

## 저단백질, 저에너지 사료를 이용한 유도환우가 산란계의 생산성 및 난질에 미치는 영향

홍의철<sup>1,a</sup> · 박희두<sup>1,a</sup> · 나승환<sup>1</sup> · 김학규<sup>1</sup> · 유동조<sup>1</sup> · 박미나<sup>1</sup> · 정기철<sup>1</sup> · 추효준<sup>1</sup> · 서옥석<sup>1</sup> · 최양호<sup>2</sup> · 황보종<sup>1,†</sup>  
<sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원, <sup>2</sup>경상대학교 동물자원과학부

### Effect of the Induced Molting with Low-Protein and Energy Diet on the Postmolt Performance and Egg Quality of Layers

Eui-Chul Hong<sup>1,a</sup>, Hee-Du Park<sup>1,a</sup>, Seung-Hwan Na<sup>1</sup>, Hak-Kyu Kim<sup>1</sup>, Dong-Jo Yu<sup>1</sup>, Mi-Na Park<sup>1</sup>, Kie-Chul Jung<sup>1</sup>,  
Hyo-Jun Choo<sup>1</sup>, Ok-Suk Seo<sup>1</sup>, Yang-Ho Choi<sup>2</sup> and Jong Hwangbo<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, RDA

<sup>2</sup>Department of Animal Science, Gyeongsang National University

**ABSTRACT** This work was carried out to investigate the effect of the induced molting with low-protein and energy diet on the postmolt performance of layers. Eighty White Leghorn layers (61-old-wk) with over 80% egg production were used for 12 weeks in this work. Treatments were non-molt control (CO), fasting treatment for 10 days (FW), molt treatment with low-protein and low-energy molting diet for 3 weeks (LO), and molt treatment with standard molting diet for 3 weeks (ST) as 4 treatments (2 replications/treatment and 10 birds/replication). Body weight (BW) loss was 26.5% of initial BW at 2 week in FW treatment, and was 17.3% and 14.2% in both LO and ST treatments ( $P<0.05$ ). Layers in molting treatments were fed with commercial layer diet after completion of molting since BW of layers was recovered for 7 weeks. Heart weight ratio was shown as 0.47, 0.43, 0.46 and 0.46% at CO, FW, LO and ST treatments, respectively, and liver weight ration of body weight was shown as 2.56, 1.30, 1.47 and 1.52%, respectively. Thus, those of molting treatments decreased compared to non-molt control ( $P<0.05$ ). Oviduct weight ratio were shown as 3.95, 1.17, 1.54 and 1.67%, respectively, and similar with the results of liver ( $P<0.05$ ). Feed intake decreased at LO and ST treatments during molting period and increased from the 5th week compared to control. Egg production decreased at 1 week in molt treatment and stopped at 2 week in FW, 3 week in LO, and 4 week in ST treatments. The birds started to lay egg at 4 week in FW and at 5 week in LO and ST treatments. Egg production was recovered until 50% at 6 week in FW and was recovered as 66.1 and 71.6% at 8 week in LO and ST treatment, respectively. Egg weights were similar among all treatments. Eggshell thicknesses were 0.41, 0.47, 0.46 and 0.46 mm at CO, FW, LO and ST treatment, respectively, but the higher in molt treatments than control ( $P<0.05$ ). Eggshell breaking strength was 3.83 and 3.81 kg/cm<sup>2</sup> in FW and LO treatment, respectively, and high compared to control. However, eggshell breaking strengths were 3.54 and 3.78 kg/cm<sup>2</sup> and were not statistically different. Haugh units were 75.6, 81.1, 80.6 and 79.9 in 4 treatments and high in molt treatment. Finally, dietary low-protein and low-energy may induce molt as few effect on performance of layers.

(Key words : induced molt, low-protein, low-energy, performance, egg quality)

## 서 론

일반적으로 조류는 자연적 생리 현상으로 절식을 통하여 환우를 유도한다(Mrosovsky and Sherry, 1880). 그러나 산란

계에서는 이러한 생리학적인 준비없이 환우를 강제로 유도하므로 스트레스 증가에 따른 면역성 저하 등과 같은 생리적인 부작용이 따른다(Novak and Ruszler, 2007). 과거에는 일정 기간 동안 강제 절식을 이용한 유도 환우 방법이 효과

<sup>a</sup> First two authors equally contributed to this work.

