

## 희토(稀土)의 급여가 종계의 산란율 및 부화율에 미치는 영향

함숙경 · 송태화 · 짱광천 · 허삼남 · 박홍석<sup>†</sup>

전북대학교 동물자원과학과, 희토생물응용연구소

### Effect of Feeding Rare Earth on Egg Production and Hatchability Broiler Growth

S. K. Ham, T. H. Song, G. Q. Zhang, S. N. Hur and H. S. Park<sup>†</sup>

Dept. of Animal Resources and Biotechnology, The Institute of Rare Earth for Biological Application, Chonbuk National University, Chonju, Korea  
561-756

**ABSTRACT** To investigate the effect of feeding rare earth (RE) on the performance of breeder hens a feeding trial with sixteen thousands of 158 day old Ross broiler breeder hens was conducted for thirty weeks. A mixture of RE- chlorides containing mainly La, Ce, and Pr was mixed into corn-soy based diet at two levels, 300 and 600 mg/kg, All the hens were housed in flat layer houses and the ratio of male to female was maintained at one to ten. Dietary supplementation of the of RE at a level of 300 mg/kg made the hens reach egg production peak higher by about 6% and earlier by about two weeks. As a result, it made higher hatchable egg production by 3.5%. It also reduced dramatically the mortality of both male and female breeders( $P<0.05$ ). Egg weight was slightly increased but egg quality was not much influenced by dietary supplementation of RE. Egg albumin hight and Haugh unit were significantly improved while egg shell thickness, egg breaking strength and yolk color were similar to those of the control. Experimental results appeared to show a good possibility that egg fertility and hatchability were improved by feeding RE. Dietary supplementation of RE at a level of 300 mg/kg should be acceptable but not the 600 mg/kg level for breeder hens. Further studies on the effect of RE on egg fertility and hatchability appears to be necessary.

(Key words: rare earth, breeder hen, hatchability, egg quality)

## 서 론

열다섯 개 Lanthanide 원소 그리고 이와 화학적 성질이 비슷한 이트륨(Y)과 스칸듐(Sc)을 포함한 총 17개 원소를 총칭하여 희토(稀土, Rare earth)라 한다. 이 희토류 원소들은 그들만의 독특한 화학적 성질을 지니고 있기 때문에 오늘날 첨단 산업의 신소재로 널리 쓰여지고 있으며, 이들 중 일부 원소들은 고유한 생물학적 기능을 나타내기 때문에 신약 개발을 위한 의약 분야의 응용 연구가 활발하게 진행되어오고 있다(Deveci 등, 2000; Evans, 1990; Himo와 Suzuki, 1996; Kim 등, 1984; Yang 등, 1987).

가금과 가축 사육에 희토를 응용하려는 노력도 진행되어 왔는데, 가금에 대하여는 20여 년 전에 처음으로 시도되었다(EDPST, 1987), 그 후 양계 생산성 향상을 위해 희토를 활용

하려는 많은 노력이 진행되어 왔는데, 산란계에 있어 산란율 증가(Lei 등, 2001; Zhang 등, 1989, 1992, 1993; Wang 등, 1991; Guo 등, 1993), 수정율 및 부화율 향상(Wang 등, 1991), 난질 개선(Xie 등, 1991; Wang 등, 1991), 폐사율 감소(Xie 등, 1991; Zang 등, 1989; Yu, 1992) 등 여러 연구 결과가 보고된 바 있다. 최근 Shang과 Liu(1997)는 처음으로 가금에 대한 일련의 연구 결과들을 요약 보고하였는데, 산란율 5~15%, 사료 요구율 2~22%, 부화율 5~15%, 육계에 있어 증체율 4~14%, 사료 요구율 3~6%, 그리고 내장 적출 계육 생산을 3~5% 개선될 수 있다고 하였다.

