

## 산란계에 대한 펠렛사료의 급여효과

이 규호

강원대학교 축산대학

### Effects of Pelleting Layer Diets on Laying Hen Performance

K. H. Lee

College of Animal Agriculture, Kangweon National University,  
Chuncheon, Korea 200-701

#### ABSTRACT

Two experiments were carried out to determine the effects of pelleting layer diets on the laying performance and nutrients utilization, using either 50-wk-old(Experiment 1) or 80-wk-old(Experiment 2) layers. There was no effect of pelleting layer diets on hen-day egg production and average egg weight but decreased ( $P<0.05$ ) feed conversion ratio(intake / egg weight) in both experiments. Although both egg specific gravity and eggshell thickness were not influenced by pelleting, eggshell breaking strength was improved( $P<0.05$ ) only in Experiment 1. Utilizability of dietary fat was improved( $P<0.05$ ) by pelleting layer diets with no difference in other nutrients utilization. There was no difference in the passage rate of mash and pelleted layer diets.

(Key words: pellet, mash, layer performance, nutrient utilizability, passage rate)

#### 서 론

현재 가축에 급여되는 사료는 가공형태와 급여방법이 다양하지만, 산란계사료의 경우는 과거부터 가루형태의 사료를 이용하여 왔다. 그 이유는 산란계사료의 제조시 칼슘공급원인 석회석의 비율이 상대적으로 높아 분쇄가 어렵고, 펠렛 등의 가공시 die의 마모가 일어날 뿐 아니라, 가공비 또한 추가로 소요되기 때문인 것으로 추론된다. 하지만 최근 사료의 이용성 개선을 통한 경제성 개선 및 위생적인 사료의 생산이라는 측면에서 산란계에서도 펠렛 또는 크럼블사료의 타당성이 제기되어 왔다.

이제까지 육성계나 육계에서 펠렛사료가 가루사료보다 사료이용성이나 사료효율을 개선한다는 것이 널리 보고된 바 있다(Hussar와 Robblee, 1963; Bay-

ley 등, 1968; Zatari와 Sell, 1990; Hamilton과 Proudfoot, 1995a). 이는 펠렛 가공과정에서의 열처리로 인한 사료내 항영양성 인자의 파괴, 전분의 호화로 인한 탄수화물의 이용성 개선(Hamilton과 Proudfoot, 1995a)이 이루어지기 때문이다. 하지만 Cawrew와 Nesheim(1962)은 펠렛가공이 사료내 지방성분의 흡수를 증가시키는 효과를 가져오지만, 과도한 열처리는 사료내 단백질 변성이나 지용성 비타민의 파괴 등 오히려 역효과를 가져올 수 있다고 보고하였다.

산란계에 대한 펠렛사료의 급여효과에 관한 자료는 매우 제한되어 있다. Hamilton과 Proudfoot(1995b)의 보고에 의하면 산란계에 펠렛사료 및 가루사료를 비교한 결과, 산란율 및 사료요구율에서는 차이가 없고, 187일령에서 계란의 비중이 증가되었다고 보고하였다. Denton 등(1987)은 부리자르기를 한 산란계에 펠렛과 가루사료를 동시에 급여하였을 때, 펠렛급여구

의 사료섭취량이 감소하였다고 하였다. 그 밖에 9개의 대형 종계장을 대상으로 육용종계에 펠렛사료를 급여한 결과 가루사료 급여구에 비해 산란율이 다소 개선되었고 사료요구율도 개선된 것으로 나타났다(Pfaff, 1985).

