

## 점토 광물질 발효 산물 급여가 육계의 생산성 및 면역 증강에 미치는 영향

주은정<sup>1</sup> · 정수진<sup>1</sup> · 손장호<sup>2</sup> · 조진국<sup>1</sup> · 윤병선<sup>1</sup> · 남기택<sup>1</sup> · 황성구<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립한경대학교 농업생명과학대학 동물생명환경과학부/GRRC, <sup>2</sup>대구교육대학교 실과교육과

### Effect of Dietary Supplement of Fermented Clay Mineral on the Growth Performance and Immune Stimulation in Broiler Chickens

E. J. Joo<sup>1</sup>, S. J. Jung<sup>1</sup>, J. H. Son<sup>2</sup>, J. K. Cho<sup>1</sup>, B. S. Youn<sup>1</sup>, K. T. Nam<sup>1</sup> and S. G. Hwang<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Animal Life & Environmental Science, College of Agriculture & Life Science/GRRC, Hankyong National University

<sup>2</sup>Department of Practical Arts Education, Daegu National University of Education

**ABSTRACT** A feeding trial was conducted to study the effects of dietary supplement of fermented clay mineral (FCM) on the growth performance and immune stimulation in broiler chickens. A total of 36,800 broilers, (of) Ross strain-208, were randomly allotted into 2 experimental (diet) groups. Control group was fed the basal diet (corn-soybean meal based), and treatment group was fed the natural clay mineral that was fermented with aboriginal microorganisms at 37°C for 72 h. Feed and water were provided *ad libitum* throughout the experiment for 5 weeks of experimental feeding period. Daily weight gain of treatment group fed 0.3% fermented clay mineral was significantly increased in comparison with control group. Feed intake of treatment group was significantly increased 21.4% ( $p < 0.05$ ), and feed efficiency was also increased 2.7% compared to control group. Especially, growth rate and production index of treatment group were significantly higher as much as 4.4% and 4.8%, respectively, than those of control group ( $p < 0.05$ ). By the feeding of dietary 0.3 % FCM, the antibody productions against Newcastle Disease and Infectious Bursal Disease antigens were shown to increase 13.8 % and 15.7 %, respectively, more than control group chickens. From these results, it appears that the supply of fermented clay mineral at 0.3 % level in the broiler chicken diet could enhance the growth performance and immune stimulation of broiler chickens.

(Key words : clay mineral, broiler chicken, immune stimulation, productivity increase)

## 서 론

축산업이 경제성 극대화를 추구하는 사육 형태로 대규모 화 되어감에 따라 질병 원인체에의 노출 가능성과 질병 전파의 위험성이 더욱 높아지게 되었으며, 이러한 이유에서 질병의 예방과 치료를 위해 사육 환경의 개선보다는 사료 내 항생제의 첨가나 백신 접종 등의 방법이 사용되어 왔다. 그러나 성장 촉진, 질병 예방과 치료를 목적으로 하는 항생제 및 합성 항균제는 그 사용량이 증가함에 따라(Anadon과 Martinez-Larranaga, 1999) 축산물내의 항생제 잔류 문제와 함께 항생제 내성균에 대한 공중보건학적 문제가 사회적으로 문제가 되고 있다(Kunin 등, 1993). 또한, 특정 질병을 예방하기 위한 백신은 접종에 따른 인력, 경제적 비용, 소요 시간 그리

고 가축이 받는 고통 등을 감안하여 최근에는 경구 백신이 보급되고 있으나, 경구 백신 투여 효과에 대해서는 확실한 결론을 얻지 못하고 있다.

이러한 항생제와 백신은 특정 질병의 예방 및 치료를 위하여 사용되어 효과가 인정되기도 하나, 축산물내의 잔류, 사용하는 항생 물질로 인해 항체 역가와 생산성이 저하되는 등의 문제는 여전히 남아 있다. 최근에는 항생제와 백신 접종의 효과를 극대화하기 위하여 생체 면역을 전체적으로 증가시켜 질병 원인체에 대한 생체 방어능 향진을 유도할 수 있는 비특이 면역 증강제에 대한 개발이 활발하게 이루어지고 있고(Yoo 등, 2001), 가금 산업에서도 항생제 대체 물질의 개발에 대한 연구가 진행되고 있다(Vanbelle 등, 1989).

