

## 남은 음식물과 가축분 혼합 Extrusion 사료의 대체급여가 산란계의 산란성적 및 난질에 미치는 영향

김창혁<sup>1,\*</sup> · 박재인<sup>2</sup> · 이규호<sup>2</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 동물자원공동연구소, <sup>2</sup>동물자원과학대학

### Effect of Feeding Extruded Food Waste and Animal Manure Mixture Diets on Laying Performance and Egg Quality in Laying Hen

C. H. Kim,<sup>1,\*</sup> J. I. Pak<sup>2</sup> and K. H. Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Animal Resources, Kangwon National University

<sup>2</sup>College of Animal Resources Science, Kangwon National University

**ABSTRACT** This studies were conducted to investigated the feeding effects of extruded broiler manure(BMERF) mixture and swine manure(SFERF) mixture on laying performance and egg quality of laying hens. As a experimental feed, broiler manure, corn and tapioca were mixed in 50, 30 and 20% to use for treated extrusion feed(BMERF, Exp. 1) and food waste(FW), swine manure and corn were also mixed in 40, 40 and 20% to use it(SFERF, Exp. 2) and implemented during 12 weeks, four replication and 30 chick of each treatment. The nutritional ingredients(protein, energy and calcium contents) of food waste, broiler manure and swine manure had been significantly improved( $p<0.05$ ) when handling extrusion. In the Exp. 1, the feed intake was much higher BMERF 40% and BMERF 20% than control and BMERF 10%( $p<0.05$ ), the egg production of control, BMERF 10% and BMERF 20% were not significantly difference( $p>0.05$ ), but BMERF 40% was significantly lower( $p<0.05$ ). The feed efficiency of control and BMERF 10% were not significantly difference( $p>0.05$ ), but BMERF 20% and BMERF 40% were significantly lower( $p<0.05$ ). York color, White height and Haugh unit did not affected by BMERF additive. In the Exp. 2, the feed intake of control, FW 20%, SFERF 10% and SFERF 20% were not significantly difference( $p<0.05$ ), but FW 40% and SFERF 40% were significantly higher( $p<0.05$ ). The egg production of SFERF 10% and SFERF 20% were not significantly difference( $p>0.05$ ) with control, but FW 20%, FW 40% and SFERF 40% were significantly lower( $p<0.05$ ). The feed efficiency was similar tendency to the egg production, however, the egg weight, york color, white height and haugh unit were not significantly difference among each treatments( $p>0.05$ ).

(Key words: egg quality, laying hen, laying performance, food waste, animal manure mixture diets)

## 서 론

최근 우리나라의 축산현황은 사료원료 가격의 상승으로 인한 축산물 생산 단가가 높아지고 있기 때문에 축산농가의 고충은 이루 말할 수가 없는 실정에 있다. 따라서 이러한 고충을 덜기 위해서는 새로운 모색이 필요하며, 그 대안 중의 하나로 꼽을 수 있는 것은 부존 사료자원의 확보라 하겠다.

우리 사회가 경제적으로 풍부해지면서 남은 음식물의 배출량도 점점 늘어나고 있는 실정이다. 실제로 과거 50년 전

만해도 먹을 양식이 부족하여 남은 음식물은 찾아볼 수 없을 정도였으나, 2001년도에는 남은 음식물 발생량이 1일 평균 11만 톤으로 매우 많은 실정에 있으며, 이의 약 57%인 6만4천여 톤/일 정도만이 재활용되고 있는 실정이다(손영목, 2004). 이와 같은 남은 음식물 발생량은 선진국에 비하여 30 % 이상 많으며, 이를 금액으로 환산하면 연간 약 10조원 정도이다(이정임과 임동순, 2003). 한편, 경제사회 활동과 수반하여 발생하는 남은 음식물은 전체 생활쓰레기의 27%로 높은 비중을 차지하는 유기성 폐기물로서 악취 및 침출수라는

\* To whom correspondence should be addressed : kchyeug@kangwon.ac.kr

문제로 인하여 2005년도부터는 폐기물관리법에 의하여 매립이 금지될 예정이다. 남은 음식물의 재활용 방법은 사료화(박봉선, 1993; Chae et al., 2000; 조중삼과 김남찬, 2004)가 53%로 가장 높으며, 퇴비화 43%, 유기산 생산, 지렁이 사육, 메탄화 등에 활용되고 있다(지재성, 2004).

최근 모든 농업조건에 있어서 환경에 유익한 것이 우선시되고 있는 실정이며, 축산도 이의 범주에서 벗어나지 못한다. 축산 분뇨로 배출되는 유기성 폐자원은 거의 대부분이 퇴비화로 이용되고 있으나(김성범 등, 2004), 최근 들어 이들의 사료화를 통한 재활용 방안도 시도되고 있다(전병태 등, 2003; 김창혁 등, 2002; 김창혁 등, 2001; 김창혁 등, 2000). 이러한 움직임은 사료자원의 부족 현상과 환경 친화적 축산을 모색하는 차원에서 매우 바람직한 현상으로 평가할 수 있다.

