

산란계 사료에 게르마늄 흑운모의 첨가가 난각특성 및 분내 유해가스 함량에 미치는 영향

이원백 · 김인호[†] · 홍종욱 · 권오석 · 이상환 · 민병준 · 정연권¹

단국대학교 동물자원과학과, ¹(주)서봉바이오테크

Influence of Dietary Germanium Biotite on Egg Quality and Fecal Noxious Gas Content in Laying Hens

W. B. Lee, I. H. Kim[†], J. W. Hong, O. S. Kwon, S. H. Lee,
B. J. Min and Y. K. Jung¹

Department of Animal Resource & Science, Dankook University,

¹Seobong BioBestech Co., Ltd.

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the effects of dietary germanium biotite supplementation on egg quality and fecal noxious gas content in laying hens. One hundred and forty-four 40-wk-old, ISA Brown layers were used in this experiment. Dietary treatments were 1) CON(control diet), 2) GB0.5(control diet + 0.5% germanium biotite), 3) GB1.0(control diet + 1.0% germanium biotite) and 4) GB1.5(control diet + 1.5% germanium biotite). Hen-day egg production and egg shell breaking strength were not influenced by germanium biotite supplementation. However, egg weight decrease as the level of germanium biotite supplementation increased in the diets increased(Cubic effect, $P<0.02$). Eggshell thickness, yolk color and yolk index were not influenced by germanium biotite supplementation. Serum triglyceride concentration as dietary germanium biotite increased (linear effect $P<0.02$; quadratic effect, $P<0.05$). Dietary supplementation of germanium biotite reduced fecal $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration ($P<0.01$), propionic acid($P<0.01$), butyric acid($P<0.05$) and acetic acid($P<0.01$) concentrations in the feces. In conclusion, the results of this experiment indicated that dietary germanium biotite supplementation did not affect egg shell quality, but reduced fecal $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration.

(Key words : germanium biotite, egg quality, fecal noxious gas, laying hens)

서론

최근에 국내 축산업이 대규모화 혹은 기업화되면서 가축 사육시설이 밀집한 일부 지역에서는 가축 분뇨로 인한 수질 및 토양오염 문제가 발생하였다. 가축분뇨는 산업폐수에 비하여 배출량은 적지만, 고농도의 유기물이 함유되어 하천과 호수의 부영양화 등의 수질 악화를 초래하며, 병원성 미생물 계 의한 지하수 오염 및 농업용수 오염 등의 문제를 초래한 바(손광수, 2000). 이러한 환경오염 문제의 방지를 위하여 가축사육에 환경친화형 사료첨가제의 필요성은 더욱 대두되어왔다. 이러한 분류에 속하며 국내에도 다량으로 존재하는

규산염 광물질 중에서 zeolite, bentonite 및 kaolin 등은 가축용 사료 첨가제로서 이용되었다(이승환 등, 1996).

규산염 광물질인 sodium zeolite를 산란계에 급여하면 난각질 개선과 함께 골격 길이가 증가하며(Rolans 등, 1985; Miles 등, 1986; Frey 등, 1992), 양돈사료에 clinoptilolite 계통의 zeolite를 6% 첨가 급여하였을 때 질병 발생 및 폐사율이 현저하게 감소되었다고 하였다(Torii, 1974). 이외에도 규산염 광물질을 사료에 첨가로 축사내 악취가 감소되었다고 하였다(Watanabe 등, 1971). 양돈사료에 규산염 광물질 계통의 게르마늄 흑운모의 첨가는 콜레스테롤 저하 작용 및 항생제 대체효과 그리고 분의 암모니아 가스 발생 억제 작용을 갖

는 것으로 알려져 있다(권오석, 2001). 양돈영양에 있어서 규산염 광물질의 영양적 효과와 분내 질소함량의 감소에 관한 연구는 많이 이루어졌으나 산란계에 대한 연구는 미진한 편이다.

