

珪酸鹽 광물질 MAXIMINERAL(72)[®] 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향

이승환 · 서상훈 · 엄재상 · 백인기
중앙대학교 산업대학 축산학과

Effects of Supplementing of Aluminosilicate MAXIMINERAL(72)^{®1)} on the Performance of Broiler Chickens

S. H. Lee, S. H. Seo, J. S. Um and I. K. Paik

Department of Animal Science, Chung Ang University, Ansung-gun, Kyunggi-do, Korea 456-756

ABSTRACT

A feeding trial was conducted to evaluate the effect of supplementing MAXIMINERAL(72)[®] (MM), a commercial product of Ca, Mg-bentonite, to the broiler diet. One thousand hatched male broiler chickens(Cobb strain) were randomly assigned to 4 dietary treatments; MM 0% (control), MM 1%, MM 2%, and MM 2% + tricalciumphosphate (CaP) 0.5%. Each treatment had 5 replicates of 50 birds each. Birds were grown on floor and fed *ad libitum* for 5 wk. Through the whole period, weight gain and feed intake were not significantly different among treatments. However, weight gain of MM 2% + CaP 0.5% group was highest and orthogonal contrast showed that the feed intake during the period of 0~2 wk was significantly(p<0.01) lower in MM supplemented groups than the control. Feed efficiency (feed /gain) of MM supplemented groups were significantly better than the control. Feed efficiency of the control was significantly(p<0.05) higher than MM 1% and MM 2% + CaP 0.5% groups but not different from MM 2% group. Contents of ash, Ca and P of tibia were not significantly different among treatments but that of P tended to be low in MM 1% and MM 2% groups. There were significant (p<0.01) differences in plasma alkaline phosphatase (AP) activity among treatments. The highest AP activity was shown in MM 2% + CaP 0.5% group followed by the control, MM 2% and MM 1% group.

It was concluded that supplementation of MM at the level of 1% of broiler diet significantly improves feed efficiency and adjustment of P level may further improve the performance of the broiler chickens.

(Key words; MAXIMINERAL(72), bentonite, alkaline phosphatase, broiler)

緒 論

규산염광물질은 그 종류가 40가지가 넘으며(Schei-

deler, 1990) 이 중에서 bentonite, zeolite, kaolin 등이 사료첨가제로 이용되고 있다. MAXIMINERAL(72)[®] (MM)¹⁾은 72가지의 원소가 함유된 bentonite계 규산염광물질로 금이나 은 같은 귀금속 채굴

¹⁾ Natural Minerals Co., CA, U.S.A.

지역에서 발견되어 1970년대 중반부터 이용되고 있는 광물질원료의 상품명칭이다. Bentonite는 montmorillonite가 주가 되는 점토물질인데 montmorillonite의 기본구조는 $R^{+}_{0.33}(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 로 되어있다. 여기서 R^{+} 는 주로 Na^{+} , K^{+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} 등이다(Merck, 1976). 결정질 규산염 점토광물질은 기본적으로 규산사면체(silica tetrahedron)와 알루미늄팔면체(alumina octahedron)의 층이 교차하면서 이루어져 있는데 montmorillonite는 알루미늄팔면체의 Al^{3+} 가 Mg^{2+} (때로는 Fe^{2+})로 동형치환된 것이다. Bentonite는 일반적으로 그 활성에 따라 두 가지로 나누는데, 물에 팽창하고 주요 교환성 이온으로 Na를 함유하고 있는 Na-bentonite(NaB)와 팽창성이 적고 교환성 이온으로 Ca를 함유하고 있는 Ca-bentonite가 있는데 MM은 후자에 가까운 non-swelling, low sodium, calcium-magnesium bentonite로 미국의 Nevada주의 광산에서 채굴된 후 가공된다(Pigott, 1982). 한편 bentonite와 유사한 목적으로 널리 사용되고 있는 자연산 zeolite의 구조식은 $\text{CaNa}_4\text{K}_4(\text{AlO}_2)_6(\text{SiO}_2)_{30} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 로 bentonite에 비해 Si의 함량이 많고 Al의 함량이 적으나 합성 zeolite의 일종인 Ethacal의 경우는 $\text{Na}_{12}[(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12}] \cdot 27\text{H}_2\text{O}$ 로 Na와 Al 및 Si의 함량이 같다(Elliot와 Edward, Jr., 1991).

