

## 희토원소 세륨과 란타늄의 첨가가 육계 생산성, 영양소 소화율, 도체 성상과 육색에 미치는 영향

조종관<sup>1</sup> · 윤구<sup>1</sup> · 김영우<sup>1</sup> · 김진수<sup>1</sup> · 김광현<sup>1</sup> · 권일경<sup>2</sup> · 채병조<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 동물자원과학과, <sup>2</sup>강원대학교 동물식품응용과학과

### Effects of Dietary Supplementation of Cerium and Lanthanum on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Carcass Characteristics and Meat Colors in Broilers

Jong Kwan Jo<sup>1</sup>, Ku Yun<sup>1</sup>, Young Woo Kim<sup>1</sup>, Jin Soo Kim<sup>1</sup>, Kwang Hyun Kim<sup>1</sup>, Il Kyung Kwon<sup>2</sup> and Byung Jo Chae<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Resources Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>2</sup>Department of Animal Products & Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

**ABSTRACT** An experiment was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of cerium (Ce), a rare earth, individually and in combination with lanthanum (La), a rare earth, in the basal diet on growth performance, nutrient digestibility, bone composition, breast meat composition, carcass characteristics and meat color in broiler chicks. A total of 1,600 day-old broiler chicks were randomly allotted to four dietary treatments with four replicates in a completely randomized block design. Treatments were T1) CON (control diet), T2) 100 ppm Ce, T3) 100 ppm La, T4) 100 ppm Ce + 100 ppm La. There were no significant differences in feed intake among dietary treatments during the whole experimental period (0 to 5 weeks). Body weight gain for the first three weeks was greater in birds T4 than birds fed T3 diet. Feed conversion ratio (FCR) was better in birds fed T4 diet ( $p < 0.05$ ) than birds fed T3 diet during 0~3 weeks, and better FCR for 0~5 weeks was noticed in birds fed T4 diet than birds fed T1 diet. Nutrient digestibility was greatest in birds fed T3 diet ( $p < 0.05$ ) compared with other treatments. Bone composition, carcass characteristics and meat color were no statistically different among the treatments. These results suggest that Ce supplementation, alone and combination with La could improve performance of broilers.

(Key words : rare earth, growth performance, nutrient digestibility, meat quality, broilers)

## 서 론

가축에서 항생제의 오·남용으로 인한 세균들의 내성 획득 능력은 인간의 항생제 개발 능력보다 높은 경우도 있다. 또한 인류의 음식 문화 패턴에서 육류의 소비가 확대되어 이러한 내성균이 축산물을 통한 인체에 미치는 영향(Koch, 1981; Ogawara, 1981; Bark et al., 1996)이 우려됨에 따라 식용동물에 대한 성장 촉진과 질병 치료를 목적으로 하는 항균성물질의 사용을 억제 또는 금지하는 추세이다. 따라서 미래에는 친환경적이고 동식물에 해를 끼치지 않는 천연 항균제의 개발에 관한 연구가 더욱 활성화 될 것이다. 천연 항균제란 천연 자원이나 미생물 자원으로부터 선택성이나 생화학적, 생리학적 차이를 극대화하여 바이러스, 세균, 효모, 곰

팡이 등 유해한 미생물들을 제거 혹은 억제하며, 인체에는 무해하고 독성을 최소화한 항균제를 말한다. 그 중에서 희토(稀土, Rare Earth, RE)에 관한 연구가 많이 진행되었는데, 희토란 글자 그대로 지구상에 드물게 존재하는 희귀한 토양이란 의미로서 18세기에 명명 지어진 것으로 화학원소 주기율표 중의 란타넘계 15개 원소와 성질이 유사한 2개 원소 등 17개의 광물원소(La, Ce, Pr, Nd, Sm, Pm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Y)로 구성되어 있고, 인공 합성물인 "Pm"을 제외하고는 모두 자연계에 존재하는 원소들이다. 국제적으로는 RE(rare earth)로 표기하고 있으며, 특수한 물리적, 화학적 성질로 인하여 농업 분야뿐만 아니라 첨단 산업 분야에 이용되고 있고, 축산 분야, 수의 분야, 식용균과 양잠, 약용 식물과 토양 미생물 등 여러 분야에서 연구가 활발히 진행

