

화강암 추출 활성 광물질의 사료 내 첨가가 육계의 생산성과 깔짚 암모니아 발생에 미치는 영향

조중호 · 정병윤 · 백인기[†]

중앙대학교 산업과학대학 동물자원과학과

Effects of Dietary Mineral Extract from Granite on the Performance of Broiler Chickens and Ammonia Production from the Litter

J. H. Cho, B. Y. Jung and I. K. Paik[†]

Department of Animal Science and Technology, College of Industrial Science, Chung-Ang University

ABSTRACT An experiment was conducted to investigate the effects of mineral extract from granite on the performance, ammonia production from the litter, components of blood, Newcastle Disease (ND) titer and intestinal microflora in broiler chickens. Nine hundred sixty one-day-old broiler chickens (Ross[®]) were assigned to five treatments: C; control, Zeolite; control + zeolite 1%, AM10; control + active mineral water 10% adsorbed zeolite 1%, AM20; control + active mineral water 20% adsorbed zeolite 1% and AM30; control + active mineral water 30% adsorbed zeolite 1%. Each treatment consisted of four replicates with 48 broiler chicks for feeding trial. In order to test the effect of ND vaccine on the components of blood, ND titer and intestinal microflora, a separate group of 48 broiler chicks were assigned to the same 5 treatment as the feeding trial plus one negative control (No ND vaccine). Weight gain, feed intake, feed conversion and mortality were not significantly affected by dietary treatments but AM30 tended to be higher than other treatments in weight gain and feed intake, especially during later period (4 to 5 weeks of age). Ammonia production from the litter of AM30 treatment was significantly ($P<0.01$) lower than the control. Components of blood and ND titer in serum of broiler chickens were not significantly affected by treatments but MCHC (mean corpuscular hemoglobin concentration) of blood was significantly lower ($P<0.05$) in Zeolite treatment compared to others. The colony forming unit (CFU) of *Clostridium perfringens* in the small intestinal content of all zeolite and AM treated groups was significantly ($P<0.01$) lower than the control while the CFU of *Escherichia coli* was not significantly affected. The CFU of *Lactobacilli* in AM30 treatment was significantly ($P<0.05$) higher than the control. In conclusion, dietary supplement of active mineral water adsorbed to zeolite at 30% level (AM30) tended to improve growth performance of broiler chickens and significantly reduced ammonia production from the litter. It also significantly increased CFU of intestinal *Lactobacilli*.

(Key words: zeolite, active mineral water, ammonia gas, blood parameters, intestinal microflora, broilers)

서 론

계사 내 높은 암모니아 가스 수준은 성장률 감소뿐만 아니라 질병 증가의 원인이 된다(Reece 등, 1979). Al-Mashhadani와 Beck(1985)은 대기 중 암모니아가 증가하면 기관 점막의 손상과 폐강벽 약화 등의 호흡기 질환을 일으킨다고

하였다.

따라서 계사 내 암모니아가스 발생의 감소는 가금의 건강과 생산성 증진 및 환경 개선을 위해 필수이다(Nakaue 등, 1981). 암모니아는 uric acid, urea 그리고 소화되지 않은 사료 단백질 등이 미생물에 의해 분해되어 생산된 물질이고 이러한 질소 화합물들은 온도, pH 그리고 수분 함량에 따라 영향

본 연구는 KSA International 社의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

[†] To whom correspondence should be addressed : ikpaik@cau.ac.kr

을 받는다. 암모니아 생성율은 온도와 pH가 높아질수록 촉진되었으며, 수분 함량이 50%에서 높게 나타났다고 하였다 (Groot Koerkamp 등, 1998; Pratt 등, 2002).

천연 암석인 화강암으로부터 추출한 활성 미네랄수(active mineral water, AM)는 고분자 재료 유동 변성제를 개발하는 과정에서 고체 표면에 흡착할 수 있는 액상 결정 형태의 물 구조에서 발견되었다. AM은 인체 내부의 1,000여 가지의 효소 작용에 필요한 30여종의 미량 금속 원소를 포함하고 있고 비중이 1.1~1.2, pH가 0.5~1.0이며 세포 내로 자유롭게 침투할 수 있는 구조로 되어 있어 동물체에 가장 적합한 물이라고 하지만 공인된 학술지에서 AM에 대하여 보고된 자료는 없다.