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : kohb@korea.kr

적으로 이용되어 왔다. 최근 들어, 동물 복지에 대한 관심이 늘어나고, 동물 복지의 관점에서 지금까지의 강제 절식에 대한 비판의 소리가 높아짐에 따라, 많은 연구들이 비절식적 방법을 모색하기 위해 수행되어지고 있다(Zimmermann et al., 1987; Berry and Brake, 1987; Hussein et al., 1989; Harms, 1991; Scheideler et al., 2002; 홍의철 등, 2008).

현재 유도 환우에 대한 AVMA(2002)의 정책 서명과 가이드라인에서는 “허용된 환우 방법은 ‘광주기’의 감소와 사료의 제한 급여를 포함하지만 절수는 허용되지 않는다. 낮은 영양소 사료의 간헐적 사양이 오히려 절식보다 권장되고 있다. AMVA는 산란계의 생산성과 복지에 관하여 다양한 유도 환우 방법의 효과에 대한 연구를 장려한다”고 하였다. UEP (2002)는 “생산업자와 과학자들은 환우를 위해 절식을 대체하는 방법을 함께 연구해야 한다.”고 제안하였다. 최근에는, 비절식 환우 방법에 관한 연구 보고들이 발표되면서 UEP(2006)은 2006년 1월 1일부터 비절식 환우 방법만을 인정하며, 산란계는 비생산 산란계에 맞게 영양적으로 풍부하고 입에 맞는 사료를 섭취할 수 있어야 한다고 하였다.

Ruszler and Minear(1997)는 저에너지 고섬유 환우용 사료를 급여한 산란계가 4일간의 절식으로 장기 절식으로 환우를 유도한 산란계와 유사한 생산성 효과가 나타났고, Minear (1999)는 절식 기간 없이 저에너지 고섬유 사료를 산란계군에 급여하여 환우를 유도하였다고 보고하였으나, Minear의 환우용 사료는 모든 처리구에서 산란이 완전 정지되지는 않았다(Biggs, 2003; Biggs, 2004). Donalson et al.(2005)은 다양한 수준의 알팔파(CP 17.3%, ME 1,206 kcal/kg; CP 16.8%, ME 1,597 kcal/kg; CP 17.5%, ME 1,011 kcal/kg)를 급여하였을 때 충분히 환우가 유도된다고 하였다. 또한, CP 9.5%, ME 1,430 kcal/kg의 환우용 사료를 충분히 섭취한 산란계는 1~2주 안에 산란이 완전 정지하였다(Ruszler et al., 2004; Ruszler and Novak, 2005). CP나 ME 값이 높은 다른 연구들은 산란의 완전히 정지되지는 않았다(Novak and Ruszler, 2007).

이전 연구에서 비절식 방법들이 성공적인 유도 환우의 결과들을 보고하고 있으나, 생산 지표 결과를 보면 일관성이 없으며, 그 원인으로서 다양한 수준으로 급여하기 때문이라 할 수 있다. 따라서 사료의 CP와 ME 수준을 조정하여 일정하게 유지시키면 효과적인 환우용 사료로서 지속적으로 이용 가능할 것이다. 본 연구는 CP와 ME 수준이 다른 2가지 환우용 사료를 산란계에 급여하였을 때, 이들 환우용 사료가 산란계의 체중, 사료 섭취량, 장기 무게 비율, 산란율 및 계란 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시계, 시험 설계 및 시험 사료

공시계는 산란율이 80% 이상인 61주령 White Leghorn 산란계 80수(평균 체중 1.75±0.13 kg)를 이용하여 12주 동안 시험을 실시하였다. 시험 설계는 환우를 하지 않는 비환우 대조구(CO), 비급이 환우구(10일 동안의 절식구, FW), 급이 환우구1(3주 동안 저단백질-저에너지 환우용 사료 급이구, LO) 그리고 급이 환우구2(3주 동안 표준 환우용 사료 급이구, ST)의 총 4처리구로 나누었으며, 처리구당 2반복, 반복당 10수씩 총 80수를 완전 임의 배치하였다. 저단백질-저에너지 환우용 사료(CP 12.5%, ME 1,498 kcal/kg)는 밀기울 위주의 사료를 자체 제작하였고, 표준 환우용 사료(CP 13.1%, ME 2,028 kcal/kg)는 Hong et al.(2009)이 제시한 환우용 사료를 이용하였으며, 환우 후 산란 회복시에는 한국가금사양표준(2007)에서 제시한 옥수수-대두박 위주의 일반 산란 말기 사료(CP 15.0%, ME 2,700 kcal/kg)를 이용하였다(Table 1).