이영철 등(1974)과 Flegal과 Zindel(1971)은 산란계 사료에 건조 계분을 10% 첨가 급여한 결과 산란율에 유의차가 없었으나, 사료효율은 대치비율이 높아짐에 따라 현저히 저하하였으며, 난중은 다소 떨어지나 난백과 난각 두께 등은 오히려 증가하는 경향이 있다고 하였다. 또 다른 실험에서 계란 중의 미생물수, 난황색 및 계란의 냄새나 맛에는 계분 대치 사료 간에 별다른 차이가 없었다는 보고도 있다(Lee와 Bolton, 1977; Lee et al., 1976). 남은 음식물을 가축의 사료로 이용하고자 한 연구는 돼지(Chae et al., 2000; 채병조 등, 2003; 남병섭 등, 2000)와 반추동물(이상곤과 이규호, 2000)에는 있으나, 산란계에 대한 사료적 가치를 평가한 논문은 눈에 띄지 않는다.

계분, 돈분 및 음식 잔여물을 재활용하는 데는 비단 경제적인 관점과 환경 공해를 경감시키는 관점에서 조명한다 하더라도 상당량의 단백질, 에너지, 칼슘 및 인 등 영양성분을 함유하고 있으며, 이들 폐자원들이 산란계의 산란생리에 어떠한 영향을 미치는가 하는 관점은 매우 중요하다. 이상에서 언급한 바와 같이 계분, 돈분 및 남은 음식물의 사료화에 관한 연구는 건조나 발효공정에 의한 관점에서만 검토되었을 뿐 extrusion 처리 공정에 관해서는 그리 많지가 않다.

따라서 본 시험은 돈분, 계분 및 남은 음식물을 혼합 또는 개별적으로 extrusion 가공하여 이들을 산란계 사료에 첨가 급여하였을 경우 산란성적 및 난질에 미치는 영향을 시험하여 가축분 및 남은 음식물의 산란계에 대한 사료적 가치를 평가하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 사료의 제조

본 시험에서 가축분과 음식물의 사료적 가치를 향상시키기 위한 방법으로서 extrusion 공법을 도입하였는데 본 시험에서 이용한 extrusion 제조 공정은 다음과 같다. Extrusion 원료는 투여하기 전에 원료별 수분 함량을 측정하여 배합비율에 의하여 수분함량을 구한 후 수분 함량이 부족시에는 적정량의 물을 첨가하여 수분이 25~30%가 되도록 조절하고 12시간 밀폐용기에 넣어 방치한 후 die diameter 3.9mm, screw speed 250rpm, barrel temperature 130℃의 조건에서 extrusion 하였다. 시험원료로 이용한 extrudate의 제조공정은 다음과 같은 배합으로 extrusion 하였다. 계분, 옥수수(corn grain) 및 타피오카 혼합 extrudates(BMERF)를 제조하기 위하여 세 원료를 5:3:2의 비율로 혼합하여 위의 조건에서 extrusion 하여 BMERF를 얻었다. 이때 사용한 계분은 브로일러 농장에서 수거하여 24시간 60℃의 가열건조조기에서 충분히 건조한 후 가능한 계분만을 취하고자 체로 걸러 시료로 이용하였다. 돈분, 남은 음식물 및 옥수수(corn grain) 혼합 extrudates(SFERF)를 제조한 공정은 세 원료를 4:4:2로 혼합하여 BMERF의 공정과 동일한 조건으로 실시하여 SFERF를 얻었다. 이때 시료로 이용한 돈분은 양돈농가에서 당일 배출된 돈분을 수거했으며, 남은 음식물은 9월에 시내 아파트 부락에서 수거하여 이용하였으며, 건조공정은 계분과 동일한 공정으로 건조하였다.

### 2. 공시동물 및 시험설계

본 시험은 실험 1과 2로 나누어 실시하였다. 실험 1은 계분 extrudate의 산란계에 대한 사료적 가치를 평가하고자 수행하였고, 남은 음식물 및 남은 음식물과 돈분을 혼합한 extrudate의 산란계에 대한 사료적 가치를 평가하고자 수행하였다. 시험 1에서 공시한 시험동물은 산란후기 Isa-Brown 산란계를 4처리 4반복 반복 당 30수로 총 480수 공시하여 12주간 산란계 농장에서 실시하였다. 실험 2에서는 산란후기 Isa-Brown 산란계를 6처리 4반복 반복당 30수씩 총 720수를 공시하여 12주간 산란계 농장(무창계사)에서 실시하였다.

시험사료는 Table 1과 Table 2에 제시한 바와 같이 NRC 영양소요구량(1994)에 준하여 대사에너지 2,900kcal/kg 및 단백질 16%로 배합하였다. 시험 1에는 대조구와 계분 혼합 extrudates의 3개 대치수준(BMERF 10%, BMERF 20% 및 BMERF 40%)으로 4개 처리구를 두었으며, 실험 2에서는 대조구와 남은 음식물 2개 처리구(FW 20%, FW 40%)와 남은 음식물과 돈분 혼합 extrudates의 3개 대치수준(SFERF 10%, SFERF 20%, SFERF 40%)으로 총 6개의 처리구를 두어 사양시험을 수행하였다. 본 시험을 수행함에 있어서 사료와 물은 자유급여하였다.