한편으로는 희토 원소들이 동물체내에서 작용하는 기전을 밝히려는 노력도 있었다. Yang 등(1992)은 혈청 glutathione peroxidase 수준이 증가하는 것으로 보아, 어떤 효소의 활력을 향상시키는 조효소로써 영양소와 같은 기능을 암시

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : bigtinpark@yahoo.co.kr

하였고, Nie(1994)는 쥐에게 회토를 혈청 주사하였을 때 성장 호르몬 수준을 높이고 갑상선 호르몬을 낮게 하며, 스트레스를 감소시켜 가축의 성장을 촉진하는 효과를 암시하기도 하였다. 돼지에 있어서도 회토를 사료에 첨가 급여했을 때 성장 촉진과 더불어 혈청내 성장 호르몬 수준이 높아진 결과가 최근 보고되기도 하였다(Wang과 Xu, 2003). 한편, Chen(1991)은 장내 해로운 박테리아의 성장과 증식을 억제함으로써 병원성 요인을 감소하여 어린 동물의 폐사를 감소시킬 수 있다고 하였다. 이에 대해 Liu 등(2004)은 최근 nano 기법을 이용하여  $Ln^{3+}$ 이 병원성 *E. coli*의 세포 보호막을 파괴하여 회토가 병원성 세균을 죽일 수 있다는 가능성을 보여주었다.

회토의 사료 첨가 효과는 사용하는 회토 원소의 종류, 화학적 형태, 첨가 수준 등에 따라 그 영향과 효과가 크게 달라지며, 가금이나 가축의 생산성이 그들이 지니고 있는 유전적 능력에 미치지 못할 때 효과는 크게 나타날 수 있다고 하였다(Shang과 Liu, 1997; He 등, 2003). 이제까지 보고된 회토의 가금에 대한 연구는 모두 중국에서 이루어진 것이며, 어느 정도 사양 관리가 미흡한 가운데 얻어진 결과라고 생각해 볼 때, 개량된 품종 그리고 보대 개선된 사료나 사육 조건에서도 같은 효과가 나타날 수 있는지는 알 수 없다. 본 연구는 종계에 대한 회토의 사료 첨가 효과와 적정 첨가 수준을 알아보기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

158일령 된 Ross 품종 육용 종계 총 16,231수(♀)를 회토를 급여하지 않는 대조구에는 7반복에 8,155수, 회토 300 mg/kg 사료 첨가구는 4반복에 4,583수, 그리고 회토 600 mg/kg 사료 첨가구에는 3반복에 3,493수를 배치하여, 산란을 개시하기 시작한 2002년 9월 7일부터 2003년 4월 8일까지 30주 동안 사양시험을 실시하였다. 수탉(♂) 종계는 암수 비율이 10:1이 되도록 배치하였으며, 이들은 모두 평사에서 사육하였다. 본 시험에서 대조구와 처리구들의 시험 동물 수와 반복 수가 서로 다른 것은 시험을 실시한 농장의 구조와 형편이 그럴 수밖에 없었기 때문이었다.

시험 사료는 옥수수-대두박 위주로 NRC 사양 표준(1994)의 영양소 요구량에 맞도록 배합하였으며(Table 1), 본 연구에 사용한 회토는 중국 내몽고에 소재한 “포두금회토유한회사”로부터 구입한 순도 99.9% 이상의 염화회토( $RECl_3$ ) 혼합물( $LaCl_3$  36.52%,  $CeCl_3$  28.14%,  $PrCl_3$  11.24%, 기타 회토 원소 24.11%)이었으며, 사료에 골고루 섞이도록 zeolite와 예비

혼합한 다음 기초 사료 사료에 kg당 300과 600 ppm이 되도록 첨가하였다. 사료 급여는 시험계군의 평균 체중에 준하여 Ross 종계 표준 사료 섭취량에 따라 제한 급여하였다.