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

되고 있다(김동수, 1996; 허삼남 등, 2003; 박홍석 등, 2004; 좌재호 등, 2004). 이러한 회토는 생물체내 효소의 활력을 개선시켜주는 조효소로서 영양소적 역할(Yang et al., 1992; He et al., 2003), 성장 호르몬의 분비 촉진과 갑상선 호르몬의 분비 억제로 스트레스를 감소시켜 성장 촉진을 유도하는 내분비적 기능(Nie, 1994; Wang and Xu, 2003), 면역력 향상 등 여러 생물학적 기능이 보고되었으며, 유해 세균의 성장 및 증식을 억제하는 효과가 있어 질병을 예방하여 폐사율을 낮추는 효과가 있다(Chen, 1991)고 보고되었다. 가금류에서 닭의 생산성 향상을 위해 회토를 적용하려는 연구가 진행되어 왔으며, 산란계에서는 산란율 증가(Zhang et al., 1989, 1992, 1993; Guo et al., 1993; Lei et al., 2001), 난질 개선 및 폐사율 감소(Zhang et al, 1989; Xie et al, 1991; Yu, 1992) 등 여러 연구 결과가 보고되었다. Shen et al.(1991)은 육계에서 회토의 급여가 증체량을 증가시켰다고 하였으며, Shang and Liu(1997)는 증체율 4~14%, 사료 요구율 3~6%, 그리고 내장 적출 계육 생산을 3~5% 개선될 수 있다고 하였다. 또한 육계 사료에 회토의 첨가로 도체 및 계육 품질이 개선되었으며, 복강 지방이 감소되었다고 하였으며(Wang, 1989), 육계 도체의 외모와 색깔, 근섬유 구조가 개선된다고 하였다(Zheng et al., 1990).

회토원소인 Ce과 La은 회토류 광물질 중 가장 많은 함량을 차지하고 있는 대표적인 원소이며, 산화회토 및 염화회토와 같은 회토 혼합물의 형태로 농업 및 축산 분야에 이용되어 왔다(박홍석 등, 2004). 따라서 본 연구에서는 육계 사료 내 회토원소인 Ce과 La의 첨가가 육계의 생산성에 미치는 효과를 구명하고 영양소 소화율, 도체 성장과 계육 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 동물 및 시험 설계

본 시험에서는 개시 체중이 45 g인 허버드(Hubbard)종 육계 초생추의 암컷 1,600수를 공시하여 4처리 4반복, 반복당 100수씩 완전 임의 배치하였다. 4개 처리구는 항생제를 첨가하지 않은 무첨가 대조구(T1), Ce 100 ppm 첨가구(T2), La 100 ppm 첨가구(T3)와 Ce 100 ppm과 La 100 ppm 혼합 첨가구(T4)로 나누어 5주 동안 사양 시험을 진행하였다.

### 2. 시험 사료 및 사양 관리

#### (1) 시험 사료

본 시험에서는 옥수수-대두박 위주의 기초 사료를 사용하

였으며, 영양소 수준을 전기(0~3주)와 후기(4~5주)로 구분하여 배합하였다. 배합비와 성분은 Table 1에서 보는 바와 같이 NRC(1994) 권장량에 준하여 배합하였으며, 조단백질 함량은 전, 후기 각각 22%와 20%이었고, 에너지 수준(ME)은 3,200 kcal/kg으로 동일한 값을 두었다. Ce은 물에 1:3으로 용해하여 사료 배합시 분무하여 첨가하였고, La은 사료 배합시 분말 형태의 시료를 직접 첨가하여 배합하였다.

**Table 1.** Formula and chemical compositions of the basal diets for broilers

Item	Starter (0~3 wk)	Finisher (4~5 wk)
Ingredients (%)		
Corn	53.50	62.62
Soybean meal (44%)	29.08	21.50
Corn gluten meal	7.76	8.70
Dicalcium phosphate	1.70	1.50
Calcium carbonate	1.40	1.30
Choline chloride (50%)	0.20	0.20
DL-Methionine (50%)	0.21	-
L-Lysine (78%)	0.13	0.22
Salt	0.30	0.30
Trace mineral premix <sup>1</sup>	0.14	0.14
Vitamin premix <sup>2</sup>	0.10	0.10
Tallow	5.48	3.42
Total	100.00	100.00
Chemical composition		
ME (kcal/kg)	3,200	3,200
CP (%)	22.00	20.00
Ca (%)	1.00	0.90
Available P (%)	0.45	0.40
Lysine (%)	1.10	1.00
Methionine (%)	0.50	0.38
Arginine (%)	1.26	1.07

<sup>1</sup>Supplied per kg diet: 56 mg Fe, 56 mg Cu, 70 mg Zn, 84 mg Mn, 1.4 mg I, 0.07 mg Co, 0.2 mg Se.

