

맥반석 첨가 식이가 십자매 조직의 무기질함량에 미치는 영향

차재영¹ · 조영수¹ · 임정부² · 김대진*

동아대학교 식품과학부
¹동아대학교 생명자원과학부
²천연물 응용연구소

Effect of Quartz Porphyry Supplemented Diet on Mineral Content in Tissues of Common Finch

Jae-Young Cha¹, Young-Su Cho¹, Jung-Bu Ihm² and Dae-Jin Kim*

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

Abstract

Effect of Quartz porphyry (QP) on the contents of mineral in tissues of male common finch by feeding the basal diet (Control group) containing 3.0% QP (QP group) for 14 days was studied. The relative weight (mg/10 g body weight) of kidney and gizzard in the QP group were higher and lower than in the control group, respectively. However, the relative weight of liver and heart were not significantly different in the both groups. The mineral contents of liver, kidney, heart and gizzard were significantly higher in common finch fed with the diet containing quartz porphyry than that of control diet. The major minerals of these tissues were P, Ca and Fe.

Key Words — Quartz porphyry, common finch, mineral

서 론

규산염 광물질인 bentonite, zeolite, kaolin 등과 화산암 분말인 scoria는 미량 광물질로서 동물의 생산성 향상에 주로 이용되고 있다[1,5-7,10]. 동물 체내에서 미량 광물질의 역할과 필요량이 점차 밝혀지면서 동물사육에 있어서 이들의 효율적인 공급은 영양학적인 면과 건강학적인 면에서도 그 중요성이 증가하고 있다. Zeolite는 광물학적으로 tectosilicate에 속하며, Na 및 K 등의 알카리 금속과 Ca 등의

토류금속을 함유하며, 2.0%~5.0% 수준에서 식이에 첨가할 경우 장내의 유해세균 증식억제, 장내가스 및 과잉수분의 흡착과 배설, 연변 또는 설사를 방지하는 효과 등이 보고되고 있다[8,14]. 또한, 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 두 가지로 구분된다[9]. 이러한 규산염광물질을 식이중에 2.5%~4.5% 수준으로 가금류 식이중에 첨가하게 되면 사료 pellet의 경도가 증가되고, 가금류의 산란률 증가 및 영양소의 이용 효율이 크게 증가한 것으로 보고된 바 있다[1,5].

*To whom all correspondence should be addressed

Tel: 051-200-7532

E-mail: djkim@mail.donga.ac.kr.

한편, Zeolite 및 bentonite와 화학적 구성이 비슷한 규산염 광물질인 맥반석(Quartz prophyry)도 이러한 효과를 발휘할 가능성이 있기 때문에 동물의 보조사료로서 충분히 이용이 가능할 것으로 추정된다[12]. 맥반석은 석영암반에 속하는 암석으로 알카리 장석과 석영을 주성분으로 하고, 화학조성은 SiO₂ 및 Al₂O₃가 대부분을 차지하고 있어, 주로 정수제, 탈취제, 이온교환제, 토양개량제 등으로 많이 사용되었다[1,7]. 최근 이들 광물질들은 축산 분야의 정화제로서 그 가치가 인정되어 축산 환경오염 경감에 대한 저공해성 식이 첨가제로서의 이용 가능성도 보고된 바 있다[15]. 전보[3]에서는 일반 가정에서 관상조류로 널리 사육되고 있는 십자매에 맥반석을 3.0% 수준으로 식이중에 첨가하여 14일간 급여한 결과, 혈청내의 생리적 및 생화학적 지표에는 어떠한 영향도 미치지 않는 것으로 보고하였다.

본 실험에서는 맥반석을 3.0% 수준으로 첨가한 식이를 급여한 십자매의 간장, 신장, 심장 및 근위 조직중의 무기질 함량변화에 어떠한 영향을 미치는지를 검토하였다.

재료 및 방법

식이조성 및 동물사육

실험동물인 관상조류 십자매는 1999년 10월 울산조류연구소에서 10~12 g 전후의 50일령 수컷 20마리를 구입하여 기본 식이인 조로 1주일간 적응시킨 후 본 실험에 사용하였다. 본 실험에서는 기본 식이로 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. 맥반석은 천연물응용연구소에서 구입하였으며, 식이중에 3.0%(w/w) 수준으로 첨가하였다. 사육 기간중 식이 섭취량은 매일 측정하고, 체중은 실험 종료일에 측정하였다.

