

규산염계 광물의 급여가 산란계분의 암모니아 발생과 생산성에 미치는 효과

이진성 · 강성원* · 윤진아 · 손용석

고려대학교 생명과학대학

Effects of Dietary Silicate Minerals on Ammonia Emission from Excreta and Performance of Laying Hens

Jin-Sung Lee, Sung-Won Kang*, Jin-A Yoon and Yong-Suk Son

Korea University, #1 Anam-dong, Sungbuk-gu, Seoul, 136-713, Korea

Summary

This study was conducted to investigate the effects of dietary silicate minerals on ammonia emission from the excreta and performance in laying hens. A total of one thousand and twenty 49 week-old Lohmann brown layers were divided into three treatment groups consisting two replicates of 170 birds each. The experimental diets were containing three kinds of silicate minerals (Sand, Na-bentonite and SY feldspar) added at the level of 2% by top-dressing. Ammonia emission from the excreta was significantly decreased ($p<0.05$) by the supplementation of Na-bentonite or SY feldspar. N concentration of the excreta was significantly higher ($p<0.05$) for the hens fed Na-bentonite or SY feldspar compared to those fed sand. However, no significant differences were observed in feed intake and laying performance with over 80% laying rate observed for all the treatments. Egg shell strength was diminished when SY feldspar was added to the diet. As a whole, the results obtained from the experiment indicated that supplementation of Na-bentonite or SY feldspar added at 2% to the laying hen diet should not affect laying performance but help to reduce ammonia from the excreta at the same time.

(Key words : Laying hen, Silicate minerals, Ammonia, Excreta, Performance)

서 론

친환경 생산은 점차 우리나라 축산의 미래를 좌우할 만한 가장 중요한 과제의 하나이며, 양계산업에서도 생산성 향상과 함께 악취저감 문제가 주요 관심사로 떠오르고 있다. 축분에서 발생하여 불쾌취, 자극취, 부패취 등을 발생하는 기체는 암모니아, 이산화

탄소, 아민, 황화수소, 메르캅탄, 페놀, 휘발성유기산 등과 인돌, 아황산가스, 알데히드, 케톤, 에스테르류 등으로, 이들이 복합되면 결국 강한 악취감을 주는 분뇨취를 형성한다(임, 2002). 이러한 악취발생의 주원인물질들은 배설 당시에 발생한다기보다 대부분 배설물에 포함된 특정 성분이 분해되는 과정, 특히 혐기성 박테리아에 의한 발효과정에서 유

* 발안농생명산업고등학교 (Balan Agricultural High School, Hwaseong, Gyeonggi-do, 445-920, Korea)
Corresponding author: Y. S. Son, College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, Seoul, 136-713, Korea.

Tel: 82-2-3290-3051, Fax: 82-2-923-6489, E-mail: yskson@korea.ac.kr

2009년 8월 24일 투고, 2009년 12월 1일 심사완료, 2009년 12월 5일 게재확정

래한다(Ouwerkerk와 Klieve, 2001). 그러한 화학적 원인물질 중에서 가장 강한 악취 발생원은 자극성이 강한 암모니아이다. 암모니아는 쉽게 휘발되어 방출되는 성질을 갖는 알칼리성 유독기체로, 저농도에서도 동물의 눈 점막을 비롯한 점막성 피부와 호흡기를 자극하여 동물은 물론, 작업자에게까지 다양한 질환을 일으킬 수 있다. 이 때문에 서구의 축산선진국에서는 일찍부터 암모니아를 비롯한 축사 내 유해가스의 발생을 최소화하기 위한 연구노력을 경주하여 왔다. 그 해결을 위해서 생균제 급여(윤 등, 2008; 류 등, 2004), 깔짚의 화학적 처리(Do 등, 2005; 조 등, 2005), 광물질 첨가 급여(Kim과 Patterson; 나 등, 2005) 등 여러 가지 방법이 강구되어 왔는데, 그 중 한 가지는 점토광물(clay minerals)과 같은 비금속 광물을 사료에 첨가 급여하는 방법이다(Hollister와 Kienholz, 1980).