한편, 분석 기술의 발전과 분석기기의 개발로 인한 미량

\* To whom correspondence should be addressed : sghwang@hknu.ac.kr

광물질의 역할과 요구량이 자세하게 규명되면서 가축 사료에 부족되기 쉬운 광물질의 첨가에 의한 가축의 생산성 향상에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 규산염계 광물질은 전 세계적으로 약 40여 종이 알려져 있으며(엄명호 등, 1993), 우리나라 토양에도 이에 속하는 점토 광물(clay mineral)이 다양하게 분포되어 있다(엄명호 등, 1993). 규산염 광물질에서 zeolite, bentonite 및 kaolin 등은 가축용 사료 첨가제로서 이용되고 있으며(이승환 등, 1996), biotite도 보조 사료로 지정되어 있다.

지금까지 이들 규산염 광물질은 탈취제, 이온 교환제 및 토성 개량제 등으로 사용되어 왔고, 최근에는 용도의 다양화와 함께 사용 방법이 많이 응용되어 농업 분야에서도 생산 자재로 적용되고 있지만(대한광업진흥공사, 1988), 동물에서는 생리적인 측면에서 불활성인 것으로 생각되어 왔다. 그러나 최근의 연구 결과에 의하면 송아지 및 육성우의 사료에 소량 첨가할 경우, 증체율과 사료 이용률 개선 효과가 있고, 배설물의 냄새를 줄이며 설사를 방지하는 등의 효과가 있음이 입증되어 사료 첨가제로서의 가치가 인정되기에 이르렀다(Abdullah 등, 1995; Britton, 1978; Jacques, 1986 농림부, 1999). 한(1998)도 규산염계(silicate)에 속하는 점토 광물들은 일반적으로 이온 교환 용량(ion exchange capacity)이 높고 동물이 섭취하였을 때 미량 무기물을 비롯한 영양소 이용성을 개선하며, 장내 유해 가스의 흡착 및 연변 방지 등에 효과가 인정된다고 하였다.

가축 사료 내 광물질의 첨가 급여 효과에 대한 연구 결과로써, 손장호와 박창일(1997)은 육계 사료 내 0.3 % 맥반석 첨가가 배설물의 수분 함량 감소 및 사료 영양소의 이용성을 높일 수 있다고 하였으며, 양창범 등(2000)은 적갈색을 갖는 다공성 화산 쇄설물인 scoria를 육성, 비육돈 사료에 첨가하여 급여하였을 때 도체 A등급의 출현율이 유의한 증가를 보였다고 하였다. 따라서 우리나라와 같이 자원이 부족한 국가에서 점토 광물과 같은 부존 자원을 사료 첨가제 또는 보조 사료로서 활용한다면 자원의 부가 가치 증진이 기대되며, 유사한 기능을 갖는 원료의 수입 대체 효과를 얻을 수 있다. 이러한 측면에서 국내에서 생산되는 주요 점토 광물인 zeolite, kaolin, bentonite, illite, porphyry(맥반석) 등도 가축을 이용한 시험 연구가 일부 시도되었으나, 아직까지도 육계를 대상으로 점토 광물의 효과를 확실하게 검증한 시험 결과는 드문 편이다.

따라서 본 연구는 양계용 항생물 질 대체 또는 사용량을 절감할 수 있는 환경 친화적인 사료 개발의 일환으로, 천연 점토 광물질의 발효 산물을 양계 사료에 첨가 급여하여 육

계의 생산성과 면역 활성화에 미치는 영향을 조사하고 사료 첨가제로서의 가치를 평가하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료 및 시험 설계

사양 시험은 Ross 208종의 브로일러 36,800 마리를 공시 동물로 선정하여 경기도 화성시에 소재하는 육계 농장에서 총 5주간 수행하였다.

시험 설계는 대조구(기본 배합 사료 급여구)와 처리구(점토 광물질 급여구)의 2동으로 나누어 임의 배치하였고, 시험 사료는 육계용 시판 배합 사료(D社, 안성, 경기도)를 일반 사양관리 기준에 준하여 급여하였으며, 이때 급여된 시험 사료의 단계별 영양소 함량은 Table 1에 제시하였다. 처리구는 기본 배합 사료에 천연 규소성 점토 광물질을 일반적인 첨가량(손장호와 박창일, 1995; 손장호, 2005)인 0.3 % 수준으로 첨가하여 급여하였다. 사양 관리는 입추 후 최소한 2~3일간 24시간 점등하여 사료 섭취량을 증가시켰으며, 시험 기간 동안 물과 사료는 자유 섭취하게 하였고 정상적인 점등 관리(16시간)를 실시하였다.