따라서 본 연구는 산란계 사료에 게르마늄 흑운모의 첨가가 난질의 특성 및 분내 암모니아 함량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시되었다.

재료 및 방법

1. 시험동물 및 사료

40주령 ISA Brown 갈색계 144수를 시험에 사용하였으며, 사양시험을 7일간의 적응기간 후, 56일간 실시하였다.

Table 1과 같이 옥수수-대두박 위주의 사료(CON; 대조구 사료), 대조구 사료내 게르마늄 흑운모(germanium biotite, (주)서봉바이오베스텍)를 0.5% (GB0.5), 1.0% (GB1.0) 및 1.5% (GB1.5)로 4개 처리를 하여 처리당 6반복, 반복당 6마리씩 완전 임의배치하였다. 시험사료를 가루 형태로 만들어 자유채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 섭취할 수 있도록 하였다. 총 점등시간은 일일 17시간이 되도록 조절하였다. 시험에 사용된 게르마늄 흑운모는 흑운모에 게르마늄이 36 ppm 함유되어 있는 광물질로서, 충남 논산 소재 광산에서 채광된 후 분쇄기를 이용하여 325 mesh의 크기로 분쇄하였다.

2. 산란율 및 난의 품질

산란율은 사양시험 기간중 매일 계란을 채집하여 처리구 별로 총산란수를 사육두수로 나누어 백분율로 표시하였다. 난중은 채집한 계란을 전자저울을 이용하여 측정하였다. 난각강도는 난각강도계 (Ozaki MFG. Co., Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였으며, 난각두께는 Dial pipe gauge (Ozaki MFG. Co., Ltd., Japan)를 이용하여 난각의 둔단부, 예단부 그리고 중앙부에서 측정하였다. 난황색은 Yolk colour fan (Roche, Switzerland)을 이용하여 측정하였다. 난황계수는 Ozaki사의 캘리퍼스를 이용하여 난황의 높이와 직경을 측정하여 Sauter 등 (1951)의 방법에 의하여 난황의 높이를 난황의 직경으로 나누어 난황계수를 계산하였다.

3. 분내 암모니아태 질소 및 휘발성 지방산 농도 측정
시험종료시 각 처리구에서 동일한 기간에 배설한 분을 처리당 10마리로부터 채취한 후, 동결건조기를 이용하여 건조

Table 1. Basal diet composition

Ingredients	%
Corn	50.40
Wheat grain	10.00
Soybean meal(CP 46%)	18.70
Corn gluten meal	2.00
Wheat bran	5.00
Animal fat	4.40
Limestone	7.50
Tricalcium phosphate (P 18%)	1.40
Salt	0.30
DL-methionine(50%)	0.10
Vitamin premix ¹	0.10
Mineral premix ²	0.10
Chemical composition ³	
Metabolic energy, kcal/kg	2,904
Crude protein, %	15.45
Crude fiber, %	1.80
Lysine, %	0.70
Methionine, %	0.32
Calcium, %	3.25
Available P, %	0.36

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; 40,000 mg Fe; 60,000 mg Zn; 80,000 mg Mn; 1,500 mg I; 300 mg Co, and 150 mg Se.

³ Calculated values.

시킨 후, 분석에 이용하였다. 분내 암모니아태 질소 농도 측정하는 Chaney와 Marbach (1962)의 방법에 따라 실시되었다.

분내 휘발성 지방산의 농도를 측정하기 위하여 시료 5 g을 취하여 10 N H₂SO₄ 25 mL와 증류수를 첨가한 후, 수분을 증류하였다. 유출액에 phenolphthalein 2~3방울을 첨가한 후, 0.1 N NaOH를 첨가하였다. 이 용액을 회전식 증발기를 이용하여 건조시킨 후, H₃PO₄ 1 mL를 첨가하여 용해시킨 후 ethyl ether 5 mL를 첨가하여 수회 교반한 후, 포화 NaCl 2 mL를 첨가하여 층을 분리시켰다. 층이 분리되면 에테르층을 취하여 0.45 µm membrane filter를 이용하여 여과한 후 시