자연계에 존재하는 일부 비금속광물, 특히 규산염계 광물은 동물의 장관 내에서 영양적 기능과 함께 물리화학적으로 흡착 및 분해능력을 가지기 때문에, 이러한 광물을 산란계 먹이에 일정 수준 포함시켜 급여함으로써 분에서 비롯되는 각종 악취를 감소시키는 효과를 기대할 수 있다. 국내에서 생산되는 점토광물의 사료영양적 친환경적 효과가 비교 조사된 바 있는데(손, 1999), 이 연구에 공시된 십여 종의 규산염계 광물들 중에서 소듐벤토나이트(Na-bentonite)는 가장 우수한 결과를 보여 사료로의 가치가 높은 것으로 평가되었다. 소듐벤토나이트는 몬모릴로나이트(montmorillonite)를 주광물로 하는 규산염 함량 약 64%의 점토광물이다. 일찍이 Quisenberry와 Bradley(1964)는 산란계 사료에 소듐벤토나이트를 2.5~5% 수준으로 포함시켜 급여하였을 때 사료효율이 증가하고 폐사율은 감소함을 관찰하였으며, Latif와 Quisenberry(1968)는 육계에서 12.5% 수준으로 소듐벤토나이트를 사료에 포함시켜 4주령까지 급여

하였을 때 성장율과 사료효율에 영향을 주지 않으면서 배설물의 수분농도가 감소함을 관찰한 바 있다. 유사한 급여효과를 관찰한 Sellers 등(1980)은 그러한 효과가 소화물의 장 내 통과속도가 지연되는 것과 관련이 있다고 주장하였다. 한편, 장석(feldspar)은 점토광물 생성의 전초광물로, 이 역시 규산 함량이 72% 이상인 규산염계 광물이다(김, 1996; 손, 1999). 특정 화산석에서 유래하는 장석의 분말은 과거부터 애완전 등의 사료에 첨가 급여할 때 분변의 냄새를 저감시키는 기능이 사육현장에서 부분적으로 알려져 왔지만, 아직 학술적으로 연구된 바가 없어 이 소재의 이용을 통한 분뇨취의 저감 가능성에 대해서도 연구할 필요성이 대두되었다.

그러므로 본 연구의 목적은, 사료용 비금속광물로 소듐벤토나이트와 함께, 이와 유사한 분뇨취 제거기능을 갖는 장석의 분말을 산란계 사료에 일정 수준으로 첨가 급여할 경우, 계분에서 많이 발생하여 환경에 커다란 영향을 주는 암모니아가스의 발생정도를 관찰하고, 산란성적 및 난각강도 등의 생산성을 동시에 조사함으로써 생산현장에서의 이용가치를 평가하는 데 있다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 실험설계

사양시험은 경기도 화성에 위치한 발안농생명산업고등학교 실습계사에서 사전조사기간 4주, 예비 사양기간 6일, 본 사양시험 18일 동안 수행되었다. 사전 조사기간 동안에는 공시광물을 첨가하지 않고 계분을 수집하였으며, 이때의 분석치를 본 사양시험의 결과와 비교하였다. 공시동물로 49주령의 Lohmann 종 갈색계 1,020수를 세사(Sand), 장석(SY), 소듐벤토나이트(NaB)의 3개 처리구로 구분한 다음, 4주간의 사전 조사기간 동안 검

정된 산란성적을 바탕으로 각 반복 당 170 수씩 완전임의 배치하였다. 이때 각 처리구의 닭들은 3단 복열식 무창계사에 1칸당 3수씩 수용하되, 처리구의 층별 배치를 임의로 하여, 열에 따라 반복을 구분하였다.

2. 시험사료 및 사양관리

사료는 자동화된 급이시스템을 이용하여 산란계용 시판 배합사료 (S사)를 1일 5회 기초사료로 급여하였으며 (Table 1), 그 건물농도 및 건물을 기준으로 한 조회분 및 조단백질의 실제 분석치는 Table 2에 제시하였다. 공시광물은 평균 사료섭취량의 2.0% 수준으로 계량하여 기초사료 급여와 동시에 각 처리구의 케이지별로 톱드레싱 (top dressing) 방법으로 급여하였으며, 물은 자동급수기를 통해 자유로이 섭취케 하였다. 총 점등시간은 17시간으로 연속점등을 실시하였고, 집란과 분수거는 자동화 된 컨베이어벨트 시스템에 의하여 이루어졌으며, 환기장치는 사료 채취 시간을 제외하고는 24시간 가동되었다.

3. 공시광물

공시광물인 세사 (Sand)는 세정 및 건조과정들 거쳐 제조된 사료용 세사 (P상사), 장식은 (주)SY하나로유통, 소듐벤토나이트는 (주)한국미네사료에서 공급받았으며, 각각 500 mesh, 300 mesh, 230 mesh의 입자 크기인 것을 사용하였다.

