

## 무염 사료의 급여가 유도환우에 미치는 영향

홍의철<sup>1a</sup> · 나재천<sup>1a</sup> · 유동조<sup>1</sup> · 김학규<sup>1</sup> · 정완태<sup>1</sup> · 이현정<sup>1</sup> · 김인호<sup>2</sup> · 황보 중<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 축산과학원, <sup>2</sup>단국대학교 동물자원학과

### Effects of Feeding Non-Salt Diet on the Induced Molting in Laying Hens

E. C. Hong<sup>1a</sup>, J. C. Na<sup>1a</sup>, D. C. You<sup>1</sup>, H. K. Kim<sup>1</sup>, W. T. Chung<sup>1</sup>, H. J. Lee<sup>1</sup>, I. H. Kim<sup>2</sup> and J. Hwangbo<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Animal Science, <sup>2</sup>Department of Animal Resources & Science, Dankook University

**ABSTRACT** This study was conducted to induce molting with DDGS and non-salt diet and compare the effect of feeding molting and fasting molting on the performance, egg quality, and visceral organs in laying hens for animal welfare. One-hundred-eight 62-wk-old White Leghorn hens that egg production was over 80% and average weight was 1.8±0.1 kg were used in this study. Treatments were control(non-molt treatment), feeding molt treatment(DDGS, non-salt diet), and fasting molt treatment. The four treatments were administered to three replicate group of nine hens wherein each group. All treatment groups were fed the basal diet(CP 15%, ME 2,700 kal/kg) for two weeks as the adaptation period. Test Periods were 28 days at all treatments. Egg production decreased for 18 days to be 0% at feeding molting treatment, and for 17 days to be 0% at non-salt feeding molting treatment. Egg production stopped for 6 days at fasting molting treatment. Egg production restarted after 12 days molt at feeding molting treatment, while after 16 days at fasting molting treatment. On the egg quality was improved at molting treatments ( $p<0.05$ ) except egg yolk. Egg shell tissue was crowded at molting treatment to compare to control. Liver weights, heart weight, and oviduct weight of laying hens decreased at molting treatments( $p<0.05$ ). Finally, feeding molting might could be replaced fasting molting on the welfare and further studies were needed about molting program.

(Key words : feeding molt, fasting molt, egg quality, performance)

## 서 론

유도 환우는 산란계의 중요한 관리 방식의 하나이며, 계란 산업에서 계란의 재생산을 위해 널리 이용되어 왔다. 유도 환우는 산란계의 생산성과 계란 품질을 향상시킬 뿐만 아니라, 양계 농가의 경제적 이익을 증가시킨다(Lee, 1982; Barker et al., 1983; Bell, 2003). 과거에는 양계 산업에서 절식과 조명 시간의 감소로 환우를 유도하는 방법이 널리 이용되어 왔다. 대부분의 양계업자들은 5~14일 동안 절식시킴으로써 환우를 유도하였으나(Bel and Kunej, 2004), 최근 동물복지의 관점에서 다양한 글로벌 기업이나 식품회사들은 절식 방법으로 환우를 유도한 양계업자들을 통한 계란 구매를 거부하고 있다(Egg Industry, 2000; Smith, 2002). 따라서 많은 연구자들과 계란 생산업자들에 의해 절식에 대체할 환우 방법을 찾는 연구가 시도되었다(UEP, 2002). 특히, 미국에서는 2006년 1월

1일부터 UEP 동물 보호 프로그램에 등록되어 있는 모든 양계업자들은 비절식 환우 방법을 이용하기 시작하였다. 그러나, 산란계의 생산성과 이익을 최적화하기 위해서는 보다 많은 정보가 필요한 실정이다.