사료첨가제로써 bentonite(Na 또는 Ca태)를 2.5% 사용하면 pellet의 硬度를 높이고(Salmon, 1985) 육성칠면조의 영양소이용율을 향상시켰다(Almquist 등, 1967). 육성오리 사료에 NaB를 4.8% 첨가시 2.7%의 기초사료 대체효과가 있었으며(Hollister와 Kienholz, 1980) 산란계사료에서 NaB를 2%와 4% 수준에서 모래를 대체하여 첨가했을 때 산란율이 유의하게 높았고 腸內 미생물의 수가 감소하였다(Oliver, 1989). NaB를 다량광물질이 부족한 육계사료에 첨가하였을 때 사료효율(증체/사료)이 증가되었으나 정상대조구나 미량광물질 부족구에서는 영향이 없었다(Southern 등, 1994). Schell 등(1993)은 aflatoxin에 오염된 옥수수 급여시 NaB를 1% 첨가하면 이유자돈의 성장율이 개선되었으나 Mg과 Na의 흡수를 저하시키고 serum alkaline phosphatase의 활력을 저하시켰다. 또한 NaB의 첨가수준이 높으면 닭에 있어서

비타민 A의 이용율이 저하되었다(Briggs와 Fox, 1956; Laughland와 Phillips, 1956). Ohba 등(1986)이 양돈사료에 0.5% 또는 1.0%의 MM을 첨가하였을 때 이유 후 모돈의 발정이 빨리 오고 산자수가 많았으며 자돈의 무게도 무거웠고 육성돈에 급여시는 증체량과 사료효율이 개선되었다. Pigott(1982)이 쥐, 젓소, 육우 및 어류로 실험한 바에 의하면 MM의 적정사용량은 배합사료의 5% 수준이라고 하였다.

본 실험은 MM의 첨가가 육계의 증체율, 사료효율 등 생산성과 경골의 회분, Ca 및 P 그리고 혈장의 alkaline phosphatase에 미치는 영향을 검토하기 위하여 실시하였다.

材料 및 方法

1. 試驗飼料

시험에 사용한 MAXIMINERAL(72)[®](MM)은 Table 1에서 보는 바와 같이 SiO_2 (59.6%)와 Al_2O_3 (22.9%)가 주성분이고 Mg(2.5%), Ca(2.2%), Na(1.2%), P(0.1%) 그리고 기타 광물질들로 이루어진 bentonite계 규산염이다. 시험사료의 기본배합표는 Table 2와 같으며 least cost formulation에 의하여 전, 후기 구분없이 단일사료를 제조하여 급여하였다. 처리구들은 기초사료에 MM 등을 수준별로 단순첨가하였다.

2. 試驗動物 및 試驗設計

갓 부화한 육계 수평아리(Cob 種) 1,000수를 供試하여 MM 0%구(대조구), MM 1%구, MM 2%구 그리고 MM 2% + 인산3칼슘(Ca 32.3%, P 19.0%, F 1,600ppm) 0.5%구 등 4처리에 처리당 5반복, 반복당 50수씩을 完全任意 배치하였다.

3. 飼養試驗

사양시험은 供試병아리들을 평사에 수용하여 5주간 사양시험을 실시하였으며, 시험기간 동안 물과 사료는 자유섭취케 하였고 매주 增體量과 飼料攝取量을 측정하였다.