<sup>2</sup>Vitamin premix per kg diet: A 9,000 IU, E 30 IU, D<sub>3</sub> 1,800 IU, K<sub>3</sub> 1 mg, B<sub>1</sub> 1 mg, B<sub>2</sub> 10 mg, B<sub>6</sub> 4 mg, B<sub>12</sub> 0.02 mg, 30 mg niacin, 12 mg pantothenic acid, 0.5 mg folic acid, 0.2 mg biotin.

### (2) 입추 전 준비

pen 및 대사 cage는 화염 소독을 실시하였으며, 계사는 입추 3일전 포르말린(formalin)을 사용하여 훈증 소독하였다. 환기와 온도 제어를 위해 창문 및 출입구에 단열재로 보완하고, 적절한 냉·난방 시설과 환기 시설을 설치하였다.

### (3) 입추 후 관리

온도 관리는 입추시 약 34 °C에서 매주 3 °C씩 감온하여 시험종료시에는 22 °C를 유지하였으며, 습도는 70%로 내외로 맞춰주었다. 본 시험은 일반적인 상업 조건의 계사에서 진행되었으며, pen의 크기는 2.5×3 m이고, 가운데 사료 통과 물통을 배치하여 자유 채식시켰으며, 바닥 재료로는 완겨를 이용하여 5 cm 두께로 깔아주었다. 일체 사양 관리는 일반 상업적인 관행에 준하여 진행하였다.

## 3. 조사 항목 및 수행 방법

### (1) 생산성 조사

체중은 입추시와 단계별로 측정하였는데, 반복별 전체중량을 칭량하여 개체수로 나누어 평균 체중을 측정하였다. 사료 섭취량은 단계별로 누적 사료 섭취량으로 조사하였고, 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 각 단계별로 사료 요구율을 계산하였다.

### (2) 영양소 소화율

영양소 소화율을 측정하기 위하여 대사 케이지에 각 반복별로 4수씩 선발하여 총 64수를 공시하였고, 후기(4~5주) 사료 내 소화율 지시제로 산화크롬(Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.25%)을 시험 사료에 첨가하여 급여하였으며, 변화된 환경과 시험 사료에 대한 4일간의 적응 기간과 3일간의 채취 기간을 두었다. 대사 케이지 밑에 비닐을 깔고루 편 후 전분 채취법으로 실시하였으며, 대사 시험 기간 동안 분뇨 중에 사료, 깃털 또는 비닐 등의 이물질의 혼합을 최소화 시켰다. 채취한 분은 60 °C의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 1 mm 망사 Wiley mill로 분쇄한 후 분석 시료로 사용하였다. 시험 사료와 분의 일반 성분은 AOAC 방법(1990)에 준하여 분석하였으며, Ca은 원자 흡광도계(atomic absorption spectrophotometry)로 P는 molybdovanadate로 발색 후 비색계(spectrophotometry)를 이용하여 분석하였다. 영양소 소화율은 다음의 계산식에 의하여 구하였다.

영양소 소화율(%) =

$$\frac{\{1 - (\text{사료중의 Cr 함량}\% \times \text{분중의 영양소 함량}\%) / (\text{분중의 Cr 함량}\% \times \text{사료중의 영양소 함량}\%)\} \times 100}{}$$

### (3) 골격 성분

골격의 일반 성분 분석은 시험 종료시 각 처리구내 반복별 4수씩 체중이 평균치에 가까운 개체를 선발하여 좌측다리의 근육과 지방을 제거하고, 경골(tibia)만 적출하여 뼈의 손상이 가장 적은 -20 °C에서 냉동보관하였으며(Seldin, 1965), 조회분, 칼슘, 인의 함량을 분석하였다. 골격 성분 분석은 AOAC 방법(1990)에 준하여 분석하였다.

### (4) 도체 성상 조사와 육색 측정

도체 성상 조사는 시험 종료시 반복별 4수씩 도살하여 체중에 대한 ready to cook, 간장, 심장, 복강내 지방, 가슴살의 비율을 측정하였다. 도살 직전에 각각 생체중을 측정 후 탈모하고 제 1 경추골 상단과 두개골 사이를 절단하여 머리를 제거하고 경골과 중추골 사이의 관절 부위를 절단하여 다리를 제거하였으며, 내장을 모두 적출한 후 나머지를 도체중으로 정량하여 생체중에 대한 백분율로 표시하였다. 복강 지방 축적율은 근위 부위와 총 배설장 주변, 복강 내부의 지방을 분리한 후 정량하여 생체중 및 도체중에 대한 백분율로 산출하였다. 육색은 도체 직후 닭고기의 피부를 제거한 가슴부위에 대해 Chromameter(Minolta CM-508i, Japan)를 이용하여 Hunter system의 L\*(lightness, 명도), a\*(redness, 적색도), b\*(yellowness, 황색도) 값을 측정하였으며, 이 때 표준판은 Y=92.40, x=0.3136, y=0.3196의 백색 타일을 사용하였다.

