

단백질 수준과 게르마늄 흑운모의 첨가가 산란생산성, 계란품질 및 분내 휘발성 지방산에 미치는 영향

이원백¹ · 김인호¹ · 홍종욱¹ · 권오석¹ · 민병준¹ · 손경승¹ · 정연권²

¹단국대학교 동물자원학과, ²(주)서봉바이오테크

Effect of Protein Level and Dietary Germanium Biotite on Egg Production, Egg Quality and Fecal Volatile Fatty Acid in Laying Hens

W. B. Lee¹, I. H. Kim¹, J. W. Hong¹, O. S. Kwon¹,

B. J. Min¹, K. S. Shon¹ and Y. K. Jung²

¹Department of Animal Resource & Science, Dankook University, Chonan Korea 330-714

²Seobong BioBestech Co., Ltd. Seoul Korea 137-857

ABSTRACT : This study conducted to investigate the effect of dietary germanium biotite by protein level in laying hen diets. One hundred forty four, 51 weeks old ISA brown commercial layer, were used in experiment. Dietary treatments were 1) low protein diet(LPD), 2) high protein diet(HPD), 3) LPD-GB(LPD + 1.0% germanium biotite) and 4) HPD-GB(HPD + 1.0% germanium biotite). Hen-day egg production tended to be increased as the concentration of protein in diets increased with significant difference($P<0.01$). Egg weight tended to decrease by increasing of supplementation germanium biotite in the diets($P<0.01$). Egg shell breaking strength was not influenced by germanium biotite supplementation($P>0.05$). Large band of egg decrease as increasing of supplementation germanium biotite in the diets($P<0.02$). Sharp and middle band of egg were not influenced by germanium biotite supplementation. Egg yolk index tended to decrease as increasing of supplementation germanium biotite in the diets($P<0.01$). Fecal propionic acid($P<0.01$) and butyric acid($P<0.03$) were decrease as the concentration of germanium biotite in the diet was increased. Also, butyric acid increased as the concentration of protein in diets increased with significant difference($P<0.02$). Supplementation germanium biotite in the diet reduced the fecal acetic acid($P<0.01$). Fecal $\text{NH}_3\text{-N}$ of hens fed HPD-GB diet was decreased($P<0.05$) compared to that LPD-GB diet. In conclusion, germanium biotite supplementation to layer diets can reduce fecal volatile fatty acid compabebts.

(Key words : germanium biotite, egg quality, fecal volatile fatty acid, laying hens)

서론

과거 축산업은 생산부에서 이윤을 추구하기 위한 경영으로 추진해 왔으며, 환경오염에 관련된 부분은 배제하려는 경향이 있었다. 그러나 최근에 가축사육으로 인한 환경오염 문제에 대한 심각성이 부각되면서 X사육시설이 밀집된 일부 지역에서는 가축 분뇨로 인한 수질 및 토양오염 문제가 발생하고 있다. 이러한 지역에서 수질 악화, 병원성 미생물에 의한 지하수 오염 및 농업용수 오염 등의 문제점이 발생

되고 있다(손, 2000). 이러한 문제점들 가운데 축사에서 발생하는 악취로 가축의 생산성 저하와 민원발생은 축산업의 지속적인 영위를 위하여 해결해야 할 것들이다. 축사내 암모니아 가스를 감소시키기 위한 방법으로는 적절한 환기 및 깔짚관리(Reece 등, 1979; O'Connor, 등 1988; Hartuny와 Phillips, 1994), 사료의 단백질 함량과 합성아미노산 첨가에 의한 조절(Jacob 등, 1994), 생균제 급여(김 과 여, 1995), zeolites와 같은 다공성 광물질 첨가(Nakaue 등, 1981) 등의 방법들이 있다.

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행된 것임.