4. 硬骨 및 혈액 前처리

Table 1. Composition of MAXIMINERAL(72)[®](Mined, Ground and Screened)¹

Silicone Dioxide	59.6 %	Rubidium(Rb)	42 ppm	Cesium(Cs)	2.1 ppm
Aluminum Oxide	22.9 %	Chlorine(Cl)	40 ppm	Gadolinium(Gd)	2 ppm
Iron(Fe)	4.7 %	Lanthanum(La)	33 ppm	Holmium(Ho)	2 ppm
Magnesium(Mg)	2.5 %	Nikel(Ni)	30 ppm	Dysprosium(Dy)	1.9 ppm
Sulfur(S)	2.0 %	Boron(Bo)	10 ppm	Uranium(U)	1.8 ppm
Potassium(K)	2.2 %	Neodymium(Nd)	21 ppm	Iodine(I)	1.7 ppm
Sodium(Na)	1.2 %	Praseodymium(Pr)	20 ppm	Selenium(Se)	1.6 ppm
Phosphorus(P)	0.1 %	Gallium(Ga)	17 ppm	Bromine(Br)	1.4 ppm
Calcium(Ca)	2.2 %	Cadmium(Ca)	17 ppm	Eropium(Eu)	1.1 ppm
Titanium(Ti)	0.5 %	Scandium(Sc)	10 ppm	Tin(Sn)	1 ppm
Strontium(Sr)	0.1 %	Molybdenum(Mo)	13 ppm	Antimony(Sb)	0.8 ppm
Barium(Ba)	969 ppm	Arsenic(As)	Trace*	Ytterbium(Yb)	0.8 ppm
Copper(Cu)	327 ppm	Chromium(Cr)	8.6 ppm	Terbium(Tb)	0.58 ppm
Vanadium(V)	156 ppm	Cobalt(Co)	7.8 ppm	Tungsten(W)	0.43 ppm
Zirconium(Zr)	144 ppm	Lithium(Li)	15 ppm	Gold(Au)	Trace*
Manganese(Mn)	119 ppm	Niobium(Nb)	6.3 ppm	Silver(Ag)	0.36 ppm
Zinc(Zn)	78 ppm	Samarium(Sm)	5.0 ppm	Tantalium(Ta)	0.32 ppm
Fluorine(F)	500 ppm	Thorium(Th)	4.5 ppm	Thuliam(Tm)	0.24 ppm
Cerium(Ce)	68 ppm	Hafmium(Hf)	3.7 ppm	Lutetium(Lu)	0.20 ppm
Indium(In)	0.13 ppm	Rhenium(Re)	0.08 ppm	Beryllium(Be)	1.0 ppm
Erbium(Er)	1.0 ppm	Thallium(Tl)	1.0 ppm	Bismuth(Bi)	0.1 ppm
Germanium(Ge)	Trace*	Gadolinium(Gd)	Trace*	Iridium(Ir)	Trace*
Rhodium(Rh)	Trace*	Palladium(Pd)	Trace*	Ruthenium(Ru)	Trace*
Hydrogen(H)	—*	Carbon(C)	—*	Nitrogen(N)	—*

¹ Ohba et al. (1986)

*Detected but no quantitative analysis

사양시험 후 각 처리구에서 3 마리씩을 임의선발하여 硬骨를採取하였고, 왼쪽 것을 끓는 물에 4분간 넣어 붙은 근육이나 臍을 제거한 후 60℃에서 72시간 건조시켰다. 건조된 뼈는 분쇄하여 Soxhlet 장치에서 탈지한 후 분석에 이용했다.

혈액채취를 위하여 사양 시험중 3주령때 각 처리구에서 3 마리씩을 임의선발하였으며, 翼下靜脈에서 항응고 처리된 30cc Vacutainer[®](Becton Dickinson, USA)를 사용하여 채혈하였다. 채취한 혈액은 2,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 상정액을 취한 후 4℃에서 보관하여 3일 이내에 분석하였다.

5. 성분분석

血漿 alkaline phosphatase(AP) 활성도의 측정은

Garlich (1974)의 방법을 아래와 같이 변형하여 실시하였다. 1 M diethanolamine-HCl buffer, pH 9.9, 10 mM MgCl₂, 10 mM *p*-nitrophenyl phosphate (Sigma Chemical Co.)로 구성된 반응용액을 25℃ 항온기에서 30분간 예열한 후 이 반응용액 2.7 mL와 시료 100 μL를 취하여 25℃에서 정확히 3 분간 반응시켰다. 흡광도는 spectrophotometer (GBC914, GB- C Scientific Equipment Pty Ltd, Austria)를 사용하여 405 nm에서 매분당 측정하였다.

硬骨의 회분, Ca 및 P의 분석은 AOAC(1990)방법에 준하여 실시하였다.