### 2. 천연의 점토 광물질 발효 산물의 제조

실험에 사용된 점토 광물질은 강원도 영월군 소재 고령토 광산에서 채취한 것으로 주요 광물은 석영, illite, 녹니석, 미사장석, 사장석, montmorillonite로 구성되어 있으며, 화학적 조성은 SiO<sub>2</sub>: 55.9~63.8 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 13.8~15.6 %, FeO<sub>3</sub>: 7.77~9.32 %, K<sub>2</sub>O: 2.65~2.91 %, Na<sub>2</sub>O : 0.68~1.03 %, CaO: 0.94~2.58%

Table 1. Chemical composition of control diet (%)

	Starter	Grower	Finisher
Crude protein	21.0	19.8	18.3
Crude fat	2.5	2.5	2.5
Crude ash	8.0	8.0	8.0
Crude fiber	6.0	6.0	5.5
Meth & Cyst	0.85	0.85	0.75
ME (kcal/kg)	3,050	3,050	3,100
Lysine	1.4	1.3	1.2
Ca	0.7	0.7	0.7
P, available	0.5	0.5	0.5

Zn: 128.86  $\mu\text{g/g}$ , Ge: 6.36  $\mu\text{g/g}$  Se: 0.363  $\mu\text{g/g}$  을 함유한 것을 사용하였다. 이를 이용한 사료 첨가용 발효 산물은 (주)한살미오텍의 방법에 따라 1,000 kg 용량의 고체 배양기에서 본 점토 광물질에 미강을 20% 혼합한 후, *Pediococcus* sp. 및 *Streptomyces* sp.와 *Bacillus* sp.를 포함하는 토착 미생물액을 첨가하고, 수분 함량을 60%로 조절한 후 37°C 정도로 배양을 시작하여 30분 단위로 반전하며 약 72시간 배양하였으며, 배양물의 온도가 약 60°C에 이르렀을 때 배양을 정지시키고 냉각하여 제조하였다. 배양 종료 후 미생물 호기성 미생물수가  $3.00 \times 10^9$  cfu/g 이상, Actinomyces 수가  $4.0 \times 10^7$  cfu/g 이상, Yeast가  $1.2 \times 10^5$  cfu/g 이상이었다. pH는  $6.5 \pm 1.5$  이었으며 수분 함량은 14.5%였다.

### 3. 조사 항목

최종 체중은 실험 종료시의 총 체중을 사육두수로 나누어 평균치로 나타냈고, 이 수치에서 개시 체중을 뺀 후 사육일수로 나누어 일당 증체량을 구하였다. 사료 섭취량은 총 급여 사료량에서 잔여 사료를 감하여 구하였고, 사료 효율은 총 증체량을 총 사료 섭취량으로 나누어 계산하였다. 육성율은 출하수수에서 입추수수를 나눈 후 100을 곱하여 %로 나타냈다. 생산 지수는 육성율에 평균 체중을 곱한 값을 사료 요구율에 출하일수를 곱한 값으로 나누고 여기에 100을 곱하여 계산하였다.

### 4. ND 및 IBD에 대한 항체역가 측정

ND(New castle Disease, 뉴캐슬병)와 IBD(Infection Bursal Disease, 전염성 F낭병)에 대한 백신을 각각 대조구와 처리구에 음용 투여하였으며, 백신의 항체 역가가 상승하였는지를 살펴보기 위하여 다음과 같이 ELISA 검사를 실시하였다.

ND와 IBD를 각각 1  $\mu\text{g/mL}$ 의 농도로 조정하여 100  $\mu\text{L}$ 씩 96 well plate에 주입하여 하룻밤 반응시켰다. 이어 50 mM PBS 완충액(pH 7.0)으로 3회 세척한 후, 5% 탈지유를 포함한 50 mM PBS 완충액으로 1 시간 동안 실온에서 blocking시켰으며, 다시 50 mM PBS 완충액으로 3회 세척하였다. 각 well에 닭의 혈청을 100  $\mu\text{L}$ 씩 첨가하여 37°C 에서 1시간 반응 후 같은 방법으로 3회 세척하였다.