### 2. 환우 전후의 사양 관리

환우 개시 2주 전에는 순치기간으로서 동일한 산란 말기 사료를 급여하였으며, 순치 기간 후 FW구는 10일 동안 절식, LO와 ST구는 환우용 사료를 21일째까지 자유 채식토록 하였다. 환우 기간 종료 후 산란 회복 시에는 1주 동안 산란 말기 사료를 40 g/수(3일), 60 g/수(2일), 80 g/수(2일)로 나누어 급여하였으며, 이후에는 자유 채식토록 하였다.

Donalson et al.(2005)는 환우 기간 중 비환우 대조구에서 2주째에 5.2%의 체중 감소가 발생하였으며, 점등 조절로 인한 스트레스가 원인이라고 하였다. 따라서 본 연구에서는 점등에 따른 스트레스를 절감시키기 위해 자연 점등을 실시하였다.

### 3. 조사 항목

적용 기간과 시험 기간 동안에 산란율, 난중 및 폐사율을 매일 기록하고, 사료 섭취량은 매주 기록하였다. 개체별 체중은 0~12주 동안에 매주 측정하여 증체량과 감소량을 평가하였다. 환우 종료 후 체중이 완전 회복되었을 때 각 시험구에서 5수씩을 선발 도체하여 간, 심장 및 난포수란관의 무게를 측정하고, 체중 기준에 따른 장기의 비율로 환산하였다.

### 4. 통계 처리

본 시험에서 얻어진 자료는 SAS(2000)를 이용하여 분석하였으며, 각 처리구간의 평균값을 Duncan's multiple range

**Table 1.** Chemical compositions of experimental diets

	Basal diet	Low-protein & low-energy molting diet	Standard molting diet <sup>3</sup>
Ingredients (%)			
Corn	54.70	9.50	27.50
Wheat bran	17.10	80.75	30.00
Soybean meal	12.90	–	–
Corn gluten meal	3.00	–	3.00
Corn gluten feed	–	–	26.00
Salt	0.25	0.25	0.25
Vit.-Min. premix <sup>1</sup>	0.50	0.50	0.50
DL-Methionine	0.05	–	0.30
L-Lysine	0.05	–	0.30
Limestone	10.00	8.00	4.00
Dicalcium phosphate	0.85	1.00	1.50
Chemical compositions <sup>2</sup>			
ME (kcal/kg)	2,613	1,498	2,082
CP (%)	14.3	12.5	13.1

<sup>1</sup>Provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 1,175,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 225,000 IU; vitamin E 1,900 IU; vitamin K, 891 mg; vitamin B<sub>1</sub>, 50 mg; vitamin B<sub>2</sub>, 2,250 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 750 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 600 mg; Ca-pantothenate, 2,500 mg; niacin, 15,400 mg; biotin, 110 mg; folic acid, 30 mg; Co, 50 mg; Cu, 1,750 mg; Mn, 36,000 mg; Zn, 24,000 mg; I, 600 mg; Se, 25 mg.

<sup>2</sup>Calculated values.

<sup>3</sup>Hong et al. (2009).

test(Duncan, 1955)로 비교하여 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 체중, 사료 섭취량 및 장기 무게

환우 개시 후 8주 동안의 체중의 변화를 Table 2에 나타내었다. FW구의 시험계들은 2주째 1,276 g으로 초기 체중에서 26.5%의 체중 손실이 있었으며, LO구와 ST구에서는 3주째 1,463과 1,504 g으로 각각 17.3과 14.2%의 체중 손실이 있었다( $P<0.05$ ). 환우구의 시험계들은 환우가 종료되고 산란 말기 사료를 급여한 1주 후에 체중이 회복되기 시작하여, 7주