과거에는 지나트륨 사료(Whitehead and Shannon, 1974; Bejin and Johnson, 1976; Nesbeth et al., 1976a,b; Whitehead and Sharp, 1976; Monsi and Enos, 1977; Ross and Herrick, 1981; Harms, 1981, 1983; Naber et al., 1984; Said et al., 1984), 저칼슘 사료(Gilbert et al., 1981), 고아연 사료(Shippee et al., 1979; Berry and Brake, 1985; Bar et al., 2003), 저단백질과 저에너지 사료(Koelkebeck et al., 2001; Biggs et al., 2003)와 같은 몇몇 비절식 환우 사료의 효율성이 평가되어 왔다. Naber et al.(1984)과 Said et al.(1984)은 지나트륨 사료가 제2차 생산주기의 산란계들에게 효과적일 수 있다고 보고하였다. 그러나 저염 사료는 빈번하게 환우 후 계란 생산과 난각 두께를 감소시키

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

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

는 결과를 가져왔다(Ross and Herrick, 1981). 산란계에서 급이 환우 후 품종에 따른 생산성의 차이가 있었으나, 절식 시의 차이는 없었다(Said et al., 1984). 게다가, 환우 후 계란 성분에 대한 저염 사료의 효과에 대한 연구는 거의 없다. 단지, Wu et al.(2007)의 연구에서는 저염 사료와 절식구 사이에서 환우 후 생산성과 계란 품질의 차이가 없었다. 따라서 무염 사료와 절식구에서 생산성과 계란 품질에 대한 보다 많은 연구가 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 산란계의 생산성과 계란 품질에 대한 저염 사료의 효과를 알아보기 위하여 절식구와 다른 급이 환우구와 비교하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시 동물, 시험 설계 및 시험 사료

공시 동물은 산란율이 80% 이상인 67주령의 White Leg-horn종 산란계 108수(평균체중  $1.8 \pm 0.07$  kg)를 선별하여 시험에 공시하였다. 시험구는 환우처리를 하지 않은 미환우구(대조구), 비급이 환우구(9일간 절식, 그 후 19일간 환우 사료 급여)와 급이 환우구(환우 사료 급여구, 저염 사료 급여구)의 총 4처리구를 설정하여, 처리구당 3반복, 반복당 9수씩 총 108수를 공시하였다. 시험 사료는 기초 사료로서 한국사양 표준(가금, 2002)에서 제시한 산란 후기 사료(조단백질 15%, 대사 에너지 2,700 kcal)를 이용하였고(Table 1), 환우 사료는 옥수수 주정박(CDDGS, corn distillers dried grains with solubles)을 이용하였으며, 저염 사료는 축산과학원에서 제작한 사료를 이용하였다(Table 2). Table 3은 기초 사료와 주정박 및 무염 사료의 일반 성분과 아미노산을 비교 분석한 것이다.

### 2. 사양 관리

#### 1) 환우 전 준비

불량계, 병약계, 체중 미달계 등을 제외한 공시동물을 선정하였으며, 순치 기간으로써 환우 전 2주간은 전 계군에 동일한 산란 후기 사료를 급여하였다. 환우 개시 7일전부터 점 등 시간을 1일 17시간에서 24시간으로 늘렸다. 환우 전 외부 기생충 구제제를 전 계군에 살포하고, 음수 백신을 하였다.

#### 2) 환우 기간 중 사양 관리

순치 기간 종료 후, 미환우구는 시험 종료까지 산란 후기 사료를 계속해서 급여하고, 비급이 환우구는 예비 시험을 통

**Table 1.** Feed formula and chemical composition of basal diet

Ingredients	%
Corn	55.00
Wheat bran	9.70
Soybean meal	18.00
Corn gluten meal	5.00
Salt	0.25
Vit.-min. premix <sup>1</sup>	0.50
DL-methionine	0.20
L-lysine	0.30
Limestone	10.00
Dicalcium phosphate	1.00
Total	100.0

<sup>1</sup> Provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 12,300 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 2,500 IU; vitamin E, 20 IU; riboflavin, 5.6 mg; pyridoxine, 1.6 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 14 mg; niacin, 30 mg; pantothenic acid, 12 mg; folic acid, 1.0 mg; biotin, 0.12 mg.

<sup>2</sup> Calculated values.