항체의 역가를 측정하기 위하여 Rabbit-anti-chicken IgG-HRP(Sigma, USA)를 각 well에 100  $\mu\text{L}$ 씩 첨가하고 1시간 반응 후 세척하였다. Tetramethylbenzidine 기질 용액을 각 well에 분주 후 30분간 반응시켰으며, 최종적인 OD값은 ELISA Reader(Tecan, Austria)를 이용하여 415 nm에서 측정하였다.

### 5. 통계 처리

본 실험에서 얻어진 결과에 대한 통계 분석은 Pharmacology의 student *t*-test를 이용하였다(SAS, 1996).

## 결과 및 고찰

#### 1. 일당 증체량

일당 증체량은 Fig. 1에 나타난 바와 같이 대조구가 40.6 g인 것에 비하여 점토 광물질 발효 산물 처리구는 48.0 g으로 약 18.2% 유의하게 증가한 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

#### 2. 사료 섭취량 및 사료 효율

Fig. 2에는 육계 1수당 평균 사료 섭취량을 나타내었다. 사료 섭취량은 점토 광물질 발효 산물을 0.3% 첨가 급여한 시험구가  $3.23 \pm 0.3$  kg으로 대조구의  $2.65 \pm 0.6$  kg에 비해 약 21.4% 증가한 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 따라서 사료 효율은 점토 광물질 발효 산물을 처리한 경우가  $1.87 \pm 0.21$ 로 대조구의  $1.82 \pm 0.09$ 에 비해 약 2.7% 정도로 약간 개선되는 경향이 있는 것으로 나타났다(Fig. 3).

본 연구에서, 점토 광물질 발효 산물의 섭취로 인해서 육계의 사료 섭취량의 증가( $p < 0.05$ )에 따른 증체중의 증가( $p < 0.05$ )가 인정되어, 결과적으로 사료 효율의 개선 효과의 가능성이 나타났다. 손장호(2005) 및 전해열 등(2005)은 점토 광물질과 같이  $\text{SiO}_2$ 가 주성분인 Ceramic 분말 및 식용유 정

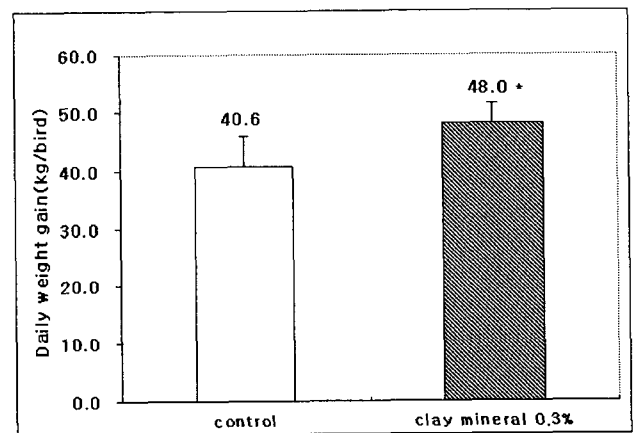


Fig. 1. Effect of dietary fermented clay mineral on the daily weight gain of broiler chicks.

Each number in insert figure is the mean of daily weight gain and bar shows SD.

\* means significantly differ ( $p < 0.05$ ).

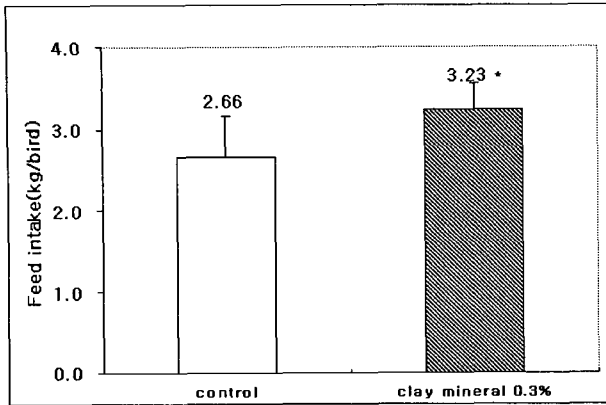


Fig. 2. Effect of dietary fermented clay mineral on the feed intake of broiler chicks.

Each number in insert figure is the mean of feed intake gain and bar shows SD.

\* means significantly differ ( $p < 0.05$ ).