**Table 2.** Effect of various molting on change of body weight in laying hens<sup>1</sup>

	CO	FW	LO	ST	SEM <sup>2</sup>
Initial	1,753	1,736	1,769	1,741	13.5
Week					
1	1,752 <sup>a</sup>	1,370 <sup>c</sup>	1,572 <sup>b</sup>	1,574 <sup>b</sup>	27.5
2	1,740 <sup>a</sup>	1,276 <sup>c</sup> (26.5% ↓)	1,529 <sup>b</sup>	1,532 <sup>b</sup>	33.4
3	1,769 <sup>a</sup>	1,453 <sup>b</sup>	1,465 <sup>b</sup> (17.3% ↓)	1,504 <sup>b</sup> (14.2% ↓)	30.0
4	1,741 <sup>a</sup>	1,605 <sup>b</sup>	1,493 <sup>c</sup> (15.6% ↓)	1,513 <sup>c</sup> (13.7% ↓)	25.3
5	1,761 <sup>a</sup>	1,734 <sup>a</sup>	1,567 <sup>b</sup>	1,621 <sup>b</sup>	24.5
6	1,753 <sup>a</sup>	1,745 <sup>a</sup>	1,677 <sup>b</sup>	1,690 <sup>b</sup>	18.3
7	1,751	1,748	1,722	1,734	11.8
8	1,753	1,754	1,742	1,759	12.4

( ) Amount of change from the initial weight.

<sup>1</sup>CO, control; FW, feed withdrawal; LO, low-protein and low-energy molting diet; ST, standard molting diet.

<sup>2</sup>Pooled standard error of mean for 20 laying hens per treatment.

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $P<0.05$ ).

째는 처리구간에 환우 전 체중으로 회복되었으며, 처리구간에 차이는 없었다( $P>0.05$ ).

Table 3은 환우 종료 후 7주째 도체시킨 산란계의 간, 심장 및 난포수관관의 무게를 나타내었다. 심장 무게 비율은 CO, FW, LO 및 ST구에서 각각 0.47, 0.43, 0.46 그리고 0.46%로 나타났으며, 처리구간 유의차가 없었다. 간 무게 비율은 각각 2.56, 1.30, 1.47 및 1.52%로 비환우 대조구에 비해 환우 처리구에서 무게가 감소하였다( $P<0.05$ ). 난포수관관 무게 비율은 3.95, 1.17, 1.54 및 1.67%로 간과 유사한 경향을 보였으며( $P<0.05$ ), 감소 비율은 간보다 높았다.

환우 개시 후 8주 동안의 사료 섭취량은 Table 4에 나타내었다. 환우용 사료를 급여하는 LO구와 ST구는 환우 기간 중에 사료 섭취량이 감소하였으며, 특히 3주째 각각 45.8과 55.7 g/수/일로 가장 크게 감소하였다( $P<0.05$ ). 환우 종료 후, 갑작스런 사료의 변화에 의해 발생하는 스트레스를 줄이기 위해 FW구는 3주째, LO구와 ST구는 4주째에 산란용 사료를 40 g/수(3일), 60 g/수(2일), 80 g/수(2일)로 나누어 급여하였다. 자유 섭취를 하는 5주째 이후부터는 사료 섭취량이 대조구와

**Table 3.** Effect of induced molting on visceral organ weights at 7 week (as % of body weight)<sup>1,2</sup>

Organs	CO	FW	LO	ST	SEM <sup>3</sup>
	----- (%) -----				
Heart	0.47	0.43	0.46	0.46	0.03
Liver	2.56 <sup>a</sup>	1.30 <sup>b</sup>	1.47 <sup>b</sup>	1.52 <sup>b</sup>	0.14
Oviduct	3.95 <sup>a</sup>	1.17 <sup>b</sup>	1.54 <sup>b</sup>	1.67 <sup>b</sup>	0.29

<sup>1</sup>Relative organ weight (%)=(organ weight/100 g of body weight) × 100.

<sup>2</sup>CO, control; FW, feed withdrawal; LO, low-protein and low-energy molting diet; ST, standard molting diet.

<sup>3</sup>Pooled standard error of mean for 5 laying hens per treatment.