Table 2. Effects of germanium biotite on the hen-day egg production, egg weight and egg shell breaking strength in laying hens

Item	CON	GB0.5 ¹	GB1.0 ¹	GB1.5 ¹	SE ²	Contrast ³		
						1	2	3
Hen-day egg production, %	88.26	88.64	89.86	89.77	1.20	NS ⁴	NS	NS
Egg weight, g/egg	62.06	62.46	60.03	61.74	0.67	NS	NS	0.02
Egg shell breaking strength, kg/cm ²	3.49	3.77	3.38	3.35	0.16	NS	NS	NS

¹Abbreviated: GB0.5, added 0.5% of germanium biotite; GB1.0, added 1.0% of germanium biotite; GB1.5, added 1.5% of germanium biotite.

²Pooled standard error.

³Contrasts were: 1) linear; 2) quadratic; 3) cubic.

⁴NS: not significant (P>0.05).

용액을 gas chromatography (Hewlett Packard 6890 Plus, USA)에 주입하였다. Gas chromatography의 분석조건은 Table 2에 나타났다.

4. 혈청 콜레스테롤 측정

처리당 10마리씩 시험종료시에 익정맥에서 혈액을 채취하여 4℃에서 2,000×g로 20분간 원심분리하여 혈청을 분석하였다. 분리된 혈청은 효소적 비색법(Allain 등, 1974)에 의하여 총 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤 및 중성지방의 농도를 각 검사시약(Boehringer Mannheim Co., Germany)에 반응시켜 자동 생화학 분석기 (Hitachi 747, Hitachi, Japan)를 이용하여 측정되었다. LDL+VLDL 콜레스테롤 농도는 Naoyuki와 Yoshiharu (1995)의 방법에 따라 평가하였다.

5. 통계처리

모든 자료는 SAS (1996)의 GLM을 이용하여 (Petersen, 1985) 게르마늄 흑운모의 첨가 수준에 대한 linear, quadratic 그리고 cubic 효과를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율 및 난의 품질

산란율에서는 처리구간에 차이가 없었으나, 난중에 있어서는 게르마늄 흑운모의 첨가수준이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다 (cubic effect, P<0.02). 난각 강도에서는 게르마늄 흑운모의 첨가수준이 0.5%일 때 가장

Table 3. Effects of germanium biotite on the egg shell thickness in laying hens

Item	CON	GB0.5 ¹	GB1.0 ¹	GB1.5 ¹	SE ²	Contrast ³		
						1	2	3
Large band, mm	0.43	0.49	0.44	0.44	0.01	NS ⁴	NS	NS
Sharp end, mm	0.43	0.44	0.44	0.44	0.01	NS	NS	NS
Middle, mm	0.43	0.45	0.44	0.44	0.01	NS	NS	NS

¹Abbreviated: GB0.5, added 0.5% of germanium biotite; GB1.0, added 1.0% of germanium biotite; GB1.5, added 1.5% of germanium biotite.

²Pooled standard error.

³Contrasts were: 1) linear; 2) quadratic; 3) cubic.

⁴NS: not significant (P>0.05).

Table 4. Effects of germanium biotite on the yolk color and egg yolk index in laying hens

Item	CON	GB0.5 ¹	GB1.0 ¹	GB1.5 ¹	SE ²	Contrast ³		
						1	2	3
Yolk color unit	5.93	5.88	5.49	6.04	0.23	NS ⁴	NS	NS
Egg yolk index	0.39	0.38	0.40	0.40	0.01	NS	NS	NS

¹ Abbreviated: GB0.5, added 0.5% of germanium biotite; GB1.0, added 1.0% of germanium biotite; GB1.5, added 1.5% of germanium biotite.

² Pooled standard error.

³ Contrasts were: 1) linear; 2) quadratic; 3) cubic.

⁴ NS: not significant ($P>0.05$).