* To whom correspondence should be addressed : inhokim@dankook.ac.kr

일반적으로 가축에 대한 규산염광물질의 급여효과는 장내 과잉수분을 흡수하여 하리의 방지, 소화율 향상 및 배설물중의 악취를 감소시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 이 중 육계사료에 zeolite를 3% 첨가혼합시 증체량 및 영양소 이용율이 개선되고 분중의 수분함량도 감소되었으며(정 등, 1978), 민 등(1988)은 육계사료에 zeolite를 2% 첨가하였을 때 증체량 및 사료효율에 대한 개선효과는 있었지만 대조구와의 유의적인 차이는 없었으며 계분 중의 수분함량은 zeolite의 첨가수준이 증가할수록 감소하였다고 하였다. Ramos 등(1996)도 가축에게 zeolite를 급여할 경우 장내의 유해한 균체, 독소, 가스 및 과잉수분의 흡착과 배설, 연변 또는 설사를 방지한다고 하였다. 권 (2001)은 양돈사료내 게르마늄흑운모를 첨가할 경우 콜레스테롤 저하 작용과 함께 분내 암모니아 가스 발생이 억제되었다고 보고하였다. 또한 이 (2003)등은 산란계와 육계 사료내 게르마늄흑운모 1% 첨가시 분내 암모니아 가스 발생이 감소되었다고 보고하였다. 이와 같이 zeolites에 대한 연구는 많이 이루어졌으나, 규산염광물질인 게르마늄 흑운모의 첨가효과에 대한 시험은 아직 미진한 편이며 아직도 구명되어야 할 과제가 다양한 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 단백질 수준이 다른 산란계 사료에 게르마늄흑운모의 첨가가 산란생산성과 계란품질 특성 및 분내 악취성분 함량에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

51주령 ISA Brown 갈색계 144수를 공시하였으며, 사양시험은 7일간의 적응기간 후, 56일간 실시하였다.

시험설계는 Table 1과 같이 옥수수-대두박 위주의 저단백질 사료(LPD), 고단백질 사료(HPD), LPD사료에 게르마늄흑운모를 1.0% 첨가한 처리구(LPD-GB; LPD+1.0% germanium biotite, (주)서봉바이오베스텍), HPD사료에 게르마늄흑운모를 1.0%(HPD - GB; HPD+1.0% germanium biotite)로 4개 처리를 하여 처리당 3반복, 반복당 12마리씩 완전 임의배치하였다. 본 시험사료에 첨가된 게르마늄흑운모는 흑운모에 게르마늄이 36ppm 함유되어 있는 광물질로서, 충남 논산 소재 광산에서 채광한 후 분쇄기를 이용하여 325mesh의 크기로 분쇄하여 시험에 이용하였다.

Table 1. Diet composition(as-fed basis)

Ingredients	LPD	HPD
Corn	50.20	46.14
Wheat grain	10.00	11.00
Soybean meal(CP 46%)	18.70	19.80
Corn gluten meal	2.00	4.00
Wheat bran	5.00	5.00
Animal fat	4.40	4.55
Limestone	7.50	7.50
Tricalcium phosphate(P 18%)	1.40	1.4
Salt	0.30	0.30
DL-methionine(50%)	0.15	0.11
Lysin, %	0.05	
Vitamin premix ¹	0.10	0.10
Mineral premix ²	0.10	0.10
Chemical composition ³		
Metabolic energy, kcal/kg	2,901	2,900
Crude protein, %	16.00	17.50
Lysine, %	0.80	0.80
Methionine, %	0.43	0.43
Calcium, %	3.23	3.23
Available P, %	0.35	0.35

¹ Provided per kg of premix: 12,500,000 IU vitamin A, 2,500,000 IU vitamin D₃, 10,000mg vitamin E, 2,000 mg vitamin K₃, 50 mg biotin, 500 mg folic acid, 35,000 mg niacin, 10,000 mg Ca-Pantothenate, 1,000 mg vitamin B₆, 5,000 mg vitamin B₂, 1,000 mg vitamin B₁ and 15 mg vitamin B₁₂.

² Provided per kg of premix: 25,000 mg Cu, 40,000mg Fe, 60,000 mg Zn, 80,000 mg Mn, 1,500 mg I, 300 mg Co and 150 mg Se.

³ Calculated values.