4. 조사항목

가. 계분의 암모니아 발생량

공시 계분은 본 사양기간 동안 매일 오후 2시마다 환기장치의 가동을 중지한 다음, 컨베이어벨트 시스템을 이용해 각 처리구별로

Table 1. Composition of basal diet

Ingredient	%
Corn	59.98
Soybean meal	20.56
Rapeseed meal	2.00
Wheat bran	5.68
Fat	1.00
Dicalcium phosphate	0.72
Limestone	9.48
Salt	0.25
Methionine 99%	0.09
Choline 50%	0.08
Vitamin premix ¹⁾	0.05
Mineral premix ²⁾	0.07
Phosphatase	0.03
Chemical composition ³⁾ :	
ME, kcal/kg	2,640
Crude protein, %	17.10
Crude fiber, %	3.30
Lysine, %	0.79
Methionine, %	0.34
Calcium, %	3.99
Phosphorus, %	0.41

¹⁾ Provided per kg of premix: 20,000,000 IU vitamin A, 4,000,000 IU vitamin D₃, 4,900 IU vitamin K₃, 1,400 mg thiamin, 9,800 mg riboflavin, 5,600 mg B₆, 42,000 mg B₁₂, 56,000 mg niacin, 1,400 mg folic acid and 80 mg biotin.

²⁾ Provided per kg of premix: 0.011% Fe, 0.016% Zn, 0.017% Mn, 0.010% Cu, 0.010% I, and 0.010 % Se.

³⁾ Calculated values.

수집하였다. 수집한 계분은 즉시 500g씩 계량하여 자체 제작한 가스포집상 (Fig. 1)에 담아 호기적 상태에서 3일간 정치시키되, 가스포집상에 분 시료를 담은 직후와 12, 24, 36, 48 시간 후 및 3일 후에 암모니아 농도를 측정하였다. 암모니아 농도는 암모니아가스 측정기 (GasTec, GV-100SD, Japan) 이용하였는데, 일차 흡입용 튜브를 가스포집상과 측정기에 연결하고 포집상의 기체를 흡입 (용량 100mL)한 다음, 검지관의 변색 눈금을 읽어 수치를 기록하고, 이를 다시 분의 건물중을

Table 2. Concentration of Dry matter (DM), Crude Ash (CA) and Crude Protein in experimental diet for laying hens

Sample	(% , DM basis)		
	DM	CA	CP
Diet for laying hens	89.3 ± 0.86*	13.99 ± 0.05	17.20 ± 0.06

* Mean ± S.E., n=3.

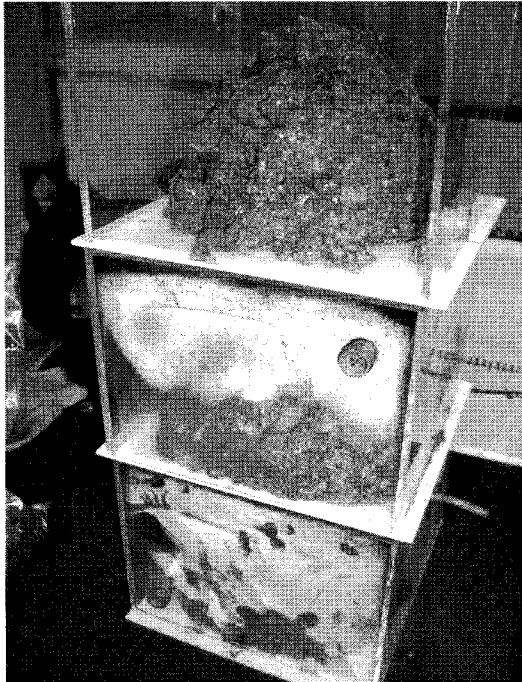


Fig. 1. Gas collection boxes for hen excreta used in the study.

기준으로 한 암모니아 농도로 계산하였다.

나. 사료 및 분의 일반성분 함량

분석용 사료시료는 급여 직전에 무작위로 채취하였으며, 분 시료는 암모니아 측정용 시료 채취와 동시에 일정량을 채취하였다. 채취된 시료들은 영하 24℃에 보관하였다가, 시험 종료 후 동결건조 및 분쇄하여 AOAC (1995)에 의거한 방법으로 일반성분을 분석하였다.

다. 산란율 및 난중 별 출현율

처리에 따른 산란율 및 난중 별 출현율을 조사하기 위하여 계사의 각 케이지에 고유번호표를 부착하였다. 방출된 계란의 표면에 연필로 케이지 고유번호를 기록한 다음, 처리구별로 생산란을 계수하고, 난중등급에 따라 왕란(68g 초과), 특란(60~68g), 대란(52~60g), 중란(44~52g), 소란(44g 미만), 파란(난각 이상 등)으로 분류하여 기록하였다.

라. 난각 강도

시험 종료 7일 전, 4일 전 및 종료일 등 총 3차에 걸쳐 난중 별 기록이 끝난 다음, 처리구 별로 공시란을 임의로 채취하여 난좌에 수집 운반하고, 난각강도계(FUJI, QCM-PLUS:SS-1)를 사용하여 계란의 장축 및 단축에 대한 파괴 강도를 측정하였다.