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

**Table 4.** Effect of various molting on feed intake (g)<sup>1</sup> in laying hens

Period (wk)	CO	FW	LO	ST	SEM <sup>2</sup>
	----- (g/hen/day) -----				
1	119.4 <sup>a</sup>	0	73.1 <sup>b</sup>	82.3 <sup>b</sup>	6.33
2	118.8 <sup>a</sup>	0	49.7 <sup>b</sup>	62.3 <sup>b</sup>	7.18
3	117.9 <sup>a</sup>	60.1 <sup>b</sup>	45.8 <sup>c</sup>	55.7 <sup>bc</sup>	4.81
4	119.7 <sup>a</sup>	111.5 <sup>a</sup>	59.8 <sup>b</sup>	60.3 <sup>b</sup>	3.76
5	120.1	116.9	118.4	118.9	3.04
6	119.3	122.3	121.8	122.0	2.89
7	120.8	123.6	124.2	124.8	2.05
8	121.5	123.3	123.7	124.0	3.12

<sup>1</sup>CO, control; FW, feed withdrawal; LO, low-protein and low-energy molting diet; ST, standard molting diet.

<sup>2</sup>Pooled standard error of mean for 5 laying hens per treatment.

<sup>a~c</sup>Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $P<0.05$ ).

유사하게 증가하였으며, 처리구간 차이는 없었다( $P>0.05$ ).

체중 감소는 환우 후 생산성과 직접적으로 관련되어 있다. Baker et al.(1983)은 환우 후 생산성이 최대화되기 위해서는 25~30%의 체중 감량이 요구된다고 하였으나, 최근 연구에서는 사료 급여를 통하여 환우를 유도함으로써 체중의 감소만으로 유사한 생산성 효과를 보고하고 있다(Donelson et al., 2005; Novak and Ruzsler, 2007; Hassanabadi and Kermanshahi,

2007; Hong et al., 2009; 홍의철 등, 2008). 또한 몇몇 연구들은 체중 감소 수준은 환우 후 생산성 향상과 무관하다고 하였다(Fontana et al., 1991; Ruzsler et al., 2004; Ruzsler and Novak, 2005). 그러나 급여를 통한 유도 환우는 절식과 마찬가지로 체중 감소와 비례하여 번식 기관의 수축을 유도함으로써 번식 기관의 회복을 유도하고 지방 축적을 제거함으로써 조직 효율을 증가시킨다(Brake and Thaxton, 1979; Brake, 1993). 본 연구에서도 급이 환우 처리구에서 체중이 약 15.2% 감소했지만, 번식 기관의 무게 감소는 절식 처리구와 차이가 없었다. 따라서 절식에 의하지 않은 유도 환우법도 번식 기관의 수축을 충분히 유도할 수 있으며, 급이 환우 시에 산란계의 생산성과 연관시켜 환우에 따른 체중과 번식 기관의 무게 변화가 조사되어야 한다고 사료된다.

환우 기간 중의 사료 섭취량 감소는 자연적 환우 과정과 관련된 섭취 억제(Mrosovsky and Sherry, 1980), 환우용 사료에 대한 산란계의 낮은 기호성(Sen et al., 1998) 및 점등 시간의 감소로 인한 섭취 자극의 감소(Andrews et al., 1987)와 같은 몇 가지 요인들에 의해 발생한다. 사료가 소낭 내에 장시간 머물면 섭취량이 감소된다(Ueda et al., 2002). 섭취소가 높은 밀기울이나 단백질이 높게 함유된 환우용 사료는 소화 기관에서 쉽게 분해되지 않아 사료의 섭취량이 감소되는 것이라 사료된다.

## 2. 산란율 및 난질 평가

환우 개시 후 12주 동안의 산란율을 Table 5에 나타내었다. 1주령에 환우 처리구에서 산란율이 급격히 감소하였으며, FW구에서는 2주째, LO구에서는 3주째, ST구에서는 4주째에 산란이 정지되었다. 산란 회복 기간을 보면 FW구는 4주째, LO구와 ST구는 5주째 산란이 재개되었으며, FW구는 6주째에 50.6%로 산란율이 50% 정도가 회복되었고, LO구와 ST구는 8주째에 각각 66.1과 71.6%로 산란율이 50%가 넘게 회복되었다. 10주째에는 모든 처리구의 산란율이 80% 이상으로 회복되어 처리구간에 차이가 없었다( $P>0.05$ ).