6. 統計處理

자료는 SAS(1984) package를 이용하여 분산분석

Table 2. Formula and composition of the basal diet

Ingredients, %		Calculated analysis	
Corn	57.12	ME, kcal /kg	3100
Corn gluten meal	7.00	Crude protein, %	22.0
Soybean meal	27.20	Lysine, %	1.20
Fish meal(60%)	1.90	Methionine-cystine,%	0.87
Animal fat	3.00	Ca, %	0.97
Ca-phosphate(18%)	1.33	Available P, %	0.44
Limestone	1.46		
L-lysine-HCl(78%)	0.16		
DL-methionine(50%)	0.19		
Salt	0.25		
Mineral premix ¹	0.20		
Vitamin B complex ¹	0.15		
Vitamin AD ₃ E ¹	0.04		
Total	100.00		

¹ Mineral and vitamin supplements provide following amounts of micronutrients per kg of diet: vit. A, 16,000 IU; vit. D₃, 3,200 IU; vit. E, 50.4 IU; vit. K₃, 7.5 mg; vit. B₁, 3.0 mg; vit. B₂, 4.5 mg; vit. B₆, 7.5 mg; Ca-pantothenate, 22.5 mg; niacin, 60 mg; vit. B₁₂, 0.045 mg; choline-Cl, 500 mg; biotin 0.11 mg; folacin, 0.63 mg; Mn, 70 mg; Zn, 50 mg; Fe, 80 mg; Cu, 10 mg; I, 0.5 mg; Se, 0.2 mg; Co, 0.4 mg; ethoxyquin, 125 mg.

을 실시하고 대조구와 MM 첨가구들간의 비교는 orthogonal contrast로, 그리고 평균치간의 차이는 Duncan's Multiple Range Test(Steel과 Torrie, 1980)로 검정하였다.

結果 및 考察

5주간의 육계 사양시험에서 얻어진 增體量, 飼料攝取量 및 飼料效率(사료/중체)은 Table 3에서 보는 바와 같다. 증체량과 사료섭취량에 있어서 각 처리간에 유의한 차이가 없었으나 증체량은 MM 2% + CaP 0.5% 구가 가장 높았고, 直交比較결과 0~2주의 사료섭취량에 있어서 MM 첨가구들이 대조구에 비하여 유의하게($P < 0.01$) 적었다. 사료효율은 쏘기간에서 처리간에 유의한(0~2주 $P < 0.01$, 기타 기간 $P < 0.05$) 차이를 나타내었는데, 특히 直交比較결과 MM 첨가구들은 대조구에 비하여 유의하게($P < 0.01$) 낮았다. 5주 쏘기간의 사료효율에 있어서 MM 1%구는 1.44로 MM 2% + CaP 0.5%구의 1.43과 유사하였으며, 대조구의 1.49보다 유의하게 낮아 3.4%의 개선 효과가 있었다. 그러나 MM 2%구의 사료효율은 1.46

으로 다른 처리구들과 유의한 차이가 없었다. 폐사율에 있어서는 처리간에 유의한 차이는 없었으나 MM 첨가구들에서 낮은 경향이 있었다.

경골의 회분, Ca 그리고 P의 함량과 혈장의 alkaline phosphatase 활력을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 경골의 회분, Ca 및 P의 함량은 처리간에 유의한 차이가 없었으나 P의 함량은 MM 1%와 2%구에서 낮은 경향이 있었으며, 회분과 Ca의 함량은 MM 1%구와 MM 2% + CaP 0.5%구가 높은 경향이 있었다. 血漿 AP의 활력은 처리간에 유의한($P < 0.01$) 차이가 있었는데 MM 2% + CaP 0.5%구가 가장 높았고 다음이 대조구였고 MM 1%구와 MM 2%구가 낮았다.

MM이 속해 있는 Ca, Mg-bentonite의 飼料的 이용에 대한 객관적인 연구자료는 찾아볼 수 없으나 Na-bentonite(NaB)나 zeolite에 대한 연구는 여러 연구자들에 의해 수행되어왔다. 이와 같은 현상은 그동안 규산염광물질의 첨가가 가축에게 미치는 효과는 주로 이온치환용량에 의해 좌우된다는 이론 때문인 것으로 짐작된다. 즉 Ca, Mg-bentonite는 NaB에 비해 팽창성이 적고 zeolite에 비해 이온치환용량이 적기 때문