**Table 2.** Feed formula and chemical composition of experimental diet

Ingredients	%
Corn	55.25
Wheat bran	9.70
Soybean meal	18.00
Corn gluten meal	5.00
Vit.-min. premix <sup>1</sup>	0.50
DL-methionine	0.20
L-lysine	0.30
Limestone	10.00
Dicalcium phosphate	1.00
Total	100.0

<sup>1</sup> Provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 12,300 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 2,500 IU; vitamin E, 20 IU; riboflavin, 5.6 mg; pyridoxine, 1.6 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 14 mg; niacin, 30 mg; pantothenic acid, 12 mg; folic acid, 1.0 mg; biotin, 0.12 mg.

<sup>2</sup> Calculated values.

**Table 3.** Composition analysis of basal diet, DDGS, and non-salt diet<sup>1</sup>

	Basal diet	DDGS	Non-salt diet
ME(kal/kg)	2,714	3,156	2,725
Dry matter(%)	86.82	82.54	85.27
Crude protein(%)	17.21	25.06	17.20
Ether extract(%)	3.39	10.23	3.06
Crude fiber(%)	2.55	7.68	3.34
Crude ash(%)	6.86	3.61	2.42
Calcium(%)	3.28	0.07	4.06
Phosphorus(%)	0.63	0.54	0.56
Lysine(%)	0.70	0.76	1.00
Methionine(%)	0.30	0.48	0.55

<sup>1</sup> Abbreviations are ME, Metabolic energy; DDGS, distillers dried grains with solubles.

<sup>2</sup> Calculated values.

해 체중이 33% 정도까지 감소하는 9일째까지 절식 후 19일 동안 환우 사료를 급여하였다. 급여 환우구에서는 환우 사료와 무염 사료를 28일간 자유 급여하였다. 시험 개시 후 28일째에 순치 기간에 급여한 산란 후기 사료를 40 g씩 이틀간 급여하고, 3일째부터 무제한 급여하였다. 음수는 니플을 이용하여 자유음수를 하였다.

3) 환우 기간 중 점등 관리

점등시간은 개시 7일 전에 24시간 점등 후 1일째부터 16시간에서 8시간으로 점등 시간을 일정하게 감소시켰으며, 29일째에는 다시 16시간으로 점등 시간을 조절하였다.

3. 조사 항목

1) 산란율과 난중

산란율은 사양 시험 기간 중 매일 14:30에 채란하여 처리구별 총 산란수를 사육수수로 나누어 백분율로 표시하였으며(hen-day egg production), 난중은 채집한 계란을 처리구별로 측정하였다.

2) 난질 평가

난각 강도는 FHK(Fujihara Co. LTD, Japan)를 이용하여 측

정하였으며, 난각 두께는 분리한 난각의 중앙부를 Digital indicator(Mitutoyo Co. LTD, Japan)를 이용하여 측정하였다. 하우유닛(Haugh, 1937)와 난황색은 QCM+(Technical Services and Supplies, York England)를 이용하여 측정하였고, 난각조직은 전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscope, XL 30CP, Philips, Holland)으로 관찰하였다.

3) 환우 후 장기 무게 측정

환우처리 개시 후 28일 째에 각 시험구에서 5수씩을 선발 도체하여 간, 심장 및 난포수란관의 무게를 측정하였다.

4. 통계 처리

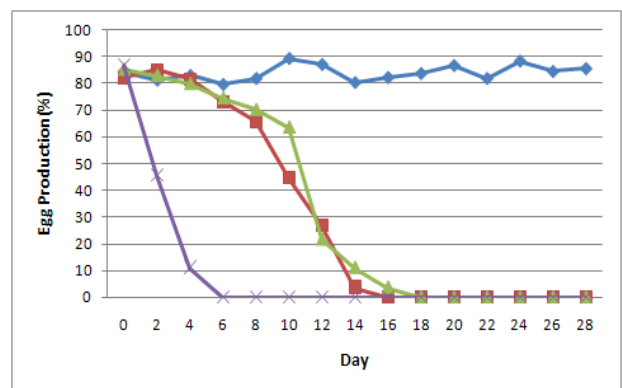
본 시험에서 얻어진 모든 자료는 SAS(1999)의 분산분석(Analysis of Variance, ANOVA)을 이용하여 각 처리구간의 평균값을 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 비교하여 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율의 감소