2. 시험사료 및 사양관리

시험사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 NRC (1994) 사양표준을 기초로 하여 2,904kcal ME/kg, 15.45% CP, 0.70% lysine, 3.25% Ca, 0.36% Available P를 함유토록 하였다 (Table 1). 시험사료는 가루 형태로 자유채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 총 점등시간은 일일 17시간이 되도록 조절하였다.

3. 조사항목 및 방법

1) 산란율 및 난중

산란율은 사양시험 기간중 매일 계란을 집란하여 처리구 별로 총산란수를 사육수로 나누어 백분율로 표시하였으며, 난중은 정상란에 대하여 청장 후 평균난중으로 표시하였다.

2) 계란품질

측정 날 오후에 집란된 계란을 사용하여 난각강도는 난각 강도계(Ozaki MFG. Co., Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였으며, 난각두께는 Dial pipe gauge (Ozaki MFG. Co., Ltd., Japan)를 이용하여 난각의 둔단부, 예단부 그리고 중앙부를 측정하였다. 난황색은 Yolk colour fan (Roche, Switzerland)을 이용하여 난황의 색도를 측정하였다. 난황계수는 Ozaki사의 캘리퍼스로 난황의 높이와 직경을 측정하여 Sauter 등 (1951)의 방법에 의하여 난황의 높이를 난황의 직경으로 나누어 계산하였다.

3) 분내 암모니아태 질소 및 휘발성 지방산 농도 측정

시험종료시 각 처리구에서 동일한 시간동안 배설된 분을 처리당 10마리로부터 채취한 후, 동결건조기를 이용하여 건조시킨 후, 분석에 이용하였다. 분내 암모니아태 질소 농도 측정은 Chaney와 Marbach (1962)의 방법에 따라 실시하였다.

분내 휘발성 지방산의 농도 측정은 시료 5g을 취하여 10N H₂SO₄ 25ml과 증류수를 첨가한 후, 수증기를 증류하였다. 유출액에 phenolphthalein 2~3방울을 첨가한 후, 0.1N NaOH를 첨가하였다. 이 용액을 rotary evaporator를 이용하여 건조시킨 후, phosphoric acid 1ml를 첨가하여 용해시킨 후에 ethyl ether 5ml를 첨가하여 수회 교반한 후, 포화 NaCl 2ml를 첨가하여 층을 분리시켰다. 층이 분리되면 ether 층을 취하여 0.45µm membrane filter를 이용하여 여과한 후 시험용액을 gas chromatography (Hewlett Packard 6890 Plus, USA)에 주입하였다. Gas chromatography의 분석조건은 Table 2와 같다.

4. 통계처리

모든 자료는 SAS(1996)의 GLM procedure를 이용하여 처

Table 2. Operating condition for gas chromatography

Item	Operating condition
Instrument	Hewlett Packard 6890 Plus
Detector	FID
Column	HP-INNOWax 0.25µm×30m×0.25mm ID
Injection port	260℃
Detection port	270℃
Carrier gas	N ₂

리간의 평균을 orthogonal contrasts를 이용하여 1) LPD vs HPD, 2) -GB vs +GB, 3) Interaction(LPD vs HPD× -GB vs +GB)으로 분리하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율, 난중의 측정

Table 3은 게르마늄 혹은모 첨가가 산란율과 난중 및 난각 강도에 미치는 영향을 나타내었다. 산란율에서는 HPD 처리구가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(P<0.01). 난중에 있어서는 게르마늄혹은모 첨가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다(P<0.01). 이러한 결과는 이 (1975)가 산란계에 zeolite를 3% 이하 첨가시 산란율은 증가하나 난중은 감소하였다는 보고와 유사하였으며, 산란계에 게르마늄 혹은모를 급여시 난중이 감소하였다는 이 등(2003)의 보고와 유사하였다.