5. 통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 자료에 대한 통계처리는 SAS(SAS Institute, 1996)의 General Linear Model procedure를 이용하였으며, 처리구 평균치 간의 유의성 분석은 Duncan의 multiple Range Test에 의거하여 5% 수준에서 검정하였다.

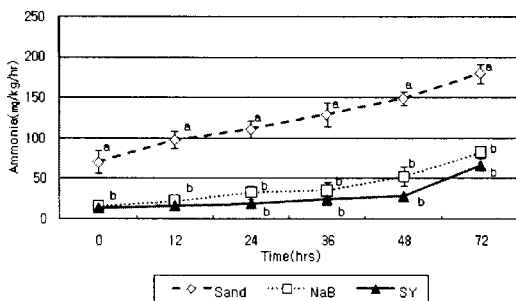
결과 및 고찰

1. 계분의 암모니아 발생량

분뇨의 암모니아는 대체로 사료 중의 단백질에서 유래한 것인데, 가금의 경우 방분된

배설물은 사실상 뇨와 혼합되어 있는 분뇨인 셈이며, 뇨를 통한 단백질 대사의 최종형태는 주로 요소가 아닌 요산이다. 따라서 예비 시험기간 중에 나타난 바에 의하면 배설된 신선분에서는 암모니아가스가 상당히 낮은 농도로 검출되었다. 하지만, 공기에 노출된 상태로 3일째부터 방치된 분에서 암모니아가 빠른 속도로 발생하기 시작함이 관찰되었는데 (Fig. 2), 이는 분에 포함된 미생물의 증식과 함께 그에 유래한 단백질, 아미노산 또는 요산 분해효소 등의 분해작용이 복합적으로 일어난 결과로 해석된다. 전 등 (2001)은 규산칼슘 화합물인 PCS (porous calcium silicate)와 제올라이트 (zeolite)를 계분 위에 살포하여 악취성분 흡착효과를 조사한 실험연구에서, 공시 점토광물을 살포한 지 30분 후에는 암모니아 농도가 낮은 경향을 보였으나 2일째부터는 다소 증가하는 현상을 관찰하였는데, 이는 본 실험에서 나타난 결과와 일치하는 경향이다. 이들은 또한 pH 7 이하에서는 암모니아 방출이 거의 없었으나, 그 이상부터 방출이 증가하기 시작하여 pH 8 이상에서 가장 높게 나타났다고 보고하였다.

계사에서 3일 간격으로 계분을 제거하는 것을 일반적 관행으로 간주하고, 배설 후 3일간 공기 중에 노출된 계분으로부터 방출되



Sand: added 2.0% of sand; NaB: added 2.0% Na-bentonite; SY: added 2.0% of feldspar.

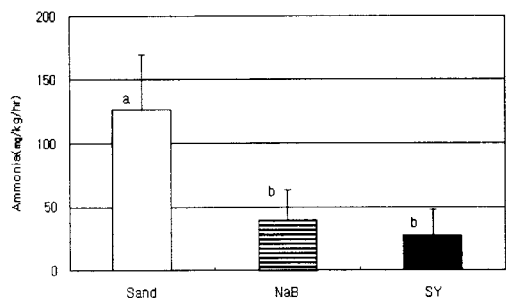
^{a,b} Different alphabet at same time point means significant difference ($p < 0.05$).

Fig. 2. Responses of ammonia emission from the excreta to the feeding of 2% silicate minerals.

는 암모니아의 농도를 보면 (Fig. 3), 세사를 급여한 구 (Sand)의 126.35 ppm에 비하여 소디움벤토나이트 (NaB)나 SY장석 (SY)을 첨가 급여한 닭들의 분에서 각각 40.35 및 27.98 ppm으로 현저히 낮은 수준의 암모니아가스 농도가 측정됨으로써 통계적 유의차를 보였다 ($p < 0.05$). 이 사실로 비추어 볼 때 이들 광물이 산란계의 장관 내에서부터 배설 이후에 이르기까지 암모니아의 발생을 억제하는 것으로 나타났다. 일반적으로 점토광물을 비롯한 규산염계 광물은 구조적 특성으로 인하여 암모니아를 비롯한 유해 기체와 결합을 하는 강한 흡착성을 가지고 있어 여러 축종에서 이와 같은 효과를 발휘함이 실험연구를 통하여 밝혀진 바 있다 (손, 1999).