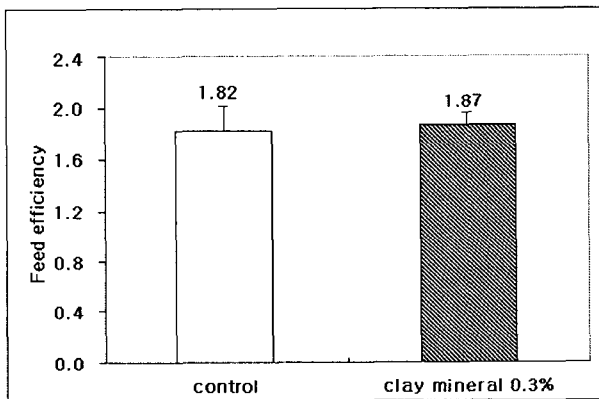


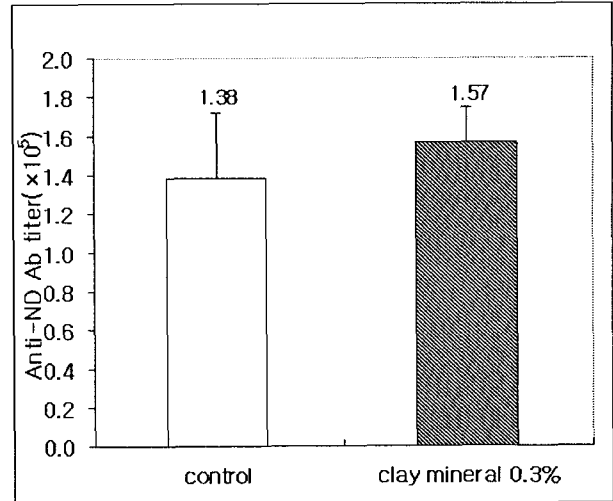
Fig. 3. Effect of dietary fermented clay mineral on the feed efficiency of broiler chicks.

Feed efficiency was expressed by gain/feed. Each number in insert figure is the mean of feed efficiency and bar shows SD.

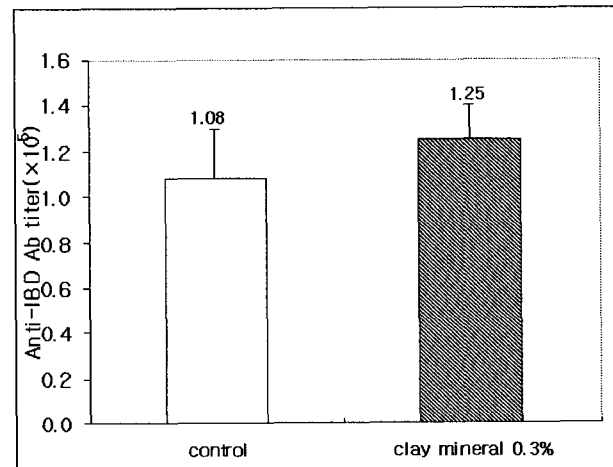
제 폐백토의 양계 사료의 첨가는 사료의 소화율을 개선(특히, 조단백질의 소화율 개선)시켜서 사료의 기호성 증진 효과가 있음을 보고하였다. 본 연구의 육계 사료에 점토 광물질 발효 산물의 첨가·급여는 사료의 기호성의 향상으로 인한 증체량 개선의 효과가 있었다고 판단된다.

3. ND 및 IBD에 대한 항체역가 측정

Fig. 4에는 ND 백신을 응용 투여한 브로일러의 ND(New castle Disease) 백신에 대한 항체 역가를 나타내었다. ND의 항체 역가는 대조구에 비해 0.3% 점토 광물질 발효 산물 첨



(A)



(B)

Fig. 4. Antibody titer test against the vaccines of New Castle disease (A) and Infectious Bursal disease (B).

가구가 약 13.8% 높은 결과를 나타냈으며, Fig. 4-A, Suzuki 등(1986)이 보고한 가축에 게르마늄 혹은모(biotite)를 급여 하였을 때 얻어진 면역 강화 결과와 같은 경향으로 고찰되었다. IBD에 대한 항체를 형성시켰을 때도 이 결과와 유사하게 점토 광물질 첨가구의 항체 역가가 약 15.7% 높은 결과가 얻어졌다(Fig. 4-B). 닭의 IBD 백신이 충분한 면역력을 생성하지 못한 경우는 심각한 폐사가 발생하기도 하는데, 본 실험의 경우는 점토 광물질 첨가에 의하여 항체 역가가 비교적 높게 생성되어 폐사를 막는데도 도움이 되었을 것으로 사료되었다. 이러한 긍정적인 결과는 점토 광물질 급여가 B세포 관련 면역 체계를 자극하여 항체 생성의

체액성 면역 기능이 증가하는 것에 기인하는 것으로 고찰된다.