2. 계란품질 측정

난각강도에서는 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Table 4는 게르마늄혹은모의 첨가가 난각두께에 미치는 영향을 나타내었다. 둔단부 두께를 측정한 결과 게르마늄혹은모 첨가에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다(P<0.02). 예단부, 중앙부의 난각두께를 측정한 결과 처리구간 유의적 차이는 보이지 않았다. 이는 sodium zeolite를

Table 3. Chemicals composition of germanium biotite

pH	CEC (meq/100g)	% DM							
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₃	Na ₂ O
7.84	1.04	61.90	23.19	3.97	3.46	0.49	1.69	0.20	3.36

급여한 산란계의 경우 난각질 개선과 골격길이의 증가를 가져온다는 보고 (Roland 등, 1985; Miles 등, 1986; Fery 등, 1992)와는 차이를 보였다. 산란계 사료내 게르마늄흑운모의 첨가가 난황색 및 난황계수에 미치는 영향을 Table 5에 나타내었다. 난황계수에서는 HPD 사료를 급여한 처리구가 LPD 사료를 급여한 처리구보다 유의적으로 감소하였으며($P < 0.01$), 사료내 GB를 첨가하면 난황계수가 통계적으로 감소하는 것으로 나타내었다($P < 0.01$).

3. 분중 암모니아태 질소 및 휘발성지방산의 측정

Table 6은 산란계 사료내 게르마늄흑운모 첨가가 분중 휘발성지방산 및 암모니아태 질소 함량에 미치는 영향을 나타내었다. Propionic acid는 게르마늄흑운모를 첨가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($P < 0.01$). Butyric acid에서는 HPD 사료를 급여한 처리구가 유의적으로 증가

하는 경향을 보였으나($P < 0.02$), 처리구간 게르마늄흑운모 첨가시 LHD와 HPD 모두 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($P < 0.03$). Acetic acid에서도 LHD와 HPD 처리구 모두 게르마늄흑운모를 첨가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($P < 0.01$). $\text{NH}_3\text{-N}$ 에서는 LPD 사료의 경우보다 HPD 사료에서 게르마늄흑운모 첨가 효과가 나타난 것으로 보인다($P < 0.05$). 이는 규산염 광물질을 사료에 첨가한 경우 축사내 악취감소 효과가 인정되었다는 보고(Watanabe 등, 1971)와 양돈사료내 게르마늄흑운모를 첨가시 분내 암모니아 가스의 감소 (권, 2001) 효과, 규산염 광물질 Scoria 3% 급여시 유의적인 감소효과(양, 1999), 그리고 산란계사료내 게르마늄흑운모를 급여시 유해가스 농도가 감소(이 등, 2003) 되었다는 보고와 유사하였다. 이는 규산염계 광물질의 이온교환 및 흡착성과 관련이 되었을 것으로 사료되며, 이상의 결과를 토대로 게르마늄 흑운모를 사료내 첨가하면 암모니아가스 발

Table 4. Effects of dietary germanium-biotite on hen-day egg production, egg weight and egg shell breaking strength in laying hens

Item	LPD ¹		HPD ¹		SE	Contrast ²		
	-GB	+GB	-GB	+GB		1	2	3
Hen-day egg production, %	84.38	84.79	88.75	88.33	1.34	0.01	1.00	0.76
Egg weight, g	64.20	63.34	66.61	62.93	0.66	0.13	0.01	0.03
Egg shell breaking strength, kg/cm ²	3.51	3.44	3.69	3.50	0.14	0.39	0.34	0.66

¹ LPD, low protein diet; HPD, high protein diet.

² Contrast were: 1)LPD vs HPD; 2) -GB vs +GB; 3) Interaction(LPDP vs HPD × -GB vs +GB).

Table 5. Effects of dietary germanium biotite on egg shell thickness, yolk color and egg yolk index in laying hens

Item	LPD ¹		HPD ¹		SE	Contrast ²		
	-GB	+GB	-GB	+GB		1	2	3
Egg shell thickness(mm)								
Large band	0.44	0.42	0.44	0.43	0.01	0.44	0.02	0.44
Sharp end	0.44	0.42	0.44	0.43	0.01	0.47	0.11	0.37
Middle	0.44	0.43	0.44	0.44	0.01	0.48	0.08	0.48
Yolk color unit	6.25	6.43	6.42	6.41	0.01	0.70	0.71	0.70
Egg yolk index	0.46	0.43	0.42	0.41	0.01	0.01	0.01	0.16

¹ LPD, low protein diet; HPD, high protein diet.