2. 사료와 분의 일반성분 함량 및 질소 농도

공시 사료에 규산염광물을 첨가하였을 경우의 조회분 및 조단백 농도를 알아보고자 일반성분 (Table 2)을 분석하였다. 그 결과, 성분농도를 기준으로 산출된 기초사료의 영양소함량 중 조단백질 함량은 분석치 범위 내에 있음을 확인할 수 있었다. 조회분에는 수용성인 광물을 의미하는 가용성 회분이 주



Sand: added 2.0% of sand; NaB: added 2.0% Na-bentonite; SY: added 2.0% of feldspar.

^{a,b} Different alphabet means significant difference ($p < 0.05$).

Mean \pm S.E.

Fig. 3. Effect of sand, Na-bentonite and SY feldspar on ammonia emission from laying hen excreta.

류를 차지하겠으나, 동 실험에 공시된 3종의 비금속광물이 모두 불용성이므로 분석치에서는 각기 조회분 분획에 포함되었다고 볼 수 있다.

사료분석실험과 동일한 항목을 계분에서 분석한 결과는 Table 3에 나타낸 바와 같다. 전술한 바와 같이 계분은 뇨와 함께 배설되는 관계로, 우분이나 돈분에 비하여 수분의 농도가 높은 게 특징이다. 한 (2000)의 연구 보고에 의하면, 무창계사에서 산란계분은 수분농도가 평균 68.0%인 것으로 나타났는데, 본 실험에서는 대체로 이보다 높은 75~76%의 범위에 있었으며, 이는 본 실험에서의 배설 시각과 시료채취시각 간의 간격이 더 짧았던 데에 기인한 것으로 추정된다. 예비사양기간에 채취된 계분과 대조할 때, 공시 비금속광물을 첨가 급여한 닭에서 얻어진 계분에서 조회분은 Sand구에서만 유의적으로 더 높은 농도를 보였다 ($p<0.05$).

한편, 총 질소 농도는 흥미로운 결과를 보여주었다. 세사구의 닭에서 유래한 계분의 총 질소 농도는 예비사양기간에 급여한 무첨가사료의 총 질소 농도에 비하여 유의적인 차이를 보이지 않았는데 반하여, NaB구와 SY구에서 얻어진 계분은 유의적으로 높은 수치를 나타내었다 ($p<0.05$). 이는 곧 이들 두 가지 공시광물이 위 장관 내에서 발생하는 질소화합물과 결합하여 배설된 이후에도 분

해 또는 발산되지 않은 채 광물입자 내에 지속적으로 간직되고 있음을 암시하는바, 유의적으로 ($p<0.05$) 낮게 나타난 동 처리구의 암모니아 발생량과 관련이 있는 것으로 해석된다 (Fig. 3). 이러한 흡착특성은 사료용 규산염광물의 물리적 특성의 하나로, 규산염광물은 계사로부터의 암모니아 발생을 억제하는 효과를 갖는 동시에, 계분 내의 질소 성분을 보존 유지하는 데 도움을 줌으로써 결과적으로 휘산되는 암모니아를 최소화 하여 대기오염을 줄이는 효과를 기대할 수 있음은 물론, 나아가 계분을 비료로 이용하는 단계에 이르기까지 긍정적인 효과를 기대할 수 있다 (손, 1999).

이 경우, 무첨가구에 비하여 규산염광물 첨가구의 계분에 추가적으로 간직되는 질소 농도를 계산해 보면 Table 4에서와 같다. NaB구 및 SY구 계분의 경우 질소 농도는 대조구에 비하여 각각 약 0.4% 및 약 0.6% 더 높게 나타났다. 여기서 한 (2000)의 보고에서와 같이 산란계의 1일 마리당 평균 배설량을 128g, 그리고 비료사용 단계에서의 계분의 건물농도를 32%로 간주한다면, 1일 동 계사 (1,000수 기준)에서 생산되는 계분은 건물로 총 40,960 g에 달한다. 그러므로 Table 4에 제시된 바와 같이, 이 두 가지 규산염광물을 산란계 사료에 첨가 급여함으로써 1개월 동안에 1,000수 규모의 산란계사에서 생산되는

Table 3. Concentration of Dry matter (DM), Crude Ash (CA) and Total Nitrogen (Total-N) in the excreta

Treatments	(% , DM basis)		
	DM	CA	Total-N
Control	23.98 ± 0.61 ^{b*}	26.65 ± 0.16 ^b	4.83 ± 0.04 ^b
Sand	24.31 ± 1.74 ^{ab}	30.23 ± 0.20 ^a	4.87 ± 0.08 ^b
NaB	25.19 ± 1.06 ^a	26.07 ± 0.03 ^b	5.23 ± 0.02 ^a
SY	23.45 ± 1.11 ^b	26.50 ± 0.33 ^b	5.41 ± 0.09 ^a

* Mean ± S.E., n=3.

Sand: added 2.0% of sand; NaB: added 2.0% Na-bentonite; SY: added 2.0% of feldspar.