**Table 1.** Formular and chemical composition of experiment I diets

	Control	BMERF(%)		
		10	20	40
BMERF	-	10	20	40
Corn	65.36	54.34	55.54	36.40
SBM(CP, 44%)	12.58	10.00	10.00	10.00
Fish meal	5.00	7.92	5.00	1.90
Canola meal	3.00	-	0.08	-
Tapioca	3.00	5.00	-	-
Wheat bran	1.64	-	-	-
Limestone	8.00	5.00	5.43	5.00
TCP	0.22	1.00	0.50	1.00
Soy oil	1.00	3.00	3.00	5.00
Methionine	0.10	0.15	0.15	0.25
Lysine	-	-	0.10	0.25
Vitmin Mix.	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition(%)				
ME(kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900
Crude protein	16.00	16.00	16.00	16.00
Lysine	0.94	0.91	0.88	0.82
SCAA <sup>2)</sup>	0.63	0.66	0.63	0.64
Calcium	3.25	3.11	2.53	2.47
Av. phosphorus	0.29	0.51	0.37	0.42

<sup>1)</sup> Broiler Manure Extrudated Recycling Feed.

<sup>2)</sup> SCAA : Sulfur - Containing Amino Acids.

### 3. 조사항목 및 조사방법

#### 1) 산란율 및 난중

산란율은 시험기간 중 생산된 총산란수를 공식수수로 나누어 백분율로 표시하였다. 난중은 매일 오전 10시에 집란한 후 반복별로 칭량하여 총난중을 총산란수로 나누어 평균난중을 구하였다.

#### 2) 사료섭취량 및 사료요구율

사료섭취량은 시험기간 중 격주로 집란을 종료한 후 시험사료의 잔량을 칭량하여 급여량에서 잔량을 제하여 계산하

였으며, 전 기간의 사료섭취량을 공식수수로 나누어 1일 1수당 사료섭취량을 계산하였다. 사료요구율은 총사료섭취량을 총생산 난중으로 나누어 계산하였다.

#### 3) 난질 측정

계란의 품질을 분석하기 위하여 사양시험 기간 동안 매주 처리 당 각 10개씩 계란을 임의로 수집하여 실온에서 보관 후 난질을 조사하였다. 계란의 품질 측정은 haugh unit(HU)로 표시하였으며, HU는 농후난백고와 난중을 측정하여  $100\log(H-1.7W0.37+7.6)$ 의 공식에 의하여 계산하였다. 여기서 H는 농후난백의 높이(mm)이고, W는 난중(g)을 의미한다. 난황색의 측정은 Roche사의 yolk color fan을 사용하여 No.1에서 15까지의 색깔을 비교하여 측정하였다.

#### 4. 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS Package Program (1995)에 의하여 분산분석을 실시하였으며, 처리 평균간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하여 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 남은 음식물, 계분, 돈분 및 이들 Extrudates의 영양적 특성

본 시험은 가축분(계분 및 돈분)과 남은 음식물의 사료화 가능성을 타진하기 위하여 이들을 건조 및 extrusion 가공을 한 후 사료적 가치를 평가하고자 하였다. Table 3에는 본 시험에 사료원료로 이용한 남은음식물, 계분, 돈분, 계분 extrusion 가공물(BMERF) 및 남은 음식물과 돈분 혼합 extrusion 가공물(SFERF)에 대한 영양소 함량을 분석한 결과이다. 남은 음식물은 9월에 시내 아파트 단지에서 수거한 것을 건조하여 분석한 결과 단백질이 약 21%이며, 총에너지가 4,624kcal/kg이고, 칼슘과 인의 함량이 비교적 높아 사료자원으로 이용가치가 비교적 높다고 판단된다. 그러나 염분 함량이 3.28%로 높다는 것이 문제점으로 지적할 수 있다. 김창혁 등(2001)은 남은 음식물의 높은 염분 농도는 우리나라 식습관에 장류와 소금을 많이 쓰는 전통적 식생활에서 기인되었다고 하였으며, 이 농도는 초생추 사료의 염분 농도 권장량인 0.43%에 비하여는 약 8배 정도 높은 수준이다. 이와 같이 높은 염분 농도는 음수 횟수의 증가 및 높은 음수로 인하여 섭취량 감소와 연변을 유발할 수 있으며(송영한 등, 1998), 결