산란율은 매일 오전과 오후 일정한 시간에 2회에 걸쳐 집란하여, 반복별로 매일 총 산란수를 현재 입추되어 있는 총

**Table 1.** Basal diet formula and composition for broiler breeders

Ingredients	24~26 weeks	27~53 weeks
	------(%)-----	
Corn	52.0	59.0
Soybean meal	14.5	19.5
Wheat bran	14.7	1.00
Wheat	5.0	5.50
獸脂粕	2.8	2.70
Limestone	5.71	8.00
TCP	1.28	1.50
Salt	0.17	0.15
Lysine	0.10	0.08
DL-methonine	0.20	0.22
Vitamin premix <sup>1</sup>	0.13	0.15
Mineral premix <sup>2</sup>	0.10	0.12
Chemical composition <sup>3</sup>		
ME(kcal/kg)	2,670	2,750
CP(%)	16.00	16.00
Methonine(%)	0.46	0.48
Lysine(%)	0.80	0.82
Ca(%)	2.70	3.60
P(%)	0.65	0.60

<sup>1</sup> Provided per kilogram of diet: vit. A, 5,500IU; vit. D<sub>3</sub>, 1,100 IU; vit E, 11IU; vit B<sub>12</sub> 0.0066 mg; riboflavin, 4.4 mg; niacin, 44 mg; pantothenic acid, 11 mg(Ca-pantothenate, 11.96 mg); choline, 190.96 mg(choline chloride 220 mg); menadione, 1.1 mg (menadione sodium bisulfite complex, 3.3 mg); folic acid, 0.55 mg; pyridoxine, 2.2 mg(pyridoxine hydrochloride, 2.67 mg); biotin, 0.11 mg; thiamin, 2.2 mg(thiamine mononitrate, 2.40 mg); ethoxyquin, 125 mg.

<sup>2</sup> Provided the mg per kilogram of diet; Mn, 120; Zn, 100; Fe, 60; Cu, 10; I, 0.46; Ca, min: 150 max: 180.

<sup>3</sup> Calculated value.

종계수로 나누어 산출하였다.

부화율 측정은 시험 시작 10주후부터 6차례에 걸쳐 처리별로 4,800개씩의 종란을 무작위로 선발하여 전북 소재 (주)동우 부화장'에서 실시하였다. 이 때 발생률, 무정율 또는 수정율 그리고 사롱 발생률 등을 산출하였다. 발생률은 부화기 입란대비 발생률과 수정란 대비 발생률 2가지를 산출하였으며, 입란 대비 발생률은 발생한 병아리 수를 입란한 종란수로 나눈 값이고, 수정란 대비 발생률은 발생한 병아리 수를 수정란수로 나누어 산출하였다. 무정율 또는 수정율은 무정란 또는 수정란수를 종란 입란수로, 그리고 사롱 발생률은 사롱난수를 입란 종란수로 나누어 산출하였다.

시험 개시 후 18주 제에는 처리별로 120개의 종란을 무작위로 선발하여 대전 소재 축산기술연구소에서 실시하였다. 파각 강도는 Eggshell destruction meter(FHK, Japan), 난각 두께는 Micrometer(FHK, Japan)를 이용하여 측정하였으며, eggshell height, Haugh unit, yolk color, Eggshell color는 QCM+(TSS, England)로 측정하였다. 종계의 폐사율은 암컷과 수컷을 별도로 전 시험 기간 동안 총 폐사수를 시험 초기 입추수로 나누어 산출하였다.

수집한 자료는 모두 SPSS Program(1999)의 analysis of variance(ANOVA)를 이용하여 분산분석 하였으며, 처리구간의 통계적인 차이는 Duncan's multiple range test를 이용하였다. 신뢰 수준은 95% 수준( $P<0.05$ )으로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 산란율