본 실험은 화강암으로부터 추출한 일명 활성 미네랄수(AM)를 zeolite에 흡착시켜 육계 사료에 첨가 급여했을 때 생산성과 계사 내 암모니아 가스 발생량에 미치는 영향을 측정하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험 사료

본 시험에 사용된 사료는 시판용 육계 전·후기 사료를 이용하였다. 이 사료를 control(C)로 하였고 이 control 사료에 zeolite 1%(Zeolite), AM 10% 흡착 zeolite 1%(AM10), AM 20% 흡착 zeolite 1%(AM20), AM 30% 흡착 zeolite 1%(AM30)를 첨가하여 처리구를 만들었다. AM은 KSA International社가 분쇄한 화강암에 황산을 처리한 후 특수 공법으로 화강암 내 광물질을 추출한 제품으로 비중은 1.1~1.2, pH는 0.5~1.0의 액상제제이다.

2. 시험 설계 및 사양

사양 시험을 위하여 갓 부화한 육계(Ross 종) 암·수 각각 480수를 공시하여 5처리 4반복, 반복당 암·수 동수로 48수씩을 floor pen(가로: 2.0 m, 세로: 2.4 m)에 완전임의 배치하였다. 사양 시험은 35일간 실시하였으며 시험 기간 동안 물과 사료를 자유 채식시켰고 24시간 점등하였다. 전기(0~3주), 후기(4~5주)로 나누어 그룹별로 체중과 사료 섭취량을 측정하였다.

3. 암모니아 가스 측정

암모니아 가스는 portable gas leak detector(TG-2400KA; Bionics Instrument, Japan)를 이용하여 측정하였다. 18 L box

(가로: 35.6 cm, 세로: 27.2 cm, 높이: 23 cm)를 모든 pen의 일정한 위치에 고정시켜 1분 동안 box 안에 공기를 포집한 후 diaphragm pump를 이용하여 box안의 공기를 3 L teflon bag으로 2분 동안 흡입한 후 다시 diaphragm pump를 이용하여 teflon bag 안의 공기가 센서가 결합되어 있는 가스 측정 chamber를 통과하도록 하여 측정하였다.

4. 혈액 성분 분석 및 Newcastle Disease(ND) Titer 측정

사양 시험과 동시에 대사 케이지(가로: 35.5 cm, 세로: 45 cm, 높이: 55cm)에 육계 병아리 48수를 암·수 각각 1수씩 6처리 4반복으로 배치하고 ND 백신(La Solta-Clone 30, Intervet, Holland)을 8일령에 1차 분무 접종을 하였고 22일령에 보강 분무 접종을 하였다. 각 처리는 사양시험 처리구와 동일하되 대조구만 ND 백신 무접종의 negative 대조구(C-1)를 두었다. 35일령에 모두 도계하여 즉시 심장에서 혈액 5 mL씩 항응고제가 들어 있는 vacutainer에 채혈한 후 24시간 안에 혈액 분석기(HEMACYTE; OSI, Oxford Science, Inc)를 이용하여 혈액 성상을 분석하였고 3,000 rpm으로 15분간 원심분리한 후 혈청을 따로 분리하여 냉장 보관 후 ND titer 측정에 이용하였다. ND titer는 닭 ND 항체 검사용 진단 키트(CHEILBIO Co., Ltd., Korea)를 사용하여 ELISA reader(SEAC SIRIO S, Italy)로 측정하였다.

