Korean Journal of Life Science
Vol. 11. No. 1. 70~75, 2001

맥반석 첨가 식이가 백문조의 혈액 임상화학지수에 미치는 영향

차재영[1] · 조영수[1] · 임정부[2] · 홍상식 · 김대진*

[1]동아대학교 생명자원과학부 · 식품과학부
[2]천연물응용연구소

Effect of Quartz Porphyry Supplemented Diet on Clinical Chemical Parameters of Serum in White Java Sparrow

Jae-Young Cha[1], Young-Su Cho[1], Chung-Bu Lim[2], Sang-Sik Hong and Dae-Jin Kim*

[1]*Faculty of Natural Resources and Life Science, and Faculty of Food and Nutrition, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea and* [2]*Institute of Natural Product Application, Pusan 609-730, Korea*

Abstract

Effect of Quartz porphyry(QP) on clinical chemical parameters of serum in male white java sparrow by feeding the basal diet(Control group) containing 3.0% QP(QP group) for 14 days was studied. Body weight gain, feed intake, the weight of the gizzard and the heart were not significantly different in the both groups. However, the weights of kidney and liver in the QP group were higher than in the control group. The contents of triglyceride, cholesterol, total protein, glucose, creatinine, blood urea nitrogen, uric acid and albumin, and the activities of glutamic oxaloacetic transaminase(GOT) and glutamic pyruvic transaminase(GPT) in serum were not significantly different in the both groups. The activity of alkaline phosphatase(ALP) in serum was higher in the QP group than in the control group.

Key words – Quartz porphyry, white java sparrow, clinical chemical parameters

서 론

규산염 광물질은 bentonite, zeolite, kaolin 등 40여 종류가 알려져 있으며[17], 이들은 동물에 있어서 필수적인 미량 광물질로서 그 역할과 필요량이 밝혀지면서 영양학적인 면에서도 그 중요성이 증가하고 있다[1,7,11,12]. 한편, 이들 미량 필수 광물질의 결핍과 전염병 예방을 위해 사용되는 항생제의 지나친 남용은 각종 병원성 미생물의 감염에 대한 저항성을 감소시키고, 이로 인해 각종 질병에 대한 내성이 약화되면서 여러 가지 질병이 빈번하게 발생하고 있는 실정에 있다. 따라서, 동물 생육에 필요한 필수 미량 광물질을 보충하고 질병을 동시에 예방할 수 있는 천연 규산염 광물질의 사용이 검토되고 있다.

이러한 규산염 광물질로서 크게 주목받고 있는 bentonite는 물에 의하여 팽창성이 증가하고, 주요 교환성 이온으로 Na 이온과 Ca 이온을 함유하고 있는 Na-bentonite와 Ca-bentonite로 크게 구분되는데, 이를 식이 중에 2.5%~4.5% 수준으로 첨가하게 되면 사료 pellet의 경도가 증가하여 가금류의 산란률이 증가하고, 영양소의 이용 효율이 크게 증가하는 것으로 나타나 있다[1,7,14]. 한편, zeolite도 bentonite와 비슷한 작용을 하는 것으로 알려져 있는데, 2.0%~5.0%

*To whom all correspondence should be addressed
Tel : 051-200-7532, E-mail : djkim@mail.donga ac.kr.

수준에서 식이에 첨가할 경우 장내의 가스 배출 촉진효과 및 분중의 수분량 감소와 가스량 감소, 산란률 증가, 식이 효율의 개선 등이 보고되었다[20]. 지금까지 이들 규산염 광물질은 주로 정수제, 탈취제, 이온교환제, 토양개량제, 사료 첨가제 등으로 많이 사용되었다[1,12]. 이러한 zeolite 또는 bentonite와 화학적 조성이 비슷한 천연 규산염 광물질인 맥반석(Quartz prophyry)도 이들과 같은 효과를 발휘할 가능성이 있기 때문에 사료 첨가제로서의 사용 가능성에 대하여 다방면에서 검토 중에 있다[5,19]. 맥반석은 석영암반에 속하는 암석으로 알카리 장석과 석영을 주성분으로 하고, 화학조성은 SiO_2 및 Al_2O_3가 대부분을 차지하고 있다. 이 맥반석은 오래 전부터 피부병에 약효가 있는 약석으로 신비의 돌이라 구전되어올 뿐 아니라, 현재에도 정수제, 미용제, 식품보존제 등으로 이용되고 있는데, 이는 대부분 맥반석이 가지고 있는 다공성의 성질로 미네랄의 용출, 물리적 또는 화학적 활성 및 흡착작용에 기인할 것으로 추정하고 있다[8].