사료내 나트륨의 결핍은 환우를 유도하는데 이용되어 왔다(Berry and Brake, 1987). 이 방법은 산란계가 산란을 완전히 중지시키지 않고 두 번째 배란주기 생산성을 저하시키는 원인이 되고 있다(Hughes and Whitehead, 1979).

Fig. 1은 환우 기간 중 처리구간의 산란율의 감소를 비교하여 그래프로 나타낸 것이다. 환우 사료(주정박) 급여구는 80% 이상인 산란율이 환우 처리 후 6일째부터 감소하기 시작하여 12일 동안 산란율이 감소하였으며, 12일 후에 산란율



**Fig. 1.** Daily hen-day egg production during the molt period. Control (◆), DDGS (▲), Non-salt (■), Fasting molt (×).

이 0%가 되었다. 무염 사료 급이구는 환우처리 후 5일째부터 산란율이 감소하여 10일 동안 산란율이 감소하였으며, 10일 후에 산란율이 0%가 되었다. 비급이 환우구는 절식 2일째부터 산란율이 급격히 감소하여 6일째에 0%가 되었다. 환우 시험 종료 후 산란 후기 사료를 다시 급여하였을 때, 환우 사료와 무염 사료 급이구는 급여 12일째 산란이 다시 시작되었으며, 유사한 산란율의 회복을 나타내었다. 비급이 환우구는 16일째 산란이 다시 시작되었다. 따라서 무염 사료 처리구가 환우 사료 처리구에 비해, 그리고 급이 환우구가 비급이 환우구에 비해 산란이 오래 동안 유지되었으며, 재귀산란의 회복도 빨랐다.

Wu 등(2007)은 무염 사료를 급여한 환우 시험에서 절식구에서는 4일째 산란이 중단되었으나, 무염 사료 급이구에서는 17일 동안 산란이 중단되지 않았다. Biggs 등(2003)은 환우용 사료로서 옥수수, 밀기울 및 콘글루텐밀과 같은 다양한 사료 원료를 급여한 연구에서 옥수수를 이용한 환우 처리구에서 5~8일 사이에 산란율의 감소가 일어나서 27일까지 1.2%로 감소하였다. 이런 결과들은 본 시험의 결과와 비교하여 유사하게 나타났다. 환우용 사료에 따른 산란율의 차이는 사료의 특성이나 외형 혹은 사료의 에너지가 때문이며, 사료내 에너지 수준의 감소는 산란율 감소의 중요한 요소가 된다(Biggs, 2004). Keshavarz and Quimby(2002)는 포도박이 많이 함유된 저에너지 사료가 산란계의 환우를 잘 유도한다고 하였다. 따라서 본 시험에서 환우용 사료로 이용한 주정박(ME 3,156 kcal/kg)은 ME가 무염 사료(ME 2,725 kcal/kg)보다 높기 때문에 산란율의 감소가 지연되는 것이라 사료된다. 그러나 Biggs 등(2004)의 시험에서는 환우용 사료로서 주

정박 이용시 산란율이 최하 18%까지 유지되었으나, 본 시험에서는 산란이 중지되어 다른 결과를 나타내었다. 그 원인은 주정박의 성분적 차이 때문에 생긴 것이라 사료된다. 즉, Biggs 등(2004)이 사용한 주정박과 본 시험에서 사용된 주정박은 그 원료와 성분이 다르기 때문이라 사료된다.