Table 2. Formular and chemical composition of experiment II diets

	Control	FW 20%	FW 40%	SFERF 10%	SFERF <sup>1)</sup> 20%	SFERF 40%
SFERF <sup>1)</sup>	-	-	-	10.00	20.00	40.00
FW <sup>2)</sup>	-	20.00	40.00	-	-	-
Corn	65.40	49.20	33.70	59.42	50.90	37.40
SBM(CP, 44%)	12.60	11.00	10.20	10.28	10.00	5.40
Fish meal	5.00	4.00	3.50	7.05	3.00	4.00
Canola meal	3.00	3.00	0.80	-	3.00	-
Tapioca	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Wheat bran	1.60	0.80	-	-	-	-
Limestone	8.00	7.60	7.00	6.00	8.00	8.00
TCP	0.20	0.20	0.50	2.00	0.30	-
Soy oil	1.00	1.00	1.00	2.0	1.50	1.80
Methionine	0.10	0.10	0.10	0.15	0.10	0.10
Lysine	-	-	-	-	-	-
Additive	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100	100	100	100	100	100
Chemical composition						
ME(kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Crude protein	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Lysine	0.94	0.88	0.85	0.89	0.89	0.83
SSA <sup>3)</sup>	0.63	0.60	0.60	0.60	0.60	0.62
Calcium	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
Av. phosphorus	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32

<sup>1)</sup> SFERF : Swine and Food Waste Extruded Recycling Feed.

<sup>2)</sup> FW : Food Waste.

<sup>3)</sup> SCAA : Sulfur - Containing Amino Acids.

과적으로는 치사에 이르게까지 한다. 육계분의 경우에는 단백질 함량이 약 32%로 매우 높은 편이나, 총에너지가 2,735 kcal/kg으로 비교적 낮으며, 칼슘의 함량이 낮고 칼슘과 인의 비율이 적절치 않기 때문에 이 점을 보완하면 사료자원으로서 이용이 가능할 것으로 여겨진다. 반면 돈분의 경우에는 단백질 함량은 17%로 낮은 편이나 에너지 함량이 비교적 높으며, 계분과 마찬가지로 칼슘과 인의 비율이 적절치 않아 사료배합 시 반드시 이를 보완하여야 하겠다. 또한 자료로는 제시하지 않았으나, 돈분의 경우에는 점도가 매우 높기 때문에 단순 건조로는 사료로 이용하기가 어려울 것으로 판단된다. 따라서 본 시험에서는 위의 세 가지 부존자원을 효율적

으로 이용하기 위한 방법으로 extrusion 가공을 이용하고자 하였다. 이 방법을 이용하였을 경우에는 남은 음식물과 가축분에 내재 가능성이 높은 병원성 미생물을 제거할 수 있다는 장점이 있을 뿐만 아니라 원료의 섬유소 성분을 팽화 시킴으로써 용해도를 높여 주어(Siljestrom et al., 1986) 소화율을 향상시킬 수 있다. BMERF는 계분과 옥수수 및 타피오카를 5:3:2로 혼합하여 extrusion 가공한 것으로 계분에 비하여는 단백질 함량은 떨어지지만 에너지 함량이 개선되는 것으로 나타났고, 칼슘 함량은 높아지고 인 함량은 낮아져 효율적으로 개선되었다. SFERF는 남은 음식물, 돈분 및 옥수수를 각각 4:4:2로 혼합하여 extrusion 가공한 것으로 단백

질함량은 남은 음식물에 비하여 떨어졌지만 돈분과 비교하였을 경우에는 높아졌으며, 에너지 함량은 약간 감소하였지만, 칼슘과 인의 비율이 개선된 것으로 나타났다. 본 시험에서 BMERF나 SFERF를 가공하는 과정에서 곡류 단백질을 혼합한 것은 extrusion 가공시 팽화원료로 이용하기 위함이고, 이와 같이 extrusion 가공을 하면 정미단백질(NPR)과 단백질 효율(PER)이 향상되고(Molina et al., 1983; Vaidehi와 Gowda, 1981), Mercier와 Feillet (1975)는 고온에서 extrusion 함으로써 팽화율이 높아진 곡류제품은  $\alpha$ -amylase에 대한 활성이 높는데 이는 전분이 소화액속에 분산속도가 증가하는데 기인된다고 하였다. 반면에 extrusion은 가공 중에 원료의 지질함량이 45~60% 정도 소실되는데, 그 이유는 Amylose-lipid complex를 형성하기 때문이며, 다른 하나는 가공 중에 스팀 증류 과정에서 지방이 손실될 가능성을 지적할 수 있다.

2. 계분, 옥수수 혼합 Extrusion 사료의 급여 효과(실험 1)  
 산란후기 산란계에 BMERF 혼합 사료급여시 산란성적 및 사료요구율을 조사한 성적은 Table 4와 같다. 사료섭취량은 대조구와 BMERF 10% 수준에서는 유의적인 차이( $p>0.05$ )가 없었으나, BMERF 첨가수준이 20%와 40%는 대조구와 BMERF 10% 첨가구에 비하여 유의적( $p<0.05$ )으로 높았다. 난 생산량은 대조구가 63.3%로 BMERF 10%와 20% 첨가구와는 유의적인 차이( $p>0.05$ )가 없이 낮아지는 경향을 보였으나, BMERF 40% 첨가구에서는 유의적( $p<0.05$ )으로 떨어지는 것으로 나타났다. 그러나 난중은 산란율과 다르게 BMERF 첨가 수준이 높을수록 떨어지는 것으로 나타났다. 사료요구율은 대조구에 비하여 BMERF 첨가 수준이 높아질수록 점차 떨어지는 경향을 보였고, BMERF 20% 이상 첨가구에서는 유의적으로 효율이 떨어지는 것으로 나타났다. 김창혁 등 (2000)은 extrusion한 건조 계분을 육계사료에 혼합하여 급여