## 4. 화학 분석 및 통계 처리

사료 일반 성분과 골격 성분은 AOAC(1990) 방법에 의해 분석을 실시하였으며, 사료 내 총 에너지는 Automatic bomb calorimeter(Model 1241, Parr Instrument Co. Molin, IL)로 분석하였다. 본 시험에서 얻어진 시험 결과들은 SAS Package(1990)의 GLM(general linear model) 절차를 활용하여 정리, 분석하였으며, Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)에 의하여 5% 유의수준에서 처리구간에 통계적인 차이를 구명하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 사양 실험

Ce과 La를 단독 또는 혼합하여 사료에 첨가하였을 때 육계의 생산성에 미치는 영향은 Table 2와 같다. 육계 전기인 0~3주간 증체량은 T4에서 가장 높았으며 ( $p < 0.05$ ), T2와 T3도 대조구에 비해 높은 경향을 보였지만 통계적 차이는 없었다( $p > 0.05$ ). 사료 섭취량도 처리구간 유의적인 차이는 나

**Table 2.** The effect of supplemental Ce and La on growth performance in broilers

Item	T1	Treatments*			SEM <sup>1</sup>
		T2	T3	T4	
<b>Body weight (g)</b>					
Initial	45	45	45	45	0
Final	1,737	1,751	1,789	1,797	11.961
<b>Weight gain (g)</b>					
0~3 weeks	745 <sup>b</sup>	752 <sup>ab</sup>	760 <sup>ab</sup>	764 <sup>a</sup>	3.262
4~5 weeks	947	954	984	988	10.132
0~5 weeks	1,692	1,706	1,744	1,752	11.965
<b>Feed intake (g)</b>					
0~3 weeks	1,094	1,107	1,129	1,090	7.76
4~5 weeks	1,861	1,835	1,874	1,871	12.624
0~5 weeks	2,955	2,942	3,003	2,961	16.856
<b>Feed:gain</b>					
0~3 weeks	1.46 <sup>ab</sup>	1.47 <sup>ab</sup>	1.48 <sup>a</sup>	1.42 <sup>b</sup>	0.001
4~5 weeks	1.97	1.92	1.90	1.89	0.013
0~5 weeks	1.75 <sup>a</sup>	1.72 <sup>ab</sup>	1.72 <sup>ab</sup>	1.69 <sup>b</sup>	0.008

\*T1: Control, T2: cerium, T3: lanthanum, T4: cerium + lanthanum.

<sup>1</sup>Standard error of means.

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

타나지 않았으나( $p > 0.05$ ) 사료 요구율에서 T4가 T3에 비해 유의적으로 개선되었다( $p < 0.05$ ). 사육 후기 4~5주령에 증체량은 T4에서 제일 높게 나타났지만 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 사료 섭취량도 증체량과 동일한 경향을 보였다( $p > 0.05$ ), 사료 요구율은 T4에서 가장 낮은 경향을 보였지만 역시 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 사양 시험 전 기간인 0~5주령에 증체량은 T4에서 가장 높은 수치를 보였지만 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으며( $p > 0.05$ ), 사료 섭취량도 처리구간에 통계적 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 사료 요구율은 T4에서 대조구보다 현저하게 개선되는 효과가 나타났다( $p < 0.05$ ). 본 시험의 결과 Ce과 La의 단독 첨가보다는 혼합 첨가시 증체량의 개선 효과를 나타냈고, 이는 희토가 증체량을 향상시키는 효과가 있다(Shen et al., 1991; Shang and Liu, 1997)는 보고와 유사하였다. 이러한 원인은 희토가 성장 호르몬의 분비를 촉진하고 갑상선 호르몬 분비를 억제하여 스트레스를 감소시켜 증체

율의 향상 효과를 나타낸다(Nie, 1994; Wang and Xu, 2003)는 결론으로 해석된다. 사료 요구율은 T4에서 개선되었으며 이 결과는 육계에서 희토의 급여가 사료 요구율을 개선시킨다(Guo et al., 1991)는 보고와 일치하였다. 그러므로 사료내 Ce과 La의 혼합 첨가는 육계의 증체량 개선 효과뿐만 아니라 사료 섭취량에서도 처리구간에 차이가 없이 성장을 촉진함으로써 사료 요구율을 개선하는 효과가 있는 것으로 판단된다.