현재까지 산란계에 대한 펠렛사료 급여가 가루사료에 비해 영양소이용율 및 산란계의 능력에 미치는 영향에 대한 서로 다른 많은 연구가 있었다. 따라서 본 시험은 산란계에서 펠렛사료의 급여가 산란능력, 계란의 품질과 영양소이용율에 미치는 영향을 알아보고자 실시되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험설계 및 시험동물

펠렛가공이 산란능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 사료의 가공형태를 가루와 펠렛으로 하여 2회에 걸쳐 시험하였다. 시험 1은 50주령의 ISA Brown 산란계 160수를 반복당 20수씩 공시하여 2처리 4반복으로 완전임의 배치하였다. 시험 2에서는 80주령의 동종의 산란계 72수를 반복당 12수씩 공시하여 2처리 3반복으로 완전임의 배치하였고, 각각 1주간의 예비시험을 거친 후 4주간의 본 시험을 실시하였다. 시험 2의 시험기간 중에 2처리 3반복, 반복당 12수씩 총 72수를 공시하여 통과율 시험을 실시하였으며, 또한 가루와 펠렛사료의 산란계에 대한 영양소이용성을 알아보기 위하여 2처리 3반복, 반복당 1수씩 총 6수를 공시하여 대사시험을 실시하였다.

### 2. 시험사료

본 시험에 사용된 시험사료의 배합비와 계산된 영양소함량은 Table 1에 나타나 있다. 사양시험의 경우 가루사료는 그대로 급여하였으며, 펠렛사료의 제조는 가루사료를 직경 6 mm의 screen을 장착한 hammer mill을 이용하여 분쇄 후, 직경 6 mm die를 이용하여 펠렛팅하였다. 산란계 통과율 시험의 사료는 사양시험에 사용된 사료에 ferric oxide를 0.3% 배합하여 제조하였다.

### 3. 시험방법 및 사양관리

**Table 1.** Formula and chemical composition of experimental diets

	Experiment 1	Experiment 2
Ingredients(%)		
Corn, yellow	60.80	66.00
Wheat bran	12.55	5.30
Soybean meal(44%)	5.60	13.80
Fish meal(60%)	5.00	5.00
Corn gluten meal(45%)	6.00	1.20
Tricalcium phosphate	0.80	0.80
Limestone	8.80	7.45
Salt	0.25	0.25
L-lysine(98%)	0.05	—
Choline-Cl	0.05	0.10
Vit.-min. premix	0.10 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>
Total	100.00	100.00
Chemical composition <sup>c</sup>		
CP(%)	16.12	15.49
ME(kcal /kg)	2,700	2,756
Ca(%)	3.50	3.26
Non-phytate P(%)	0.18	0.25
Methionine(%)	0.37	0.29
Lysine(%)	0.73	0.84

<sup>a</sup> The vit.-min. premix contains the followings per kg of diet: vit. A, 8,000IU; vit. D<sub>3</sub>, 1,600IU; vit. E, 1mg; vit. K, 2.2mg; vit. B<sub>1</sub>, 0.4mg; vit. B<sub>2</sub>, 3.8mg; niacin, 16mg; pantothenic acid, 7.6mg; biotin, 0.08mg; folic acid, 0.013mg; vit. B<sub>6</sub>, 0.206mg; vit. B<sub>12</sub>, 9.6μg; Fe, 40mg; Zn, 45mg; Mn, 50mg; Se, 0.15mg; Co, 0.45mg; I, 1mg.

<sup>b</sup> The vit.-min. premix contains the followings per kg of diet: vit. A, 10,000IU; vit. D<sub>3</sub>, 1,800IU; vit. E, 10IU; vit. K, 2mg; vit. B<sub>1</sub>, 1.5mg; vit. B<sub>2</sub>, 5mg; vit. B<sub>6</sub>, 3mg; pantothenic acid, 10mg; niacin, 25mg; vit. B<sub>12</sub>, 0.015mg; folic acid, 0.7mg; biotin, 0.12mg; Fe, 30mg; Mn, 50mg; Zn, 40mg; Cu, 4mg; Co, 0.4mg; I, 0.6mg; Se, 0.1mg; antioxidant, 6mg.

<sup>c</sup> Calculated values.