Table 3. Performances of male broiler chickens fed experimental diets for 5 wks

Item	Treatment				SEM
	Control	MM ¹ 1%	MM ¹ 2%	MM ¹ 2% ⁺ CaP ² 0.5%	
Weight gain, g /bird					
0~1 wk	63.3	62.1	63.2	63.1	1.65
0~2 wk	246.5	242.4	246.7	248.4	4.35
0~3 wk	568.6	558.9	565.7	565.1	7.23
0~4 wk	982.9	975.0	982.4	988.3	10.48
0~5 wk	1448.8	1451.2	1449.9	1496.8	24.91
Feed intake, g /bird					
0~1 wk	92.7	84.4	89.0	85.0	3.40
0~2 wk*	355.9	298.3	310.7	295.1	10.37
0~3 wk	775.5	742.9	741.0	728.9	18.89
0~4 wk	1402.9	1359.1	1370.2	1377.8	20.95
0~5 wk	2234.5	2189.0	2207.5	2259.0	37.23
Feed /gain**					
0~1 wks	1.47 ^a	1.35 ^b	1.41 ^{ab}	1.35 ^b	0.03
0~2 wks	1.40 ^A	1.27 ^{BC}	1.31 ^B	1.24 ^C	0.02
0~3 wks	1.39 ^a	1.32 ^b	1.32 ^b	1.28 ^b	0.02
0~4 wks	1.42 ^a	1.36 ^b	1.37 ^b	1.35 ^b	0.02
0~5 wks	1.49 ^a	1.44 ^b	1.46 ^{ab}	1.43 ^b	0.02
Mortality, %					
0~5 wks	3.6	2.3	2.82	2.4	-

¹ MAXMINERAL(72)[®], ² Tricalciumphosphate.

^{A-C} Means in the same row with same superscripts are not differ ($P > 0.01$).

^{a,b} Means in the same row with same superscripts are not differ ($P > 0.05$).

* Feed intake : Control vs MM groups; $F=10.39$ ($P < 0.01$) for 0~2 wks.

** Feed /gain : Control vs MM groups; Differ significantly ($P < 0.01$) at all periods.

에 큰 관심을 끌지 못한 것으로 보이며, MM의 경우는 72가지나 되는 다양한 복합천연광물질의 공급원으로써의 중요성이 검토된 바 있다(Pigott, 1982; Ohba, 1986). 본 실험의 결과에 의하면 1 또는 2% MM의 첨가는 증체율이나 사료섭취량에는 영향을 미치지 않았으나 사료효율은 유의하게 개선시켰다. Southern 등(1994)이 육계로 실시한 시험에서는 NaB를 0.5% 첨가시 다량광물질이 부족한 처리구에서는 사료효율을 개선시켰으나 광물질정상구나 미량광물질 부족구에서는 영향이 없었다. Sellers 등(1980)이 실시한 육계시험에서는 NaB 2.5% 또는 5.0%를 기초사료에 첨가하였을 때 증체율, 사료섭취량,

사료효율 등에 유의한 영향이 없었다. Oliver(1989)가 산란계로 실시한 시험에 의하면 NaB를 사료의 2.0% 수준에서 기초사료의 모래를 대체하였을 때 산란개시체중, 산란율, 사료섭취량 및 糞 수분함량이 증가하고 사료효율이 개선되고 장내 세균수가 감소하였다.

규산염광물질들은 가축의 광물질대사에 영향을 미치는데 문윤영 등(1991)의 실험에 의하면 육계사료에 천연 zeolite를 1.5% 첨가하였을 때 P의 이용율이 유의하게 저하되었다. 본 실험의 결과에 의하면 硬骨의 P의 함량은 MM 1%구와 MM 2%구에서 낮은 경향을 보였고 특히 혈장 AP의 활력은 유의하게 저하되었으며 혈장 P의 농도도 MM 2%구에서 유의하게 감소

Table 4. Concentration of ash, Ca and P of tibia and alkaline phosphatase activity of plasma of broiler chicks

Item	Treatments				SEM
	Control	MM ¹ 1%	MM ¹ 2%	MM ¹ 2% ⁺ CaP ² 0.5%	
%, fat-free DM.....				
Tibia Ash	50.99	52.36	50.49	51.01	0.34
Tibia Ca	22.07	22.89	21.88	22.82	0.51
Tibia P	12.37	11.40	11.55	12.34	1.18
mU/mL plasma.....				
Alkaline phosphatase	683.3 ^{AB}	534.0 ^C	576.9 ^{BC}	801.7 ^A	35.2

¹ MAXIMINERAL(72)[®], ² Tricalciumphosphate

^{A-C} Means with different superscripts differ significantly ($P < 0.01$).