^{ab} Different superscripts in the same column mean significant differences ($p<0.05$).

Table 4. Comparison of calculated N accumulation¹⁾ in the excreta among treatments²⁾

Items	Control	Sand	NaB	SY
Amount of excreta (gDM/d) ¹⁾	40,960*	40,960	40,960	40,960
Concentration of N (%)	4.83	4.87	5.23	5.41
Total N in excreta (g/d)	1,978.4	1,994.8	2,142.2	2,215.9
N accumulation (kg/1000 hens/month)	59,352	59,844	64,266	66,477

¹⁾ Values assuming the same amount and DM% reported by Han (2000) for 1000 hens

²⁾ Sand: added 2.0% of sand; NaB: added 2.0% Na-bentonite; SY: added 2.0% of feldspar.

* Every value in this table was calculated.

질소량을 계산해 보면, NaB구와 SY구의 경우에는 무처리 (Control) 또는 Sand구에 비하여 최소한 4.9톤 내지 7.1톤 더 많은 질소 (N) 성분이 계분 내에 축적될 수 있는바, 이를 요소 (urea)로 환산할 때 약 11톤~15톤에 상당하는 질소질 비료가 우수한 유기질 형태로 회수될 수 있다는 결론에 이르게 된다.

3. 산란율 및 난중 별 출현율

본 시험기간 동안 조사된 1일 평균 산란율과 난중별 출현율을 Table 5에 제시하였다. 3개 처리구 모두에서 80% 이상의 산란율을 보였으며, 소듐벤토나이트를 첨가 급여한 처리구에서 가장 높았으나, 처리에 따른 차이는 통계적으로 유의할 수준이 아니었다. 2% 수준으로 공시 규산염 광물의 첨가로 인한 먹이의 영양소 희석효과에도 불구하고 시

험구와 대조구 간에 산란율의 차이가 유의적으로 나타나지 않았던 것은 기존에 Quisenberry와 Bradley (1964)가 소듐벤토나이트를 공시한 사양시험에서 관찰된 결과와 일치하며, 그 이유는 아마도 소장내용물의 체류시간 지연과 그로 인한 흡수효율의 증가와 관련이 있을 것으로 추정되었다 (Sellers 등, 1980; Latif와 Quisenberry, 1968).

왕란의 출현율은 전 시험구에 걸쳐 20~27% 범위를 보였으며, 세사를 급여한 구에서 제일 높았고, 특란의 경우에는 소듐벤토나이트 처리구에서 가장 높게 나타나, 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 파란율은 모든 처리구에서 2% 미만으로 나타났으며, 통계적 유의성은 나타나지 않았지만 소듐벤토나이트 처리구가 가장 낮은 수치를 보였다. 고 등 (2005)은 게르마늄 장석의 급여가 난중에 영향을 미치지 않았다고 보고한

Table 5. Effects of silicate minerals on egg production and weight

Rate (%)	Sand	NaB	SY
Egg production	81.55 ± 1.29*	83.19 ± 1.26	80.38 ± 2.12
King ¹⁾	26.66 ± 0.86 ^a	21.02 ± 1.74 ^b	24.04 ± 1.57 ^{ab}
Extra large	67.55 ± 0.77 ^b	73.61 ± 0.77 ^a	70.23 ± 1.73 ^b
Large	3.67 ± 0.43	3.54 ± 0.32	3.54 ± 0.40
Medium	0.57 ± 0.14	0.32 ± 0.10	0.56 ± 0.16
Small	1.56 ± 0.23	1.51 ± 0.20	1.63 ± 0.22

* Mean±S.E., n=40.

Sand: added 2.0% of sand; NaB: added 2.0% Na-bentonite; SY: added 2.0% of feldspar.

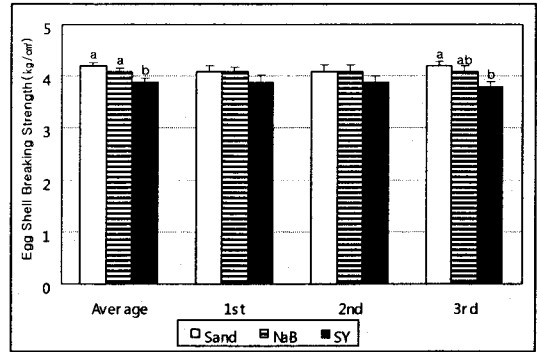
¹⁾ King: over 68g; Extra large: 60~68g; Large: 52~60g; Medium: 44~52g; Small: under 44g

^{a,b} Different superscripts in same column mean significant differences ($p < 0.05$).