모든 시험에 사용된 공시계는 2수용 2단 철제 케이지에서 사용되었으며, 04:00~21:00까지 17시간 고정점등하였고 시험사료와 물을 자유로이 섭취토록 하였다. 대사시험의 경우 전분채취법을 이용하여 매

일 13:00에 시험사료 일정량을 청량하여 급여하였고, 분의 채취는 최초 시험사료를 청량하여 급여한 때부터 3일째 되는 날까지 분을 채취하여 송풍건조기에서 60°C로 48시간 건조 후, 풍건상태로 만들어 분을 청량하였다.

통과율 시험에서는 시험사료를 12:00시에 급여하여 ferric oxide가 섞인 적색의 분이 최초로 검출된 시간을 알아내기 위하여 10분 간격으로 관찰하여 기록하였으며, 21시간 후 ferric oxide 무첨가 사료를 급여하여 무색의 분이 처음으로 검출된 시간을 알아내기 위하여 10분 간격으로 관찰 기록하였다.

#### 4. 조사항목

##### 1) 산란율, 난중, 사료섭취량, 사료요구율

산란율은 hen-day 산란율로 하고, 평균난중은 총 난중을 총 산란수로 나누어 계산하였다. 또한 1일 사료섭취량은 총 사료섭취량을 연 공시수수로 나누어 1일 사료섭취량을 계산하였으며, 사료요구율(feed / egg mass)은 시험기간 동안의 총 사료섭취량을 총 난중으로 나누어 사료요구율을 산출하였다.

##### 2) 계란비중, 난각강도, 난각두께, 난황착색도

계란의 비중은 NaCl 용액을 이용하여 측정하였다. 이 용액은 중류수 20 L에 순도 99.5% NaCl을 용해하여 비중 1.050(1,442 g), 1.060(1,764 g), 1.070(2,096 g), 1.080(2,436 g), 1.090(2,790 g)의 5가지 종류로 제조 후, 다시 비중계를 이용하여 중류수와 NaCl로 보정되었다. 비중의 측정은 비중 1.050의 NaCl용액에 10개의 계란을 넣어서 가라앉은 계란은 다시 건져 더 높은 비중의 NaCl 용액에 차례로 넣는 과정을 반복하여 계란이 NaCl 용액에 뜰 때의 비중을 계란비중으로 기록했으며, 이러한 과정을 모든 계란이 소금물에 뜰 때까지 반복하였다. 그리고 난각강도는 계란비중 측정 후, 계란 표면의 물을 닦아내고 FN 597 유압식 난각강도계(0~6 kg/cm<sup>2</sup>; Japan)에 둔단부가 위로 향하게 고정한 뒤, 압력을 가하여 파괴되는 순간의 강도(kg/cm<sup>2</sup>)를 측정하였다. 난각두께는 난각 강도 측정 후, 깨어진 계란의 적도부분의 난각 일부를 채취하고 난각막을 제거하여 FN 595 난각후도계

(0.01~10mm; Japan)를 이용하여 난각후도(μm)를 측정하였다. 난황착색도는 난황을 흰 종이 위의 유리 용기에 담아놓고 Roche color fan(Hoffmann-La Roche and Co. Ltd, Basle, Switzerland)을 이용하여 착색정도를 육안으로 비교·판별하였다.

#### 3) 건물이용율 및 영양소이용율

시험사료 및 분의 일반성분 분석은 AOAC(1990) 분석방법에 준하여 실시하였으며, 소화율과 영양소이용율 계산은 다음과 같다.

$$\text{건물이용율} = \frac{\text{사료의 건물량(g)} - \text{분중의 건물량(g)}}{\text{사료의 건물량(g)}} \times 100$$

$$\text{영양소 이용율} = \frac{(\text{사료건물량(g)} \times \text{영양소함량}(\%)) - (\text{분건물량(g)} \times \text{영양소함량}(\%))}{(\text{사료건물량(g)} \times \text{영양소함량}(\%))} \times 100$$

#### 5. 시험성적의 통계처리

각 시험성적에 대한 통계처리는 SAS Institute (1992)의 ANOVA procedure를 이용하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였으며, 두 처리 평균간의 유의성검정은 LSD검정(Snedecor와 Cochran, 1980)을 사용하였다.