시험개시 24주령부터 시험 종료 53주령까지 30주 동안 시험 계군(Ross종)의 종란 생산 성적을 Fig. 1과 Table 2에 보여

주고 있다. Fig. 1에서 보여주는 본 시험 계군의 종란 생산 성적은 Ross 종계 산란표준에 비해 2주 정도 산란 개시가 늦은 것인데, 이는 육추시기에 일기불순에 따른 일시적 관리 소홀 때문이었다. 회토를 급여한 종계들은 회토 급여 후 피크 산란율의 약 50% 정도에 이르는 시험 시작 5주 때까지는 스트레스를 받는 듯, 대조구보다 산란율 증가가 대조구에 비해 낮았다. 그러나 그 이후부터는 산란율이 빠르게 증가하여 회토 300 mg/kg 급여의 경우, 대조구에 비해 산란 피크에 2주일 정도 일찍 도달하였고, 피크 산란율도 7~8% 정도 더 높았다, 그 후 시험을 종료할 때까지는 3~4% 정도 더 높은 산란율을 유지하였다. 한편, 회토 600 mg/kg 급여구는 산란 초기 산란율 증가가 대조구에 비해 낮은 것은 마찬가지였는데, 300 mg/kg 급여구보다는 정도가 약했으며, 산란 피크에 일찍 도달하는 듯 하였으나 피크 산란율은 대조구와 같았고 그 이후 산란율 곡선도 대조구와 유사하게 나타났다(Fig. 1).

본 시험기간 30주를 산란 개시 후 피크 산란율의 약 50% 수준에 이르는 기간, 그 이후 산란 피크에 이르는 기간, 피크 산란율이 지속된 유지 기간, 그 이후 산란율이 점진적으로

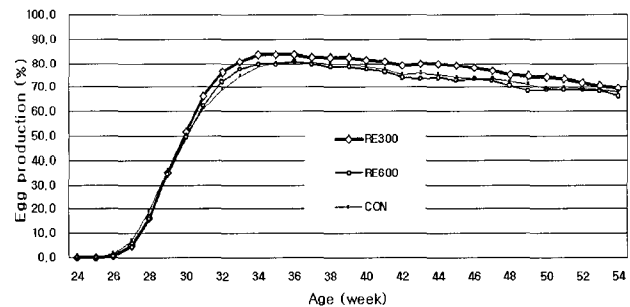


Fig. 1. Effect of dietary supplementation of RE on egg production by broiler breeder hens.

(CON, 0 mg/kg; RE300, 300 mg/kg; RE600, 600 mg/kg)

Table 2. Effect of dietary supplementation of RE on egg production by broiler breeder hens

RE(mg/kg)	Age of breeder hens (Week)					Total
	24~29	30~35	36~41	42~47	48~53	
	------(%)-----					
0	16.3±7.5	74.1±3.1	78.6±0.8 <sup>b</sup>	74.2±0.5 <sup>b</sup>	69.6±0.5 <sup>b</sup>	61.1±4.8 <sup>b</sup>
300	15.5±7.6	79.0±2.8	81.6±0.6 <sup>a</sup>	78.2±0.7 <sup>a</sup>	72.5±0.8 <sup>a</sup>	63.8±5.1 <sup>a</sup>
600	14.9±7.4	75.5±2.9	77.5±0.9 <sup>b</sup>	73.0±0.5 <sup>b</sup>	68.5±0.4 <sup>b</sup>	60.4±4.8 <sup>b</sup>

Values are means±standard error.

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

<sup>a,b</sup> Values with no common letters are significantly different between RE supplemental level( $P<0.05$ ).

감소하는 기간 등 6주씩 구분하여 각 기간별로 산출한 평균 산란율을 Table 3에 보여주고 있다. 24주령에서 29주령까지 300 mg/kg 또는 600 mg/kg의 희토 급여한 종계들의 산란율이 대조구보다 약간 낮았지만 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 이 산란 초기의 종란은 작고 부화에 부적합하여 이때의 산란율 저조는 별 의미가 없으며, 이 기간 동안의 가파른 산란율 증가는 산란 초기 부적합한 종란 생산 기간을 짧게 하고, 부화 적합한 종란 생산을 빠르게 하여 오히려 바람직하게 생각되었다. 산란이 피크에 이르는 30~35주령 때에는 희토를 급여한 종계들의 산란율이 대조구에 비해 모두 높았으나 통계적 유의성은 없었으며, 그 이후의 종란 생산 패턴은 희토 급여 수준에 따라 달라졌다. 희토를 300 mg/kg 수준에서 급여한 종계들은 종란 생산율이 36~41주령 동안 평균 3.0%, 42~47주령 동안은 4.0%, 그리고 48~53주령 동안에는 3.4% 높았으며, 결과적으로 전체 산란기간 동안에는 산란율이 평균 2.7% 높았다( $P<0.05$ ). 그러나 부화에 이용 가능한 종란의 산란율 즉, 36주령 이후의 산란율은 3.45%가 증가한 셈이다. 한편, 희토를 600 mg/kg 수준으로 급여한 종계들은 이런 효과를 나타내지 않아, 첨가는 적정 수준을 초과하지 않았나 생각된다.