5. 장내 미생물 분석

사양 시험 종료 후 각각의 육계 병아리의 소장 하부를 같은 부위 10 cm씩 일정하게 절개하여 그 안에 있는 내용물을 멸균된 용기에 담아 -50°C에서 보관하였다. 채취한 장 내용물 1 g을 멸균된 1.5 mL test tube에 담고 멸균된 증류수 9 mL를 첨가하여 희석(10^1)시킨 후 10^2 ~ 10^8 까지 단계적으로 희석하였다. 세 종류의 선택 배지 평판에 희석된 샘플을 1 mL씩 접종시키고 혐기적(GasPack System, BBL Microbiology System, Becton Dickinson & Co., Cockeysville, MD 2130, USA) 또는 호기적으로 배양하였다. 선택배지 및 배양 조건은 Table 1에 나타난 바와 같다. 배양 후 미생물의 수를 각 평판의 colony-forming unit(CFU)로 계산 후 \log_{10} 으로 환산하였다.

6. 통계분석

자료를 SAS(1995) GLM(General Linear Model) Procedure를 이용하여 분석하였으며 F-test 결과 유의성($P < 0.05$ 또는 $P < 0.01$)이 있을 경우 처리구 평균간의 차이를 Duncan's

multiple range test로 검정하였다.

결과 및 고찰

화강암으로부터 추출한 AM의 첨가가 증체량, 사료섭취량, 사료 전환율(사료섭취량/증체량) 및 폐사율에 미치는 영향을 Table 2에 나타냈다.

증체량에서는 처리간의 유의차가 없었으나 AM 30% 첨가가 처리구들 중에서 가장 높은 경향이 있었다. 특히 4, 5주 동안의 증체량이 두드러지게 높아지는 경향을 나타내었다.

Table 1. Media and culturing conditions of microorganisms in intestine

Microorganisms	Selective media	Incubating condition	Incubation time(hours)
<i>Lactobacilli</i>	MRS agar ¹	Aerobic	48
<i>Escherichia coli</i>	MacConkey agar ²	Aerobic	24
<i>Clostridium perfringens</i>	TSC agar ³	GasPak [®] System	24

¹ *Lactobacilli* selective agar (Difco, USA).

² *Escherichia coli* selective agar (Difco, USA).

³ Tryptose Sulfite Cycloserine agar (Scharlau, EU).

사료 섭취량 또한 처리간의 유의한 차이는 없었지만 AM 30% 첨가구가 처리구들 중에서 가장 높게 나타났다. 사료 전환율에 대해 모든 처리구들이 유의차는 없었지만 대조구보다 높았으며, 폐사율 또한 모든 처리구들이 유의차는 없었으나 대조구보다 낮았다.

깔짚에서 암모니아 발생은 Fig. 1과 Table 3에 나타나 있다. 처리간에는 고도의 유의적인 차이(P<0.01)가 있었는데 AM30에서 가장 낮았고 다음으로 AM20이었다. 휘발성인 암모니아(NH₃)는 산성인 조건에서 비휘발성인 암모늄(NH₄) 상태로 존재한다. 따라서 앞의 결과는 활성 미네랄수의 낮은 pH로 인하여 암모니아 발생이 감소된 것으로 보인다.

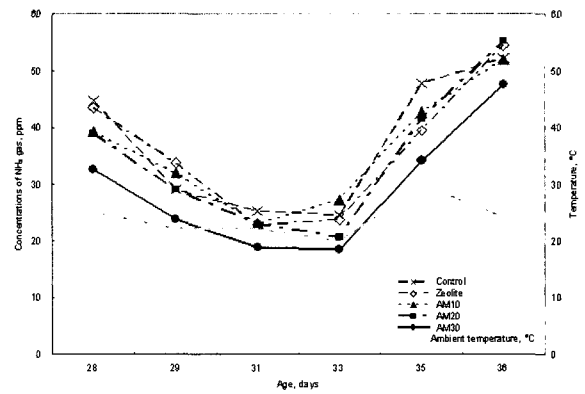


Fig. 1. Concentration of ammonia gas on the litter of broiler chickens.