**Table 3.** Nutrient composition of various diet sources(% of DM)

	Food waste	Broiler manure	Swine manure	BMERF <sup>1)</sup>	SFERF <sup>2)</sup>
Crude protein(%)	21.23± 1.2	32.39± 2.6	17.65± 2.1	16.89± 0.6	18.57± 1.6
Ether Extract(%)	10.32± 0.2	4.81± 0.3	10.12± 1.1	2.12± 0.1	5.40± 0.4
Gross energy(kcal)	4,624 ±25.6	2,735 ±31.5	4,409 ±65.9	2,975 ±26.8	4,363 ±36.4
Calcium(%)	1.37± 0.1	0.26± 0.0	0.34± 0.0	0.60± 0.0	0.72± 0.0
Phosphorus(%)	1.28± 0.0	1.86± 0.1	2.25± 0.1	0.91± 0.0	0.96± 0.1
NaCl(%)	3.28± 0.2	ND <sup>3)</sup>	ND	ND	1.62± 0.3

<sup>1)</sup> BMERF : Extrudate of poultry manure(50%) + Corn grain(30%) + Tapioca(20%).

<sup>2)</sup> SFERF : Extrudate of swine manure(40%) + Food waste(40%) + Corn grain(20%).

<sup>3)</sup> ND : Not detected.

The values are means ± SE.

**Table 4.** Effects of feeding BMERF diets on egg production, feed intake and feed efficiency in laying hen

Item	Feed intake (g/day/hen)	Egg production (Hen-day)	Egg weight (g)	Feed efficiency	
				kg/kg	g/egg
Control	120.3±1.82 <sup>b</sup>	63.30±0.86 <sup>a</sup>	70.97±0.59 <sup>b</sup>	2.68±0.07 <sup>b</sup>	190.03± 3.70 <sup>b</sup>
BMERF 10%	121.4±2.44 <sup>b</sup>	61.72±2.01 <sup>ab</sup>	70.74±1.37 <sup>b</sup>	2.79±0.17 <sup>ab</sup>	197.28±10.00 <sup>ab</sup>
BMERF 20%	126.6±2.12 <sup>a</sup>	61.31±2.01 <sup>ab</sup>	72.19±2.56 <sup>a</sup>	2.87±0.20 <sup>a</sup>	206.68±10.01 <sup>a</sup>
BMERF 40%	125.5±2.59 <sup>a</sup>	60.00±4.02 <sup>b</sup>	73.89±1.56 <sup>a</sup>	2.84±0.12 <sup>a</sup>	209.63±10.38 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Mean within a low with different superscripts differ significantly( $p<0.05$ ).

The values are means ± SE.

**Table 5.** Effects of feeding BMERF diets on Haugh unit and Roche's color fan score

Treatment	Yolk color	White height	Haugh unit
Control	10.60±0.20 <sup>NS</sup>	7.54±0.08 <sup>NS</sup>	75.73±0.96 <sup>NS</sup>
BMERF 10%	10.83±0.21	7.52±0.09	75.92±0.95
BMERF 20%	9.73±0.21	7.53±0.06	75.79±0.83
BMERF 40%	9.53±0.81	7.55±0.06	74.61±0.66

<sup>a,b</sup> Mean within a low with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

<sup>NS</sup> Not significant.

The values are means ± SE.

한 결과 10% 수준에서는 차이가 없었으나, 20% 수준 이상에서는 증체량은 떨어지고, 사료섭취량은 높아져 결과적으로 10% 수준이 적정 수준이라고 하였으나, 환경적인 면과 사료 가격을 고려한다면 이보다는 높은 수준을 이용할 수 있을 것이라고 하였다. 한편 Flegal et al.(1972)과 Nesheim(1972)은 건조 계분을 옥수수의 12.5% 및 15% 또는 22.5%로 대체하여 배합하였을 때 건조 계분 대체 수준이 높아질수록 사료섭취량은 증가하고, 산란율은 감소한다고 하여 본 시험의 결과와 비슷한 경향을 보였다. 한편 BMERF 급여에 따른 난질에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 난황색, 난백고 및 Haugh Unit 모두가 처리간 차이가 보이지는 않았다. 이와 같은 결과는 계란 중의 미생물수, 난황색 및 계란의 냄새나 맛에는 계분 대체 사료간에 별다른 차이가 없었다는 보고(Lee와 Bolton, 1977; Lee et al., 1976)를 지지하는 결과라 하겠다.