환우 개시 후 7주째의 계란의 품질을 비교한 값을 Table 6에 나타내었다. 난중은 약 67.5 g 정도로 모든 처리구에서 유사하게 나타났다. 난각 두께는 CO, FW, LO 및 ST구에서 각각 0.41, 0.47, 0.46, 0.46 mm로 환우 처리구에서 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 난각 강도는 FW구와 LO구는 각각 3.83과 3.81 kg/cm<sup>2</sup>로 CO구에 비해 높게 나타났으나, CO구와 ST구는 각각 3.54와 3.78 kg/cm<sup>2</sup>로 유의적인 차이가 없었다. 호우유니트는 4처리구에서 각각 75.6, 81.1, 80.6 및 79.9로 환우 처리구에서 높게 나타났다.

**Table 5.** Effect of various molting on hen-day production (%)

Week	CO	FW	LO	ST	SEM <sup>2</sup>
1	86.5 <sup>a</sup>	26.3 <sup>c</sup>	46.2 <sup>b</sup>	67.6 <sup>ab</sup>	9.1
2	84.1 <sup>a</sup>	0.0	6.1 <sup>b</sup>	11.4 <sup>b</sup>	18.1
3	86.3 <sup>a</sup>	0.0	0.0	2.3 <sup>b</sup>	20.4
4	83.9 <sup>a</sup>	1.5 <sup>b</sup>	0.0	0.0	15.6
5	84.3 <sup>a</sup>	28.1 <sup>b</sup>	1.3 <sup>b</sup>	1.8 <sup>b</sup>	20.9
6	85.4 <sup>a</sup>	50.6 <sup>ab</sup>	10.8 <sup>b</sup>	13.4 <sup>b</sup>	18.3
7	86.9 <sup>a</sup>	71.3 <sup>a</sup>	33.9 <sup>b</sup>	47.3 <sup>b</sup>	10.5
8	85.8 <sup>a</sup>	85.4 <sup>a</sup>	66.1 <sup>b</sup>	71.6 <sup>ab</sup>	6.9
9	83.7	84.1	77.6	80.8	3.8
10	85.8	84.3	84.1	83.5	1.7
11	82.3	85.1	83.4	85.2	3.1
12	84.3	85.0	84.9	84.7	2.4

<sup>1</sup>CO, control; FW, feed withdrawal; LO, low-protein and low-energy molting diet; ST, standard molting diet.

<sup>2</sup>Pooled standard error of mean for 20 laying hens per treatment.

<sup>a-c</sup>Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $P<0.05$ ).

**Table 6.** Effect of various molting on egg quality in laying hens for the first 8 weeks

Traits	CO	FW	LO	ST	SEM <sup>2</sup>
Egg weight (g)	66.8	68.4	67.6	67.1	3.53
Eggshell thickness (mm)	0.41 <sup>b</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.014
Eggshell breaking strength (kg/cm <sup>2</sup> )	3.54 <sup>b</sup>	3.83 <sup>a</sup>	3.81 <sup>a</sup>	3.78 <sup>ab</sup>	0.109
Haugh unit	75.6 <sup>b</sup>	81.1 <sup>a</sup>	80.6 <sup>a</sup>	79.9 <sup>a</sup>	1.82

<sup>1</sup>CO, control; FW, feed withdrawal; LO, low-protein and low-energy molting diet; ST, standard molting diet.

<sup>2</sup>Pooled standard error of mean for 20 laying hens per treatment.

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

본 시험의 결과로부터, 밀기울 위주의 환우용 사료를 이용한 LO구가 FW구와 크게 차이가 없었으며 옥수수, 단백질 및 밀기울을 혼합하여 급여한 ST구와도 크게 차이가 없었다. 환우용 사료 배합시 경제성과 수월성까지 고려한다면 밀

기울 위주의 사료가 훨씬 효과적이라고 사료된다. North and Bell(1990)은 산란이 빠르게 정지할수록, 산란 재개와 피크에 도달하는 시간이 짧아진다고 하였다. 본 연구에서도 LO구가 ST구에 비해 빠르게 산란이 멈추었으며, 산란율 50%에 이르는 기간도 더 짧았다. 따라서, 에너지와 단백질 함량을 낮추더라도, 산란계의 환우를 충분히 유도할 수 있으며, 다른 사료원료에 비해 밀기울의 사용이 바람직하다고 사료된다.