Table 2. Weight gain, feed intake, feed/gain and mortality of broiler chickens fed experimental diets for 5 weeks

Parameter	Wks	Treatments ¹					SEM
		Control	Zeolite	AM10	AM20	AM30	
Weight gain (g/birds)	0-3	642.5	663.1	680.8	667.2	653.2	14.48
	4-5	790.9	813.8	790.7	771.6	875.5	40.32
	0-5	1433.4	1476.9	1471.5	1438.8	1528.7	38.09
Feed intake (g/birds)	0-3	1007.3	1020.8	1039.6	1052.0	1041.0	17.85
	4-5	1428.7	1517.3	1514.8	1482.3	1598.3	61.71
	0-5	2436.1	2538.1	2554.5	2534.3	2639.3	72.31
Feed/Gain (g/birds)	0-3	1.57	1.54	1.53	1.58	1.59	0.03
	4-5	1.82	1.87	1.93	1.92	1.82	0.05
	0-5	1.70	1.72	1.74	1.76	1.73	0.02
Mortality (%)	0-3	2.61	2.61	1.56	1.04	1.04	0.79
	4-5	1.62	1.06	1.05	1.06	1.05	0.25
	0-5	4.17	3.65	2.61	2.08	2.08	0.95

¹ Zeolite: control + zeolite 1%, AM10: control + active mineral water 10% zeolite 1%, AM20: control + active mineral water 20% zeolite 1% and AM30 : control + active mineral water 30% zeolite 1%.

Table 3. Average ammonia gas concentration on the litter of broiler barn

Treatments ¹	NH ₃ gas(ppm)
Control	37.25 ^A
Zeolite	36.29 ^A
AM10	36.04 ^A
AM20	34.79 ^{AB}
AM30	29.29 ^B
SEM	3.17

¹ Zeolite: control + zeolite 1%, AM10: control + active mineral water 10% zeolite 1%, AM20: control + active mineral water 20% zeolite 1%, AM30: control + active mineral water 30% zeolite 1%.

^{A,B} Means with the different superscripts differ significantly (P<0.01).

Ivanov(2001)는 깔짚의 산성화는 암모니아를 중성화시키고 암모니아를 발생시키는 박테리아의 증식을 억제한다고 하였으며 육계 깔짚을 pH 5.0 미만으로 처리하였을 때 암모니아 발생이 감소되었다고 보고하였다. 또한 암모니아 발생량은 실내 온도에 의해 크게 영향을 받았는데 계사 내 온도가 30℃에서 암모니아 발생량은 급격히 증가하였다.

Pratt(2002)등은 계사 내 온도가 20℃ 이상일 때 암모니아 배출이 증가한다고 하였다.

혈액 성분과 ND titer에 미치는 영향은 Table 4에서 보는 바와 같이 처리구들간에 유의적인 차이는 없었으나 MCHC (평균 적혈구 헤모글로빈 농도)에서는 Zeolite구가 타 처리구에 비해 유의하게(P<0.05) 낮았다.

장내 미생물 측정 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다. 계사성 장염을 일으키는 *Clostridium perfringens*의 수는 모든 첨가구들이 대조구보다 유의적으로 낮았다(P<0.01). ND

Table 4. Components of blood and Newcastle Disease (ND) titer in serum of broiler chickens vaccinated with attenuated ND vaccine

Parameter	Treatments ¹						SEM
	C-1	C	Zeolite	AM10	AM20	AM30	
RBC ² , M/μL	2.85	2.92	2.93	2.79	2.71	2.94	0.09
Hb ³ , g/dL	14.90	14.91	14.15	14.00	14.15	14.89	0.44
HCT ⁴ , %	31.45	31.41	31.95	30.48	29.74	31.23	0.81
MCV ⁵ , fL	109.90	107.63	109.15	108.80	109.96	106.59	1.37
MCHC ⁶ , g/dL	47.63 ^a	47.59 ^a	44.32 ^b	46.08 ^{ab}	47.65 ^a	47.81 ^a	1.33
RDW ⁷ , %	11.65	12.63	11.15	11.02	11.35	10.57	0.72
ND titer	0	9140	10218	4759	5739	8794	2295.09

¹ C-1: negative control (no ND vaccine), C: control, Zeolite: control + zeolite 1%, AM10: control + active mineral water 10% zeolite 1%, AM20: control + active mineral water 20% zeolite 1% and AM30: control + active mineral water 30% zeolite 1%.