### 3. 남은 음식물과 돈분 혼합 Extrusion 사료의 급여효과(실험 2)

건조 남은 음식물 사료(FW)와 남은 음식물과 돈분을 혼합하여 extrusion 가공한 사료(SFERF)를 급여한 산란계의 산란성적을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 사료섭취량은 대조구와 비교하여 FW 20% 첨가구가 높은 경향을 보였으나, FW 40% 첨가구가 유의적( $p < 0.05$ )으로 높게 나타났다. 반면에 SFERF 사료의 급여에 따른 사료섭취량은 SFERF 10%와 20% 첨가구가 대조구와 비교하여 유의적인 차이( $p > 0.05$ )가 없었으나, SFERF 40% 첨가구가 유의적( $p < 0.05$ )으로 높게 나타났다. 산란율에 있어서는 SFERF 10% 첨가구가 69.56%로 가장 높았으나, SFERF 20% 첨가구와 대조구와는 차이( $p > 0.05$ )가 없었으며, 건조 남은 음식물 사료급여구와 SFERF 40% 첨가구가 유의적으로 낮은 산란율을 보였다. 한편 난중은 대조구와 SFERF 10% 첨가구가 약간 낮은 경향이 있었으나, 처리 간 유의적인 차이( $p > 0.05$ )가 없었다. 계란 1kg 생산당 사료효율은 사료섭취량과 난생산량에 비례하여 대조구와 SFERF 10 및 20% 첨가구는 유의적인 차이( $p < 0.05$ )가 없었으나, 남은 음식물 및 돈분의 함량이 높아질수록 효율이 나쁜 것으로 나타났다. 한편 계란 개당 사료섭취량은 대조구의 사료효율보다 오히려 SFERF 10% 첨가구가 더 효율적인 것으로 나타났으며, SFERF 20% 첨가 수준까지도 무난한 것으로 나타났다. 결과적으로 보았을 때 SFERF 20% 첨가구까지는 산란성적을 저해하지 않으며, 이 이상의 수준에서는 난생산에 바람직한 첨가 수준이 아니라는 것을 알 수 있다. 남은 음식물 및 SFERF 사료 급여에 따른 계란의 질적 영향을 평가한 결과는 Table 7과 같다. 난황, 난백고 및 Haugh unit은 본 시험에서 이용한 남은 음식물과 SFERF 첨가수준에 따른 차이를 나타내지 않았다. 이는 남은 음식물 사료와 SFERF 사료가 난질에는 영향을 미치지 않는 것으로 평가할 수 있다. 김창혁 등(2001)은 브로일러 사료에 남은 음식물과 돈분

**Table 6.** Effects of feeding food waste and SFERF diets on egg production, feed intake and feed efficiency in laying hen

Item	Feed intake (g/day/hen)	Egg production (Hen-day)	Egg weight (g)	Feed efficiency	
				kg/kg	g/egg
Control	131.5±3.52 <sup>b</sup>	68.37±1.19 <sup>a</sup>	66.15±0.74 <sup>NS</sup>	2.91±0.06 <sup>b</sup>	192.3± 1.88 <sup>b</sup>
FW 20%	136.4±4.15 <sup>ab</sup>	65.30±2.27 <sup>b</sup>	67.39±0.66	3.10±0.10 <sup>a</sup>	208.9± 4.84 <sup>ab</sup>
FW 40%	139.9±4.15 <sup>a</sup>	63.85±1.24 <sup>b</sup>	67.38±0.42	3.25±0.15 <sup>a</sup>	219.3±10.22 <sup>a</sup>
SFERF 10%	132.2±5.20 <sup>b</sup>	69.56±0.66 <sup>a</sup>	66.81±0.69	2.84±0.08 <sup>b</sup>	189.9± 5.73 <sup>c</sup>
SFERF 20%	133.3±2.97 <sup>b</sup>	68.67±4.48 <sup>a</sup>	67.77±0.99	2.87±0.21 <sup>b</sup>	194.9±16.19 <sup>b</sup>
SFERF 40%	138.9±3.18 <sup>a</sup>	65.49±2.78 <sup>b</sup>	67.66±0.68	3.14±0.12 <sup>a</sup>	212.3±10.30 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Mean within a low with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ ).

The values are means ± SE.

**Table 7.** Effects of feeding food waste and SFERF diets on haugh unit and Roche's color fan score

Treatment	Yolk Color	White Height	Haugh Unit
Control	9.73± 0.14 <sup>NS</sup>	6.70±0.23 <sup>NS</sup>	72.14±1.04 <sup>a</sup>
FW 20%	10.03±0.20	6.88±0.12	71.60±1.23 <sup>ab</sup>
FW 40%	10.15±0.09	6.86±0.27	69.30±0.83 <sup>b</sup>
SFERF 10%	9.76±0.09	6.60±0.27	72.72±1.40 <sup>a</sup>
SFERF 20%	9.56±0.10	6.64±0.33	69.55±0.91 <sup>b</sup>
SFERF 40%	9.46±0.10	6.56±0.25	71.81±0.73 <sup>ab</sup>

<sup>a,b</sup> Mean within a low with different superscripts differ significantly( $p<0.05$ ).

