sup>	2,609	1.87
	0.60 ppm	41.2	1,451 <sup>a</sup>	1,409.8 <sup>a</sup>	2,575	1.83
	SEM	0.37	35.5	35.5	45.7	0.04

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

<sup>1</sup> Selenium from sodium selenite, <sup>2</sup> Selenium from selenium yeast.

별로 차이가 없었다.

다리 근육의 selenium 함량은 selenium 첨가구가 141~426 ppb으로 대조구의 110 ppb에 비해서 증가하였고( $P<0.05$ ), 무기태 selenium 첨가구에 비해서 유기태 selenium 첨가구가 높으며( $P<0.05$ ) 유기태 selenium 첨가구는 첨가 수준이 증가하면 selenium 함량도 증가하였으나( $P<0.05$ ), 무기태 selenium 첨가구는 수준별로 차이가 없었다.

Payne and Southern(2005a)은 옥수수-대두박의 육계 사료에 sodium selenite와 selenium yeast로 selenium을 0.3 ppm을 첨가하였을 때 가슴 근육의 selenium 함량은 selenium yeast 첨가구가 대조구와 sodium selenite 첨가구에 비하여 높다고 보고하여 본 연구의 결과와 비슷한 경향을 보였다.

또한, Kuricova et al.(2003)도 가슴 근육의 selenium 함량은 유기태 selenium 첨가구가 첨가 수준이 증가하며 selenium 함량도 증가한다고 보고하였으며, Choct et al.(2004)은 sodium selenite와 selenium yeast로 selenium을 0.1, 0.25 ppm 첨가하였을 때 가슴 근육의 selenium 함량은 selenium 첨가 수준이 높아지면 증가하고 selenite 첨가구에 비하여 selenium yeast 첨가구 높다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하는 경향이다.

시험 전기간 동안의 산란율, 난중, 1일 산란량, 사료 섭취량 및 사료 요구율을 조사한 결과는 Table 6에서 보는 바와 같다. 사료 요구율은 무기태 selenium 0.06 ppm 첨가구가 2.05로 대조구의 2.16에 비하여 개선되었으나( $P<0.05$ ), 산란

율, 난중, 1일 산란량 및 사료 섭취량은 대조구, 무기태와 유기태 selenium의 첨가구가 각각 88.7~92.3%, 61.6~62.8g, 55.1~57.7g 및 118~121g으로 차이가 없었다.

이와 같은 시험 결과는 Cantor et al.(2000)과 Patton(2001)이 기초 사료에 sodium selenite와 selenium yeast로 selenium을 0과 0.3 ppm 첨가한 시험에서 산란율은 차이가 없다고 하였으며, Utterback et al.(2005)은 옥수수-대두박 위주의 기초 사료에 sodium selenite와 selenium yeast를 0.3 ppm 첨가한 시험에서 산란율, 난중 및 사료 섭취량에서 차이가 없다고 한 보고와 일치하는 경향이다.

무기태, 유기태 selenium의 첨가가 난질에 미치는 영향은 Table 7에서 보는 바와 같이, Haugh unit는 대조구와 무기태와 유기태 selenium 첨가구가 97.3~98.2로 차이가 없었으며, 난황색은 유기태 selenium 0.30 ppm 첨가구가 9.2로 대조구, 무기태 0.06과 0.12 ppm 첨가구, 유기태 selenium 0.06과 0.12 ppm 첨가구의 7.9~8.4에 비하여 유의적으로 개선되었다( $P<0.05$ ).

Patton(2001)은 기초 사료에 sodium selenite와 selenium yeast로 selenium을 0과 0.3 ppm 첨가한 시험에서 Haugh unit는 0, 21 및 42일에 대조구와 비교하여 차이가 없었다고 하였는데 본 연구의 결과와 비슷한 경향이었다.