## 2. 영양소 소화율

Ce과 La의 단독 또는 혼합 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 사양 시험을 진행하였을 때의 후기 영양소 소화율은 Table 3에 나타내었다. 건물 소화율은 T3에서 유의적으로 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ), T2와 T4 모두가 T1에 비하여 유의적으로 개선되었다( $p < 0.05$ ). 조단백질 소화율은 T2와 T3에서 T1과 T4에 비하여 유의적으로 개선되었으며( $p < 0.05$ ), 조지방의 소화율은 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 조회분 소화율은 T3에서 기타 처리구에 비하여 유의적으로 개선되었다( $p < 0.05$ ). 에너지 소화율은 T3에서 유의적으로 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ), T2와 T4도 T1에 비하여 유의적으로 개선되었다( $p < 0.05$ ). 칼슘의 소화율은 T3가 T4보다 유의적으로 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ), 기타 처리구에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 인의 소화율도 T3가 기타 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ), T4도 T1과 T2보다 높게 나타났지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 이는 희

**Table 3.** The effect of supplemental Ce and La on nutrient digestibility (%) in broilers

Item	T1	Treatments*			SEM <sup>1</sup>
		T2	T3	T4	
Dry matter	74.94 <sup>c</sup>	77.76 <sup>b</sup>	80.42 <sup>a</sup>	78.20 <sup>b</sup>	0.642
Crude protein	62.48 <sup>c</sup>	69.19 <sup>b</sup>	73.78 <sup>a</sup>	63.81 <sup>c</sup>	1.431
Ether extract	80.38	82.23	80.90	81.09	0.415
Crude ash	37.26 <sup>b</sup>	41.90 <sup>b</sup>	50.94 <sup>a</sup>	38.06 <sup>b</sup>	1.782
Gross energy	80.25 <sup>d</sup>	82.09 <sup>c</sup>	85.13 <sup>a</sup>	83.53 <sup>b</sup>	0.695
Calcium	36.09 <sup>b</sup>	40.49 <sup>ab</sup>	44.18 <sup>a</sup>	40.92 <sup>ab</sup>	1.374
Phosphorus	35.60 <sup>b</sup>	35.43 <sup>b</sup>	47.64 <sup>a</sup>	40.97 <sup>ab</sup>	2.171

\*T1: Control, T2: cerium, T3: lanthanum, T4: cerium + lanthanum.

<sup>1</sup>Standard error of means.

<sup>a-d</sup> Means with different superscripts significantly differ ( $p < 0.05$ ).

희토가 인과 결합하여 인의 흡수율과 영양소 이용율을 개선시킨다는 보고(Redling, 2006)와 유사한 결과를 나타내었다. 본 실험에서는 사육 후기 영양소 소화율을 측정하였으며, T2와 T3가 T4에 비해 높게 나타난 것에 대해서는 사육 전기의 영양소 소화율을 측정하지 못한 것과 사육 전기간의 증체량에 있어 T4가 다른 처리구에 비해 개선 효과는 나타났지만 통계적인 유의성은 인정되지 않은 것에 기인되었다고 판단된다.

이 실험의 결과로, 육계 사료에 La과 Ce의 첨가는 영양소 소화율을 개선시켰으며, La을 단독 첨가시 그 효과가 뚜렷하게 나타났다. 이러한 결과들은 희토가 체내 효소의 활성을 개선시켜주는 조효소로서의 영양소적 역할을 하며(Yang et al., 1992; He et al., 2003), 장내 박테리아를 활성화 시키거나 호르몬의 활동을 촉진하여(Xie et al., 1991) 동물의 소화율과 영양소 이용 효율을 높여준다는 보고(Li et al., 1992; Cheng et al., 1994; Lu and Yang, 1996)와 유사한 결과를 나타내었다고 해석할 수 있다.

3. 골격 성분

Table 4는 뼈의 화학적 성분을 나타내었다. 수분과 조회분의 함량에서는 T2가 가장 높게 나타났으나, 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 칼슘의 함량은 T3에서 가장 높게 나타났으며, 인의 함량은 T2에서 가장 높게 나타났으나 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 전체적으로 볼 때 칼슘 함량에서 Ce과 La을 단독 또는 혼합 첨가한 처리구가 대조구에 비해 다소 증가하는 경향을 보였지만 처리구간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으며( $p>0.05$ ), 수분, 조회분, 칼슘, 인의 성분에는 영향을 주지 않는 것으로 판단된다.