이상의 결과를 종합해 보면 점토 광물질을 0.3 % 첨가한 처리구가 육계의 생산성에 관련된 모든 조사 항목에서 대조구에 비해 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 점토 광물질 발효 산물 급여에 의한 따른 면역 기능 강화 작용도 그 일부 원인이 될 수 있다고 생각된다. 결론적으로 점토 광물질 발효 산물을 육계에 급여할 경우, 면역 반응과 육계의 생산성이 증진되어 항생제를 저감한 고품질의 육계 생산에도 도움이 될 것으로 사료된다.

#### 4. 육성율과 생산 지수

공시 기간 동안의 육성율은 Fig. 5에 나타내었다. 육성율과 생산 지수는 점토 광물질 발효 산물 첨가구가 대조구에 비해 약 4.4% 유의하게 증가하였고( $p < 0.05$ ), 육성기간 중의 폐사 및 도태율도 감소한 것으로 나타났다(data not shown). Fig. 6은 점토 광물질의 첨가가 육계의 생산지수(PI)에 미치는 영향에 대해서 나타낸 것이다. 생산 지수는 광물질 0.3% 첨가 한 시험구가  $216 \pm 3.1\%$ 로 대조구의  $206 \pm 2.6\%$ 에 비하여 백분율로 환산할 때 약 4.9% 정도 유의하게 증가한 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 본 연구에서의 점토 광물질 발효 산물의 급여로 인한 육계의 육성율 및 생산 지수의 증가는 Fig. 1~4와 같이 사료의 기호성 향상, 증체증과 사료 효율의 개선 및 면역 기능의 강화 등의 결과를 잘 반영하고 있는 것으로 사료되었다.

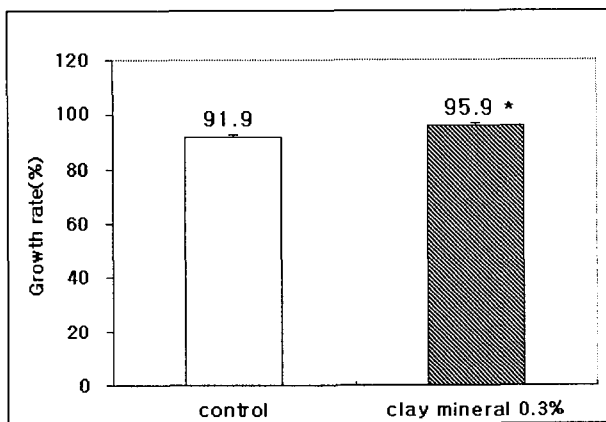


Fig. 5. Effect of dietary fermented clay mineral on the growing rate of broiler chicks.

Each number in insert figure is the mean of feed efficiency and bar shows SD.

\* means significantly differ ( $p < 0.05$ ).

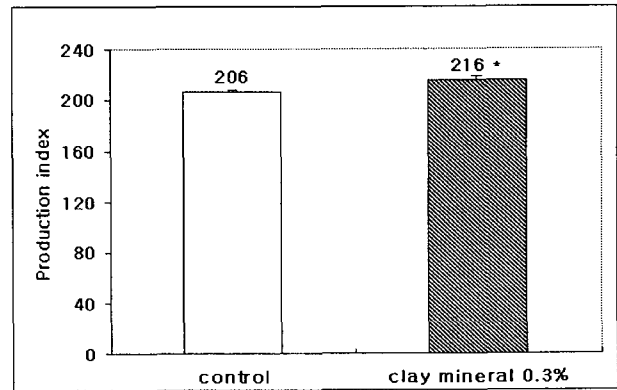


Fig. 6. Effect of dietary fermented clay mineral on the production index of broiler chicks.

Each number in insert figure is the mean production index and bar shows SD.

\* means significantly differ ( $p < 0.05$ ).