반면, 유 등 (2006)은 흑운모를 주성분으로 하는 복합 미네랄 제제를 사료에 첨가한 결과 0.5% 급여 처리구가 다른 처리구에 비해 유의적 ($p < 0.05$)으로 높은 난중을 나타냈다고 보고하였다. 금속 광물질인 셀레늄과 구리를 급여한 경우에도 산란율이나 난중에 처리군에 따라 큰 차이가 없었다고 보고되었던바 (박 등, 2009), 각종 광물질의 급여는 산란율이나 난중에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

4. 난각 강도

총 3차에 걸쳐 계란의 장축에 대한 껍질의 강도를 강도계로 측정한 결과는 Fig. 4에 나타낸 바와 같다. 총 3차에 걸쳐 측정한 결과에서 Sand구는 SY구에 비하여 유의적으로 높은 강도를 보였으며 ($p < 0.05$), 공시한 전체 계란의 강도에서 볼 때 소디움벤토나이트나 세사를 급여한 닭은 장석 급여시에 비하여 유의적으로 높은 난각강도를 보였다 ($p < 0.05$). 이 등 (2003)은 산란계 사료에 게르마늄 흑운모를 첨가하여 급여한 실험에서 0.5%의 흑운모 첨가가 난각강도를 증가시켰으나 (3.77 kg/cm^2) 통계적으로는 유의한 차이는 아니었다고 보고하였고, 홍 등(2002)은 0.6%의 생균제 첨가가 난각강도를 증가시켰으나 (3.92 kg/cm^2) 역시 통계적 유의차는 나타나지 않았다고 보고하였다. 본 연구에서 SY장석 급여군의 난각강도는 3.9 kg/cm^2 로 나타났으며, SY구의 난각강도가 다른 처리군보다 유의적으로 낮게 나타났다고 할지라도 이 등 (2003) 및 홍 등 (2002)이 보고한 값에 비해서는 난각강도가 다소 더 높거나 유사한 수치를 나타내었으므로, 산란계에 대한 장석의 급여가 난각강도를 저하시켰다고 판단하기는 어려울 것으로 생각된다. 반면 고 등 (2005)은 게르마늄 장석을 0.5, 1.0, 1.5% 급여한 산란계의 난각강도가 대조군과 유의적인 차이를 보이



Sand: added 2.0% of sand; NaB: added 2.0% Na-bentonite; SY: added 2.0% of SY feldspar.

^{a, b} Different superscripts mean significant differences ($p < 0.05$).

Mean \pm S.E., $n=40$

Fig. 4. Comparison of egg shell breaking strength among treatments.

지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하지 않았다. 금속 광물질인 셀레늄과 구리를 첨가하여 급여하였을 경우에도 난각강도에 영향이 없음 또한 보고된 바 있다(박 등, 2009). 소디움벤토나이트를 포함한 규산염계 광물에는 다양한 미량무기물이 결합되어 존재하기는 하지만, 그 대부분은 체내에서 용해되어 이온화 될 수 없는 성질의 것이어서 이들이 자궁 내에서 일어나는 난각 합성 과정에 직접적으로 많은 영향을 주기는 어려울 것으로 생각된다. 하지만 위장관 내에서 이들 규산염광물이 발휘하는 각종 긍정적 기능에 힘입어 사료 내 광물질의 흡수와 대사가 촉진됨으로써 건강한 난각 형성에 기여할 수 있음을 기대할 수 있을 것이다.

요 약

산란계에 대한 비금속광물의 급여가 계사 내 암모니아 발생 및 생산성에 미치는 영향을 평가하기 위하여, 49주령의 갈색 Lohman 종 산란계 1,020수에 대하여 사료용 공시광물로 소디움벤토나이트, 장석 및 세사를 사료섭취량의 2% 수준으로 첨가 급여하면서

분에서 발생하는 암모니아 농도 및 산란율, 난각강도 등을 조사하였다. 소디움벤토나이트 및 장석 급여구는 세사 급여구에 비해 계분에서 발생하는 암모니아 농도를 유의적으로 감소시키고 ($P<0.05$) 계분 내 질소 함량은 증가시킴으로써 이들 규산염광물질의 급여가 암모니아 발생을 억제함을 보여줌과 동시에 친환경 유기질 비료로서의 가능성을 시사하였다. 또한 산란수에 있어서 처리구 간에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았으며 ($p>0.05$), 난각강도의 경우 장석 급여군이 유의적으로 낮게 나타났으나 ($p<0.05$) 기존에 보고된 연구결과와 비교해볼 때 우려할 만한 수준은 아닌 것으로 판단된다.