**Table 4.** The effect of supplemental Ce and La on bone composition (%) of broilers

Item	T1	Treatments*			SEM <sup>1</sup>
		T2	T3	T4	
Moisture	20.77	21.15	20.88	20.16	0.632
Crude ash	59.18	60.11	58.51	59.33	0.364
Calcium	22.88	23.50	24.51	23.25	0.232
Phosphorus	9.17	9.35	9.27	9.00	0.105

\*T1: Control, T2: cerium, T3: lanthanum, T4: cerium + lanthanum.

<sup>1</sup>Standard error of means.

4. 도체 성상 조사와 육색 측정

도체 성상은 도체중을 측량하여 생체중에 대한 백분율로 산출하였으며, 그 결과는 Table 5와 같다. RTC(ready to cook), 가슴살, 심장과 간의 비율에서 Ce과 La을 첨가한 처리구가 대조구에 비해 높은 경향을 나타내었으나 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 반면에 복강 지방 비율은 T2, T3, T4가 대조구에 비해 낮게 나타났으나, 역시 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 복강 지방의 축적율에 영향을 미치는 요인으로는 유전적 요인(Washburn and Freeman, 1986), 일령(Washburn et al., 1975), 사양 환경(Oison et al., 1972; Kubena et al., 1974) 및 급수기의 형태(Mcmasters et al., 1971)등의 여러 가지가 있으므로 본 연구에서 복강 지방의 비율이 대조구보다 처리구에서 낮게 나타났으나, 유의적인 차이를 보이지 않은 것에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다. 이러한 결과는 육계 사료에 희토의 첨가로 도체 및 계육 품질의 개선 효과를 보았으며, 복강 지방이 감소되었다는 보고(Wang, 1989; Yang et al., 1990; 함숙경, 2003)와는 일치하지 않았다. 이는 Ce과 La의 단독 또는 혼합 첨가가 증체량의 개선 효과는 보았지만 높은 수준의 증체량의 변화는 없었기 때문이라고 판단되며, 본 연구에서는 Ce과 La이 육계체내의 지방 대사에는 참여하지 않는 것으로 판단된다. 또한 증체량의 개선 효과가 있는데도 불구하고 도체 성상에는 영향이 없다는 것은 Ce과 La의 단독 또는 혼합 첨가가 특정 부위에는 영향을 미치지 않으며, Xie et al.(1991), Yang et al. (1992), He et al.(2003)의 보고에 따라 성장 인자나 효소, 호르몬의 작용에서 효과를 나타내는 것으로 판단된다.

Ce과 La을 단독 또는 혼합 첨가하여 급여한 각 시험구의 육색 측정 결과는 Table 6과 같다. 가슴살의 명도(L\*; light-

**Table 5.** The effect of supplemental Ce and La on relative carcass characteristics (%) of broilers

Item	T1	Treatments*			SEM <sup>1</sup>
		T2	T3	T4	
Ready to cook	58.78	62.53	59.98	60.42	1.174
Breast meat	14.82	14.27	14.93	14.84	0.275
Heart	0.55	0.74	0.77	0.63	0.043
Liver	2.98	3.76	3.17	3.74	0.144
Abdominal fat	2.12	1.81	1.97	2.06	0.106

\*T1: Control, T2: cerium, T3: lanthanum, T4: cerium + lanthanum.

<sup>1</sup>Standard error of means.

**Table 6.** The effect of supplemental Ce and La on breast meat color of broilers

Item	T1	Treatments*			SEM <sup>1</sup>
		T2	T3	T4	
L* (lightness)	46.86	47.77	48.37	49.24	0.749
a* (redness)	5.09	6.09	4.78	5.25	0.563
b* (yellowness)	10.75	9.96	11.15	7.80	0.565

\*T1: Control, T2: cerium, T3: lanthanum, T4: cerium + lanthanum.

<sup>1</sup>Standard error of means.

ness)와 적색도(a\*; redness), 황색도(b\*; yellowness)의 측정에서 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았으나( $p>0.05$ ), 명도에서 Ce과 La의 단독 또는 혼합 첨가구가 대조구에 비하여 높게 나타나는 경향을 보였다. 육계 가슴 육색은 계류 시간과 계류 온도, 유전형 및 생체중, 운송 거리, 연령 등에 의해 영향을 받는다는 보고가 있다(Aksit et al., 2006). 또한 육색소인 myoglobin이 산소와의 반응으로 나타나며, 육색의 변화는 육색소내의 산소 유무 및 양, 육조직내의 효소 활동, 저장온도, 미생물의 오염도, pH 등에 따라 다르다는 보고(Lawrie, 1985)가 있다. 이러한 요인들을 고려해 볼 때 Ce과 La의 단독 또는 혼합 첨가가 육색에 미치는 영향에 대해서는 더 깊은 연구가 필요하다고 판단된다.

