

# Extrusion 가공처리 계분사료의 첨가수준이 재래산양의 육성능력, 영양소 소화율 및 체조성에 미치는 영향

김창혁\* · 라창식\* · 고병대\* · 박재인\* · 임광철\*\* · 신중서\*  
강원대학교 동물자원공동연구소\*

Department of Life Science, LinYi Teachers University, Sangdong, China\*\*

# Effects of Feeding Level of Extruded Poultry Manure on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Body Composition in Korean Native Goats

C. H. Kim\*, C. S. Ra\*, B. D. Goh\*, J. I. Pak\*, G. Z. Lin\*\* and J. S. Shin\*

Institute of Animal Resources, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea\*

Department of Life Science, LinYi Teachers University, Sangdong, China\*\*

## ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effects of supplementary level of extruded poultry manure, corn and tapioca mixture (EPM) on growth performance, nutrient digestibility and body composition in korean native goats. Total 15 heads of Korean native goats (10 kg B.W.) were randomly assigned into five treatment groups (EPM 10, 20, 30, 40% and control.) and feeding trial was done for six weeks with *ad libitum*. Protein level of the extrudate with poultry manure was directly proportional to corn supplements rate. NFE and Ca content in EPM also were functional of the tapioca supplements levels. Daily body weight gain was significantly ( $p<0.05$ ) reduced in EPM 40% group, but no significant differences were observed in other groups. Concentrate feed intake was high in EPM 10 to 30% groups, compared to the control. Feed conversion ratio also was relatively higher in EPM groups than in the control. As EPM level increased, dry matter digestibility was proportionally decreased, but that of crude protein was enhanced. Dressed carcass percentage was significantly ( $p<0.05$ ) reduced with the increase of EPM level, showing control 49.7, EPM 10% 49.8, EPM 20% 48.3, EPM 30% 47.9 and EPM 40% 45.2, respectively.

(Key words : Poultry manure, Extrusion, Nutrient digestibility, Body composition, Korean native goat)

## I. 서 론

최근, 국민소득 수준의 향상에 따른 1인당  
연간 육류 소비량은 1970년의 5.23kg에서

1994년에 25.8kg으로 증가되었으며, 2002년에는  
30.3kg에 이를 것으로 예상된다. 한편, 가축사  
육두수의 증가에 따른 1일 총 가축분뇨 발생량  
은 1980년에 72,620톤이었으나, 1993년에는

Corresponding author : C. H. Kim, Institute of Animal Resources, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea. Tel : 033-250-7693, E-mail : kchyeug@hanmail.net

170,128톤으로 2배 이상 증가되었으며, 이로 인해 발생하는 환경오염은 앞으로 축산업 발전에 있어서 반드시 해결해야 할 문제점으로 지적되고 있다. 이와 같은 상황에서 효율적인 가축 분뇨처리방법의 일환으로 사료화 방안이 제기되고 있는데, 그중 계분을 이용한 가축 사료화에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 사료적 가치 측면에서 계분의 일반성분은 단백질 함량이 20~28%로 매우 높고, 특히 반추동물이 충분히 이용할 수 있는 섬유소와 비단백태 질소 화합물(nonprotein nitrogen; NPN)을 많이 함유하고 있다(Obhuba 등, 1986b; Trung 등, 1987). 반면, 가금은 ornithine 합성이 어렵기 때문에 주로 uric acid의 형태로 질소가 배설되며, 따라서 계분중의 NPN은 주로 purine, uric acid 및 allantoin으로 구성되어 있고 uric acid는 urea에 보다 물에 대한 용해성이 낮아 반추위내 미생물에 의한 이용율이 높다고 보고하고 있다(Fontenot 등, 1971; NRC, 1983). 또한 Henning 등(1975)은 면양에 있어서 계분의 단백질 소화율은 83%이며, 가소화 단백질 축적량은 건물 기준으로 33%라고 하고 있다. 그러나 면양에게 계분을 장기간 급여시에는 구리중독을 유발시키는데(Webb과 Fontenot, 1975; Bremner와 Davies, 1980), 이때 Mo와 SO<sub>4</sub>를 첨가 급여하면 구리의 독성을 어느 정도 약화시킬 수 있다(Suttle, 1977). 그 외에도 대장균을 포함한 유해 미생물의 존재, 분변의 악취로 인한 기호성 저하 및 낮은 소화율 등이 문제점으로 제기되고 있으며, 이와 같은 사료로 사양된 축산물은 가축분에서 유래되는 악취가 축적될 수 있다는 소비자들의 편견으로 인해 사료로서의 실용가치는 아직 낮은 실정이다. 그러나 고온고압에 의해 물리적인 열처리를 동반하는 extrusion 공정은 계분사료내의 휘발성 지방산과 같은 악취성분을 휘산시켜 분변의 악취감소는 물론 분산 효과도 기대할 수 있다(Kim 등, 2000). 또한 유해성 미생물은 완전히 소멸시킬 수 있고, 원료의 물리적 특성 및 영양학적 속성까지도 변화