난각 강도는 유기태 selenium 0.06 ppm 첨가구가 3.90 kg/cm<sup>2</sup>로 무기태 0.06 ppm과 유기태 0.12 ppm 첨가구의 3.62~3.65 kg/cm<sup>2</sup>에 비하여 높게 나타났으며( $P<0.05$ ), 난각 두께는

**Table 5.** Effect of dietary Se sources (inorganic and organic) and levels on the Se concentrations in the breast and leg muscles of broiler chickens

Item	Se concentration (ppb)	
	Breast	Leg
Control	86.1 <sup>d</sup>	109.9 <sup>e</sup>
Inorganic Se <sup>1</sup>	0.12 ppm	157.9 <sup>c</sup>
	0.24 ppm	159.9 <sup>c</sup>
Organic Se <sup>2</sup>	0.12 ppm	195.7 <sup>c</sup>
	0.24 ppm	282.1 <sup>b</sup>
	0.60 ppm	409.5 <sup>a</sup>
SEM	1.18	1.22

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

<sup>1</sup> Selenium from sodium selenite, <sup>2</sup> Selenium from selenium yeast.

**Table 6.** Effect of dietary Se sources (inorganic and organic) and 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	88.7	62.1	55.1	119	2.16 <sup>a</sup>
Inorganic Se <sup>1</sup>	0.06 ppm	91.9	62.8	118	2.05 <sup>b</sup>
	0.12 ppm	92.3	61.7	120	2.10 <sup>ab</sup>
Organic Se <sup>2</sup>	0.06 ppm	90.4	61.6	118	2.12 <sup>ab</sup>
	0.12 ppm	91.2	62.7	121	2.11 <sup>ab</sup>
	0.30 ppm	90.9	62.1	118	2.10 <sup>ab</sup>
SEM	0.69	0.78	0.48	1.98	0.03

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

<sup>1</sup> Selenium from sodium selenite, <sup>2</sup> Selenium from selenium yeast.

**Table 7.** Effect of dietary Se sources (inorganic and organic) and levels on Egg Quality of laying hens

Item	Haugh unit	Egg yolk color	Eggshell breaking strength (kg/cm <sup>2</sup> )	Eggshell thickness (μm)
Control	97.3	8.1 <sup>b</sup>	3.80 <sup>ab</sup>	381
Inorganic Se <sup>1</sup>	0.06 ppm	97.8	7.9 <sup>b</sup>	3.65 <sup>b</sup>
	0.12 ppm	98.2	8.0 <sup>b</sup>	3.79 <sup>ab</sup>
Organic Se <sup>2</sup>	0.06 ppm	97.7	8.0 <sup>b</sup>	3.90 <sup>a</sup>
	0.12 ppm	98.1	8.4 <sup>b</sup>	3.62 <sup>b</sup>
	0.30 ppm	97.6	9.2 <sup>a</sup>	3.71 <sup>ab</sup>
SEM	0.25	0.03	0.06	0.02

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

<sup>1</sup> Selenium from sodium selenite, <sup>2</sup> Selenium from selenium yeast.

대조구, 무기태 및 유기태 selenium의 첨가가 각각 382~392, 380~391 및 381~391 μm으로 차이가 없었다.

Klecker et al.(1999)은 산란계 사료에 유기태 selenium으로 무기태 selenium을 대체하였을 때 난각 무게, 난각 강도 및 난각 두께가 개선된다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 유기태 selenium으로 무기태 selenium을 대체하지 않고 유기태와 무기태 selenium을 첨가한 시험으로서 이와 같은 결과의 차이는 selenium의 첨가 방법에 의한 차이라고 사료된다.

무기태 selenium과 유기태 selenium의 첨가가 계란 중의 selenium 함량에 미치는 영향은 Table 8과 같은데, 계란 중의 selenium 함량은 무기태와 유기태 selenium 첨가가 135~300 ppb로 대조구의 94 ppb에 비하여 높았으며( $P < 0.05$ ), 무기태와 유기태 selenium 0.06 ppm 첨가가 135~138 ppb로 무기태 selenium 0.12 ppm 첨가의 162에 비하여 낮았고( $P < 0.05$ ), 유기태 selenium 0.12 ppm 첨가가 185 ppb로 무기태 selenium 0.12 ppm 첨가의 162 ppb에 비하여 높았다( $P < 0.05$ ). 그리고 유기태 selenium 0.30 ppm 첨가가 300 ppb로 대조구, 무기태 및 유기태 selenium 0.06과 0.12 ppm 첨가의 94~185 ppb에 비하여 높게 나타났다( $P < 0.05$ ).