## 적 요

본 연구는 희토 성분인 Ce(cerium)과 La(lanthanum)의 단독 또는 혼합 급여가 실용 육계의 생산성, 영양소 소화율, 골격성분, 그리고 도체 성장과 육색에 미치는 영향을 조사하기 위하여 1일령 Hubbard종 암평아리(체중 45 g) 1,600수를 공시하여 4처리 4반복으로 반복당 100수씩 완전 임의 배치하였다. 4개 처리구는 T1, 무첨가 대조구; T2, Ce 100 ppm 첨가구; T3, La 100 ppm 첨가구; T4, Ce 100 ppm과 La 100 ppm 혼합 첨가구로 하였으며, 전기(0~3주)와 후기(4~5주)로 나누어 5주간의 사양 시험을 실시하였다. 전기의 증체량은 T4에서 다른 처리구에 비하여 다소 높았으며, 대조구에 비해서는 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 전체 기간에서도 T4의 증체량이 가장 높았지만 통계적 유의성은 인정되지 않았다( $p>0.05$ ). 사료 섭취량은 각 단계 및 전체기간에서 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 사료 요구율은 전기에서

T4가 T3에 비하여 개선되었으며( $p<0.05$ ), 후기에는 각 처리구간에 차이가 없었지만( $p>0.05$ ) 전체기간으로 볼 때 T4가 대조구에 비하여 유의적으로 개선되었다( $p<0.05$ ). 소화율에서 건물 소화율은 T3에서 가장 높았으며( $p<0.05$ ) T2와 T4도 대조구에 비하여 개선되었다( $p<0.05$ ). 조단백질 소화율은 T3가 가장 높았으며( $p<0.05$ ), T2에서도 대조구에 비해 개선되었다( $p<0.05$ ). 조회분, 에너지, 칼슘과 인의 소화율도 T3에서 가장 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 뼈의 성분 분석에서 칼슘의 함량은 Ce과 La을 급여한 처리구가 대조구에 비해 높게 나타났지만 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았으며( $p>0.05$ ), 도체 성장 조사와 육색의 측정에서도 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 본 연구의 결과, 육계 사료내 La의 첨가는 영양소 소화율을 뚜렷하게 개선하였다. 또한 육계 사료내 Ce과 La의 첨가는 육계의 소화율을 개선시켰으며, 육성 초기의 증체량과 사료 요구율 개선에 효과가 있는 것으로 판단된다.

## 인용문헌

- Aksit M, Yalçın S, Özkan S, Metin K, Özdemir D 2006 Effects of temperature during rearing and crating on stress parameters and meat quality of broilers. *Poultry Sci* 85:1867-1874.
- Association of Official Analytical Chemists 1990 Official Method of Analysis. 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC USA.
- Bark YG, Lee DG, Kim YH, Kang SC 1996 Antibiotic properties of an entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, on *Fusarium oxysporum* and *Botrytis cinerea*. *Korea J Plant Pathol* 12:245-250.
- Chen YT 1991 Effect of feeding rare earths on the performance of market pigeons. *Poultry Husbandry and Disease Control* 5(8-9):40.
- Cheng Q, Gao J, Jing B, Yuan D, Pong X 1994 The apparent digestibility of rare earth elements and their effect on crude protein and fat digestibility in pigs. *Jiangsu Agriculture Science (Chinese)* 1:59-61.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11:1-42.
- Guo WH, Zhou JH, Yang CL, Zhou L 1991 Effect of feeding rare earth on the body weight gain of broilers. *Nei Monggol Animal Husbandry Science* 2:9-11.