최근 경제성장에 힘입어 관상조류를 사육하는 가정이 늘어나고 있지만 항생제 남용에 의한 각종 미생물의 감염에 대한 저항력 감소, 다두 사육에 따른 분중 암모니아에 의한 실내 공기의 오염 등 많은 문제점이 제기되고 있어 이에 적절한 전문사료가 요구되고 있는 실정이다. 본 연구자들은 가정에서 관상조류로 널리 사육되고 있는 십자매를 이용하여 맥반석의 사료첨가제로서의 이용 가능성을 검토하기 위한 연구로서 먼저 혈액 임상화학 지수에 대하여 조사한 결과, 맥반석 무첨가의 대조구와 생리적 및 생화학적 지표에 유의적인 차이를 발견하지 못하여 그 가능성을 확인하였다[5].

본 실험에서는 일반 가정에서 관상조류로 널리 사육되고 있는 백문조에 3.0% 수준으로 맥반석을 식이 중에 첨가하여 14일간 급여한 후 체중변화, 조직 무게, 혈액의 생리적 및 생화학적 지표에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험동물인 관상조류 백문조는 1999년 10월 울산조류연구소에서 12~14 g 전후의 50일령 수컷 20마리를 구입하여 기본 식이인 조로 1주일간 적응시킨 후 본 실험에 사용하였다. 맥반석은 천연물응용연구소에서 제공받았으며, 그 화학적 성분조성은 Table 1과 같다.

식이조성 및 동물사육

본 실험에 사용된 대조구의 기본 식이 조성은 Table 2와 같다. 기본 식이로 적응실험이 끝난 백문조를 10마리씩 2군으로 나누고, 2마리씩 사육 케이지에 넣은 후 온도(22±2 ℃), 습도(50±5%), 명암주기(명주기: 07:00~19:00)가 자동 설정된 사육실에서 식이와 음료수를 14일간 자유급여(*ad libitum*) 시켰다. 본 실험에 사용된 실험식이의 화학적 조성은 Table 2와 같다. 사육 기간중 식이 섭취 량은 매일 측정하고, 체중은 실험 최종 전일에 측정하였다.

분석시료의 조제

실험 최종일 12시간 절식시킨 후 단두로 혈액을 채취하

Table 1. The chemical composition of Quartz porphyry (%)

Component	Quartz porphyry	Bentonite[7]	Zeolite[10]
SiO_2	67.40	57.43	64.84
Al_2O_3	16.20	17.00	13.59
Fe_2O_3	2.81	5.82	1.46
TiO_2	0.27	0.72	-
MnO	0.06	0.10	0.26
CaO	1.63	2.65	1.83
MgO	0.59	4.04	1.08
K2O	4.28	0.93	3.62
Na_2O	4.31	0.31	-
P_2O_5	0.52	0.19	-

-: not determined

Table 2. The chemical composition of experimental diet (%)

Quartz porphyry	3.00
Crude protein	11.27
Crude fat	4.35
Crude fiber	1.66
Crude ash	6.57
Nitrogen free extract	66.15
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,426

여 탈혈사 시켰으며, 각 장기(간장, 신장, 심장, 근위)는 복부를 개복 한 다음 즉시 떼어내어 생리식염수로 씻고 여과지로 습기를 제거시켜 무게를 측정하였다. 채취한 혈액은 30분 정도 실온에서 방치시킨 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 하여 혈청을 얻었으며, 이를 임상생화학적 분석에 사용하였다.

혈청 생화학적 분석

혈청 총 콜레스테롤 농도는 Cholesterol C-test wako (Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 cholesterol oxidase-DAOS법으로 측정하였고, 혈청 중성지질 농도는 Triglyceride E-test wako (Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 GPO-DAOS법에 의하여 측정하였다. 혈당은 glucose oxidase 법에 따라 조제된 시판 kit (Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용한 효소법으로 측정하였다. Albumin 농도는 albumin B test wako (Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 BCG법으로 측정하였다. 혈청 단백질량은 BCA protein assay kit (Pierce, Illinois, U.S.A.)를 이용하여 microplate reader(Model 1550, Bio-Rad Co., Tokyo, Japan)로 570 nm 흡광도에서 측정하였다. 혈청중의 creatinine, urea nitrogen, uric acid 농도는 혈액자동분석기(Hitachi 747)를 이용하여 분석하였다. 혈청중의 간기능 지표 효소인 GOT, GPT, ALP 활성은 혈액자동분석기인 Sysmex NE-8000, (TOM medical, Japan)을 이용하여 통상적인 임상병리 실험에 준하여 실시하였다.

