

맥반석(Quartz porphyry) 첨가 식이가 십자매의 임상화학지수에 미치는 영향

차재영¹ · 윤수현 · 조영수¹ · 임정부² · 김대진*

¹동아대학교 생명자원과학부, 식품과학부
²천연물응용연구소

Effect of Quartz Porphyry Supplemented Diet on Clinical Chemical Parameters in Common Finch

Jae-Young Cha¹, Seu-Hyeun Yoon, Young-Su Cho¹, Chung-Bu Lim² and Dae-Jin Kim*

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

Abstract

Effect of Quartz porphyry (QP) on clinical chemical parameters in male common finch by feeding the basal diet (Control group) containing 3.0% QP (QP group) for 14 days was studied. Body weight gain, feed intake, feed efficiency, the relative weight (mg/10 g body weight) of liver and heart were not significantly different in the both groups. However, the relative weights of kidney and gizzard in the QP group were higher and lower than in the control group, respectively. The contents of triglyceride, cholesterol, total protein, glucose and albumin, and the activity of glutamic pyruvic transaminase (GPT) in serum were not significantly different in the both groups. The activities of alkaline phosphatase (ALP) and glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) in serum were lower and higher in the QP group than in the control group.

Key words – Quartz porphyry, common finch, glutamin pyruvic transaminase (GPT), glutamin oxaloacetic transaminase (GOT)

서 론

규산염 광물질은 bentonite, zeolite, kaolin 등 40여 종류가 알려져 있으며[15], 이들은 동물의 생산성 향상에 필수적인 미량 광물질로서 사료첨가제로 널리 이용되고 있다 [1,6,9,10]. 동물 체내에서 미량 광물질의 역할과 필요량이

점차 밝혀지면서, 동물사육에 있어서 이들의 효율적인 공급은 영양적인 면에서도 그 중요성이 증가하고 있다. 한편, 이들 미량 필수 광물질의 결핍과 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[4]. 이러한 필수 미량 광물질의 결핍증상이 일어나는 이유로서는 토양중에 이들 특정 미량 광물질이 결핍된 장소에서 생산된 사료 작물을 동물이 섭취하였을 경우 발생하는 것으로 나타나고

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

있다.

Bentonite는 물에 팽창성이 좋고, 주요 교환성 이온으로 Na 이온을 함유하고 있는 Na-bentonite와 팽창성이 낮고 교환성 이온으로 Ca 이온을 함유하고 있는 Ca-bentonite로 그 활성에 따라 크게 두가지로 구분된다[12]. Na형 또는 Ca형 bentonite를 식이중에 2.5%~4.5% 수준으로 가금류 사료에 첨가하게 되면 사료 pellet의 경도가 증가하고, 가금류의 산란률 증가 및 영양소의 이용효율이 크게 증가한 것으로 나타나 있다[1,6]. 한편, zeolite도 bentonite와 비슷한 작용을 하는 것으로 알려져 있는데, 2.0%~5.0% 수준에서 사료첨가제로 사용할 경우 장내가스 배출 촉진효과 및 분중의 수분량 감소와 가스량 감소, 산란률 증가, 사료효율 개선 등이 보고되었다[18]. Zeolite 및 bentonite와 구성이 비슷한 규산염 광물질인 맥반석(Quartz prophyry)도 이러한 효과를 발휘할 가능성이 있기 때문에 사료첨가제로서의 사용가능성이 증대되고 있다. 맥반석은 석영암반에 속하는 암석으로 알카리 장석과 석영을 주성분으로 하고, 화학조성은 SiO₂ 및 Al₂O₃가 대부분을 차지하고 있다. 지금까지 맥반석과 같은 규산염 광물질은 주로 정수제, 탈취제, 이온교환제, 토양개량제, 사료첨가제 등으로 많이 사용되었다 [1,10]. 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 있다. 따라서 본 실험에서는 이러한 문제점들을 고려하여 관상조류 사료를 개발할 목적으로 일반 가정에서 관상조류로 널리 사육되고 있는 십자매에 3.0% 수준으로 맥반석을 식이중에 첨가하여 14일간 급여한 후 생리적 및 생화학적 지표에 어떠한 영향을 미치는지를 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험동물인 관상조류 십자매는 1999년 10월 울산조류연구소에서 10~12 g 전후의 50일령 수컷 20마리를 구입하여 기본식이인 조로 1주일간 적응시킨 후 본 실험에 사용하였다. 맥반석은 천연물응용연구소에서 구입하였으며, 그 화학적 성분조성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. The chemical composition of Quartz porphyry in used experimental diet

	Composition (%)
SiO ₂	67.40
Al ₂ O ₃	16.20
Fe ₂ O ₃	2.81
TiO ₂	0.27
MnO	0.06
CaO	1.63
MgO	0.59
K ₂ O	4.28
Na ₂ O	4.31
P ₂ O ₅	0.52

식이조성 및 동물사육

본 실험에 사용된 기본식이의 조성은 Table 2와 같다. 기본식으로 적응실험이 끝난 십자매를 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. 사육 기간중 식이 섭취량은 매일 측정하고, 체중은 실험 종료일에 측정하였다.