높았으나 유의적 차이는 없었다 (Table 2). 난각두께를 측정 한 결과 GB0.5 처리구가 가장 높게 평가되었으나 유의적 차이는 없었다 (Table 3). 이는 sodium zeolite를 급여한 산란계의 경우 난각질 개선과 골격길이의 증가를 가져온다는 보고 (Roland 등, 1985; Miles 등, 1986; Frey 등, 1992)와 상이한 결과이다. zeolite는 다공성 광물질로 이온치환 능력이 뛰어나며 칼슘의 이용성을 증대시킨다는 보고가 있었으나 같은 규산염 광물질인 게르마늄 흑운모의 기전에 대해서는 본 연구 결과로는 추정하기 어렵다. 난황색 및 난황계수도 처리구간에 통계적으로 차이가 없었다 (Table 4).

2. 콜레스테롤 함량 조사

Table 5에서 혈장내 Total, HDL, LDL+VLDL 콜레스테롤 함량은 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 혈장내 중성지질함량에 있어서는 게르마늄 흑운모의 첨가수준

이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다 (linear effect, $P<0.02$; quadratic effect, $P<0.05$)

3. 유해가스 농도 조사

게르마늄 흑운모의 첨가수준이 증가함에 따라 분내 암모니아태질소 농도가 감소되었으며 (linear effect, $P<0.01$) (Fig. 1), 규산염 광물질을 사료에 첨가한 경우 축사내 악취 감소 효과가 있었다는 보고 (Watanabe 등, 1971)와 양돈사료내 게르마늄 흑운모를 첨가시 암모니아 가스의 감소 (권오석, 20-01) 효과를 발표한 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 일반적으로 사료내에 규산염 광물질을 첨가하면 분내 수분을 흡수로 인한 연변방지 효과 및 질소배출의 감소효과가 있으며, 규산염 광물질 게르마늄 흑운모도 수분흡수 능력이 있을 것으로 사료되며 기전에 대해서는 본 연구로는 추정하기 어렵다. Fig. 2부터 Fig. 4까지는 산란계 게르마늄 흑운모의 첨가

Table 5. Effects of germanium biotite on the cholesterol concentrations of plasma in laying hens

Item	CON	GB0.5 ¹	GB1.0 ¹	GB1.5 ¹	SE ²	Contrast ³		
						1	2	3
Plasma lipids(mg/mL)								
Total cholesterol	134	138	133	127	3.86	NS ⁴	NS	NS
Triglyceride	1303	1467	1487	1498	57.13	0.02	0.05	NS
HDL-cholesterol	13	14	12	13	0.84	NS	NS	NS
LDL+VLDL-cholesterol	122	124	121	114	3.53	NS	NS	NS

¹ Abbreviated: GB0.5, added 0.5% of germanium biotite; GB1.0, added 1.0% of germanium biotite; GB1.5, added 1.5% of germanium biotite.

² Pooled standard error.

³ Contrasts were: 1) linear; 2) quadratic; 3) cubic.

⁴ NS: not significant ($P>0.05$).

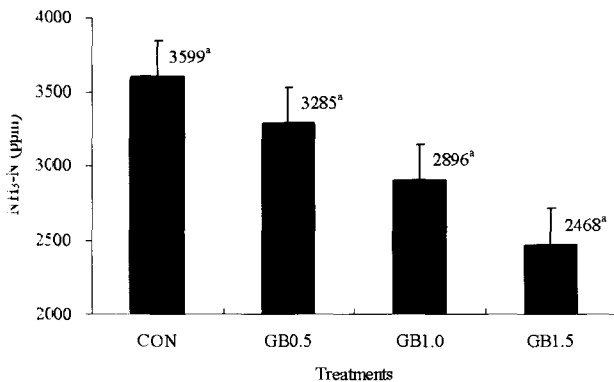


Fig. 1. Effects of germanium biotite on the fecal NH₃-N concentration in laying hens. ^aLinear effect of increasing levels of germanium biotite (P<0.01).