² Contrast were: 1)LPD vs HPD; 2) -GB vs +GB; 3) Interaction(LPDP vs HPD × -GB vs +GB).

Table 6. Effects of dietary germanium biotite addition on the NH₃-N and volatile acids concentration of feces in laying hens

Item(ppm)	LPD ¹		HPD ¹		SE	Contrast ²		
	-GB	+GB	-GB	+GB		1	2	3
Propionic acid	15.25	11.85	16.78	13.72	0.88	0.10	0.01	0.01
Butyric acid	14.23	10.83	16.37	14.51	0.92	0.02	0.03	0.43
Acetic acid	191.37	174.77	188.56	149.0	7.82	0.12	0.01	0.19
NH ₃ -N	211.71	210.23	238.22	208.33	5.76	0.08	0.33	0.05

¹ LPD, low protein diet; HPD, high protein diet.

² Contrast were: 1)LPD vs HPD; 2)-GB vs +GB; 3) Interaction(LPDP vs HPD × -GB vs +GB).

생의 억제와 축사내의 작업환경의 개선을 가져올 것으로 사료된다.

적 요

본 연구의 목적은 단백질 수준이 산란계 사료내 게르마늄 흑운모의 첨가가 생산성, 난각특성 및 분내 악취성분 함량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다. 사양시험은 51주령 ISA Brown 갈색계 144수를 공시하였으며, 처리구는 옥수수-대두박 위주의 저단백질 사료 (LPD), 고단백질 사료 (HPD), LPD사료에 게르마늄흑운모를 1.0% 첨가한 처리구와 (LPD-GB; LPD+1.0% germanium biotite, (주)서봉바이오베스텍), HPD사료에 게르마늄흑운모를 1.0%(HPD-GB; HPD+1.0% germanium biotite)로 4개 처리를 하여 처리당 3반복, 반복당 12마리씩 완전 임의배치하였다. 총 56일간의 사양시험 기간 동안, 산란율에서는 HPD 처리구가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($P<0.01$). 난중은 게르마늄흑운모의 첨가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며($P<0.01$), 난각강도에서는 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다 ($P>0.05$). 둔단부 두께를 측정된 결과 게르마늄흑운모 첨가에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($P<0.02$). 예단부, 중앙부의 난각두께를 측정된 결과 처리구간 유의적 차이는 보이지 않았다. 난황계수에서는 HPD사료를 급여한 처리구가 LPD 사료를 급여한 처리구보다 낮았다($P<0.01$). 분중 Propionic acid($P<0.01$)와 butyric acid ($P<0.03$)에서는 게르마늄흑운모를 첨가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. Butyric acid에서는 HPD 처리구가 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($P<0.02$). Acetic acid에서도 게르마늄흑운모 첨가 처리구가 무첨가 처리구보다 유의적으로

감소하는 경향을 보였다($P<0.01$). NH₃-N에서는 LPD 사료의 경우보다 HPD 사료에서 게르마늄흑운모 첨가 효과가 나타난 것으로 보인다($P<0.05$). 결과적으로 산란계 사료내 게르마늄흑운모의 첨가는 분내 휘발성 지방산 발생을 감소시켜 축사환경의 개선효과가 있을 것으로 사료된다.