시킬 수 있기 때문에 계분사료의 사료적 가치를 증진시키는데 이 공법을 널리 이용하고 있다(Shen 등, 1983).

본 시험에서는 extrusion 가공처리 계분사료의 현장적응성을 검토하기 위해 계분에 옥수수, 타피오카를 혼합하여 extrusion 가공처리 후 반추가축에 급여하여 계분사료의 첨가수준에 따른 증체량, 사료섭취량, 사료요구율, 영양소 소화율 및 도체성적 등에 대하여 비교 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험장소 및 공시동물

본 시험은 강원대학교 부속목장에서 한국재래산양(3개월령, 평균체중 10.8kg) 수컷 15두를 시험동물로 공시하여 3주간의 적응기간을 거친 후 6주간 사양시험과 소화율시험을 실시하였다.

### 2. 계분사료의 extrusion 처리

시험사료는 강원도 춘천시 남면 소재 춘천양계장에서 수거된 산란계분을 진공건조기에서 수분 함량이 50% 정도가 되도록 건조한 후 이것에 옥수수와 타피오카를 각각 건물기준하여 50:30:20의 비율로 혼합하여(poultry manure, corn and tapioca mixture: EPM) extrusion 가공처리를 하였다(extruder 직경 5.3mm, screw speed 250rpm 및 barrel temperature 130°C).

### 3. 시험설계 및 사양관리

시험구는 EPM 첨가수준을 0, 10, 20, 30, 및 40%로 달리하여 5개 처리구로 구분하였고, 각 처리당 두수는 3두씩 완전임의 배치하여 수행하였다. 시험사료는 EPM 첨가수준에 따라 각각 조단백질 함량 15%, ME 3,400kcal/kg가 되도록 사료배합을 Table 1과 같이 실시하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of EPM diets for Korean native goats

Ingredient (%)	Control	EPM <sup>1)</sup> (%)			
		10	20	30	40
EPM <sup>1)</sup>	-	10.00	20.00	30.00	40.00
Corn	65.00	65.00	57.34	49.67	41.90
Wheat bran	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
SBM(CP, 44%)	13.83	13.27	8.16	5.92	3.70
Canola meal	-	-	3.00	3.00	3.00
Sorghum	5.00	0.03	-	-	-
Corn gluten meal	4.27	-	-	-	-
Limestone	0.80	1.20	1.00	1.00	1.00
TCP <sup>2)</sup>	0.50	0.30	0.30	0.20	0.20
Additive <sup>3)</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition					
ME (kcal/kg)	3412	3409	3410	3406	3992
Crude Protein (%)	15.12	15.08	15.08	15.01	14.98
Calcium (%)	0.62	0.68	0.67	0.68	0.73
Available Phosphorus (%)	0.49	0.46	0.51	0.52	0.54

<sup>1)</sup> EPM (Extruded poultry manure) = Dried poultry manure : corn : tapioca mixture = 50 : 30 : 20.

<sup>2)</sup> TCP : Tricalcium Phosphate.

<sup>3)</sup> Additive : Trace mineral and Vitamin premix.

사료급여량은 계분사료를 자유채식으로 하였고, 조사료는 알파파 건초를 이용하여 체중의 3.0%로 제한하였다. 물과 광염은 자유로이 섭취할 수 있게 하였으며, 기타 사양관리는 본 대학 부속목장의 관행법에 준하였다.

#### 4. 조사항목 및 방법

(1) 시험사료의 일반성분

EPM은 extrusion전과 후로 나누어 시료를 채취하고, 사양시험 사료는 실험설계에 따라 혼합한 후 시료를 채취하였으며, 일반성분은 A.O.A.C(1990) 방법에 의거하여 분석하였다.