분석시료의 조제

실험 최종일 12시간 절식시킨 후 단두로 혈액을 채취하여 탈혈사 시킨 후 복부를 개방하여 각 장기(간장, 신장, 심장, 근위)를 적출하고, 생리식염수로 깨끗히 씻고 여과지로 습기를 제거시켜 장기의 무게를 측정하였다. 각 장기는 -80℃ 냉동고에 보관하면서 무기질 분석에 사용하였다.

무기질 분석

각 장기의 무기질 함량은 AOAC 분석방법[2]에 준하여 측정하였다. 즉, 일정한 무게의 장기를 550℃ 회화로에서 3시간 회화시킨 후 6 N HCl에 용해시켜 수용상에서 완전히 증발시킨다. 이 건조물에 3 N HCl를 가하여 Whatman No. 4 여과지로 여과하여 원소종류에 따라 각각 일정비율로 희석하여 원자흡광 분광광도계(AAnalyst 300, Perkin Elmer, USA)를 이용하여 측정하였다. 조직중의 인은 molybdenum blue 비색법으로 분석하였다[2].

통계처리

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

결과 및 고찰

장기무게의 변화

실험식이로 사육이 끝난 실험동물의 체중 증가량 및 식이 섭취량은 처리 군간에 유의적인 차이는 인정되지 않았고[3], 실험동물의 상대적 조직 무게는 Table 1과 같이 간장과 심장의 무게는 실험 군간에 유의적인 차이는 없었으며, 신장은 맥반석 첨가군에서 증가하였고, 근위는 맥반석 첨가군에서 감소하였다.

장기의 무기질 함량

동물의 정상적인 성장과 생명유지를 위해서는 칼슘, 인 및 철을 비롯한 무기질은 매우 중요한 역할을 한다. 칼슘과 인은 동물의 골격형성과 혈액응고, 심장박동, 근육수축,

Table 1. Relative tissue weight in common finch fed with a diet containing 3.0% Quartz porphyry for 14 days

	Control	Quartz porphyry
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.

체내의 산염기 평형에 관여하는 주요 영양소이다. 특히 인은 체내의 탄수화물과 지방질 대사에 직접적으로 관여하며, 세포의 구성인자로 중요한 역할을 담당한다. 본 실험에 사용된 맥반석의 주요 구성화학 조성은 SiO₂가 67.4%로 가장 많고, 다음으로 Al₂O₃가 16.2%를 차지하고 있다. 이러한 조성은 다른 규산염 광물질인 zeolite 및 bentonite와 비슷하게 구성되어 있는 것으로 전보에 보고한 바 있다[3]. 본 실험에서는 이러한 무기질을 다량 함유하고 있는 맥반석을 섭취한 십자매에서 조직중의 무기질 함량에 어떠한 변화가 있었는지를 검토하였다.

간장중의 무기질 함량은 대조군에서 P 8,655 ppm, Fe 2,376 ppm, Ca 739 ppm 순으로 나타났으며, 맥반석 첨가군에서는 P 9,333 ppm, Fe 3,658 ppm, Ca 1,278 ppm 순으로 동일한 경향을 보였다(Table 2). 특히, 간장에서 Mg를 제외한 모든 무기질 함량은 맥반석 첨가군이 5% 수준에서 유의적인 증가를 나타내었다. 신장중의 무기질 함량은 대조군에서 P 7,831 ppm, Fe 5,449 ppm, Ca 2,746 ppm 순으로 나타났으며, 맥반석 첨가군에서는 Fe 14,582 ppm, P 9,927 ppm, Ca 4,931 ppm 순으로 나타나, 두군간에 무기질 조성에서 차이를 보였다 (Table 3). 심장중의 무기질 함량은 대조군에서 P 4,332 ppm, Ca 1,029 ppm, Mg 475 ppm 순으로 나타났으며, 맥반석 첨가군에서는 P 5,282 ppm, Fe 1,719 ppm, Ca 1,356 ppm 순으로 나타났다(Table 4). 근위중의 무기질 함량은 대조군에서 P 2,669 ppm, Ca 673 ppm, Fe 264 ppm 순으로 나타났으며, 맥반석 첨가군에서는 P 3,254 ppm, Ca 1,298 ppm, Fe 388 ppm 순으로