환우 기간에 따른 산란율의 회복은 체구성을 보충하기 위한 시간이 요구된다(Brake et al., 1979; Harms, 1983; Andrews et al., 1987; Zimmermann and Andrews, 1990; Koelkebeck et al., 1991, 1999). 본 연구에서는 환우 사료와 무염 사료 급이구에서 산란율의 회복이 유사하게 나타났으며, 산란율의 회복 기간은 Biggs 등(2003)의 연구와 유사하게 나타났다. 또한, 절식구에서 산란율의 회복이 16일째 시작되어 홍 등(2007)의 연구와 다른 결과를 보였는데, 이는 절식 후 19일 동안 환우 사료를 급여하였기 때문에 회복이 빨라진 것이라 사료된다. 따라서 산란율의 회복은 그 원인은 환우 처리 기간이나, 환우용 사료의 에너지 수준과 관련이 있는 것으로 사료된다.

## 2. 체중과 장기 무게의 변화

Table 4는 환우 시험 중 환우 기간과 환우 방법에 따른 체중 변화를 나타낸 것이다. 급이 환우구에서는 환우 사료를 급여한 경우 28일째 48.3%까지 체중의 감량이 있었으나, 무염 사료는 21.4%의 체중 감량을 보였다. 비급이 환우구에서는 절식시킨 9일까지는 체중의 급격한 감소가 있었으나, 9일 이후 환우 사료를 급여하는 19일 동안에는 약간의 증체가 일어났다.

환우 기간 중의 체중 감량은 환우 시험의 당연한 결과로서, 강제 환우를 10~14일 동안 시킬 때, 그리고 급이 환우

**Table 4.** Effect of fasting vs. feeding molt on body weight in Laying Hens between the molt period and all treatments<sup>1</sup>

Items	Control	DDGS	Non-salt	Fasting(9d)+DDGS(19d)	OAT	SEM <sup>2</sup>
Initial	1.70	1.74 <sup>A</sup>	1.79 <sup>A</sup>	1.76 <sup>A</sup>	1.75 <sup>A</sup>	0.024
3 day	1.75 <sup>a</sup>	1.67 <sup>ABab</sup>	1.70 <sup>ABab</sup>	1.53 <sup>Bb</sup>	1.66 <sup>ABab</sup>	0.037
9 day	1.76 <sup>a</sup>	1.59 <sup>Bb</sup>	1.64 <sup>Bab</sup>	1.21 <sup>Cc</sup>	1.55 <sup>BCb</sup>	0.043
15 day	1.79 <sup>a</sup>	1.52 <sup>Bb</sup>	1.60 <sup>BCb</sup>	1.27 <sup>Cc</sup>	1.55 <sup>BCb</sup>	0.028
28 day	1.74 <sup>a</sup>	1.38 <sup>Cc</sup>	1.51 <sup>Cb</sup>	1.35 <sup>Cc</sup>	1.50 <sup>Cb</sup>	0.032
OAW	1.75 <sup>a</sup>	1.58 <sup>Bbc</sup>	1.65 <sup>Bb</sup>	1.42 <sup>BCc</sup>	1.60 <sup>Bbc</sup>	0.035
SEM <sup>2</sup>	0.033	0.041	0.036	0.047	0.043	

<sup>1</sup> Abbreviations are DDGS, distillers dried grains with solubles; OAW, Overall weeks Mean; OAT, Overall treatments Mean.

<sup>2</sup> Pooled standard error of the mean for 108 laying hen per treatment.

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

<sup>AB</sup> Means with different superscripts in the same column differ significantly ( $p < 0.05$ ).

를 20일 동안 시킬 때 환우 종료시 체중 감량이 33% 정도가 발생한다(Brake et al., 1979; Harms, 1983; Andrews et al., 1987; Zimmermann and Andrews, 1990; Koelkebeck et al., 1991, 1999; Biggs et al., 2003; Biggs et al., 2004; Donalson et al., 2005). 그러나 본 시험의 경우, 무염 사료의 효능을 보기 위해 환우 기간이 길어짐에 따라 급이 환우구에서는 체중 감량이 더 일어났다고 사료되며, 절식구에서는 9일 이후에 사료를 공급하여 주었기 때문에 체중의 증가가 일어난 것이라 사료된다. 특히 본 시험에서 환우 사료로 이용된 주정박은 에너지가와 CP가는 높지만(ME 3,156 kal/kg, CP 25.06%), 사료의 기호성이 떨어지고 영양소가 불균형하기 때문에 장기간 급여시 체중의 감소가 더 커진다고 사료된다.