질산 희토와 산화 희토를 0~400 mg/kg 사료에 첨가하여 147일에서 447일까지 300일 동안 급여했을 때 가장 높은 수준인 400 mg/kg 사료 첨가가 수당 평균 24개 난 생산을 더했다는 Zhang 등(1922)의 보고나, 19주에서 49주령까지 30주 동안 300 또는 500 mg/kg의 질산희토를 산란계에게 급여했을 때 후자의 산란율이 가장 좋았다(64.3 vs. 69.5 eggs/100 hen days)는 Wang 등(1991)의 보고와 비교하여 볼 때 본 연구에서의 적정 첨가 수준이 낮은 듯 하나, 이것은 희토 원소의 구성과 화학적 형태, 그리고 시헌 사료의 영양 수준이나 성상에 차이가 있을 수 있으므로 어떻게 단정할 수 없을 것으로 생각된다. 희토의 난생산 촉진 효과는 30에서부터 1,000

mg/kg에 이르기까지 보고된 바 있다(Zhang 등, 1989; Liu, 1993).

## 2. 종계 폐사율

30주에 이르는 전 시험기간 동안의 종계 폐사율을 Table 3에 제시하였다. 희토의 첨가 유무와 첨가 수준에 따라 폐사율에 큰 차이를 나타내고 있다. 희토 300 mg/kg을 급여한 종계의 폐사율은 대조구에 비해 수컷이 66.8% 그리고 암컷이 53.5%로 감소되었다( $P<0.05$ ). 그러나 희토 600 mg/kg을 급여한 종계의 폐사율은 암컷은 약간 낮았으나, 수컷은 대조구와 차이가 없었다. 희토의 급여는 산란계 폐사를 감소시킨다는(Xie 등, 1991; Yu, 1992) 보고가 있는 반면, 영향이 없었던 보고도 있다(Zhang, 1991).

## 3. 난질

Table 4는 난질에 대해 분석한 결과를 보여주고 있다. 희토를 급여한 종계에서 생산된 종란들은 모두 파각 강도, 난각 두께 그리고 난황색에 있어 대조구와 차이를 나타내지 않아 영향이 없었던 것으로 보인다. 그러나 희토 급여는 작

**Table 3.** Effect of dietary supplementation of RE on mortality of broiler breeders

Treatments(mg/kg)	♂ (%)	♀ (%)
0	25.39±2.04	5.38±0.24 <sup>a</sup>
300	16.96±3.63	2.88±0.04 <sup>b</sup>
600	26.47±4.78	4.90±0.45 <sup>a</sup>

Values are means±SE

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

<sup>a,b</sup> Values with no common letters are significantly different between RE supplemental level( $P<0.05$ ).

**Table 4.** Effect of dietary supplementation of rare earth on egg quality

Treatments (mg/kg)	Eggshell breaking strength(kg/cm)	Eggshell thickness( $\mu$ m)	Egg weight(g)	Yolk color	Albumin height(mm)	Haugh unit
0	4.47±0.06	377.88±2.77	64.42±0.39 <sup>b</sup>	8.69±0.09	7.42±0.12 <sup>b</sup>	83.96±0.75 <sup>b</sup>
300	4.30±0.06	372.17±3.35	65.77±0.41 <sup>a</sup>	8.85±0.07	7.80±0.13 <sup>a</sup>	86.31±0.74 <sup>a</sup>
600	4.43±0.07	381.17±3.13	65.88±0.41 <sup>a</sup>	8.75±0.08	7.90±0.15 <sup>a</sup>	86.58±0.85 <sup>a</sup>

Values are means±SE.