## 적 요

본 연구는 저단백질, 저에너지 사료를 이용한 유도 환우가 산란계의 생산성에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 공시계는 산란율이 80% 이상인 61주령 White Leghorn 산란계 80수(평균 체중 1.75±0.13 kg)를 이용하여 12주 동안 시험을 실시하였다. 시험 설계는 환우를 하지 않는 비환우 대조구(CO), 비급여 환우구(10일 동안의 절식구, FW), 급여 환우구1(3주 동안 저단백질-저에너지 환우용 사료 급여구, LO) 그리고 급여 환우구2(3주 동안 표준 환우용 사료 급여구, ST)의 총 4처리구로 나누었으며, 처리구당 2반복, 반복당 10수씩 총 80수를 완전 임의 배치하였다. FW구에서는 2주째 초기체중에서 26.5%의 체중 손실이 있었으며, LO구와 ST구에서는 3주째 각각 17.3과 14.2%의 체중 손실이 있었다( $P<0.05$ ). 환우구의 시험계들은 환우가 종료되고 산란 말기 사료를 급여한 1주 후에 체중이 회복되기 시작하여, 7주째는 처리구간에 환우 전 체중으로 회복되었다. 심장 무게 비율은 CO, FW, LO 및 ST구에서 각각 0.47, 0.43, 0.46 그리고 0.46%로 나타났다. 간 무게 비율은 각각 2.56, 1.30, 1.47 및 1.52%로 비환우 대조구에 비해 환우 처리구에서 무게가 감소하였다( $P<0.05$ ). 난포수란관 무게 비율은 3.95, 1.17, 1.54 및 1.67%로 간과 유사한 경향을 보였다( $P<0.05$ ). LO구와 ST구는 환우 기간 중에 사료 섭취량이 감소하였으며, 5주째 이후부터는 사료 섭취량이 대조구와 유사하게 증가하였다. 산란율은 1주령에 환우 처리구에서 감소하였으며, FW구에서는 2주째, LO구에서는 3주째, ST구에서는 4주째에 산란이 정지되었다. 산란 회복 기간을 보면 FW구는 4주째, LO구와 ST구는 5주째 산란이 재개되었으며, FW구는 6주째에 50.6%로 산란율이 50% 정도가 회복되었고, LO구와 ST구는 8주째에 각각 66.1과 71.6%로 산란율이 50%가 넘게 회복되었다. 난중은 약 67.5 g 정도로 모든 처리구에서 유사하게 나타났다. 난각 두께는 CO, FW, LO 및 ST구에서 각각 0.41, 0.47, 0.46, 0.46 mm로 환우 처리구에서 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 난각 강도는

FW구와 LO구는 각각 3.83과 3.81 kg/cm<sup>2</sup>로 CO구에 비해 높게 나타났으나, CO구와 ST구는 각각 3.54와 3.78 kg/cm<sup>2</sup>로 유의적인 차이가 없었다. 호우유니트는 4처리구에서 각각 75.6, 81.1, 80.6 및 79.9로 환우 처리구에서 높게 나타났다. 따라서 사료의 에너지와 단백질 함량을 낮추어 산란계의 생산성에 미치는 영향을 최소화하여 환우를 유도할 수 있다고 사료된다.

(색인어: 유도환우, 저단백질, 저에너지, 생산성, 난질)