- 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 ML, 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.
- Koch AL 1981 Evolution of antibiotic resistance gene function. *Microbiol Rev* 45:355-378.
- Kubena LF, Deaton JW, Chen TC, Reece FN 1974 Factors influencing the quantity of abdominal fat in broilers. I. Rearing temperature, sex, age or weight, dietary choline chloride and inositol supplementation. *Poultry Sci* 53:211-214.
- Lawrie R 1985 Development in Meat Science: Packaging Fresh Meat (A. A. Taylor (Eds)) Elsevier Applied Science Publishers, pp 89.
- Lei Y, Zhang WB, Ma KM, Pan JS 2001 Studies on the layers performance by adding rare earth. *China Poultry* 8:46-47.
- Li D, She W, Gong L, Yang W, Yang S 1992 Effects of rare earth elements on the growth and nitrogen balance of growing pigs. *Feed BoLan (Chinese)*. 4:3-4.
- Lu KW, Yang WZ 1996 Effects of rare earth elements on availability of energy and amino acids in broiler. *Acta Agric Shanghai (Chinese)* 12:78-82.
- McMasters JD, Harris Jr GC, Goodwin TL 1971 Effects of nipple and trough watering systems on broiler performance. *Poultry Sci* 50:432-435.
- Nie YX 1994 Studies on the biological effects of rare earth elements compounds. National Rare Earths Symposium Papers, Beijing China.
- NRC 1994 Nutrient Requirement of Poultry. National Academy Press. Washington DC USA.
- Ogawara H 1981 Antibiotic resistance in pathogenic and producing bacteria, with special reference to alactam antibiotics. *Microbiol Rev* 45:591-619.
- Oison DW, Sunde EL, Bird 1972 The effect of temperature on metabolization by the growing chick. *Poultry Sci* 51:1915-1922.
- Redling K 2006 Rare earth elements in agriculture with emphasis on animal husbandry. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- SAS Institute 1990 SAS/STAT Guide Version 6.03 SAS Institute Inc Cary NC.
- Seldin ED 1965 Archeologic model for cortical bone. *Acta Orthop Scand* 36(Suppl. 83):1-77.
- Shang L, Liu XY 1997 Rare earths as a feed additive for poultry. *World's Poultry Sci* 53:369-379.
- Shen QY, Zhang JW and Wang CQ 1991 Effects of rare earths additives in diets of domestic animals including poultry. *Feed Industry* 12:20-22.
- Wang QY 1989 Study of effect of rare earth added in the diet broiler chickens. *Human Agriculture Science* 1:28.
- Wang MQ, Xu ZR 2003 Effects of supplemental lanthanum on the growth performance of pigs. *Asian-Aust J Anim Sci* 16(9):1360-1363.
- Washburn KW, Guill RA, Edwards Jr HM 1975 Influence of genetic differences in feed efficiency on carcass composition of young chickens. *J Nutr* 105:1311-1317.
- Washburn KW, Freeman RM JR 1986 Variation in feed conversion ratio, fatness and growth hormone in broiler lines. *Poultry Sci* 65:198 (Abstr.).
- Xie K, Xing Y, Zhang J, Zhong H, He N, Deng S 1991 Effects of rare earth elements of growth of broilers. *Res Agric Mod (Chinese)* 12:50-54.
- Yang ZQ, Dong MX, Mao SY, Sun HW 1990 Effects of feeding rare earth on the performance of broilers. *Feed Industry* 12:23-25.
- Yang ZQ, Dong MX, Mao SY, Zhang KR, Zhang PC 1992 A study of effects of rare earth 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 GL, Tang YQ, Liu SA, Xie HG, Zang 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.
- Zhang FS, CN DH, Liu ZJ 1993 Preliminary experiment report on feeding rare earth to layers. *Longjiang Animal Husbandry and Veterinary Medicine* 1:11-12.
- Zheng YG, Se MD, Yuan QL 1990 Effects of rare earths elements on the main nutrient components and residual radio

- activity of broiler meat. J of Nei Monggol Agricultural and Anim Husbandry College 11:142-145.
- 김동수 1996 희토류 원소 수처리제의 적용에 관한 기초연구. 대한환경공학회지 18(10):1183-1194.
- 박홍석 한강완 허삼남 손재권 2004 희토광물(Rare Earth) 이 용 농용 신소재 개발 과제 최종보고서. 전북대학교.
- 좌재호 임한철 고상욱 현해남 2004 화산희토 감굴원의 표토 관리 방법이 토양 미생물상에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 37(3):165-170.
- 함숙경 2003 희토가 양계의 생산성에 미치는 영향. 전북대학교 대학원.
- 허삼남 이성운 박홍석 조정훈 박원용 정재기 2003 희토처리가 시금치와 상치에 생장과 질산태 질소 축적 및 농약잔류량에 미치는 영향. 농업생명과학연구 34(1):143-149.
- (접수: 2009. 7. 13, 수정: 2009. 12. 13, 채택: 2009. 12. 16)