#### 결과 및 고찰

펠렛사료가 산란계의 산란능력에 미치는 효과에 대한 실험결과는 Table 2와 같다. 산란율의 경우 시험 1과 시험 2 모두에서 아무런 차이가 없었으며, 평균난중에 있어서도 두 처리간에 아무런 차이가 없었다 (Table 2). 이는 Hamilton과 Proudfoot(1995b)가 보고한 결과와 일치하는 반면, Kling 등(1985)이 보고한 19에서 22주령의 난용계 어린 병아리에 펠렛사료 급여시 가루사료 급여구에 비해 평균난중이 유의적으로 개선되었다는 결과와는 상반되어 펠렛사료 급여가 산란계의 주령에 따라 서로 다른 영향을 미칠 수 있음을 알 수가 있었다. 하지만 Hamilton과 Proudfoot (1995b)는 펠렛사료의 급여가 산란계의 사료요구율에서 가루사료 급여구에 비해 아무런 차이가 없음을 보고한 반면, 시험 1과 시험 2에서는 사료요구율이 펠렛

**Table 2.** Effect of mash and pellet diets on layer performance

Items	Experiment 1		Experiment 2	
	Mash	Pellet	Mash	Pellet
Egg production(%)	86.38±3.43	84.71±3.71	61.91±6.71	65.58±3.71
Egg weight(g / egg)	61.34±0.79	62.03±1.38	68.33±1.97	67.84±0.69
Daily feed intake(g)	148.47±6.79	137.98±5.54	129.79±1.80	113.49±11.63
Feed /egg mass(g / g)	2.42±0.10 <sup>a</sup>	2.22±0.13 <sup>b</sup>	3.10±0.29 <sup>a</sup>	2.56±0.13 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Means±SD with different superscripts within the same row differ ( $P<0.05$ ).

사료 급여구에서 유의적으로( $P<0.05$ ) 개선되었는 바, 이는 Pfaff(1985)가 육용종계에 펠렛사료를 급여한 결과 가루사료 급여구에 비해 사료요구율이 개선되었다는 결과와 일치하였다.

가루사료의 펠렛가공이 계란 및 난각의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험의 결과는 Table 3과 같다. 시험 1과 2에서 계란의 비중은 펠렛사료 급여구와 가루사료 급여구 간에 아무런 차이가 없었는데(Table 3), 이는 Hamilton과 Proudfoot(1995b)가 보고한 산란초기(187 d)에 펠렛사료 급여구의 계란의 비중이 유의하게( $P<0.05$ ) 개선되었다는 결과와 상반된 결과를 보여주었는 바, 이는 본 실험에 사용된 산란계가 50주령과 80주령으로 산란말기에 속하기 때문에 상반된 결과를 나타내었다고 판단된다. 하지만 시험 1에서 난각강도가 펠렛사료 급여구에서 유의적으로( $P<0.05$ ) 개선된 반면 시험 1과 시험 2에서는 난각후도에서 펠렛사료 급여가 아무런 영향을 미치지 않았음을 볼 때, 계란과 난각의 품질에는 산란일령, 사료의 가공방법 등 여러 가지 요인이 복합적으로 상호영향을 미친 것으로 판단된다.