Table 2. The contents of mineral in liver of common finch fed with a diet containing 3.0% Quartz porphyry for 14 days (ppm)

	Control	Quartz porphyry
Ca	793.3±26.2	1276.9±172.7*
Cr	58.0±33.9	391.8±28.7*
Cu	20.9±7.2	54.8±15.1*
Fe	2376.2±229.5	3658.3±112.6*
Mg	615.8±24.3	732.9±70.7
Mn	12.7±0.2	181.6±14.7*
P	8654.9±227.5	9333.3±370.7*
Zn	109.2±12.4	164.6±19.9*

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

Table 3. The contents of mineral in kidney of common finch fed with a diet containing 3.0% Quartz porphyry for 14 days (ppm)

	Control	Quartz porphyry
Ca	2745.6±789.7	4930.7±182.4*
Cr	519.7±37.3	2724.6±139.9*
Cu	62.2±13.6	206.1±19.0*
Fe	4556.7±147.0	14538.0±293.6*
Mg	758.5±66.8	1162.5±399.2*
Mn	58.1±17.1	224.5±55.6*
P	7830.5±169.1	9926.9±118.5*
Zn	250.5±42.9	444.4±20.7*

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

Table 4. The contents of mineral in heart of common finch fed with a diet containing 3.0% Quartz porphyry for 14 days (ppm)

	Control	Quartz porphyry
Ca	1028.8±166.0	1355.6±202.8*
Cr	3.1±0.6	143.9±50.9*
Cu	27.9±3.2	41.2±12.5*
Fe	268.8±130.2	1719.2±308.4*
Mg	475.4±1.8	533.8±56.7
Mn	3.1±0.0	18.8±3.3*
P	4333.2±54.8	5281.5±140.4*
Zn	54.8±7.6	133.8±9.7*

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

나타났다(Table 5).

맥반석을 섭취한 십자매의 장기 중 무기질 함량에서는 P, Ca, Fe가 중요한 구성요소로 나타났는데, 맥반석의 주요 화학조성에서 SiO₂와 Al₂O₃를 제외한 기타 무기질로서 Fe 2.81%, Ca 1.63%, K 4.28%, Na 4.31%, P 0.52%, Mn 0.06%를 나타내고 있다. 십자매의 각 조직중의 무기질 함량에서 인의 비율이 가장 높게 나타났다. 이러한 인은 무기질 중에서도 식이중에서 부족하기 쉬우므로 생리적인 요구량의 측면에서 볼때도 필요량을 공급할 필요성이 있다. 어린 병아리에 대한 인의 공급수준이 0.63%~0.72%에서 성장률이 높게 나타나고[4], Waldroup 등[13]도 부로일러용 병아리에서 인의 적정 공급수준은 0.59%~0.70%로 제시하고 있다. 본 실험에서 사용한 인 함량은 0.52%로 동물성장에 필요한 적정수준과 거의 비슷한 조성을 하고 있다.

Table 5. The contents of mineral in gizzard of common finch fed with a diet containing 3.0% Quartz porphyry for 14 days (ppm)

	Control	Quartz porphyry
Ca	673.2±24.3	1298.2±208.7*
Cr	2.5±0.0	4.3±0.0*
Cu	14.4±2.3	28.4±8.3*
Fe	264.4±73.4	388.2±26.5*
Mg	254.2±33.0	363.5±7.1*
Mn	3.0±0.5	5.6±2.6*
P	2669.2±508.8	3254.1±13.6*
Zn	80.7±3.7	119.3±1.5*

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

한편, 병아리에 대한 칼슘의 공급수준은 최저 0.7% 이상이고, 1.0% 정도의 수준에서는 정상적인 성장을 유지하는 것으로 보고된 바 있다 [11]. 본 실험에 사용한 맥반석에는 무기질 중 Ca이 1.63% 함유되어 있으므로 십자매의 성장에 필요한 Ca량 공급에는 문제가 없을 것으로 판단된다. 따라서, 맥반석 첨가 식이로 사육한 십자매의 각 장기에서의 무기질 함량이 대조군에 비해서 증가한 것은 식이중의 영향을 받은 것으로 사료되지만, 대부분 유의적인 증가를 보인 점에 대해서는 추후 각 첨가 농도별 영향을 보다 세밀하게 관찰 할 필요성이 제기된다.