(2) 사료 섭취량, 증체량 및 사료요구를 사료섭취량은 농후사료와 조사료를 구분하여 매일 급여량에서 잔량과 허실량을 공제하여 계

산하였다. 증체량은 7일 간격으로 1회 오전 사료급여전에 측정하였으며, 사료 요구율은 섭취량과 증체량의 비율로 계산하였다.

(3) 영양소 소화율

영양소 소화율은 공시축을 개별 대사 케이지에 수용한 후 전분채취법에 의거하여 측정하였으며, 분석용 분은 오전 사료급여전에 1일 총 배설량의 약 10%를 채취하여 65℃에서 72시간 열풍건조기에서 건조한 후 Willey mill(40 mesh)로 분쇄하여 분석용 시료로 이용하였다.

(4) 육 조성분

육 조성분 분석시료는 시험축을 모두 도축한 후 뒷다리 동일부위에서 근육을 일정량 채취하였으며, 채취한 시료는 만육기(Meat chopper, DAEWOO, Korea)로 분쇄한 후 동결건조기(SFDSM12, SAMWON, Korea)에서 48시간 건조 후 수분 함량을 측정하고, A.O.A.C (1990) 방법에 준하여 분석하였다.

5. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS package program (1990)에 의하여 분산분석을 하였으며, 처리 평균간의 유의성 검정은 Duncan의 다중 검정법을 이용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. Extrusion처리에 의한 EPM 사료의 일반 성분

Table 2에는 건조계분과 옥수수 및 타피오카 혼합물의 extrusion 처리 전후의 일반성분을 나타내었다. Extrusion 가공처리를 하였을 때 EPM의 수분 함량은 혼합원료에 비하여 10.8% 감소하였고, 조단백질은 다소 감소하는 경향을 보였으나, 각 처리구간에 유의성은 인정되지 않았다. 조지방 및 조섬유는 각각 0.2 및 0.5% 감소하였고 NFE는 1.7% 증가하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 extrusion 가공처리로 인해 계분사료의 수분 함량은 감소하지만 그 외의 영양소 함량에는 큰 영향을 미치지 않는 것

Table 2. Chemical composition of extruded poultry manure

Item	PM <sup>1)</sup>	EPM <sup>2)</sup>	Effects
Moisture (%)	22.2 ± 1.03	11.4 ± 1.21	-10.8
..... % in DM .....			
Crude protein (%)	17.2 ± 0.35	16.9 ± 1.06	-0.3
Ether Extract (%)	2.36 ± 0.09	2.12 ± 0.06	-0.24
Crude fiber (%)	8.21 ± 0.26	7.68 ± 0.31	-0.53
Crude ash (%)	15.2 ± 0.96	14.6 ± 0.59	-0.6
NFE (%)	57.1 ± 1.96	58.8 ± 2.44	1.7
Calcium (%)	0.60 ± 0.01	0.60 ± 0.01	0.0
Phosphorus (%)	0.55 ± 0.01	0.61 ± 0.01	0.1

Mean ± standard error.

<sup>1)</sup> PM = Poultry manure : corn : tapioca mixture = 50 : 30 : 20.

<sup>2)</sup> EPM: Extruded PM.

으로 생각되었다. 그러나 열처리 효과로 인하여 일부 구조성 탄수화물이 파괴되어 섬유소의 함량은 감소하나, NFE 함량이 증가하여 사료의 소화율은 높아질 것으로 판단된다(Skoch 등, 1983). 또한 Extrusion 처리는 분의 악취제거와 병원성 미생물의 사멸 등의 부가적인 효과(Berger 등, 1981ab; 1993; 김 등, 1992; Tinnimits 등, 1972)도 기대할 수 있어 계분을 사료화하는 데는 매우 효과적인 방법이라 할 수 있다.

2. 사료섭취량, 증체량 및 사료요구율

EPM 첨가수준에 따른 재래산양의 사료섭취량, 증체량 및 사료요구율은 Table 3에서 보는 바와 같다. 1일 총 사료섭취량은 대조구의

596.1g/day에 비해 EPM 20 및 30% 첨가구에서 각각 620.6 및 698.5g/day으로 증가하는 경향을 보였고, 40% 첨가구에서는 590.7g/day으로 대조구보다 감소하였다. 일당 증체량은 EPM 10, 20 및 30% 첨가구에서 각각 96.8, 98.3 및 108.2g/day으로 대조구의 119.8g에 비해 다소 낮은 수치를 보였으나 처리구간에 유의성은 인정되지 않았다. 그러나 EPM 40% 급여구에서는 78.3g/day로 대조구에 비해 유의적으로 낮았다(p<0.05). 사료요구율은 대조구의 5.01에 비해 EPM 10, 20, 30 및 40% 첨가구에서 각각 6.28, 6.31, 6.46 및 7.54로 높은 경향을 보였으며, 특히 EPM 40% 첨가구는 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다(P<0.05). 이 결과로부터 농후사료 중에 EPM 첨가수준 30%까지는 산양의 기호성에 크게 영향하지 않으나, 40% 첨가구에서