(색인어 : 게르마늄흑운모, 난각특성, 분성분, 산란계)

인용문헌

- Chaney AL, Marbach EP 1962 Modified reagents for determination of urea and ammonia. Clin Chem 8:131.
- Frey KS, Potter GD, Odom TW, Senor DM, Reagan VD, Weir VH, Elslander J, Webb SP, Morris EL, Smith WB, Weigand KE 1992 Plasma silicon and radiographic bone density in weanling quarter horses fed sodium zeolite A. Equine Vet Sci 12:292-295.
- Hartuny J, Phillips VR 1994 Control of gaseous emission from livestock buildings and manure storages. J Anim Sci 61 (suppl):492 (Abstr.).
- Jacob JP, Blair R, Bennett DC, Scott TA, Newberry RC 1994 The effect of dietary protein and amino acid levels during the grower phase on nitrogen excretion of broiler chickens. page 309 in: Proceedings of Canadian Animal Science Meetings, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada.
- Kevin LW, L LS 1991 Effect of dietary sodium zeolite A and graded levels of calcium on growth, plasma, and tibia characteristics of chicks. Poult Sci 70:2295-2303.
- Miles RD, Laurent SM, Harms RH 1986 Influence of sodium

- zeolite A on laying hen performance. *Poult Sci* 65:182 (Abstr.).
- Nakaue HS, Koelliker JK, Pierson ML 1981 Studies with clinoptilolite in poultry. 2. Effect of feeding broiler and the direct application of clinoptilolite (zeolite) on clean and re-used broiler litter on broiler performance and house environment. *Poult Sci* 60:1221.
- NRC 1994 Nutrient requirement of poultry. National Academy Press. Washington DC USA.
- O'Connor JM, McQuitty JB, Clark PC 1988 Air quality and contaminated loads in three commercial broiler breeder barns. *Can Agrc Eng* 30:273-276.
- Reece FN, Bates BJ, Lott BD 1979 Ammonia control in broiler house. *Poult Sci* 58:754-755.
- Roland DA Sr, Laurent SM, Orloff HD 1985 Shell quality as influenced by zeolite with high ion-exchange capability. *Poult Sci* 64:1177-1187.
- Ramos AJ, Fink GT, Hernandez E 1996 Prevention on toxic effect of mycotoxins by mean of nonnutritive adsorbent compounds. *J of Feed Protection* 59:631-641.
- SAS 1996 SAS user guide. release 6.12 edition. SAS Inst Inc Cary NC USA.
- Sauter EA, Stadelman WJ, Harns V, McLaren BA 1951 Methods for measuring yolk index. *Poult Sci* 30:629-630.
- Watanabe S, Yanaka Y, Juroda A 1971 Report on the experimental use of zeolite tuff as dietary supplement for cattle. *Rep Okayama Prefecture Feder Agr Coop Ass April* pp. 18.
- 김규일 여진기 1995 사료중 항균제, 생균제 또는 유카 추출물이 닭의 장내 요소 분해요소 활성과 암모니아 생산에 미치는 영향. *한국가금학회지* 22:105-115.
- 권오석 2001 돼지사료내 게르마늄흑운모의 첨가가 양돈생산성에 미치는 영향. 단국대학교 석사학위논문.
- 민병석, 김영일, 오세정 1988 Zeolite의 첨가수준이 육계의 생산에 미치는 영향. *한축지* 15:31-38.
- 손광수 2000 영양과 사양관리를 통한 돼지분뇨 오염물질 및 악취 저하. *친환경안전사료 연구회 심포지움. 친환경안전사료연구회* pp.43-60.
- 이원백 김인호 홍종욱 권오석 이상환 민병준 정연권 2003 산란계 사료에 게르마늄 흑운모의 첨가가 난각특성 및 분내 유해가스 함량에 미치는 영향. *한국가금학회지* 30: 61-66.
- 이원백 김인호 홍종욱 권오석 민병준 손경승 정연권 2003 육계에 있어 게르마늄 흑운모의 첨가가 성장 및 혈액성상에 미치는 영향. *한국가금학회지* 30:67-72.
- 이택원 1975 영계사육에 있어서 bentonite와 zeolite의 사료적 가치에 관한 연구. *한축지* 17(5)625-628.
- 양창범 1999 Scoria 급여가 돼지의 성장, 도체특성 및 오염물질 배설량에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
- 정천용 이규호 최대웅 한인규 1978 Zeolite의 염기치환용량 및 입자도가 Broiler의 증체, 사료효율 및 사료영양소 이용율에 미치는 영향. *한축지* 20:226-230.