되었는데 (저자의 미발표자료) 인산칼슘의 추가공급에 의해 회복되었다. 혈장내 AP 즉 orthophosphoric monoester phosphorylase (EC 3.1.3.1)의 활력은 체내의 여러 조직중 주로 뼈,腸 그리고 肝으로부터 온 isoenzyme들의 總和이다 (Garlich, 1974). AP는 알칼리성에 최적 활력을 가지며 세포막에 phosphatidylinositol glycan으로 연결되어 있고, IgG의 이동과 주위의 조건에 따라서 인산의 이동에 작용을 하는 것으로 알려져 있다. 닭에게 Ca이 부족한 사료를 급여하면 혈장 AP가 증가하는데 이는 아마도 혈액내로 동원된 뼈세포의 AP에 의한 것으로 짐작된다. 닭사료에 Na-zeolite A (NaZA)를 급여하면 AP활력이 감소하고 (Watkins와 Southern, 1991) 혈장 P의 함량이 감소되었다 (Watkins와 Southern, 1992). Edwards (1988)의 가설에 의하면 zeolite가 phytate에 부분적으로 부착되어 있는 Ca과 강하게 결합한다면 phytate에 대한 phytase의 작용을 억제하게 되고 결과적으로 P의 이용율에 영향을 미친다고 하였으며 Hussein 등 (1989)과 Rossi 등 (1990)은 Al과 P의 길항작용 때문에 P의 이용율이 저하된다고 하였다. Elliot과 Edwards, Jr. (1991)는 합성 zeolite의 Al이 腸內에서 용해된 후 P와 결합하여 불용성이 되므로 P의 이용율을 감소시킨다는 가설을 지지하였다. Rabon 등 (1995)이 NaZA를 산란계사료에 급여하였을 때 혈중 Al과 Si의 농도가 증가하였다. 따라서 NaZ의 급여가 성장율, 사료효율, 골격발달, 난각질 등에 미치는 영향은 zeolite의 단순한 이온치환 능력이라기 보다는 Al

과 Si의 공급이 중요한 역할을 하는 것으로 보여진다 (Watkins와 Southern, 1992). 본 시험에서 MM 2% + CaP 0.5% 구가 증체율이나 사료효율면에서 가장 좋은 경향을 보인 것도 규산염들이 P의 이용율을 저하시키는 단점을 보완한 결과로 사료된다.

결론적으로 MM은 다양한 미량광물질을 공급하는 천연 규산염광물질로 육계사료에 1% 첨가하면 사료효율을 유의하게 개선시키며, P의 이용율에 미치는 영향을 고려하여 P의 공급수준을 보완하면 보다 더 긍정적인 결과를 기대할 수 있을 것이다.

摘 要

본 연구는 Ca, Mg-bentonite에 속하는 규산염광물질 MAXIMINERAL(72)[®](MM)의 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 갓 부화한 육계 수평아리 (Cobb 種) 1,000수를 공시하여 5주간의 사양시험을 실시하였다. 시험설계는 MM 0%구 (대조구), MM 1%구, MM 2%구 그리고 MM 2% + 인산3칼슘 (CaP) 0.5%구 등 4처리로 처리당 5반복, 반복당 50수씩 완전임의배치 하였다. 쏘기간 동안의 증체량과 사료섭취량에 있어서 처리간에 유의차는 없었으나 MM 2%+CaP 0.5% 구가 증체량이 가장 높았고 直交비교 결과 0~2주간의 사료섭취량은 MM 첨가구들이 대조구보다 유의하게 ($P < 0.01$) 적었다. 쏘기간의 사료효율은 MM 첨가구들이 대조구보다 좋았는데 특히 MM 1%구와 MM 2%+CaP 0.5%구

가 대조구보다 유의하게($P < 0.05$) 좋았다. 경골의 회분, Ca 및 P의 함량은 처리간에 유의한 차이는 없었으나 P의 함량은 MM 1%구와 MM 2%구가 낮은 경향이 있었다. 血漿 alkaline phosphatase의 활성도는 처리간에 유의한($P < 0.01$) 차이가 있었는데 MM 1%구가 가장 낮았고 다음이 MM 2%구, 대조구였고 MM 2%+CaP 0.5%구가 가장 높았다.

결론적으로 MM을 육계사료에 1% 첨가하면 사료 효율을 유의하게 개선시키며, P의 이용율에 미치는 영향을 보완하면 보다 더 긍정적인 결과가 나타날 것으로 예상된다.

(색인: MAXIMINERAL(72), 벤토나이트, 육계, 염기성인산분해효소)

謝 辭

본 연구를 수행하는데 필요한 연구비를 지원해 주신 승화기업에 감사드립니다.