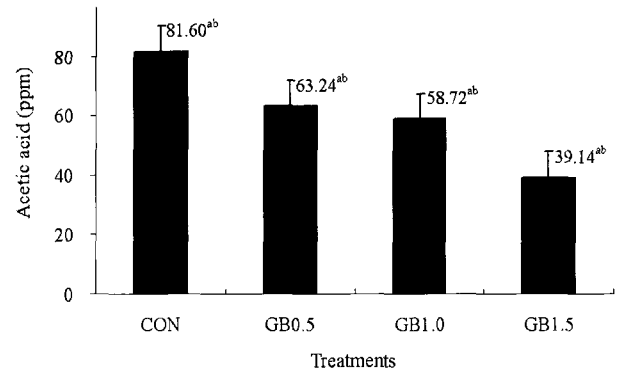


Fig. 4. Effects of germanium biotite on the fecal acetic acid concentration in laying hens. ^aLinear effect of increasing levels of germanium biotite (P<0.01). ^bCubic effect of increasing levels of germanium biotite (P<0.04).

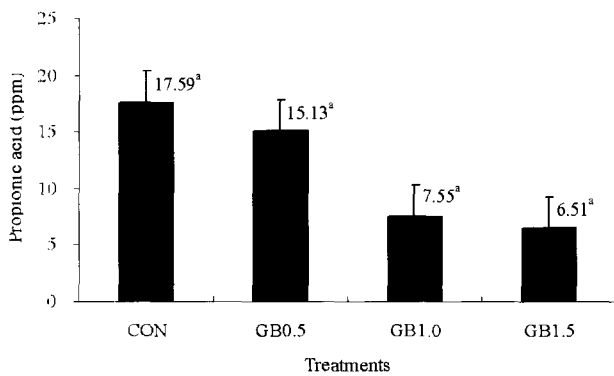


Fig. 2. Effects of germanium biotite on the fecal propionic acid concentration in laying hens. ^aLinear effect of increasing levels of germanium biotite (P<0.01).

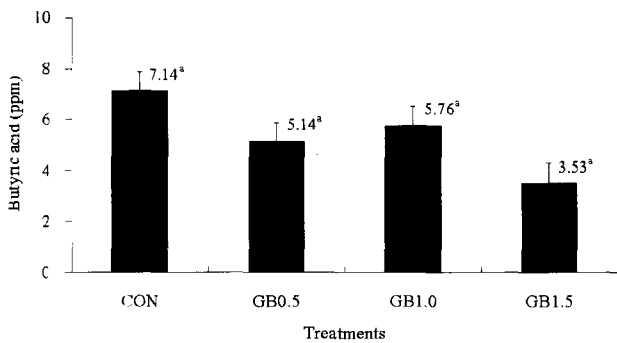


Fig. 3. Effects of germanium biotite on the fecal butyric acid concentration in laying hens. ^aLinear effect of increasing levels of germanium biotite (P<0.05).

가 분내 휘발성 지방산 농도에 미치는 영향을 나타내었다. 게르마늄 흑운모의 첨가수준이 증가함에 따라 분내 propionic acid (linear effect, P<0.01), butyric acid (linear effect, P<0.05) 그리고 acetic acid (linear effect, P<0.01; cubic effect, P<0.04)의 함량이 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 가축에게 zeolite를 급여 후 장내의 유해한 균체, 독소 및 가스의 배출을 방지하는 효과(Ramos 등, 1996)가 있다는 보고와 유사하였다. 이러한 결과는 규산염계 광물질의 이온교환 및 흡착성과 관련이 되었을 것으로 사료되며, 이상의 결과를 토대로 게르마늄 흑운모를 사료내에 첨가하면 암모니아가스의 발생을 억제하여 축사내의 작업환경 개선 및 폐수처리 비용의 절감을 가져올 것으로 사료된다. 그러나 현재까지 규산염계 다공성 광물질인 germanium biotite에 대한 연구가 미진하므로 앞으로 지속적으로 연구가 진행되어야 할 것이다.