## 사 사

본 연구는 2008년 농촌진흥청 국립축산과학원의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Andrews DK, Berry WD, Brake J 1987 Effect of lighting program and nutrition on reproductive performance of molted Single Comb White Leghorn Hens. *Poultry Sci* 66:1298-1305.
- AVMA 2002 Animal practices guideline-poultry. Page 77 in AVMA Membership Directory and Resource Manual. Am Vet Med Assoc Schaumburg IL.
- Baker M, Brake J, McDaniel CR 1983 The relationship between body weight loss during and induced molt and postmolt egg production, egg weight, and shell quality in caged layers. *Poultry Sci* 62:409-413.
- Berry WD, Brake J 1987 Postmolt performance of laying hens molted by high dietary zinc, low dietary sodium, and fasting: egg production and egg shell quality. *Poultry Sci* 66: 218-226.
- Biggs PE, Persia ME, Koelkebeck KW, Parsons CM 2003 Evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poultry Sci* 82:749-753.
- Biggs PE, Persia ME, Koelkebeck KW, Parsons CM 2004 Further evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poultry Sci* 83:745-752.
- Brake J 1993 Recent advances in induced molting. *Poultry Sci* 72:929-931.
- Brake J, Thaxton P 1979 Physiological changes in caged layers during a forced molt. 2. Gross changes in organs. *Poultry Sci* 58:707-716.
- Duncan, 1955 Multiple range and multiple F tests. *Bio-metrics* 11:1-42.
- Donalson LM, Kim WK, Woodward CL, Herrera P, Kubena LF, Nisbet DJ, Ricke SC 2005 Utilizing different ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. *Poultry Sci* 84:362-369.
- Fontana EA, Ruzsler PL, Beane WL, Magar V 1991 The effect of two feed withdrawal and two corticosterone supplementation programs on overall performance, body weight, and reproductive organ weights of force-rested layers. *Poultry Sci* 70 (Suppl. 1):159 (Abstr.).
- Harms RH 1991 Effect of removing salt, sodium or chloride from the diet of commercial layers. *Poultry Sci* 70:333-336.
- Hassanabadi A, Kermanshahi H 2007 Effect of forced molting on postmolt performance of laying hens. *Inter J Poult Sci* 6: 630-633.
- Hong EC, Park HD, Kang GH, Na JC, You DC, Kim HK, Choi YH, Bae HD, Hwangbo J 2009 Effect of induced molting on changes of visceral and blood stress indicators in laying hens. *Korean J Poult Sci* 36:117-123.
- Hussein AS, Cantor AH, Johnson TH 1989 Comparison of the use of dietary aluminum with the use of feed restriction for force-molting of laying hens. *Poultry Sci* 68:891-896.
- Minear LR 1999 Southern States Res. Richmond VA Personal communication.
- Mrosovsky N, Sherry DF 1980 Animal anorexias. *Science* 207: 837-842.
- North MO, Bell DD 1990 Commercial Chicken Production Manual. 4th ed. Chapman and Hall, New York.
- Novak C, Ruzsler P 2007 The effect on postmolt performance of different crude protein and energy levels during a full-fed molt procedure. *J Appl Poult Res* 16:262-274.
- Ruzsler PL, Honaker CF, Novak CL 2004 The comparison of two full fed molt programs with two commercial restricted fed molt programs. Pages 15 in Abstr Southern Poult Sci Soc US Poult Egg Assoc Atlanta GA.
- Ruzsler PL, Minear LR 1997 Comparison of induced molts using periods of four vs. ten days feed withdrawal. *Poultry Sci* 76 (Suppl. 1):104 (Abstr.).
- Ruzsler PL, Novak CL 2005 Determining protein and energy levels needed for full fed molting procedures. *Poultry Sci*

- 84(Suppl. 1):80 (Abstr.).
- SAS Institute 2000 SAS/STAT User's Guide. SAS Institute INC Cary NC.
- Scheideler S, Puthongsiripon U, Beck M 2002 Comparison of traditional fasting molt versus non-feed restriction low sodium molt diets and pre-molt photoperiod effects on molt and second cycle production parameters. *Poultry Sci* 81 (Suppl. 1):22-23 (Abstr.).
- Sen S, Makkar HPS, Becker K 1998 Alfalfa saponins and their implications in animal nutrition. *J Agric Food Chem* 46:131-140.
- Ueda H, Takagi A, Katou K, Matsumoto S 2002 Feeding behavior in chicks fed tea saponin and quinine sulfate. *J Poultry Sci* 39:34-41.
- United Egg Producers 2002 Molting. Pages 8-9 in *Animal Husbandry Guidelines. United Egg Procedures*. Alparetta GA.
- United Egg Producers 2006 Molting. Pages 8-9 in *Animal Husbandry Guidelines. United Egg Procedures*. Alparetta GA.
- Zimmermann NG, Andrews DK, McGinnis J 1987 Comparison of several induce molting methods on subsequent performance of Single Comb White Leghorn hens. *Poultry Sci* 66: 408-417.
- 한국가금사양표준 2002 농림부 농촌진흥청 축산연구소.
- 홍의철 나재천 정일병 최양호 박희두 정완태 이현정 유동조 김학규 황보 종 2008 산란계의 유도환우에 있어서 급이 환우 방법의 평가. *한국가금학회지* 35:15-20.
- (접수: 2010. 3. 11, 수정: 2010. 3. 17, 채택: 2010. 3. 20)