Table 3. Effects of feeding EPM diets on body weight gain, feed intake and feed conversion ratio of korean native goats

	Control	EPM <sup>1)</sup> (%)			
		10	20	30	40
Body Weight (kg)					
Initial	11.0 ± 1.4	9.9 ± 1.6	12.5 ± 3.6	10.8 ± 2.7	10.0 ± 1.3
Final	16.1 ± 1.5	14.0 ± 2.2	16.2 ± 4.5	15.3 ± 2.4	13.0 ± 2.0
ADG <sup>2)</sup> (g/day)	119.8 ± 12.2 <sup>a</sup>	96.8 ± 26.1 <sup>ab</sup>	98.3 ± 22.2 <sup>ab</sup>	108.2 ± 15.1 <sup>ab</sup>	78.3 ± 5.4 <sup>b</sup>
TDMI <sup>3)</sup> (g/day)	596.1 ± 19.7	584.5 ± 29.5	620.6 ± 70.8	698.5 ± 85.8	590.7 ± 21.7
Roughage (g/day)	252.3 ± 11.3	253.0 ± 10.5	274.8 ± 44.8	285.8 ± 83.2	276.2 ± 17.3
Concentrate (g/day)	343.8 ± 25.8	331.5 ± 48.7	345.8 ± 96.5	412.7 ± 88.9	314.5 ± 25.5
Feed conversion, TDMI/ADG (g/g)	5.0 ± 0.4 <sup>b</sup>	6.3 ± 1.5 <sup>ab</sup>	6.3 ± 1.2 <sup>ab</sup>	6.5 ± 1.2 <sup>ab</sup>	7.5 ± 2.1 <sup>a</sup>
Concentrate/ADG (g/g)	2.9 ± 0.3	3.4 ± 0.8	3.5 ± 0.8	3.8 ± 0.6	4.0 ± 1.1
Roughage /ADG (g/g)	2.1 ± 0.3	2.6 ± 0.5	2.8 ± 0.6	2.6 ± 0.8	3.5 ± 0.8

Mean ± standard error.

<sup>ab</sup> : Mean in the same row with different superscripts differ significantly(p<0.05).

<sup>1)</sup> EPM : See table 1.

<sup>2)</sup> ADG : Average daily gain.

<sup>3)</sup> TDMI : Total dry matter intake.

는 증체량 및 섭취량이 크게 감소하는 경향을 보여 EPM 첨가수준이 40%를 넘을 경우에는 오히려 육성성적에 역효과를 가져온다는 것이 시사되었다. 이는 Fontenot 등(1970)이 거세 면양에게 건조 계분 깔짚을 급여한 결과, 75% 수준에서 사료섭취 거부반응이 나타났다고 하였는데, 본 실험에서는 섭취 거부반응이 그보다 빠르게 나타났던 점으로 보아 EPM의 과다첨가는 가축이 섭취하지 않고 거부할 가능성이 높은 것으로 판단되었다. 또한 사료효율도 40% 첨가구에서 현저하게 떨어지는 것이 인정되었고 또한 영양소 소화율 결과에서도 나타난 바와 같이 EPM의 과다첨가는 소화율을 저하시켜 전체 사료이용율을 떨어뜨리는 것으로 나타났다(NRC, 1983).

이상의 결과에서, EPM은 재래산양에 있어서 농후사료의 30%까지 첨가 급여하여도 육성성적에는 악영향을 미치지 않는다는 것이 인정되었으며, 이는 Smith와 Calvert(1976) 등이 면양에게 완전 계분 펠렛사료를 급여한 결과와도 유사하였다.