또한 펠렛가공이 산란계의 영양소이용성에 어떠한 영향을 미칠 것인가에 대한 실험결과를 살펴보면 Table 4와 같다. 조단백질 이용율에 있어서는 펠렛사료 급여구가 가루사료 급여구에 비해 유의적인 차이를 보이고 있지 않다(Table 4). 이것은 Hussar와 Robblee(1962)가 보고한 펠렛사료 급여가 육성기 산란계의 질소축적율을 개선하였다는 결과와 상반되는 반면, 어린 난용병아리에 펠렛사료와 가루사료를 급여하였을 때 조단백질 이용성에는 차이가 없었다는 Bolton(1960)의 결과와는 일치하고 있다. 조지방이용율의 경우 Carew와 Nesheim(1962)이 대두를 펠렛가공하였을 경우 지방의 흡수율이 91%까지 증가하였다는 보고와 마찬가지로 본 실험에서도 펠렛사료 급여구가 가루사료 급여구에 비해 조지방이용율이 유의적으로( $P<0.05$ ) 개선되었다.

Hamilton과 Proud foot(1995a)는 펠렛사료를 급여한 육용병아리의 성장능력이 개선된 것은 영양소 섭취량과 탄수화물이용성의 증가에 기인한 결과라고 보고하였으나, 본 실험에서는 펠렛사료 급여구와 가루사료 급여구 간에 아무런 차이가 없었는 바, 이것은 본

**Table 3.** Effect of mash and pelleted layer diets on egg and shell quality

Items	Experiment 1		Experiment 2	
	Mash	Pellet	Mash	Pellet
Egg specific gravity	1.080±0.002	1.080±0.002	1.089±0.021	1.087±0.05
Eggshell breaking strength(kg /cm <sup>2</sup> )	3.57±0.18 <sup>b</sup>	3.87±0.17 <sup>a</sup>	3.19±0.18	3.06±0.27
Eggshell thickness(μm)	385.3±6.8	390.5±6.3	383.2±11.2	385.0±5.7
Yolk color			7.43±0.25	7.35±0.85

<sup>a,b</sup> Means±SD with different superscripts within the same row differ ( $P<0.05$ ).

**Table 4.** Nutrients utilization of mash and pellet layer diets

Nutrients	Diets	
	Mash	Pellet
DM (%)	68.58±1.95	69.53±4.27
CP (%)	43.11±0.52	44.17±4.90
EE (%)	83.59±0.09 <sup>a</sup>	87.53±0.39 <sup>b</sup>
Total CHO (%)	79.44±2.34	80.15±2.81
NFE (%)	84.19±2.30	84.68±2.06

<sup>ab</sup> Means±SD with different superscripts within the same row differ ( $P<0.05$ )

실험에서 소화기관의 형성이 완료된 산란계를 사용하였기 때문인 것으로 판단된다.

그리고 본 실험에서 DM, 총 탄수화물 및 NFE의 이용성은 펠렛사료 급여구와 가루사료 급여구 간에 차이점을 발견할 수 없었는데, 이는 어린 난용병아리에서 총 탄수화물과 NFE의 이용성이 펠렛가공이 아무런 영향을 미치지 않았다는 Bolton(1960)의 보고와 일치하였다.

Table 5는 산란계의 영양소이용율과 계란 및 난각의 품질에 영향을 미치는 장내 통과율 실험 결과이다. 본 실험에서는 펠렛사료 급여구와 가루사료 급여구간에 아무런 차이가 없었는데, 이는 Jensen 등(1962)이 펠렛사료 급여구와 가루사료 급여구간에 통과율에서 아무런 차이가 없었다는 보고와 일치되는 결과를 보여주어 사료의 밀도 차이에 의한 장내 통과율 속도는 아무런 차이가 없음을 알 수 있었다.

## 적 요

**Table 5.** Passage rate of mash and pellet diets

Items	Diets	
	Mash	Pellet
First appearance time of ex-creta with Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (min)	262±8.5	258±16.8
First appearance time of ex-creta without Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (min)	304±12.3	294±13.5
Mean retention time in digestive tract (min)	1,300±28.5	1,296±19.4

펠렛사료 급여가 산란계의 산란능력, 계란의 품질 그리고 영양소이용율에 미치는 효과를 알아보기 위하여 가루사료 급여구와 펠렛사료 급여구로 나누어 50주령(시험 1)과 80주령(시험 2)의 산란계에 비교시험한 결과는 다음과 같다.