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

<sup>a,b</sup> Values with no common letters are significantly different between RE supplemental level( $P<0.05$ ).

은 차이나마 유의하게 난중, 난백고, Haugh unit를 높게 하였다( $P<0.05$ ), 회토의 급여 수준에 따른 차이는 없었다(Table 4). Zhang 등(1992)은 산란 증가와 더불어 난중의 증가(56.8 vs. 58.9 g/egg)를 보고한 바 있으나, Wang 등(1991)은 egg mass는 증가하였으나(40.6 vs. 44.1g) 난중의 차이는 통계적 유의성이 없었다고 하였다. Guo 등(1993)은 10 mg/kg RE-citrate를 급여했을 때 고도의 유의성( $P<1.05$ )이 있는 daily egg mass 증가(34.4 vs. 39.7g)를 보고하고 있다.

#### 4. 수정율, 부화율

주령을 달리하여 수집한 종란의 부화 성적을 Table 5에 보여주고 있다. 대체로 회토를 급여한 종계에서 생산된 종란의 부화 성적은 대조구에 비해 큰 변화가 없었다. 회토를 급여함에 따라 특히, 회토 300 mg/kg을 급여한 경우, 무정란과 감소하고 유정란이 많아지며, 부화율이 높아지는 현상이 이어졌고, 38주령 때에는 통계적 유의성이 있는 수준까지 개선되었다( $P<0.05$ ). 그러나 그 이후 50주령 때에는 이런 현상이 나타나지 않았고 결국, 3회에 걸쳐 실시한 부화 성적 평균은 대조구와 차이가 없었다. 이러한 결과는 기대에 미흡한 것이었으며, 긴 시험기간 동안의 종계 폐사율과 연계하여 생각할

필요가 있다고 생각되었다. 앞에서 언급한 것처럼 회토를 300 mg/kg 수준으로 급여한 종계의 폐사율, 그 중에서 수컷들의 폐사율은 35% 가까이 감소하였다. 따라서 대조구나 회토 600 mg/kg 급여구는 잦은 도태에 따른 젊고 활기찬 숫 종계의 교체가 지속적으로 이루어져 높은 수정율과 부화율이 유지된 반면, 회토 300 mg/kg을 급여한 종계들은 도태와 교체가 적어 그 능력이 노후화 되어 수정율이 감소되어야 했음에도 불구하고 대조구와 유사한 수준을 유지하게 되었던 것은, 회토의 힘이 작용했기 때문일 것으로 생각되었다. 실제로 Wang 등(1991)은 0, 300, 500 mg/kg의 질산 회토를 급여했을 때 부화율은 각각 73.3, 84.3, 그리고 81.3%로 유의하게 증가하였으며, 대조구와 500 mg/kg 수준 간에 유의( $P<0.01$ )한 수정율 차이를 보고한 바 있다.

## 적 요

회토(稀土) 또는 rare earth(RE)라고 하는 것은 15개 란탄족 원소와 이트륨(Y) 그리고 스칸듐(Sc)을 합친 17개 원소를 총칭하는 화학 용어이다. 일부 회토 원소들의 생화학적 작용