### 3. 영양소 소화율

재래산양에서 EPM 첨가수준에 따른 시험사료의 영양소 소화율은 Table 4에 나타난 바와 같다. 건물 소화율은 EPM 10, 20, 30 및 40% 첨가구에서 각각 67.3, 65.5, 66.7 및 65.9%로 나타나 EPM 10% 첨가구를 제외한 나머지 첨가구에서는 대조구의 67.8%에 비해 유의적으로 낮았으며( $P<0.05$ ), 또한 EPM 첨가수준이 높을수록 건물 소화율이 낮아지는 경향을 보였다. 조단백질 소화율은 각 처리구간에 유의성은 인정되지 않았으나, EPM 첨가수준이 높을수록 다소 증가하는 경향을 보였다. 조지방 소화율은 EPM 10, 20 및 30% 첨가구에서 각각 79.5, 78.0 및 75.5%로 대조구의 78.3%와 거의 비슷하였지만, EPM 40% 첨가구는 대조구의 78.3%에 비해 68.5%로 유의적으로 낮았다( $P<0.05$ ). 조섬유 소화율은 대조구의 63.7%에 비해 EPM 10, 20, 30 및 40% 첨가구에서 각각 65.3, 67.5, 70.4 및 71.8%로 EPM 첨가수준이 높을수록 증가하는 경향을 나타내었다. NFE 소화율은 각 처리간에 거의 비슷한 수준을 나타내었고, 조회분 소화율은 대조구에 비해 EPM 10, 20 및 30% 첨가구에서 현저하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 본 시험에서 조섬유 소화율이 증가함에도 불구하고

Table 4. Effects of feeding EPM diets on nutrient digestibility of Korean native goats

Composition (%)	Control	EPM <sup>1)</sup> (%)			
		10	20	30	40
Dry matter	67.8 ± 1.0 <sup>a</sup>	67.3 ± 0.8 <sup>a</sup>	65.5 ± 1.7 <sup>b</sup>	66.7 ± 1.5 <sup>b</sup>	65.9 ± 0.9 <sup>b</sup>
Crude protein	53.8 ± 1.6 <sup>a</sup>	50.8 ± 2.1 <sup>b</sup>	52.6 ± 0.7 <sup>b</sup>	53.9 ± 1.4 <sup>a</sup>	54.6 ± 1.3 <sup>a</sup>
Ether Extract	78.3 ± 0.5 <sup>a</sup>	79.5 ± 0.5 <sup>a</sup>	78.0 ± 0.8 <sup>a</sup>	75.5 ± 0.9 <sup>ab</sup>	68.5 ± 1.6 <sup>b</sup>
Crude Fiber	63.7 ± 1.2 <sup>b</sup>	65.3 ± 1.3 <sup>b</sup>	67.5 ± 1.3 <sup>ab</sup>	70.4 ± 1.1 <sup>a</sup>	71.8 ± 1.5 <sup>a</sup>
NFE	76.2 ± 1.3 <sup>a</sup>	76.6 ± 1.4 <sup>a</sup>	73.8 ± 1.5 <sup>b</sup>	73.2 ± 1.5 <sup>b</sup>	76.4 ± 1.5 <sup>a</sup>
Crude Ash	12.8 ± 0.2 <sup>b</sup>	17.8 ± 0.5 <sup>a</sup>	18.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	19.3 ± 0.4 <sup>a</sup>	14.6 ± 0.5 <sup>ab</sup>

Mean ± standard error.

<sup>ab</sup> : Mean in the same row with different superscripts differ significantly( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup> EPM : See table 1.

하고 건물소화율이 감소한 원인은 농후사료에서 차지하는 조섬유 함량보다는 전분, NFE 등의 함량이 상대적으로 높기 때문에 extrusion 가공처리에 의해 시험사료의 전분물질들이 젤라틴화되어 체내에서 이용되는 소화효율이 감소한 것으로 생각된다.

이상에서, EPM 30% 첨가수준까지는 산양의 건물소화율에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, 특히 조단백질, 조섬유 및 조회분의 소화율은 향상되는 것으로 나타났다. 이것은 반추가축에의 EPM 첨가급여는 조단백질, 조섬유 및 조회분 등의 소화율을 증진시키는 효과가 있다는 Bhattacharya와 Fontenot(1966) 및 Fontenot 등(1971)의 보고와 같은 결과이며, 또한 EPM을 40%이상 첨가할 경우에는 건물 및 지방 소화율이 현저히 떨어지는 것을 알 수 있었다(Harmon 등, 1975). 본 시험에서 조단백질 및 조섬유의 소화율이 증가한 것은 계분을 고온고압의 Extrusion 처리로 인하여 분중의 일부 난용성 질소화합물과 구조성탄수화물이 파괴되어 소화하기 쉬운 물질로 변환되었기 때문으로 추정된다(Shen 등, 1983). 특히 조섬유 소화율의 향상도 이와 같은 메커니즘에 기인하는 것으로 판단된다. 반면, EPM 40% 첨가구에서 지방의 소화율이 현저하게 낮았던 이유는 EPM

사료 자체의 조회분 함량이 높고, 또한 EPM 첨가수준에 따라 조회분 함량이 일정한 한계를 초과하여 반추위내에서의 비누화작용을 일으켜 이로 인해 지방의 소화흡수가 저해되었기 때문으로 생각된다(Smith와 Calvert, 1976).