적 요

본 연구는 산란계 사료내 게르마늄 흑운모의 첨가가 난각 특성 및 분내 암모니아 함량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시되었다. 사양시험에 40주령 ISA brown 갈색계 144수를 이용하였으며, 옥수수-대두박 위주 대조사료 (CON), 게르마늄 흑운모 0.5%(GB0.5), 1.0%(GB1.0) 및 1.5%(GB1.5) 첨가구 등 4개 처리로 구성되었다. 총 56일간의 사양시험 기간 동안, 산란율과 난각강도에서는 처리간에 차이를 보이지 않았다. 그러나 난중은 게르마늄 흑운모의 첨가수준이 증가함

에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다 ($P < 0.02$). 난각두께, 난황색 및 난황계수에서는 처리구간에 차이를 보이지 않았다. 혈장내 중성지방 함량에 있어서는 게르마늄 흑운모의 첨가수준이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다 ($P < 0.05$). 분내 암모니아태 질소 농도는 게르마늄 흑운모의 첨가수준이 증가함에 따라 유의적으로 감소되는 경향을 보였다 ($P < 0.01$). 또한 게르마늄 흑운모의 첨가수준이 증가함에 따라 분내 propionic acid ($P < 0.01$), butyric acid ($P < 0.05$) 그리고 acetic acid ($P < 0.04$)의 함량이 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 결과적으로 산란계 사료내 게르마늄 흑운모의 첨가는 분내 암모니아가스의 발생을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

(색인어 : 게르마늄 흑운모, 난질특성, 분내 유해가스, 산란계)

사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원으로 시행되었습니다

인용문헌

- Allain CC, Poon LS, Chan CSG, Richmond W, Fu PC 1974 Enzymatic determination of total serum cholesterol. Clin Chem 20:470-475.
- 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.
- Miles RD, Laurent SM, Harms RH 1986 Influence of sodium zeolite A on laying hen performance. Poultry Sci 65:182 (Abstr.).
- Naoyuki N, Yoshiharu F 1995 The elevation of plasma concentration of high-density lipoprotein cholesterol in mice fed with protein from proso millet. Biosci Biotech Biochem 59: 333-335.
- NRC 1994 Nutrient requirement of poultry. National Academy Press. Washington DC. USA.
- Petersen RG 1985 Design and analysis of experiments. Marcel Dekker, New York.
- 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.
- Roland DA Sr, Laurent SM, Orloff HD 1985 Shell quality as influenced by zeolite with high ion-exchange capability. Poultry Sci 64:1177-1187.
- 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. Poultry Sci 30:629-630.
- Torii K 1974 Utilization of sedimentary zeolites in Japan. US-Japan Cooperative Science Program Seminar on Occurrence, Origin and Utilization of Sedimentary Zeolites, Circum-Pacific Region, Menlo Park. CA, July 1974 (Abstr).
- Watanabe SY, Yanaka Y, Juroda A 1971 Report on the experimental use of zeolite tuff as dietary supplement for cattle. Rep Okayama Prefecture Feder Agr Coop Assoc April pp. 18.
- 권오석 2001 돼지사료내 게르마늄 흑운모의 첨가가 양돈생산성에 미치는 영향. 단국대학교 석사학위논문.
- 손광수 2000 영양과 사양관리를 통한 돼지분뇨 오염물질 및 악취 저하. 친환경안전사료 연구회 심포지움. 친환경안전사료연구회 pp.43-60.
- 이승환 서상훈 엄재상 백인기 1996 규산염 광물질 MAXI-MINERAL(72)[®] 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향. 한국가금학회지 23:121-128.
- 홍종욱 김인호 권오석 이상환 2001 도계폐기물을 이용한 환경친화성 비육돈 사료개발. 한국동물자원과학회지 43: 75-84.