1. 시험 1과 시험 2 모두에서 산란율, 평균난중에는 차이가 없었으나 펠렛사료 급여구에서 가루사료 급여구에 비해 사료섭취량의 감소로 인해 사료요구율에서 유의적인 ( $P<0.05$ ) 개선효과를 가져왔다. 시험 2는 시험 1에 비해 산란주령의 차이로 인해 산란율이 낮았으며, 평균난중은 무거웠다.
  2. 계란과 난각의 품질에 대한 펠렛사료의 급여효과는 시험 1과 시험 2에서 계란의 비중과 난각후도에서는 차이가 없었으나, 시험 1의 난각강도에서 펠렛사료 급여구가 유의적인 ( $P<0.05$ ) 개선효과를 나타내었다.
  3. 영양소이용율에서는 펠렛사료 급여구가 가루사료 급여구에 비해 DM, CP, 총 탄수화물 및 NFE의 이용율이 전반적으로 개선되는 경향을 보여주었으나, 유의적인 ( $P<0.05$ ) 개선효과는 조지방이용율에서만 검증되었다.
  4. 펠렛사료 급여구와 가루사료 급여구 간의 장내 통과율에서는 아무런 차이가 없었다. 결론적으로 사료의 펠렛가공은 산란중기와 말기의 산란계에 있어서 사료요구율의 개선효과를 가져오며 지방의 이용성 측면에서 효과적이라고 판단된다.
- (색인 : 펠렛, 가루사료, 산란능력, 영양소이용율, 통과율)

## 인용문헌

AOAC 1990 Official methods of analysis(15th ed), Association of official analytical chemists. Washington DC.

Bayley HS, Summers JD, Slinger SL 1968 The effect of steam pelleting feed ingredients on chick performance: effect on phosphorus availability, metabolizable energy value and carcass composition. Poultry Sci 47:1140-1148.

- Bolton W 1960 The digestibility of mash and pellets by chicks. *J Agric Sci* 55:141-142.
- Carew LB, Nesheim MC 1962 The effect of pelleting on the nutritional value of ground soybeans for the chick. *Poultry Sci* 41:161-168.
- Denton JW, Lott BD, Branton SL, Simmons JD 1987 Research note : Effect of beak trimming on body weight and feed intake of egg-type pullets fed pellets or mash. *Poultry Sci* 66:1552-1554.
- Hamilton RMG, Proudfoot FG 1995a Ingredient particle size and feed texture: effects on the performance of broiler chickens. *Animal Feed Sci Technol* 51:203-210.
- Hamilton RMG, Proudfoot FG 1995b Effects of ingredient particle size and feed form on the performance of leghorn hens. *Can J Animal Sci* 75:109-114.
- Hussar N, Robblee AR 1962 Effects of pelleting on the utilization of feed by the growing chicken. *Poultry Sci* 41:1489-1493.
- Jensen LS, Merrill LH, Reddy CV, McGinnis J 1962 Observations on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. *Poultry Sci* 41:1414-1419.
- Kling LJ, Hawes RO, Gerry RW 1985 The effect of pelleting the layer ration on egg size in early-housed brown-egg-type layers. *Poultry Sci* 64:1242-1244.
- Pfaff FE Jr 1985 Effect of feed processing on poultry performance and profit. In; NFIA Nutrition Symposium-Energy and Fat. National Feed Ingredients Assoc.
- SAS Institute 1992 Statistics for Personal Computer. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Snedecor GW, Cochran WG 1980 Statistical Methods(7th ed). Iowa State University Press. Ames, IA.
- Zatari IM, Sell JL 1990 Effects of pelleting diets containing sunflower meal on the performance of broiler chickens. *Animal Feed Sci Technol* 30:121-129.