² Red blood cell, ³ Hemoglobin, ⁴ Hematocrit, ⁵ Mean corpuscular volume, ⁶ Mean corpuscular hemoglobin concentration,

⁷ Red cell distribution width.

^{a,b} Means with the different superscripts differ significantly (P<0.05).

Table 5. Microbial flora in intestinal contents of broiler chickens at 5wks of age

Microbes	Treatments ¹ (cfu in log ₁₀ /g)						SEM
	C-1	C	Zeolite	AM10	AM20	AM30	
<i>Clostridium perfringens</i>	2.32 ^A	1.00 ^B	0.82 ^B	1.12 ^B	0.92 ^B	1.83 ^B	0.87
<i>Escherichia coli</i>	4.64	4.75	4.68	4.86	5.11	4.69	1.28
<i>Lactobacilli</i>	7.25 ^b	7.48 ^b	7.96 ^{ab}	7.84 ^{ab}	8.01 ^{ab}	8.27 ^a	0.24

¹ C-1: negative control (no ND vaccine), C: control, Zeolite: control + zeolite 1%, AM10: control + active mineral water 10% zeolite 1%, AM20: control + active mineral water 20% zeolite 1% and AM30: control + active mineral water 30% zeolite 1%.

^{A,B,a,b} Means with the different superscripts within a row differ significantly (^{A,B} P<0.01; ^{a,b} P<0.05).

vaccine 자체가 *Clostridium perfringens*의 수를 유의하게 감소시키는 원인에 대해서는 아직 밝혀진 바가 없다. *Escherichia coli*의 수는 모든 처리구들간에 유의적인 차이가 없었다. 장내 *Lactobacilli* 수는 처리간에 유의한 차($P<0.05$)가 있었는데 AM 첨가 수준이 높아질수록 증가하였으며 AM30의 경우는 대조구에 비해 약 10배 정도 높았다. 이는 AM이 활성 미네랄을 공급하고 장내 pH를 낮춰 유익 미생물들의 성장 환경을 개선시키는 효과가 있는 것으로 판단되며, Walker와 Duffy(1998) 그리고 Gibson(2004)은 장내 pH가 낮으면 *Lactobacilli*와 같은 유익 미생물들의 증식이 촉진되어 설사, 병원균 증식의 억제 그리고 면역 체계 자극 등의 기능을 한다고 보고하였다. 그리고 zeolite에 AM 흡착 수준이 증가함에 따라 *Lactobacilli*의 수가 증가한 것으로 보아 AM은 유기산제제와 같은 작용도 있는 것으로 사료된다. Ivanov(2001)는 유기산제제 첨가시 장내 pH를 낮춰 유해 미생물들의 증식을 억제한다고 하였으며 최(1989)등은 유기산 제제를 첨가하였을 때 *Lactobacilli* 수가 증가한다고 하였다.

결론적으로 AM 30% 흡착 zeolite(AM30)의 사료 내 첨가는 유의하지는 않으나 후기에서 육계의 증체율을 개선시키는 경향이 높았으며 깔짚에서 암모니아 가스 발생량을 유의하게 감소시키고 장내 미생물 균총에서 *Lactobacilli*의 수를 증가시켰다.