분석시료의 조제

실험 최종일 12시간 절식시킨 후 단두로 혈액을 채취하여 탈혈사 시켰으며, 각 장기(간장, 신장, 심장, 근육)는 복부를 개복 한 다음 즉시 떼어내어 생리식염수로 깨끗히 씻고 여과지로 습기를 제거시켜 무게를 측정하였다. 채취한 혈액은 약 30분간 실온에서 방치시킨 후 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻어진 혈청을 임상생화학적 분석에

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	4.90
Metabolizable energy (kcal/kg) ¹⁾	3426

¹⁾Metabolizable energy; calculated value.

사용하였다.

혈청 생화학적 분석

혈청 총 콜레스테롤 농도는 Cholesterol C-test wako (Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 cholesterol oxidase-DAOS법으로 측정하였고, 혈청 중성지방 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. 혈청중의 간기능 지표효소인 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 알칼리성의 규산염 광물질로 동물과 사람에게 필수적인 여러 가지 미량원소를 함유하고 있어, 성장촉진 작용 및 산란률 향상 작용 등의 영양소 이용 효율촉진 작용과 배설물중의 암모니아 감소 및 연변역제 작용 등이

보고된 바 있다[17]. 본 실험에 사용된 맥반석의 구성화학 조성에서 SiO₂가 67.4%로 가장 많이 함유되어 있었다 (Table 1). 이는 손과 박[17]이 성장중 육계에 미치는 영향을 조사한데 사용한 맥반석의 화학조성과 거의 비슷한 것으로 나타났다. 한편, 맥반석의 SiO₂ 조성은 zeolite 67.1%와는 비슷하였으나, bentonite 57.4%와는 약간의 차이를 보였다. Al₂O₃는 맥반석 16.2%, zeolite 15.3% 및 bentonite 17.0%로 거의 비슷하게 구성되어 SiO₂ 조성 다음으로 높은 함량을 나타내었다. 따라서, 맥반석의 주요 화학조성은 다른 규산염 광물질과 마찬가지로 규소와 알루미늄인 것으로 나타났다.

체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이효율

실험식으로 사육이 끝난 실험동물의 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이효율을 Table 3에 나타내었다. 체중 증가량 및 식이 섭취량은 처리 군간에 유의적인 차이는 인정되지 않았으나, 3% 맥반석 첨가군에서 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 이 등[8]은 72가지 원소가 함유된 bentonite계 규산염 광물질로 구성된 MAXMINERAL (72)[®] (MM)을 1% 및 2% 수준으로 대조군의 기본 식이에 첨가하여 5주간 육계사양 실험에서 증체량, 식이 섭취량에는 영향을 미치지 않았으나, 식이 효율은 유의적으로 개선되었다고 하였다. Sellers 등[16]이 실시한 육계 실험에서는 Na-bentonite 2.5% 및 5.0%를 기초사료에 첨가하였을 때 증체를, 사료 섭취량, 식이효율 등에는 유의적인 영향을 미치지 못하였다고 하였다. 따라서, zeolite 및 bentonite와 마찬가지로 맥반석 3% 첨가에 의해서는 판상조류 십자매의 사육에 필요한

Table 3. Feed intake, body weight gain, feeding efficiency, and relative tissue weight in common finch fed with a diet containing 3% Quartz porphyry for 14 days

	Control	Quartz porphyry
Body weight gain (g/day/group)	5.23 ± 1.71	6.10 ± 1.14
Feed intake (g/day/group)	18.39 ± 2.97	20.78 ± 5.66
Feed efficiency (%)	3.17 ± 0.16	3.87 ± 0.29
Tissue weight (mg/10 g body weight)		
Liver	274.91 ± 15.22	285.02 ± 46.56
Kidney	51.22 ± 11.29	86.84 ± 44.87*
Heart	148.92 ± 14.50	145.15 ± 21.40
Gizzard	223.95 ± 49.98	186.15 ± 28.28*

Values are means ± SE of ten common finch per group. *p < 0.05.