Patton et al.(2002)은 sodium selenite와 selenium yeast로 selenium을 0.1, 0.2, 0.3mg/kg 첨가하였을 때 selenium 첨가에 의하여 난황, 난백, 전란의 selenium의 함량이 증가하였으며 sodium selenite 첨가 수준별 selenium 함량의 증가보다 selenium yeast 첨가가 더 높다고 하였는데 이것은 본 연구의

**Table 8.** Effect of dietary Se sources (inorganic and organic) and levels on Se concentrations in egg of laying hens

Item	Se concentration(ppb)	
Control	93.5 <sup>c</sup>	
Inorganic Se <sup>1</sup>	0.06 ppm	138.0 <sup>d</sup>
	0.12 ppm	162.0 <sup>c</sup>
Organic Se <sup>2</sup>	0.06 ppm	135.0 <sup>d</sup>
	0.12 ppm	185.0 <sup>b</sup>
	0.30 ppm	300.0 <sup>a</sup>
SEM	15.8	

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

<sup>1</sup> Selenium from sodium selenite, <sup>2</sup> Selenium from selenium yeast.

결과와 비슷하며, Payne et al.(2005)은 옥수수-대두박 위주의 기초 사료에 sodium selenite와 selenium yeast로 selenium을 0, 0.15, 0.30, 0.60 및 3.00 ppm을 첨가한 시험에서 계란의 selenium 함량은 sodium selenite 첨가구보다 selenium yeast 첨가가 증가된다고 하였으며, Cantor et al.(2000)은 기초 사료에 sodium selenite 0.12 ppm과 selenium yeast 0.12 ppm을 첨가한 시험에서 계란의 selenium 함량과 계란 내 selenium 총량은 대조구보다 selenium 첨가가 높고 무기태 selenium 첨가구보다 유기태 selenium 첨가가 높다고 하였다. 본 연구의 결과와 같이 무기태 selenium보다 유기태 selenium이 계란 내 축적율이 높는데 이것은 유기태 selenium의 selenomethionine이 계란의 난황과 난백으로 많이 전이되기 때문으로 사료된다.

## 적 요

셀레늄의 첨가가 육계 및 산란계의 생산성과 축적에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2차례의 실험을 수행하였다.

실험 1은 무기태 selenium 0.12, 0.24 ppm과 유기태 selenium 0.12, 0.24 및 0.6 ppm의 첨가가 육계의 사료 섭취량, 증체량, 사료 요구율 및 닭고기 내 selenium 축적에 미치는 영향을 조사하였다.

시험 전 기간의 증체량은 무기태 0.24 ppm 첨가구보다 유기태 selenium 0.24와 0.60 ppm 첨가구에서 높았다( $P < 0.05$ ). 그러나 사료 섭취량과 사료 요구율은 대조구, 무기태 및 유기태 selenium의 첨가 수준에 의한 차이는 없었다. 가슴과 다

리근육의 selenium 함량은 대조구에 비하여 유기태와 무기태 selenium 첨가구가 높았으며( $P<0.05$ ), 유기태 selenium의 첨가 수준에 따른 차이는 있으나( $P<0.05$ ), 무기태 selenium의 첨가 수준에 따른 차이는 없었다.

실험 2에서는 산란계 사료에 무기태 selenium 0.06, 0.12 ppm과 유기태 selenium 0.06, 0.12 및 0.30 ppm의 첨가하여 급여시에 산란율, 사료 섭취량, 사료 요구율, 난질 및 계란 내 selenium 함량에 미치는 영향을 조사하였다.

사료 요구율은 무기태 0.06 ppm 첨가구가 대조구보다 유의적으로 개선되었으나( $P<0.05$ ), 산란율, 난중, 1일 산란량, 사료 섭취량은 대조구, 무기태 및 유기태 selenium의 첨가 수준에 따른 차이는 없었다. Haugh unit는 모든 처리구에서 차이가 없었으며, 난황색은 유기태 selenium 0.30 ppm 첨가구가 대조구를 포함한 다른 처리구에 비하여 높았다( $P<0.05$ ). 난각 강도는 유기태 selenium 0.06 ppm 첨가구가 높았다( $P<0.05$ ). 그러나 난각 두께는 대조구를 포함한 모든 처리구에서 차이는 없었다. 계란 중의 selenium 함량은 대조구에 비하여 selenium을 첨가한 모든 처리구에서 높았다( $P<0.05$ ). 이외에도 사료내 selenium 첨가 수준에 비례하여 계란에서 selenium 축적량도 증가하였으며( $P<0.05$ ), 특히 유기태 selenium 이 무기태 selenium보다 효과적이었다.