적 요

화강암으로부터 추출한 활성 광물질액이 육계의 생산성과 깔짚에서 암모니아 발생, 육계 혈액 성분 및 혈청 내 ND titer, 장내 미생물 변화에 미치는 영향을 조사하기 위해 5주 동안 육계 실험을 실시하였다. 960수의 갓 부화한 육계 병아리를 공시하였고 5처리 4반복으로 반복당 48수씩 배치하여 생산성 및 암모니아 발생에 대해 조사하였다(C; control, zeolite; control + zeolite 1%, AM10; control + 활성 미네랄수 10% 흡착 zeolite 1%, AM20; control + 활성 미네랄수 20% 흡착 zeolite 1%, AM30; control + 활성 미네랄수 30% 흡착 zeolite 1%). 또한 사양 시험과 동시에 48수의 육계 병아리들을 반복당 2수씩 6처리 4반복으로 배치하고 ND 백신을 접종하여 ND titer와 혈액 성분 및 장내 미생물 변화에 대해 조사하였다. 증체와 사료 섭취량, 사료 효율, 폐사율 등은 처리간의 유의적인 차이는 없었다. 그러나 증체량과 사료 섭취량에서 AM30구가 처리구들 중에서 가장 높았는데 특히 4, 5주간 증체량이 높았다. 사료 전환율(사료섭취량/증체량)에서

모든 처리구들이 대조구보다 높게 나타났다. 폐사율은 모든 처리구들이 대조구보다 낮았다. 깔짚에서 암모니아 발생은 처리간에 고도의 유의적인 차이($P<0.01$)가 있었는데 AM30구가 가장 낮았다. ND titer는 모든 처리구들간에 유의한 차이가 없었다. 혈액 성상에 있어서 처리구들간에는 유의한 차이가 없었는데 평균 적혈구 헤모글로빈 농도(MCHC)에 있어서는 zeolite 구가 타 처리구들에 비해 유의하게($P<0.05$) 낮았다. 장내 미생물 중에 *Clostridium perfringens*의 수는 모든 처리구들이 대조구보다 유의하게($P<0.01$) 낮았고 *Escherichia coli*의 수는 유의한 차이가 없었다. *Lactobacilli*의 수는 AM30구가 대조구보다 유의하게($P<0.05$) 높았다.

결론적으로 활성 미네랄수 30% 흡착 zeolite의 사료 내 첨가는 대조구에 비하여 육계의 증체율을 개선시키는 경향이 있었으며 깔짚에서 암모니아 가스 발생도 유의하게 감소시켰고 장내 *Lactobacilli*의 수를 유의하게 증가시켰다.

(색인: Zeolite, 활성 미네랄수, 암모니아 가스, 혈액 성분, 장내 미생물 균총, 육계)

인용문헌

Al-Mashhadani E, Beck MM 1985 Effect of atmospheric ammonia on the surface ultrastructure of the lung and trachea of broiler chicks. Poultry Sci 64:2056-2061.

Gibson GR 2004 Prebiotics. Best Practice & Research Clinical Gastroenterology 18(2):287-298.

Groot Koerkamp PWG, Metz JHM, Uenk GH, Phillips VR, Holden MR, Sneath RW, Short JL, White RP, Hartung J, Seedorf J, Schröder M, Linkert KH, Pedersen S, Takai H, Johnsen JO, Wathes CM 1998 Concentration and emission of ammonia in livestock buildings in northern Europe. J Agric Engng Res 70:79-95.

Ivanov IE 2001 Treatment of broiler litter with organic acids. Research in Veterinary Science 70:169-173.

Nakaue HS, Koelliker JK, Pierson ML 1981 Studies with clinoptilolite in poultry. II. Effect of feeding broilers and the direct application of clinoptilolite (zeolite) on clean and reused broiler litter on broiler performance and house environment. Poultry Sci 60:1221-1228.

Pratt EV, Rose SP, Keeling AA 2002 Effect of ambient temperature on losses of volatile nitrogen compounds from stored laying hen manure. Bioresource Technology 84:

- 203-205.
- Reece FN, Bates BJ, Lott BD 1979 Ammonia control in broiler house. Poultry Sci 58:754-755.
- SAS Institute Inc 1995 SAS User Guide: Statistic Version 6 Edition SAS Institute Inc Cary NC.
- Walker WA, Duffy LC 1998 Diet and bacterial colonization: Role of probiotics and prebiotics. J Nutr Biochem 9:668-675.
- 최영진 김창종 백인기 1989 생균제 및 유기산제의 첨가가 쥐와 육계에 미치는 영향. 한영사지 13(2):95-101.