#### 4. 체 조 성

시험 종료 후 시험축을 도축하여 도체 후구(Right Saddle) 부위의 일반성분을 분석한 결과는 Table 5에 나타낸 바와 같다. 도체율은 대조구, EPM 10, 20 및 30% 첨가구에서 각각 49.68, 49.75, 48.30 및 47.85%로 처리구간에 유의적인 차이는 인정되지 않았으나, EPM 40% 첨가구에서 45.22%로 대조구보다 유의적으로 낮은 수치를 보였다( $p<0.05$ ). 이는 하 등(1969)이 보고한 재래산양의 도체율 48.3%와 EPM 30% 첨가까지는 비슷한 수준이었으나 그 이상 첨가시에는 도체성적에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 산양육의 수분 함량은 대조구에서 가장 낮았고, EPM 첨가구에서는 전체적으로 대조구보다 높은 수치를 보였으며, 특히 40% 첨가구는 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 조단백질은 대조구보다 EPM 첨가구에서 높은 경향을 보였고, 특히

Table 5. Physico-chemical properties of korean native goats fed EPM diets with different levels

Item	Control	EPM <sup>1)</sup> (%)			
		10	20	30	40
Dressing (%)	49.7±2.6 <sup>a</sup>	49.8±3.1 <sup>a</sup>	48.3±3.2 <sup>ab</sup>	47.9±3.2 <sup>ab</sup>	45.2±2.5 <sup>b</sup>
Moisture (%)	66.1±1.3 <sup>b</sup>	71.9±1.3 <sup>ab</sup>	75.0±1.0 <sup>a</sup>	71.9±0.8 <sup>ab</sup>	74.3±1.4 <sup>a</sup>
Crude Protein (%)	16.7±0.4 <sup>b</sup>	16.5±0.7 <sup>b</sup>	19.7±0.4 <sup>a</sup>	18.5±0.7 <sup>a</sup>	17.2±0.7 <sup>ab</sup>
Ether Extract (%)	16.3±0.4 <sup>a</sup>	10.4±0.3 <sup>b</sup>	5.7±0.3 <sup>c</sup>	8.6±0.5 <sup>bc</sup>	6.6±0.3 <sup>c</sup>
Crude Ash (%)	0.9±0.0	0.8±0.0	0.9±0.0	0.9±0.0	0.9±0.0

Mean±standard error.

<sup>a,b,c</sup> : Mean in the same row with different superscripts differ significantly( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup> EPM : See table 1.

EPM 20% 및 30% 첨가구에서 각각 19.7 및 18.5%를 나타내어 대조구의 16.6%에 비해 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 조지방 함량은 대조구의 16.3%에 비해 EPM 10, 20, 30 및 40% 첨가구에서 각각 10.4, 5.6, 8.6 및 6.6%로 현저하게 낮았고 또한 EPM 첨가 수준이 증가할수록 체지방 함량은 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 이 결과로부터 EPM의 첨가 급여는 산양육의 지방 함량을 감소시키는 반면 단백질과 수분 함량은 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

이상의 결과에서, EPM은 산양에 급여하는 농후사료에 대해 30%까지는 첨가 급여하여도 사료섭취량, 증체량, 사료요구율 및 영양소 소화율 등에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다, 40% 이상 첨가 급여시에는 건물소화율, 특히 지방소화율을 현저하게 감소시키는 동시에 사료섭취량, 증체량 및 사료요구율 등에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 계분 EPM중에 높게 함유되어 있는 조희분이 사료내 지방을 비롯한 기타 영양소의 소화흡수를 저해하기 때문으로 판단된다(Webb과 Fontenot, 1975; Bremner와 Davies, 1980). 또한 계분 EPM의 첨가급여에 의해 산양육의 지방 함량은 감소하는 반면에 단백질과 수분 함량은 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 EPM 첨가에 의한 단백질 소화율의 증가에 따른 것으로 추정되며, 특히 EPM의 과다 첨가에 의한 도체율 및 증체량의 감소 결과로부터 EPM은 산양의 체중증가에 이용되는 에너지가 부족하기 때문으로 사료된다. 따라서 계분 EPM을 가축 사료로 이용할 경우에는 그 첨가수준을 30%이하로 제한 급여할 필요가 있으며, 또한 첨가 급여시에는 가소화 에너지를 충분히 공급하여 급여하는 것이 사료이용성 면에서 매우 유리할 것으로 판단된다. 특히 시험기간동안 산양에서 특정 질병이나 스트레스성 증상 등이 나타나지 않았던 결과로부터 계분에 잠재되어 있는 것으로 알려진 각종 병원성 미생물들이 extrusion과