사료의 기호성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료되었다. 또한 실험기간중 분변상태는 맥반석 첨가군에서 분변중의 수분이 거의 없는 굳은 상태로 배설되어 연변방지 효과가 있는 것으로 관찰되었다. 손과 박[17]은 맥반석을 0.3%, 0.6% 및 0.9% 수준으로 육계사료에 첨가시켜 급여하였을 때 배설물의 수분함량이 대조군 66.4%에 비해 맥반석 0.3% 첨가군 64.64%, 0.6% 첨가군 61.72% 및 0.9% 첨가군 61.37%로 맥반석 첨가 수준 증가에 따라 분변중의 수분함량이 감소하였다고 보고하였다. 이러한 효과는 규산염 광물질을 첨가한 식이를 급여하였을 때 분변중의 수분함량이 감소되어 연변예방 효과가 있었다는 Ramos[8], Lee[9], Mumpton 및 Fishman[12]의 보고와 동일한 경향을 나타낸 것이다.

장기무게의 변화

실험동물의 장기무게를 체중 10 g당 mg으로 나타낸 결과는 Table 3과 같다. 간장과 심장의 상대적 무게는 실험군간에 유의적인 차이는 없었으나, 신장은 맥반석 첨가군에서 증가하였고, 근육은 맥반석 첨가군에서 감소하였다.

혈청 Glucose, Albumin 및 Protein 농도

혈중 glucose 농도는 Table 4와 같이 대조군 310.5 ± 25.0 mg/dl에 비해 맥반석 첨가군 320.5 ± 17.3 mg/dl로 유의적인 차이는 없었다. 혈당량은 각 개체에 따라 다르게 나타나는데, 사람의 공복시 혈당량은 80~110 mg/dl이고, 흰쥐의 공복시 혈당량은 98~152 mg/dl로 알려져 있다[3,4]. 맥반석을 0.9% 수준으로 첨가한 육계사료를 4주간 투여한 결과에서는 237 ± 13 mg/dl으로 대조군 234 ± 12 mg/dl와 큰

차이가 없었다[17]. 따라서, 본 실험에 사용된 십자매의 혈당량이 300 mg/dl 이상으로 가금류 및 포유동물과는 상당한 차이를 보였는데, 이는 종에 의한 차이로 사료된다. 혈중 단백질 농도는 대조군에서 3.75 g/dl, 맥반석 첨가군에서 3.95 g/dl로 유의적인 차이는 없었다. 흰쥐의 경우 8.5 g/dl 정도로 십자매보다 상당히 높은 농도를 보였다[7].

한편, albumin 농도는 대조군 1.9 ± 0.02 g/dl, 맥반석 첨가군 2.1 ± 0.05 g/dl로 실험군간에 유의적인 차이는 없었다. Albumin 농도 역시 흰쥐에서 3.4 g/dl 정도로 조류보다 약간 높은 것으로 나타났다[7].

혈청 지질 농도에 미치는 영향

혈청 중성지질 농도는 대조군 229 ± 34 mg/dl에 비해 맥반석 첨가군 191 ± 8.8 mg/dl로 약간 감소경향을 나타내었고, 혈청 콜레스테롤 농도는 대조군 237 ± 9.9 mg/dl에 비해 맥반석 첨가군 247 ± 16 mg/dl로 통계상의 유의적인 차이는 없었다(Table 4). 이러한 결과는 손과 박[17]이 맥반석을 첨가한 식이를 육계에 섭취시켰을 때도 동일한 결과를 보였다고 하였다. 따라서, 규산염 광물질인 맥반석을 사료에 첨가하여 육계를 사육할 때 영양소의 대사율이 높아졌다는 이전의 보고와 연관시켜 볼 때, 조류 사육에 이용되는 식이에 맥반석을 3% 수준으로 첨가 할 때도 영양상태를 개선시키는 것으로 추정되었다. 그러나, 현재 조류에 대한 혈청학적 소견이 전무한 상태에서 본 연구에서 사용한 실험동물인 십자매의 결과를 육계에 비교하여 고찰을 하는 것은 적절치 못한 것으로 사료된다. 따라서, 앞으로 조류의 사료를 개발하는데 있어서 맥반석의 첨가를 위한 보다 적절한 수준을 규명하기 위해서는 추후 농도별 첨가에 대한 영향을 관찰할 필요성이 제기된다.