#### 적 요

본 연구에서는 Ross strain-208 브로일러 수컷 36,800 수를 기본 사료만 급여한 대조구와 기본 사료에 0.3% 점토 광물질 발효 산물을 첨가 급여한 처리구로 나누어 5주간 사양 시험을 시행하였고, 사육 후 육계의 최종 체중 및 일당 증체량, 육성율, 사료 섭취량, 사료 효율, 생산 지수 등에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과, 최종 체중은 점토 광물질 발효 산물을 0.3% 첨가 급여한 처리구가 대조구에 비해 유의성은 없으나 약 18.5% 증가하였고, 일당 증체량은 약 18.2% 유의하게 증가한 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 사료 섭취량과 처리구가 대조구보다 유의하게 21.4% 증가하였고, 사료 효율은 유의성은 없으나 약 2.7% 증가한 것으로 나타났다. 특히 육성율과 생산 지수는 처리구가 대조구에 비해 유의하게 각각 4.4%와 4.9% 증가하였다( $p < 0.05$ ). 또, ND(뉴캐슬병)와 IBD(전염성 F낭병)의 백신을 응용 투여하였을 때의 항체 역가는, 0.3 % 점토 광물질 발효 산물 첨가구가 대조구에 비해 유의성은 없으나 각각 13.8%와 15.7% 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과로부터 점토 광물질 발효 산물의 첨가급여는 육계의 생산성과 면역 기능을 증진시켜 항생제를 저감한 친환경적인 고품질 육계 생산에 도움이 될 것으로 사료되었다.

#### 인용문헌

Abdullah N, Hanita H, Ho YW, Kudo H, Jalaludin S, Ivan M

- 1995 The effects of bentonite on rumen protozoa population and rumen fluid characteristics of sheep fed palm kernel cake. *AJAS* 8(3):249-255.
- Anadon A, Martinez-Larranaga MR 1999 Residues of antimicrobial drugs and feed additives in animal products : Regulatory aspects. *Livest Prod Sci* 59:183-198.
- Britton RA, Colling DP, Klopfenstein TJ 1978 Effect of complexing sodium bentonite with soybean meal or urea *in vitro* ruminal ammonia release and nitrogen utilization in ruminants. *J Anim Sci* 46:1738-1744.
- Cary NC, Scheideler SE 1990 Aluminosilicates in poultry rations, *Feed Management* 41(1):22-26.
- Jacques KA, Axe DE, Haris TR, Harmon DL, Bolsen KK, Johnson DE 1986 Effect of sodium bicarbonate and sodium bentonite on digestion solid and liquid flow and ruminal fermentation characteristics of forage sorghum silage-based diets fed to steers. *J Anim Sci* 70:1391-1397.
- Kunin CM 1993 Resistance to antimicrobial drugs : A worldwide calamity. *Ann Intern Med* 118:557-561.
- SAS 1996 SAS user's guide : Statistics. SAS Inst Inc.
- Vanbelle M 1989 The European perspective on the use of animal feed additives : A world without antibiotics, anabolic agents or growth hormones? Lyons Symp Alleth Tech Publ, Nicholasville, KY.
- Yoo BW, Choi SI, Kim SH, Yang SJ, Koo HC, Seo SH, Park BK, Yoo HS, Park YH 2001 Immunostimulatory effect of anionic alkali mineral complex solution Barodon in porcine lymphocytes. *J Vet Sci* 2:15-24.
- 농림부 1999 소·돼지도체 등급기준 (농림부고시 제 1999-64호, 99. 9. 28).
- 대한광업진흥공사 1988 한국의 광상 제 11호. pp. 비금속편.
- 손장호 박창일 1997 사료내 맥반석의 첨가가 성장중인 육계의 배설물 수분함량, 장내 암모니아 함량 및 혈액성상에 미치는 영향. *한국가금학회지* 15:31-38.
- 손장호 2005 Ceramic 분말의 첨가가 산란계의 생산성, 맹장 및 배설물중 병원성 미생물 수, 배설물중의 악취물질 및 난황중 지방산 조성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 32(4):216-268.
- 양창범 김진동 조원탁 한인규 2000 사료중 제주화산암 분말 (scoria)이 돼지의 산육 능력에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 42:467-476.
- 엄명호 정필균 엄기태 임형식 1993 회색정암에서 유래된 토양점토 광물의 특성. *한국토양비료학회지* 26:1-9.
- 이승환 서상훈 엄재상 백인기 1996 규산염 광물질 MAXIMINERAL(72) 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 23:121-128.
- 전해열 손장호 이길왕 김선구 강한석 신태순 조병욱 2005 육계사료와 식용유 정제 폐백토 급여가 육계의 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 32(4):255-260.
- 한인규 1994 사료자원 핸드북 pp.420.