정에서 제거되는 것으로 추정되며(Kim, 1995), 따라서 계분의 extrusion 가공처리는 사료가치를 향상시킴과 동시에 기호성과 위생적인 면에서도 큰 문제는 없는 것으로 나타나 반추가축의 자급사료원으로서의 대체 가능성은 매우 높은 것으로 나타났다. 그러나 보다 안정적이고 실용화 가능성을 위해서는 많은 실증연구를 통해 extrusion 가공처리 계분사료의 안전성과 가축에 대한 위생성 및 extrusion 가공처리의 경제성 등에 대한 면밀한 검토가 이어져야 할 것으로 사료된다.

#### IV. 요 약

본 시험은 계분의 가축 사료화의 일환으로 계분, 옥수수 및 타피오카를 50:30:20의 비율로 혼합하여 extrusion 가공한 계분사료(EPM)의 급여수준이 반추가축의 증체량, 사료요구율, 영양소 소화율 및 도체성적에 미치는 영향을 구명하기 위하여 평균체중이 10kg 내외의 한국재래산양 수컷 15두를 이용하여 EPM을 시험사료중에 각각 0, 10, 20, 30 및 40%씩 첨가 급여하여 6주간 사양시험을 실시하였다. Extrusion 가공처리 계분사료의 수분, 조지방 및 조섬유 함량은 extrusion 가공처리 전보다 각각 10.8, 0.2 및 0.5% 감소하였고, NFE는 1.7% 증가하였다. 사료섭취량은 대조구의 596.1g/day에 비해 EPM 20 및 30% 첨가구에서 각각 620.6 및 698.5 g/day로 증가하는 경향을 보였으나, 40% 첨가구에서는 590.7g/day로 감소하였다. 일당 증체량은 대조구에서 119.8g으로 EPM 10, 20 및 30% 첨가구의 96.8, 98.3 및 108.2g/day와 거의 유사한 수준을 보였으나, EPM 40% 첨가구에서는 78.3g/day로 대조구에 비해 유의적으로 낮았다( $p<0.05$ ). 사료요구율은 대조구(5.01)에 비하여 EPM 첨가수준이 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며, 특히 EPM 40% 첨가구에서는 대조구에 비해 현저하게 높았다( $p<0.05$ ). 건물 및 조단백질 소화율은 각 처리간에 큰 차이는



인정되지 않았으나, 조섬유 소화율은 대조구의 63.7%에 비해 EPM 10, 20, 30 및 40% 첨가구에서 각각 65.3, 67.5, 70.4 및 71.8%로 증가하는 경향을 보였다. 조지방 소화율은 EPM 40% 첨가구에서 68.5%로 대조구에 비해 유의적으로 낮았고( $p<0.05$ ). 다른 EMP 첨가구에서는 거의 유사한 수준을 나타내었다. 도체율은 대조구의 49.7%에 비해 EPM 10, 20, 30 및 40% 첨가구에서 각각 49.7, 48.3, 47.8 및 45.2로 감소하는 경향을 나타내었다. 산양고기중의 지방 함량은 대조구의 16.3%에 비해 EPM 첨가구 모두에서 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ).

## 사 사

본 연구를 수행함에 있어서 제반 분석에 도움을 주신 강원대학교 동물자원공동연구소에 감사드립니다.