통계처리

실험으로부터 얻어진 결과치는 통계 처리하여 평균치와 표준편차를 계산하였으며, 각 실험 군간의 유의성은 Student's t-test로 검정하였다.

결과 및 고찰

맥반석의 화학적 성분분석

맥반석은 알카리성의 규산염 광물질로 동물에게 필수적인 여러 미량원소를 함유하고 있어, 성장 촉진, 산란률 증가, 배설물 중의 암모니아 감소 및 연변억제 작용 등이 보고된 바 있다[19]. 본 실험에 사용된 맥반석의 화학 조성에서 SiO_2가 67.4%로 가장 많이 함유되어 있었는데(Table 1), 이러한 조성은 zeolite 67.1%와는 비슷하였으나, bentonite 57.4%와는 약간의 차이를 보였다[12]. Al_2O_3는 맥반석 16.2%, zeolite 15.3% 및 bentonite 17.0%로 거의 비슷하게 구성되어 SiO_2 조성 다음으로 높은 함량을 나타내었다. 따라서, 맥반석의 주요 화학조성은 다른 규산염 광물질과 마찬가지로 규소와 알루미늄인 것으로 나타났다.

체중 증가량 및 식이 섭취량

실험동물의 체중 증가량 및 식이 섭취량을 Table 3에 나타내었다. 체중 증가량 및 식이 섭취량은 처리 군간에 통계상의 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 이러한 결과는 십자매에 동일수준의 맥반석을 섭취시킨 결과와도 일치하였다[5]. 또한, Lee 등[10]은 72가지 원소가 함유된 bentonite계 규산염 광물질로 구성된 MAXMINERAL(72)^{①}(MM)을 1.0% 및 2.0% 수준으로 대조군의 기본 식이에 첨가하여 5주간 육계 사양한 실험에서도 증체량 및 식이 섭취량에는 영향을 미치지 않았다고 하였으며, Sellers 등[18]이 실시한 육계 실험에서도 Na-bentonite 2.5% 및 5.0%를 기초사료에 첨가하였을 때 증체률, 식이 섭취량 및 식이 효율에는 유의적인 영향을 미치지 못하였다고 하였다. 따라서, zeolite 및 bentonite와 마찬가지로 맥반석 3.0% 첨가에 의해서는 관상조류인 십자매와 마찬가지로 백문조의 사육에 필요한 식이의 기호성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료되었다. 또한 실험 기간중 분변 상태를 유관으로 관찰한 결과에서는 맥반석 첨가군에서 분변중의 수분이 거의 없는 굳은

Table 3. Feed intake, body weight gain and relative tissue weight in white java sparrow fed with a diet containing 3.0% Quartz porphyry for 14 days

	Control	Quartz porphyry
Body weight gain (g/day/group)	6.34±0.58	6.98±1.45
Food intake (g/day/group)	21.09±1.22	21.78±2.11
Tissue weight (g)		
Liver	0.52±0.05	0.66±0.09
Kidney	0.14±0.01	0.24±0.01**
Heart	0.30±0.01	0.34±0.02
Gizzard	0.48±0.04	0.45±0.04

Values are means±SE of ten white java sparrow per group.
**$p<0.01$.

상태로 배설되어 연변방지 효과가 있는 것으로 관찰되었다. 맥반석을 0.3%~0.9% 수준으로 육계사료에 첨가시켜 급여하였을 때 배설물의 수분함량이 대조구에 비해 맥반석 첨가구에서 61.4%~64.6% 정도 감소한 결과가 보고된 바 있다[19]. 이러한 효과는 규산염 광물질을 첨가한 식이를 급여하였을 때 분변 중의 수분함량이 감소되어 연변예방 효과가 있었다는 Ramos[10], Lee[11], Mumpton과 Fishman[14]의 보고와 동일한 경향을 나타낸 것이다.

조직 무게의 변화

실험동물의 조직무게는 Table 3과 같다. 간장, 심장, 근위의 무게는 실험군간에 유의적인 차이는 없었으나, 신장은 맥반석 첨가구에서 유의적으로 증가하였다. 이러한 결과는 동일 수준으로 맥반석을 섭취시킨 십자매의 간장, 심장, 신장 무게와 동일한 경향을 나타내고 있으나, 다만 맥반석 첨가군에서의 근위 무게는 십자매에서 감소하여 종간의 차이를 나타내었다[5].