引用文獻

- Almquist HJ, Christensen HL, Maurer S 1967 The effect of bentonites on nutrient retention by turkeys. *Feedstuffs* 39(20):54.
- AOAC 1990 Official Method of Analysis. 14th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- Briggs GM, Fox MRS 1956 Vitamin A deficiency in chicks produced by adding high levels of bentonite to synthetic diets. *Poultry Sci* 35:570-576.
- Edwards HM Jr 1988 Effect of dietary calcium, phosphorus, chloride and zeolite on the development of tibial dyschondroplasia. *Poultry Sci* 67:1436-1446.
- Elliot MA, Edwards HM Jr 1991 Comparison of the Effects of Synthetic and Natural Zeolite on Laying Hen and Broiler Chicken Performance. *Poultry Sci* 70:2115-2130.
- Garlich JD 1974 Chick serum alkaline phosphatase: Application of the a kinetic assay and investigation of phenylalanine and homoarginine as selective inhibitors. *Poultry Sci* 53:957-963.
- Hollister AG, Kienholz EW 1980 Sodium bentonite in diets for growing ducks. *Poultry Sci* 56:2160-2162.
- Hussein AS, Cantor AH, Johnson TH 1989 Effect of dietary aluminum on calcium and phosphorus metabolism and performance of laying hens. *Poultry Sci* 69:706-714.
- Laughland DH, Phillips WEJ 1956 The effect of dietary sodium bentonite on the rate of growth of chicks. *Poultry Sci* 35:1050-1054.
- Merck 1979 The Merck Index. 9th Ed. Merck & Co., Inc. NJ.
- Ohba S, Toriumi H, Shimizu K, Takeishi M, Pigott GM, Tucker BW 1986 Influence of Maximineral(72) Supplements on Farm Animals: Part I, Effect on Swine. Mineral Mining Export, USA.
- Oliver MD 1989 Sodium bentonite as a component in layer diets. *Brit Poult Sci* 30:841-846.
- Pigott GM 1982 The potential of MAXIMINERAL(72) as a source of nutrients for animals. Mineral Mining Export, USA.
- Rabon HW Jr, Roland DA Sr, Bryant MM, Smith RC, Barnes DG, Laurent SM 1995 Absorption of silicon and aluminum by hens fed sodium zeolite A with various levels of dietary cholecalciferol. *Poultry Sci* 74:352-359.
- Rossi AF, Miles RD, Harms RH 1990 Research note: Influence of aluminum on phosphorus availability in laying hen diets. *Poultry Sci* 69:2237-2240.
- Salmon RE 1985 Effects of pelleting, added sodium bentonite and fat in a wheat-based diet on performance and carcass charac-

- teristics of small white turkeys. Anim Feed Sci Technol 12:223-232.
- SAS 1984 SAS User's Guide. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC.
- Scheideler SE 1990 Aluminosilicates in poultry rations. Feed Management. 41(1):22-26.
- Schell TC, Lindemann MD, Kornegay ET, Blodgett DJ 1993 Effects of feeding aflatoxin-contaminated diets with and without clay to weanling and growing pigs on the performance, liver function, and mineral metabolism. J Anim Sci 71:1209-1218.
- Sellers RS, Harris GC Jr, Waldroup PW 1980 The effects of various dietary clays and fillers on the performance of broilers and laying hens. Poultry Sci 59:1901-1906.
- Southern LL, Ward TL, Bidner TD, Hebert SG 1994 Effect of sodium bentonite or hydrated sodium calcium aluminosilicate on growth performance and tibia mineral concentration in broiler chicks fed nutrient-deficient diets. Poultry Sci 73:848-854.
- Steel RGD, Torrie JH 1980 Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. 2nd ed. McGraw Hill Book Co.
- Watkins L, Southern LL 1991 Effect of dietary zeolite A and graded levels of calcium on growth, plasma, and tibia characteristics of chicks. Poultry Sci 70:2295-2303.
- Watkins L, Southern LL 1992 Effect of dietary zeolite A and graded levels of calcium on growth, plasma, and tibia characteristics of chicks. Poultry Sci 71:1048-1058.
- 문윤영, 남궁환, 장문백, 백인기 1991 사료 중 조라이트와 칼슘 및 인의 상호작용이 육계의 생산성에 미치는 영향. 한국영양사료학회보. 15(3):133-144.