## V. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1990. Official Method of Analysis(15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
2. Berger, J. C. A., Fontenot, J. P., Komegay, E. T. and Webb, K. E. Jr. 1981a. Feeding swine waste. I. Fermentation characteristics of swine waste ensiled with ground hay or ground corn grain. J. Anim. Sci. 52:1388.
3. Berger, J. C. A., Fontenot, J. P., Komegay, E. T. and Webb, K. E. Jr. 1981b. Feeding swine waste. II. Nitrogen utilization, digestibility and palatability of ensiled swine waste and orchard-grass hay or corn grain fed to sheep. J. Anim. Sci. 52: 1404.
4. Bhattacharya, A. N. and Taylor, J. C. 1975. Recycling animal waste as a feedstuff: A review. J. Anim. Sci. 41:1438.
5. Bhattacharya, A. N. and Fontenot, J. P. 1966. Protein and energy value of peanut hull and wood shaving poultry litters. J. Anim. Sci. 25:367-371.
6. Bremner, I. and Davies, N. T. 1980. Dietary composition and the absorption of trace elements by ruminants. In: Ruckebusch, Y. and Thivend, P(Ed.). Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. pp. 409. AVI Publishing Co., Inc., Westport, CT.
7. Fontenot, J. P., Weeb, K. E. Jr., Harmon, B. W., Tucker, R. E. and Moor, W. E. 1971. Studies of processing, nutritional value and palatability of broiler litter for ruminants. Livestock Waste Management and Pollution Abatement Proc. Intern. Symp. on Livestock Wastes, Columbus, Ohio, 301.
8. Fontenot, J. P., Tucker, R. E., Harmon, B. W., Libke, K. G. and Moor, W. E. 1970. Effects of feeding different levels of broiler litter to sheep. J. Anim. Sci. 30:319.
9. Harmon, B. W., Fontenot, J. P. and Webb, K. E. Jr. 1975b. Ensiled broiler litter and corn forage. II. Digestibility, nitrogen utilization and palatability by sheep. J. Anim. Sci. 40:156-160.
10. Hennings, A., Jeroch, H., Lomert, H. J. and Flachowsky, G. 1975. Feed value for feathers of broiler and pullet excreta. Arch. Tieremehr. 25:583.
11. NRC. 1983. Under utilized resources as animal feedstuffs. National Academy of Sciences-national research Council. Washington, DC.
12. Odhuba, E. K., Magadi, J. P. and Sanda, J. A. 1986b. Poultry waste in cattle rations. II. Use of fermented cages layer waste in rations for growing heifers. East African Agricultural and Forestry Journal. 52:22-26.
13. SAS user's guide. 1990. Statistics, statistical analysis system. Version 5.0 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
14. Shen, H., Summers, J. D. and Leeson, S. 1983. The influence of steam pelleting and grinding on the nutritive value of canmula rapeseed for poultry. Anim. Feed Sci. Technol. 8:303-311.
15. Skoch, E. R., Binder, S. F., Deyoe, C. W., Allee, G. L. and Behnke, K. C. 1983. Effects of pelleting conditions on performance of pigs fed a corn-soybean meal diet. J. Anim. Sci. 57:922.
16. Smith, L. W. and Calvert, C. C. 1976. Dehydrated broiler excreta versus soybean meal as nitrogen supplements for sheep. J. Anim. Sci. 43:1286.
17. Suttle, N. F. 1977. Reducing potential copper

- toxicity of concentrates to sheep by the use of molybdenum and sulphur supplements. *Anim. Prod.* 26:39.
18. Tinnimit, P., Yu, Y., McGuffey, K. and Thomas, J. W. 1972. Dried animal waste as a protein supplement for sheep. *J. Anim. Sci.* 35:431.
19. Trung, L. T., Palo, L. P., Matias, J. M., Abenir, E. E., Lapinid, R. R. and Atenga, T. A. 1987. Dried poultry manure and leucaena in rice straw-based blended diets for dairy cattle. In *Ruminant Feeding System Utilizing Fibrous Agricultural Residue 1986*(ed. R.M. Dixon). International Development Program of Australia Universities and Colleges Limited(IDP). Canberra.
20. Webb, K. E. Jr. and Fontenot, J. P. 1975. Medicinal drug residues in broiler litter and tissue from cattle fed litter. *J. Anim. Sci.* 41:1212-1217.
21. 김창원, 곽완섭, 오영균. 1992. 돈분의 사료로의 재활용에 관한 연구. I. 소규모 혐기성 발효실험. *한국영양사료학회지.* 16:200-206.
22. 김창혁, 라창식, 채병조, 송영한. 2000. Extrusion 가공처리한 계분의 대체급여가 브로일러의 육성 성적, 도체성적 및 수익성에 미치는 영향. *한국 동물자원과학회지.* 42(3):315-324.
- (접수일자 : 2002. 9. 11 / 채택일자 : 2002. 11. 29)