혈청 임상생화학적 소견

혈중 glucose 농도는 Table 4와 같이 대조군 308±10 ㎎/㎗에 비해 맥반석 첨가군 301±13 ㎎/㎗으로 유의적인 차이는 없었다. 십자매에 맥반석을 3.0% 수준으로 첨가하여 섭취시킨 결과에서도 대조군 310.5±25.0 ㎎/㎗과 맥반석 첨가군 320.5±17.3 ㎎/㎗ 사이에 유의적인 차이는 없는 것으로 보고한 바 있다[5]. 맥반석을 0.3%~0.9% 수준으로 첨가한 식이를 육계에 4주간 투여한 결과에서도 혈중 glucose 농도가 각 군에 큰 차이가 없었다고 하였다[19]. 혈중 glucose 농도는 각 개체에 따라 다르게 나타나는데, 본 실험에 사용된 백문조의 혈당량이 300 ㎎/㎗ 정도로 가금류 230 ㎎/㎗ 정도 및 포유동물 98~152 ㎎/㎗과는 상당한 차이를 보였다[3,4,19]. 혈중 단백질 농도는 대조군에서 4.49 g/㎗, 맥반석 첨가군에서 4.85 g/㎗으로 유의적인 차이는 없었다. 십자매의 경우 혈중 단백질 농도가 대조군 3.75 g/㎗, 3% 맥반석 첨가군 3.95 g/㎗으로 맥반석 첨가에 의한 영향은 없었으며, 본 실험에 사용된 백문조 보다는 다소 높은 농도를 보였다[5]. Albumin 농도는 대조군 2.47±0.02 g/㎗, 맥반석 첨가군 2.71±0.01 g/㎗로 실험군간에 유의적인 차이는 없었다. Albumin 농도 역시 십자매에서 대조군 1.9±0.02 g/㎗, 맥반석 첨가군 2.1±0.05 g/㎗로 맥반석 첨가에 의한 영향은 없었으며, 본 실험에 사용된 백문조 보다는 다소 낮은 농도를 보였다[5].

Table 4. The parameters of clinical chemistry in serum of white java sparrow fed with a diet containing 3.0% Quartz porphyry for 14 days

	Control	Quartz porphyry
Total protein (g/㎗)	4.49± 0.33	4.85± 0.47
Albumin (g/㎗)	2.47± 0.02	2.71± 0.01
Glucose (㎎/㎗)	308.88±10.10	301.37±12.70
Triglyceride (㎎/㎗)	229.10±33.95	191.04± 8.84
Cholesterol (㎎/㎗)	237.00± 9.94	246.52±16.32

Values are means±SE of ten white java sparrow per group.

혈청 지질 농도

혈청 중성지질 농도는 대조구 187±9 ㎎/㎗에 비해 맥반석 첨가군 152±8 ㎎/㎗로 약간 감소하였고, 혈청 콜레스테롤 농도는 대조군 184±11 ㎎/㎗에 비해 맥반석 첨가군 181±13 ㎎/㎗로 두 실험 군간의 유의적인 차이는 없었다(Table 4). 이러한 결과는 십자매의 지질 농도와 비교해 볼 때 상대적으로 낮은 수치를 보이고 있으며, 또한 맥반석 첨가에 의해 혈청 중성지질은 십자매와 백문조에서 각각 낮게 나타났고, 혈청 콜레스테롤 농도는 십자매와 백문조에서 각각 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나, 두 종간에 동일한 경향을 보였다[5]. Son과 Park도 맥반석을 첨가한 식이를 육계에 섭취시켰을 때도 동일한 결과를 얻었다고 보고하였다[19]. 경제성장과 더불어 앞으로 관상 조류의 사육이 증대할 것으로 예상해 볼 때 현재 조류에 대한 혈청학적 소견이 거의 전무한 상태에서 백문조와 십자매의 결과만을 기초로 하여 관상조류의 사료를 개발하기 위한 맥반석의 첨가수준을 결정하는 것은 다소 무리가 있다고 판단되지만 본 실험에서 식이에 첨가한 3.0% 수준까지는 조류의 생육에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 사료되었다.