## 인용문헌

- Awasthi YC, Beutler E, Srivastava SK 1975 Purification and properties of human erythrocytes glutathione peroxidase. *J Biol Chem* 250:5144-5149.
- Brown KM, Arthur JR 2001 Selenium, selenoproteins, and human health: A review. *Public Health Nutrition* 4: 593-599.
- Cantor AH, Moorehead PD, Musser MA 1982 Comparative effects of sodium selenite and selenomethionine upon nutritional muscular dystrophy, selenium-dependent glutathione peroxidase, and tissue selenium concentrations of turkey poults. *Poult Sci* 61:478-484.
- 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, Straw ML, Ford MJ, Pescatore AJ, Dunlap MK 2000 Effect of feeding organic selenium in diets of laying hens on egg selenium content. Page 473 in *Egg Nutrition and Biotechnology*. JS Sim, S Nakai, and W Guenter, ed. CABI Publishing, New York, NY.
- 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.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1.
- Echevarria MG, Henry PR, Ammerman CB, Rao PV, Miles RD 1988a Estimation of the relative bioavailability of inorganic selenium sources for poultry. 1. Effect of time and high dietary selenium on tissue selenium uptake. *Poult Sci* 67(9): 1295-1301.
- Echevarria MG, Henry PR, Ammerman CB, Rao PV, Miles RD 1988b Estimation of the relative bioavailability of inorganic selenium sources for poultry. 2. Tissue uptake of selenium from high dietary selenium concentrations. *Poult Sci* 67(11): 1585-1592.
- Edens FW, Carter TA, Parkhurst CR, Sefton AE 2000 Effect of selenium source and litter type on broiler feathering. *J Appl Poultry Res* 9:407-413.
- Flohe L, Guenzler W, Schock HM 1973 Glutathione peroxidases: A Selenoenzymes. *FEBS Lett* 32:132-134.
- Klecker D, Zeman L, Bunesova A, Siske V 1999 Effect of organic selenium, zinc, and manganese on reproductive traits of laying hens and cockerels. Pages 183-185 in: *Eggs and Egg Products Quality*. Proceedings of 8th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. World's Poultry Sci Assoc, Bologna, Italy.
- 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.
- Navaro-alarcon N, Lopez-Martinez MC 2000 Essentiality of selenium in the human body: relationship with different disease. *Sci Total Environ* 249: 347-371.
- NRC 1994 Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Patton 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. Kentucky,

- Lexington.
- Patton ND, Cantor AH, Pescatore AJ, Ford MJ, Smith CA 2002 The effect of dietary selenium source and level on the uptake of selenium by developing chick embryos. *Poultry Science* 81:1548-1554.
- 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.
- Payne RL, Southern LL 2005a Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. *Poultry Science* 84(6): 898-902.
- Rotruck JT, Pope AL, Ganther HE, Swanson AB, Hafeman DG, Hoekstra WG 1973 Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science* 179(73):588-590.
- SAS/STAT 1998 SAS user's guide. Release 6.12 edition, SAS Institute Inc, Cary NC.
- Spears JW, Grimes J, Lloyd K, Ward TL 2003 Efficacy of a novel organic selenium compound (zinc-L-selenomethionine, availaSe) in broiler chicks. 1st Latin American Congress of Animal Nutrition, Cancun: 197-198.
- Thompson JN, Scott ML 1970 Impaired lipid and vitamin E absorption related to atrophy of the pancreas in selenium-deficient chicks. *J Nutr* 100:797-809.
- Upton Jr. JR 2003 The effects of selenium supplementation on performance and antioxidant enzyme activity in broiler chickens. A thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University.
- Utterback PL, Parsons CM, Yoon I, Butler J 2005 Effect of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content. *Poultry Science* 84(12):1900-1901.
- 박경수 2000 유도결합 플라즈마/질량분석법을 이용한 생체 시료 중 저마늄, 비소, Se의 분석에 관한 연구. 경희대학교 대학원 박사학위논문.
- 박경수 김선태 2001 ICP/MS를 이용한 계란 및 건조돼지고기 중 셀렌 분석을 위한 전처리 방법 연구. *분석과학*. 14(6):465-470.