산란계는 주령이 높을수록 복부, 간, 심장에 지방 축적이 많아진다(Baker 등, 1983). 산란계가 제2차 생산 주기로서 양질의 계란을 생산하기 위해서는 내부 장기의 지방이 제거됨과 동시에 난포수란관의 수축이 이루어져야 한다. 따라서 난포수란관의 수축은 산란계의 환우시에 나타나는 주요한 특징 중의 하나이다(Baker et al., 1983; Zimmermann et al., 1987; Bell and Kuney, 1992; Koelkebeck et al., 1992).

Table 5는 환우 시험 종료시 도체시킨 산란계의 간, 심장 및 난포수란관의 무게를 나타내었다. 간의 무게는 대조구, 환우 사료 급이구, 무염 사료 급이구, 비급이 환우구에서 각각 47.9, 29.5, 28.7 및 24.7g으로 환우 처리구에서 무게가 감소하였다( $P>0.05$ ). 심장의 무게는 대조구, 환우 사료 급이구, 무염 사료 급이구, 비급이 환우구에서 각각 9.5, 9.0, 7.8 및 5.7 g으로 나타나 비급이 환우구에서 무게가 크게 감소하였다( $p<0.05$ ). 난포수란관의 무게는 대조구, 환우 사료 급이구, 무염 사료 급이구, 비급이 환우구에서 각각 60.3, 16.6, 20.5 및 27.5 g으로 나타나 대조구와 급이 환우구 및 비급이 환우구에서 유의적인 차이를 보였다.

과거에는 절식으로 환우를 유도하였으나, 근래에는 동물복지의 관점에서 광물질을 이용하거나 단백질과 에너지 함량을 조절하여 환우를 유도하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 저나트륨이나 고아연 사료를 급여하는 경우, 사료의 에너지가와 영양 성분이 높아, 난포수란관의 수축이 이루어지지 않는다(Webster, 2003). 그러나 Keshavarz and Quimby (2002)와 Biggs et al.(2004)의 연구에서는 다양한 사료 원료(포도박, 옥수수, 밀기울)의 급이 환우 시험에서 난포수란관

**Table 5.** Comparison of molt between fasting and feeding method on the weights of liver, heart, and ovary and oviduct in laying hens at 28 day

Items	Control	DDGS	Non-salt	Fasting(9d)+DDGS(19d)	SEM <sup>2</sup>
Liver	47.93 <sup>a</sup>	29.50 <sup>b</sup>	28.72 <sup>b</sup>	24.67 <sup>b</sup>	1.82
Heart	9.50 <sup>a</sup>	9.03 <sup>a</sup>	7.80 <sup>ab</sup>	5.67 <sup>b</sup>	1.04
Oviduct	60.30 <sup>a</sup>	16.60 <sup>c</sup>	20.51 <sup>bc</sup>	27.47 <sup>b</sup>	2.49

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

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean for 108 laying hens per treatment.