신기능 장애 지표 uric acid, blood urea nitrogen 및 creatinine 농도

신장은 항상성유지, 노폐물 배설, 산-염기 평형 및 내분비 기능을 조절하는 조직으로 알려져 있다. 신기능 장애의 지표로 널리 사용되고 있는 혈중 uric acid, blood urea ni-

trogen 및 creatinine 농도를 측정한 결과는 Table 5와 같다. 혈중 uric acid 농도는 대조군 9.48±0.98 ㎎/㎗, 맥반석 첨가군 12.91±1.71 ㎎/㎗으로 실험군간에 유의적인 차이는 없었으나, 맥반석 첨가군에서 다소 높게 나타났다. 혈중 urea nitrogen 농도는 대조군 11.77±1.31 ㎎/㎗, 맥반석 첨가군 10.54±0.92 ㎎/㎗으로 실험군간에 유의적인 차이는 없었다. 혈중 creatinine 농도는 대조군 0.42±0.01 ㎎/㎗, 맥반석 첨가군 0.43±0.01 ㎎/㎗으로 실험군간에 유의적인 차이는 없었다. 따라서, 신기능 지표인 uric acid, blood urea nitrogen 및 creatinine 농도가 두 군간에 큰 차이를 보이지 않아 맥반석 3% 첨가식이는 백문조의 신장 기능에는 별 이상을 일으키지 않는 것으로 사료된다.

간장 기능 지표 효소활성

간 기능의 지표로 널리 사용되고 있는 GOT와 GPT는 간염, 간경변 등 주로 간질환을 가진 환자에서 증가하고, 각종 독성화학 물질의 섭취에 의해 간에서 해독되는 과정에서도 증가하여 혈중으로 분비가 증가하는 것으로 알려져 있다[2,6]. 혈청 GOT 및 GPT 활성은 실험군간에 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 혈청 ALP 활성은 대조군 229 U/L에 비해 맥반석 첨가군 288 U/㎗로 유의적으로 증가하였다(Table 6). 그러나, 십자매와 육계에 규산염 광물질을 함유한 식이를 섭취시킨 결과에서는 ALP 활성이 유의적으로 감소한 것으로 보고되어 본 실험 결과와는 다른 경향을 나타내었다[5,16,20]. 한편, 72가지 광물질 원소가 함유된 bentonite계 규산염 광물질로 구성된 MAXMINERAL(72)ⓘ (MM) 2.0%와 인산 3 칼슘 0.5%을 함유한 식이를 5주간 육계 사양한 실험에서 ALP 활성이 대조구보다 높게 나타났고, sodium zeolite A 급여시 혈청의 ALP 활성이 증가한다고 하여 상반된 결과를 보여주고 있다[10]. 이상의 실험결과에서, 관상조류인 백문조 식이에 맥반석의 3.0% 첨가수준까지는 혈청의 임상생화학 지수에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타나, 앞으로 증가할 것으로 기대되는 관상조류의 사육에 요구되는 식이 효율 증대와 분변 중의 암모니아 냄새를 감소시켜 실내 공기오염을 막는데 맥반석이 보다 효과적으로 사용될 것으로 사료된다.

Table 5. The concentrations of renal function parameters in serum of white java sparrow fed with a diet containing 3.0% Quartz porphyry for 14 days

	Control	Quartz porphyry
Creatinine (㎎/㎗)	0.42±0.01	0.43±0.01
Uric acid (㎎/㎗)	9.48±0.98	12.91±1.71
Blood urea nitrogen (㎎/㎗)	11.77±1.31	10.54±0.92

Values are means±SE of ten white java sparrow per group.

Table 6. The activities of GOT, GPT and ALP in serum of white java sparrow fed with a diet containing 3% Quartz porphyry for 14 days

	Control	Quartz porphyry
GOT (U/㎗)	595.98±20.72	654.37±13.73
GPT (U/㎗)	52.76± 4.49	55.06± 3.54
ALP (U/㎗)	228.91±20.34	283.77±14.76*

Values are means±SE of ten white java sparrow per group.
*$p<0.05$.
GOT : glutamic oxaloacetic transaminase,
GPT : glutamic pyruvic transaminase,
ALP : alkaline phosphatase.