**Table 5.** Effect of dietary supplementation of RE on egg hatchability.

Treatments(mg/kg)	Unfertilized egg	Fertilized egg	Dead egg	Hatchability	Hatching/Placing	
	------(%)-----					
34 weeks	0	5.03±0.16	94.10±0.52	3.49±1.32	94.55±1.66	88.97±1.07
	300	4.54±0.03	93.64±0.02	4.44±1.10	93.13±1.20	87.21±1.15
	600	4.95±0.03	93.61±0.07	4.56±0.47	93.59±0.45	87.15±0.35
38 weeks	0	4.83±0.04 <sup>a</sup>	93.58±0.17 <sup>b</sup>	4.13±0.21	94.17±0.34	88.13±0.48 <sup>b</sup>
	300	3.42±0.23 <sup>b</sup>	95.11±0.22 <sup>a</sup>	3.54±0.23	94.68±0.12	90.05±0.09 <sup>a</sup>
	600	4.09±0.16 <sup>b</sup>	94.47±0.07 <sup>a</sup>	4.09±0.01	94.31±0.15	88.89±0.11 <sup>a</sup>
50 weeks	0	9.94±5.48	88.92±5.46	3.80±0.47	93.06±0.30	82.75±5.35
	300	9.60±8.40	86.90±8.17	3.48±0.65	93.53±0.04	81.28±7.68
	600	9.65±4.10	89.13±3.83	3.84±0.22	93.26±0.30	83.05±3.84
Total	0	5.95±1.63	91.73±1.56	3.86±0.33	93.85±0.45	86.10±1.67
	300	5.96±2.35	90.08±2.88	3.76±0.33	93.77±0.36	84.48±2.77
	600	5.57±1.44	92.01±1.28	4.22±0.17	93.40±0.22	85.94±1.32

Value are mean±standard error.

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

<sup>a,b</sup> Values with the different superscript with a column differ significantly( $P<0.05$ ).

과 생물학적 기능이 인정됨에 따라, 산란계와 종계에 대한 급여 효과와 급여 수준을 알아보기 위하여 평사에서 산란초기 육계 종계(Ross SP) 16,231수를 대상으로 염화 희토 혼합물(RECl<sub>3</sub>)을 가지고 30주 동안 사양 시험을 실시하였다.

본 시험에서 희토 사료 첨가는 300 mg/kg와 600 mg/kg, 두 수준이었었는데, 후자는 여러 가지 시험 결과로 미루어 적정 첨가 수준을 초과하는 양으로 생각되었으며, 희토 300 mg/kg의 사료 첨가는 종계의 생산 능력을 크게 개선할 수 있는 가능성을 보여주었다. 희토 급여 초기 약간의 스트레스가 있는 듯 하였으나, 피크 산란율에 도달하는 기간을 단축하고, 피크 산란율을 높게 그리고 길게 지속하는 효과가 있었으며, 산란 곡선의 탄력을 좋게 유지하였다. 희토 300 mg/kg의 사료 첨가는 부화에 이용할 수 있는 종란 생산을 3.5% 정도 증가시켰다. 또 하나 관찰된 괄목할 만한 결과는 희토가 종계의 폐사율을 크게 감소시켰다는 사실이다. 희토 사료 첨가는 숫 종계 폐사율을 33.2% 그리고 암 종계 폐사율을 46.5% 감소시켰다.

희토의 난질에 대한 괄목할 만한 효과는 관찰되지 않았다. 난각의 색이나 두께와 강도, 난황색 등은 대조구나 처리구 간에 차이가 없었고, 난중, 난백고, Haugh unit 등은 유의하게( $P < 0.05$ )는 개선되는 경향을 나타냈다.

희토 급여의 수정을 및 부화율에 대한 본 시험의 결과는 기대했던 바와 같은 개선은 없었다. 34주령, 38주령, 그리고 50주령 모두 3회에 걸쳐 부화 시험을 실시하였는데, 38주령 때에만 소폭 유의한 수정율과 부화율 증가가 나타났고( $P < 0.05$ ), 전체적으로는 대구나 희토를 급여한 것이나 차이가 없었다. 이 현상은 희토를 급여하지 않은 대조구의 계군에는 숫 종계 폐사율이 높아 대조구에는 혈기 왕성한 젊은 수탉이 지속적으로 편입된 반면, 희토를 급여한 계군에는 노계 수탉이 수용되어 번식능력이 낮았을 것으로 사료되므로 올바른 비교가 될 수 없을 것으로 생각되었다.

본 시험의 결과 종계 사료에 희토의 사료 첨가로 종계의 빠르고 높은 산란 피크 도달과 향상된 산란 지속성 유지, 그리고 현격한 종계 폐사율 감소 등 생산성을 개선하는 효과가 있음을 보여주었다. 그러나 희토가 수정율이나 부화율에 미치는 영향은 앞으로 좀더 연구가 필요하다.