<sup>NS</sup> Not significant.

The values are means ± SE.

혼합 extrusion 사료를 10%~40%까지 첨가 급여하였을 때 증체량에는 유의적인 차이( $p>0.05$ )가 없었으나, 사료섭취량과 사료효율이 30% 이상 첨가할 경우에는 섭취량은 많아지고 효율이 떨어진다고 하여 본 시험의 성적과 비슷한 결과를 보여주었다. 그러나 실험 1에서 검토한 BMERF 사료의 경우보다는 부존자원의 사용량을 높일 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다. 다시 말해서 BMERF 사료는 계분 사용량이 40%였으나, SFERF 사료에는 돈분 사용량이 40%에 남은 음식물을 40% 추가로 더 함유하고 있기 때문에 결과적으로는 부존자원이 80% 함유된 것으로 이는 미 이용자원의 이용율이 매우 높은 수준이라 볼 수 있다. 이와 같이 부존자원 함유량(돈분과 남은 음식물)이 높음에도 불구하고 계분 extrusion 사료보다 효율이 우수했던 것은 남은 음식물과 혼합하여 extrusion 함으로서 악취원인 물질이 휘발되고, 다른 원료들이 가공되면서 기호성이 향상되었을 가능성이 높으며, 또 다른 하나는 단백질의 변성으로 인하여 소화율이 향상되었을 가능성을 제기할 수 있다. Skoch et al.(1983)은 extrusion 공정은 휘발성 악취물질의 감소 또는 분산을 촉진할 뿐만 아니라 유해성 미생물의 사멸과 영양적 가치의 증진을 기대할 수 있으며, 특히 조악한 사료원을 가공할 경우 그 효과가 더 크다고 한 점 등으로 미루어 이를 뒷받침해 준다. 또한 우리나라와 같이 남은 음식물에 탄수화물과 육류 및 지방류가 상당량 함유되어 있는 점을 감안한다면 본 시험에서와 같은 extrusion은 높은 기호성을 기대할 수 있다. 그러나 이와 같은 연구에도 불구하고 남은 음식물이나 가축분을 이용한 사료의 경우에는 소비자들로부터 호응을 얻지 못한 관계로 연구는 꾸준히 이루어지고 있으나, 안타깝게도 실용화 되지는

못하고 있다는 것이 현 실정이다.

## 적 요

본 시험은 계분 및 돈분의 extrusion 처리가 산란계에 대한 산란성적 및 난질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 실시하였다. 실험사료는 계분, 옥수수 및 타피오카를 50%, 30% 및 20%로 혼합하여 extrusion 가공(BMERF)한 사료(실험 1)와 남은 음식물(FW), 돈분 및 옥수수를 40%, 40% 및 20%로 혼합하여 extrusion 가공(SFERF)한 사료(실험 2)를 이용하였다. 실험처리는 실험 1에 4개 처리구(대조구, BMERF 10%, BMERF 20% 및 BMERF 40%)이며, 실험 2에 6개 처리구(대조구, FW 20%, FW 40%, SFERF 10%, SFERF 20%, SFERF 40%)를 두었으며, 12주간 처리 당 4반복 반복당 30수를 공시하여 사양시험을 실시하였다.

남은 음식물, 계분, 돈분의 영양성분은 extrusion 가공에 의하여 단백질, 에너지 및 칼슘 함량이 유의하게( $p<0.05$ ) 개선되었다. 실험 1에서 사료섭취량은 대조구와 BMERF 10%구에 비하여 BMERF 20% 및 40%구가 높았으며( $p<0.05$ ), 산란율은 대조구와 BMERF 10%구 및 BMERF 20%구는 차이가 없었으나( $p>0.05$ ), BMERF 40%구는 유의적으로 낮았다( $p<0.05$ ). 사료요구율은 대조구와 BMERF 10%구는 차이( $p>0.05$ )가 없었으나, BMERF 20%구 및 40%구는 효율이 낮은 것으로 나타났다. BMERF 첨가는 난황색, 난백고 및 Haugh unit에 의하여 영향을 미치지 못하였다.

실험 2에서 사료섭취량은 대조구, FW 20%구, SFERF 10%구 및 SFERF 20%구는 차이가 없었으나( $p>0.05$ ), FW 40%와 SFERF 40%구만이 유의적( $p<0.05$ )으로 높았다. 산란율은 대조구와 SFERF 10%구와 SFERF 20%구는 차이( $p>0.05$ )가 없었으나, FW 20%구, FW 40%구 및 SFERF 40%구는 유의적( $p<0.05$ )으로 낮았다. 사료효율은 산란율과 비슷한 경향을 보였으며, 난중, 난황색, 난백고 및 Haugh unit는 처리 간 차이( $p>0.05$ )가 없었다.

## 인용문헌

Chae BJ, Choi SC, Kim YG, Kim CH, Shon KS 2000 Effects of feeding dried food waste on growth and nutrient digestibility in growing-finishing pigs. Asian-Aus J Anim Sci 13:1304-1308.