요 약

규산염 광물질인 맥반석을 3.0% 수준으로 식이 중에 첨가하여 백문조에 2주간 섭취시킨 후 임상생화학적 성상에 미치는 영향에 대하여 검토하였다. 체중 증가량, 식이 섭취량, 간장, 심장 및 근위 조직 무게는 대조군과 맥반석 첨가군 사이에 유의적인 차이가 없었으나, 신장 무게는 맥반석 첨가군에서 증가하였다. 혈청 총 단백질, glucose, albumin, 중성지질, 콜레스테롤, uric acid, creatinine, blood urea nitrogen 농도는 실험군 사이에 차이가 없었다. 간기능 지표인 GOT 및 GPT 활성은 유의적인 차이가 없었으나, ALP 활성은 맥반석 첨가군에서 증가하였다. 따라서, 관상조류인 백문조 식이에 맥반석의 3.0% 첨가 수준까지는 체중, 각 조직무게, 혈청 임상생화학 지수에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타나, 관상조류의 식이 효율 증대와 분변 중의 암모니아 냄새 감소에 의한 실내 공기오염 정화에 맥반석의 보다 효과적인 사용이 기대된다.

참 고 문 헌

1. Almquist, H. J., H. L. Christensen and J. Manrer. 1967.

The effect of bentonites on nutrient retention by turkeys. *Feedstuffs.* **39**, 54-56.
2. Beeson, P. B., W. McDermott and J. B. Wyngaarden. 1979. *Text book of medicine.* Saunders Co., Philadelphia, p. 77-100.
3. Cha, J. Y., D. J. Kim and Y. S. Cho. 2000. Effect of chlorogenic acid on the concentrations of serum and hepatic lipids in rats. *Agri. Chem. Biotechnol.* **43**, 153-157.
4. Cha, J. Y. and Y. S. Cho. 1999. Effect of potato polyphenolics on hyperlipidemia in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 274-279.
5. Cha, J. Y., S. H. Yoon, Y. S. Cho, C. B. Lim and D. J. Kim. 2000. Effect of quartz porphyry supplemented diet on clinical chemical parameters in common finch. *Korean J. Life Sci.* **10**, 247-253.
6. Corinne, H. R. and S. W. Emma. 1984. *Basic nutrition and diet therapy.* 5th ed., Macmillan Co., New York, p. 272-224.
7. Hollister, A. G. and E. W. Kienholz. 1980. Sodium bentonite in diets for growth ducks. *Poultry Sci.* **59**, 2160-2162.
8. Jin, K. D., S. W. Lee and S. K. Lee. 1986. Study on the utility of quartz porphyry. *Resources Problem Institute of Yeungnam Uni.* 5, 55-68.
9. Kwak, Y. S., J. J. Wee, S. Y. Hwang, J. S. Kyung and S. K. Kim. 2000. Effect of crude saponin fraction from Korean red ginseng on physiological functions for old female rat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 460-465.
10. Lee, S. H., S. H. Seo, J. S. Um and I. K. Paik. 1996. Effects of supplementing of aluminosilicate Maximineral 72 on the performance of broiler chickens. *Korean J. Poult Sci.* **23**, 121-128.
11. Lee, T. W. 1975. A study on the feed values between the bentonite and zeolite in the feeding of broiler chicken. *Korean J. Am. Sci.* **17**, 625-628.
12. Min, B. S., Y. I. Kim and S. J. Oho. 1988. Effects of zeolite levels on the performance of broilers. *K. J. Poul Sci.* **15**, 31-38.
13. Mumpton, F. A. and P. H. Fishman. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *J. Animal Sci.* **45**, 1188-1203.
14. Pigott, G. M. 1982. The potential of MAXIMINERAL (72) as a source of nutrients for animals. Mineral Mining Export; USA.
15. Ramos, A. J., G. J. Fink and E. Hermandez. 1996. Prevention on toxic effects of mycotoxins by means of nonnutritive absorbent compounds. *J. Feed Protection* **59**, 631-641.
16. Schell, T. C., M. D. Lindemann, E. T. Kornegay and D. J. Blodgett. 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.
17. Scheideler, S. E. 1990. Aluminosilicates in poultry rations. *Feed Management* **41**, 22-26.
18. Seller, R. S., G. C. Jr Harris and P. W. Waldroup. 1980. The effects of various dietary clays and fillers on the performance of broilers and laying hens. *Poultry Sci.* **59**, 1901-1906.
19. Son, C. H. and C. I. Park. 1997. Effects of dietary quartz porphyry supplementation on moisture content of excreta, intestinal ammonia contents and blood composition of growing broilers. *Korean J. Poult. Sci.* **24**, 179-184.
20. Watkins, L. and L. L. Southern. 1991. Effect of dietary zeolite A and graded levels of calcium on growth, plasma, and tibia characteristics of chicks. *Poultry Sci.* **70**, 2295-2303.

(Received December 5, 2000; Accepted January 12, 2001)