## 인용문헌

Chen YT 1991 Effect of feeding rare earths on the performance of market pigeons. Poultry Husbandry and Disease Control

5:8-9, 40.

Deveci M, Eski M, Sengezer M, Kissa U 2000 Effects of Cerium nitrate bathing and prompt burn wound excision on IL-6 and TNF-alpha levels in burned rats. Burns 26:41-45.

EDPST 1987 Editorial Department of Poultry Science and Technology, Yangzhou, China.

Evans CH 1990 Biochemistry of the Lanthanides. Plenum Press, New York and London.

Guo YM, Yang N, Xu J, Sun Y, Wu GL 1993 Effect of feeding rare earths organic concentrate to layers. China Feed 4: 27-28.

He M, Wang YZ, Xu ZR, Chen ML, Rambeck WA 2003 Effect of dietary rare earth elements on growth performance and blood parameters of rats. J Anim Physiol & Anim Nutr 87:229-235.

Hirano S, Suzuki KT 1996 Environ. Health Perspect. 104(suppl 1), 85-95.

Kim HR, Rho HW, Park JW 1984 Antidiabetic effect of lanthanum Chloride. Bulletin of Medical School, Chonbuk National University. Vol. 8(2):331-337.

Lei Y, Zhang WB, Ma KM, Pan JS 2001 Studies on the layers performance by adding rare earth. China Poultry 8:46-47.

Liu SQ 1993 Effect of feeding rare earths on the performance of layers. Chinese Poultry 3:20.

Nie YX 1994 Studies on the biological effects of rare earths elements and compounds. National Rare Earths Symposium Papers, Beijing, China.

Shang L, Liu XY 1997 A new kind of feed additive - rare earths. Feedstuffs.

Liu P, Liu Y, Lu Z, Zu J, Zhu J, Dong J, Pang D, Shen P 2004 Study on biological effect of La<sup>3+</sup> on *Escherichia coli* by atomic force microscopy. J Inorganic Biochemistry 98:68-72.

SPSS 1999 SPSS 10.0 for Windows. SPSS<sup>®</sup> Inc.

Wang QY 1989 Effects of adding rare earths to broiler diets. Hennan Agricultural Science 1:28.

Wang MQ, Xu ZR 2003 Effect of supplemental Lanthanum on the growth performance of pigs. Asuab-Aust J Anim Sci 16(9):1360-1363.

Xie HG, Zhang GE JNGT 1991 A study of the effects of adding rare earths compounds to layer diets. Feed Industry 12:23-25.

- Yang BC, Kim KS, Park JW, Kim HR 1987 Effect of lanthanum chloride on the metabolism of cholesterol in rabbits. *Bulletin of Medical School, Chonbuk National University*. 11(3):169-174.
- Yang ZQ, Dong MX 1991 Using rare earths in medicine and animal husbandry. *Journal of Chinese Veterinary Medicine* 2:44-46.
- Yang ZQ, Dong MX, MAO SY, Zhang KR, Zhang PC 1992 A study of the effects of rare earths on activity of glutathione peroxidase (GSH0px) in broilers. *Gansu Animal Husbandry and Veterinary Medicine* 5:8-9.
- Yu DJ 1992. Applied studies on feeding of rare earths to layers. *National Rare Earths Symposium Papers*. Beijing, China.
- Zhang FS, CN DH, Liu ZJ 1993 Preliminary experiment report on feeding rare earths to layers. *Longjiang Animal Husbandry and Veterinary Medicine* 1:11-12.
- Zhang GL, TANG YQ, Liu SA, XIE HG and ZNG TJ 1989 Effects of feeding rare earths additives on the performance of layers. *Theses Collection for the 4th China Poultry Symposium*, Jinan, Shandong, China, PP. 59-61.
- Zhang JW, SN QY, Wang CQ 1992 Effects of adding rare earths to layer diets. *Gansu Animal Husbandry and Veterinary Medicine* 1:6-8.