요 약

규산염 광물질인 맥반석을 3% 수준으로 식이중에 첨가하여 십자매에 2주간 급여한 후 각 장기중의 무기질 함량에 미치는 영향에 대하여 검토하였다. 상대적 신장 및 근위 무개는 맥반석 첨가군에서 각각 증가 및 감소하였으나, 간장 및 심장 무개는 대조군과 맥반석 첨가군 사이에 유의적인 차이가 없었다. 간장중의 무기질 함량은 대조군에서 P 8,655 ppm, Fe 2,376 ppm, Ca 739 ppm 순으로 나타났으며, 맥반석 첨가군에서는 P 9,333 ppm, Fe 3,658 ppm, Ca 1,278 ppm 순으로 동일한 경향을 보였다. 심장중의 무기질 함량은 대조군에서 P 7,831 ppm, Fe 5,449 ppm, Ca 2,746 ppm 순으로 나타났으며, 맥반석 첨가군에서는 Fe 14,582 ppm, P 9,927 ppm, Ca 4,931 ppm 순으로 나타나, 두군간에 무기질 조성에서 차이를 보였다. 심장중의 무기

질 함량은 대조군에서 P 4,332 ppm, Ca 1,029 ppm, Mg 475 ppm 순으로 나타났으며, 맥반석 첨가군에서는 P 5,282 ppm, Fe 1,719 ppm, Ca 1,356 ppm 순으로 나타나 다른 경향을 나타내었다. 근위중의 무기질 함량은 대조군에서 P 2,669 ppm, Ca 673 ppm, Fe 264 ppm 순으로 나타났으며, 맥반석 첨가군에서는 P 3,254 ppm, Ca 1,298 ppm, Fe 388 ppm 순으로 동일한 경향을 나타내었다. 이상의 결과에서, 맥반석을 섭취한 십자매의 각 조직중 무기질 함량은 대조군에 비교해서 대부분 높게 나타났으며, P, Ca 및 Fe가 중요한 구성성분으로 나타났다.

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. A.O.A.C. 1975. Official methods of analysis. 12th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D.C., USA.
3. 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.
4. Han, I. K. and S. J. Ohh. 1981. Nutrition of calcium and phosphorus in poultry diets. *Ko. J. Poul. Sci.* **8**, 55-68.
5. Hollister, A. G. and E. W. Kienholz. 1980. Sodium bentonite in diets for growth ducks. *Poultry Sci.* **59**, 2160-2162.
6. 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.
7. Min, B. S., Y. I. Kim and S. J. Oho. 1988. Effects of zeolite levels on the performance of broilers. *Korean J. Poul. Sci.* **15**, 31-38.
8. Mumpton, F. A. and P. H. Fishman. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *J. Animal Sci.* **45**, 1188-1203.
9. Pigott, G. M. 1982. The potential of MAXIMINERAL (72) as a source of nutrients for animals. Mineral Mining Export; USA.
10. Scheideler, S. E. 1990. Aluminosilicates in poultry rations. *Feed Management* **41**, 22-26.
11. Scott, M. L., S. J. Hull and P. A. Mullen. 1971. The

- calcium requirements of laying hens and effects of dietary oyster shell upon egg shell quality. *Poultry Sci.* **50**, 1055-1063.
12. 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.
13. Waldroup, P. W., C. B. Ammerman and R. H. Harms. 1963. The relationship of phosphorus, calcium and vitamin D in the diet of broiler type chicks. *Poultry Sci.* **42**, 982-988.
14. 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.
15. Yang, C. B., J. D. Kim, J. H. Lee, W. T. Cho and I. K. Han. 2000. Effect of dietary Cheju scoria and zeolite on the performance of swine. *J. Anim. Sci. Technol. (Kor.)* **42**, 477-488.