이상의 실험 결과에서, 관상조류인 십자매의 식이에 맥반석을 3% 수준으로 첨가하여 급여시켜도 생리적 상태에 미치는 영향에는 크게 문제가 되지 않을 것으로 사료되며, 영양소의 이용면에서도 보다 효율적으로 식이효율을 증대시킬 것으로 사료된다. 따라서, 앞으로 증가할 것으로 기대되는 관상조류의 사육에 요구되는 식이 효율과 분변중의 암모니아 냄새를 감소시키는데 맥반석의 첨가는 보다 좋은 효과를 기대 할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 4. The contents of total protein, albumin, glucose, triglyceride and cholesterol in serum of common finch fed with a diet containing 3% Quartz porphyry for 14 days

	Control	Quartz porphyry
Total protein (g/dl)	3.75 ± 0.20	3.95 ± 0.21
Albumin (g/dl)	1.91 ± 0.03	2.10 ± 0.05
Glucose (mg/dl)	310.50 ± 25.10	320.51 ± 17.30
Triglyceride (mg/dl)	229.10 ± 33.95	191.04 ± 8.84
Cholesterol (mg/dl)	237.00 ± 9.94	246.52 ± 16.32

Values are means \pm SE of ten common finch per group.

Table 5. The activity of glutamic oxaloacetic transaminase (GOT), glutamic pyruvic transaminase (GPT) and alkaline phosphatase (ALP) in serum of common finch fed with a diet containing 3% Quartz porphyry for 14 days

	Control	Quartz porphyry
GOT (U/dl)	573.03±13.20	758.55±44.62*
GPT (U/dl)	38.54±6.10	47.50±2.79
ALP (U/dl)	393.51±29.01	297.54±9.27*

Values are means±SE of ten common finch per group *p<0.05.

간장 기능에 미치는 영향

간 기능의 지표로 널리 사용되고 있는 GOT와 GPT는 간염, 간경변 등 주로 간질환에서 혈중으로의 분비가 증가하고, 각종 독성화학 물질의 섭취에 의해서 간장에서 해독되는 과정에서 증가하는 것으로 알려져 있다[2,5]. 혈청 GTP 활성은 실험군간에 유의적인 차이는 인정되지 않았으나, GOT 활성은 대조군에 비해서 맥반석 첨가군에서 증가하였고, ALP 활성은 맥반석 첨가군에서 감소되었다(Table 5). 육계에 규산염 광물질을 함유한 식이를 섭취시켰을 때 ALP 활성이 유의적으로 감소한 결과가 보고된 바 있어 본 실험 결과와 동일한 경향을 나타내었다[14,18].

요 약

규산염 광물질인 맥반석을 3% 수준으로 식이중에 첨가하여 십자매에 2주간 급여한 후 생리적 및 생화학적 성상에 미치는 영향에 대하여 검토하였다. 체중 증가량, 식이 섭취량, 식이 효율, 상대적 간장 및 심장 무게는 대조군과 맥반석 첨가군 사이에 유의적인 차이가 없었고, 상대적 신장 및 근육 무게는 맥반석 첨가군에서 각각 증가 및 감소하였다. 혈청 총 단백질, 혈당, 알부민, 중성지방, 콜레스테롤 농도는 두군 사이에 차이가 없었다. 간기능 지표인 GOT 및 ALP 활성은 맥반석 첨가군에서 각각 증가 및 감소하였으나, GTP 활성은 유의적인 차이가 없었다. 따라서, 맥반석 3% 수준의 식이중첨가는 십자매의 생리적 및 생화학적 상태에는 영향을 미치지 않으며, 식이의 영양효율을 증가시키는 것으로 사료된다.

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. Corinne, H. R. and S. W. Emma. 1984. *Basic nutrition and diet therapy*. 5th ed., Macmillan Co., New York, p.272-224.
6. Hollister, A. G. and E. W. Kienholz. 1980. Sodium bentonite in diets for growth ducks. *Poultry Sci.* **59**, 2160-2162.
7. 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.
8. 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. Poultr Sci.* **23**, 121-128.
9. Lee, T. W. 1975. A study on the feed values between the bentonite and zeolite in the feeding of broiler chicken. *Korean J. Ani. Sci.* **17**, 625-628.
10. 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.
11. Mumpton, F. A. and P. H. Fishman. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *J. Animal Sci.* **45**, 1188-1203.
12. Pigott, G. M. 1982. The potential of MAXIMINERAL (72) as a source of nutrients for animals. *Mineral Mining Export; USA*.
13. Ramos, A. J., G. J. Fink and E. Hernandez. 1996. Prevention on toxic effects of mycotoxins by means

- of nonnutritive absorbent compounds. *J. Feed Protection*. **59**, 631-641.
14. Schell, T. C., M. D. Lindemann, E. T. Kornegay, 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.
15. Scheideler, S. E. 1990. Aluminosilicates in poultry rations. *Feed Management*. **41**, 22-26.
16. 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.
17. 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.
18. 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.