- Flegal CJ, Zindel HC 1971 The use of dehydrated poultry waste in poultry rations. In : Livestock waste management and pollution abatement. American Society of Agricultural Engineers, ST Joseph, MI 305.
- Flegal CJ, Sheppard CC, Dorn DA 1972 The effects of continuous recycling and storage on nutrient quality of dehydrated poultry waste(DPW). In:Waste management research. Cornell University, Ithaca. NY 295-300.
- Lee DJW, Bloton N 1977 The laying performance of two strains of hens offered diets containing dried poultry manure during the laying stage. *Br Poult Sci* 18:1.
- Lee DJW, Blair R, Teague PW 1976 The effects on rearing and subsequent laying performance of rearing diets containing two levels of protein and poultry manure or urea. *Br Poult Sci* 17:261.
- Mercier C, Fellet P 1975 Modification of carbohydrate components by extrusion cooking of cereal products. *Cereals Chem* 52:283-297.
- Molina MR, Braham JE, Bressani R 1983 Some characteristics of whole corn:whole soybean(70:30) and rice:whole soybean (70:30) mixtures processed by simple extrusion cooking. *J Food Sci* 48:434-437.
- Nesheim MC 1972 Evaluation of dehydration poultry manures as feed ingredient. In: Waste Management Research, Cornell University, Ithaca, NY 301-309.
- NRC 1994 Nutrient requirement of poultry(9th Ed.). National Academy Press, Washington, DC USA.
- SAS (1995) SAS/STAT Software for PC Release 6.11, SAS institute, Cary, NC, USA.
- Silijestrom M, Westerlund E, Bjorck I, Holm J, ASP NG, Theander O 1986 The effects of various thermal processes on dietary fibre and starch content of whole grain wheat and white flour. *J Cereal Sci* 4:315-323.
- Skoch ER, Binder SF, Deyoe CW, Ailee GL, Behnke KC 1983 Effects of steam pelleting conditions and extrusion cooking on a swine diet containing wheat middlings. *J Anim Sci* 57:929.
- Vaidehi MP, Gowda A 1981 Protein quality of extrusion cooked cereal based weaning foods in strain albino rats. *Nutr Rep Int* 23:363-370.
- 김성범 최훈근 김규연 이성기 송영일 김현중 2004 음식물쓰레기의 발효생산물을 가축분뇨 퇴비화에서 수분조절제료의 활용가능성에 관한 연구. *유기물자원화* 12:58-66.
- 김창혁 라창식 채병조 송영한 2001 Extrusion 가공 처리한 계분의 대체 급여가 브로일러의 육성성적, 도체성적 및 수익성에 미치는 영향. *동물자원지* 43:315-324.
- 김창혁 송영한 채병조 이영철 2001. 돈분-남은 음식물 혼합 Extrusion 사료의 급여가 브로일러의 사양성적, 체조성 및 섭식행동에 미치는 영향. *동물자원지* 43:91-100.
- 김창혁 라창식 고병대 박재인 임광철 신종서 2002 Extrusion 가공처리 계분사료의 첨가수준이 재래산양의 육성능력, 영양소 소화율 및 체조성에 미치는 영향. *동물자원지* 44:783-792.
- 남병섭 정일병 김영화 문홍길 김동훈 허상만 배인후 양철주 2000 남은 음식물 사료가 육성·비육돈의 성장과 도체특성에 미치는 영향. *동물자원지* 42:279-288.
- 박봉선 1993 도시미이용자원(식품부산물)의 사료화 기술. *폐기물자원화* 1:49-58.
- 손영목 2004 국내 음식물 쓰레기 자원화 사업의 문제점 및 개선방안. *유기물자원화* 12:34-46.
- 송영한 김창혁 이용준 임종규 이영철 1999 돈분 및 남은 음식물 급여가 육계의 사료섭취 및 음수행동에 미치는 영향. *축산시설환경학회지* 5:29-36.
- 이상곤 이규호 2000 건조된 남은 음식물 사료의 면양에 대한 사료적 가치. *동물자원연구* 11:28-45.
- 이영철 홍병주 강창기 1974 닭에 있어서 계분의 사료적 가치에 관한 연구. *한축지* 16:260.
- 이정임 임동순 2003 음식물 쓰레기 자원화 방식에 따른 경제성 분석. *폐기물자원화* 11: 46-52.
- 전병태 곽완섭 강성기 이상무 문상호 2003 육계분 발효사료의 첨가수준이 꽃사슴의 소화율, 건물체식량 및 질소출납에 미치는 영향. *동물자원지* 45:79-86.
- 조중삼 김남찬 2004 흰쥐를 이용한 음식물 쓰레기의 사료화에 관한 연구. *한국환경분석학회지* 7:47-51.
- 지재성 2004 2005년 매립 금지되는 음식물 쓰레기 처리방안. *대한토목학회지* 52:35-40.
- 채병조 주지환 심영호 권일경 김상헌 2003 원주지역 남은 음식물의 계절별 성분함량 및 비육돈에 대한 건조 남은 음식물 급여효과. *동물자원지* 45:377-386.