결론적으로 산란계에 대한 규산염계 광물 소디움벤토나이트와 장석의 급여는 생산성에 영향을 미치지 않으면서 계분의 암모니아 발생을 최소화시키는 효과를 발휘하는 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 고려대학교의 교수특별연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official method of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
2. Do, J. C., Choi, I. H. and Nahm, K. H. 2005. Effects of Chemically amended litter on broiler performances, atmospheric ammonia concentration and phosphorus solubility in litter. Poultry Sci. 84:679-686.
3. Hollister, A. G. and Kienholz, E. W. 1980. Sodium bentonite in diets for growing ducks. Poultry Sci. 59:2160-2162.
4. Kim, W. K. and Patterson, P. H. 2004. Effects of dietary zinc supplementation on broiler performance and nitrogen loss from manure. Poultry Sci. 83:34-38.
5. Latif, M. A. and Quisenberry, J. H. 1968. Effects of dietary clays and sodium bicarbonate on the performance of commercial laying hens. Poultry Sci. 47:1688.
6. Ouwerkerk, D. and Klieve, A. V. 2001. Bacterial diversity within feedlot manure. Anaerobe. 07:59-66.
7. Quisenberry, J. H. and Bradley, J. W. 1964. Sodium bentonite feeding experiment. Feedstuffs. 36:22-23.
8. SAS. 1996. SAS User's guide. Release 6.12 ed. SAS Inst. Inc. Cary. NC. USA.
9. Sellers, R. S., Harris, Jr., G. C. and Waldroup, P. W. 1980. The effects of various dietary clays and fillers on the performance of broilers and laying hens. Poultry Sci. 59:1901-1906.
10. 고재우, 우간바야르, 오동환, 배인휴, 조성근, 공일근, 양철주. 2005. 장석의 첨가가 산란계의 생산성 및 난 성분 에 미치는 영향. 한국가금학회지. 32:219-224.
11. 김진수. 1996. 환경광물. pp439-445. 광물과학. 도서출판 우성.
12. 나상준, 우간바야르, 오종일, 신인수, 정대균, 김해영, 양철주. 2005. 유기태 철과 효모 철의 첨가가 산란계의 생산성 및 난 성분 에 미치는 영향. 한국가금학회지. 32:2111-217.
13. 박태순, 김재영, 유선종, 이보근, 김진만, 김은집, 안병기, 강창원. 2009. 사료 내 유기태 및 무기태 미네랄(셀레늄, 구리)의 수준별 첨가가 산란계의 생산성과 계란 내 이행에 미치는 영향. 한국가금학회지. 36:103-110.
14. 류경선, 박재홍, 류명선, 나종삼. 2004. 미

- 생물제의 급여가 육계의 생산성 및 계분의 유해가스 발생에 미치는 영향. 전북대학교 농대논문집. 35:75-82.
15. 손용석. 1999. 국내산 점토광물의 사료화 및 환경친화 효과에 관한 연구. 농림기술개발과제연구보고서. 농림부.
 16. 유종상, 김진동, 조진호, 진영걸, 김해진, 강대경, 민병준, 김인호. 2006. 사료 내 천연 복합 미네랄 제제의 첨가가 산란계의 생산성, 계란 품질 및 혈액 성상에 미치는 영향. 한국가금학회지 33:189-194.
 17. 윤지연, 김재영, 김지숙, 이보근, 안병기, 황용배, 강성기, 김동건, 강창원. 2008. 생균제 및 Colistin[®] 복합 첨가제의 급여가 산란계의 생산성과 계란의 품질에 미치는 영향. 한국가금학회지. 52:153-162.
 18. 이원백, 김인호, 홍종욱, 권오석, 이상환, 민병준, 정연권. 2003. 산란계 사료에 게르마늄 흑운모의 첨가가 난각특성 및 분내 유해가스 함량에 미치는 영향. 한국가금학회지. 30:61-66.
 19. 임한진. 2002. 축사 내 악취제거 및 부유세균 제거장치 개발. 농림기술개발과제 최종연구보고서. 농림부.
 20. 전병수, 최희철, 김태일, 권두중, 강희설, 김형호, 한정대, 최 룡. 2001. Porous Calcium Silicate 및 zeolite가 계분유해가스 발생에 미치는 영향. 한국축산시설환경학회지. 7:161-167.
 21. 조중호, 정병윤, 백인기. 2005. 화강암 추출 활성 광물질의 사료 내 첨가가 육계의 생산성과 깔짚 암모니아 발생에 미치는 영향. 한국가금학회지. 32:43-48.
 22. 한정대. 2000. 가축분뇨 자원화 및 이용기술 개발. 농림기술개발과제 최종연구보고서. 농림부.
 23. 홍종욱, 김인호, 권오석, 한영근, 이상환. 2002. 산란계에 있어 생균제의 첨가가 계란품질 및 배설물 내 유해가스 함량에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 44: 213-220.