**Table 6.** Effect of fasting vs. feeding molt on egg quality in Laying Hens during the molt period

Items	Before molting				After molting				SEM <sup>1</sup>
	Control	DDGS	Nonsalt	Fasting	Control	DDGS	Nonsalt	Fasting	
Egg weight (g)	62.3 <sup>b</sup>	61.7 <sup>b</sup>	61.5 <sup>b</sup>	61.4 <sup>b</sup>	63.2 <sup>b</sup>	66.1 <sup>a</sup>	67.3 <sup>a</sup>	66.6 <sup>a</sup>	1.32
Eggshell thickness(mm)	0.42 <sup>b</sup>	0.40 <sup>b</sup>	0.41 <sup>b</sup>	0.38 <sup>b</sup>	0.40 <sup>b</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.018
Eggshell breaking strength (kg/cm <sup>2</sup> )	3.31 <sup>b</sup>	3.24 <sup>b</sup>	3.37 <sup>b</sup>	3.29 <sup>b</sup>	3.33 <sup>b</sup>	3.78 <sup>a</sup>	3.81 <sup>a</sup>	3.77 <sup>a</sup>	0.099
Haugh unit (HU)	73.3 <sup>b</sup>	72.9 <sup>b</sup>	74.4 <sup>b</sup>	72.2 <sup>b</sup>	73.6 <sup>b</sup>	81.1 <sup>a</sup>	79.5 <sup>a</sup>	78.9 <sup>a</sup>	2.02
Egg yolk color	7.8	8.3	8.1	7.8	8.0	8.2	7.9	8.1	0.19

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean for 108 laying hens per treatment.

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

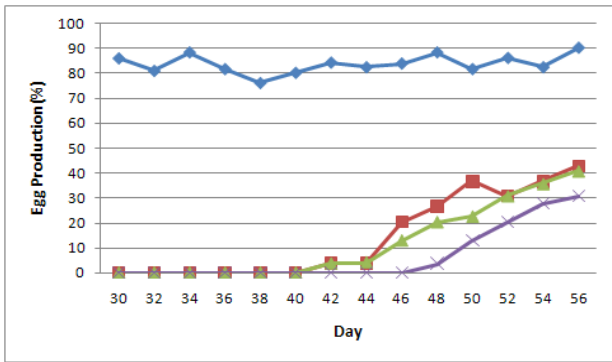


Fig. 2. Daily postmolt, hen-day egg production from d 30 to 56. Control (◆), DDGS (▲), Non-salt (■), Fasting molt (×).

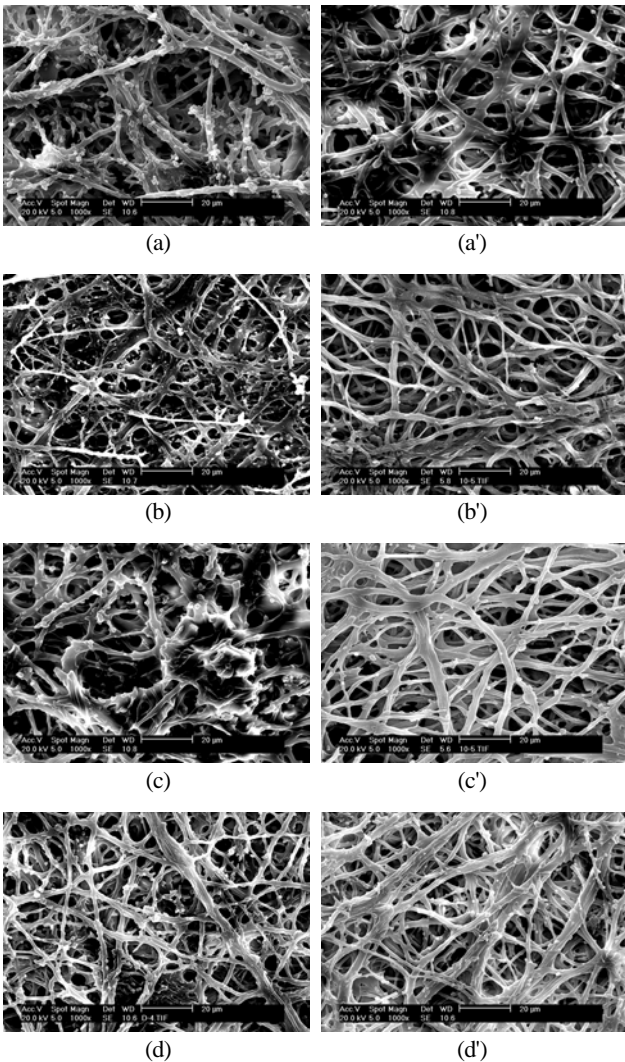


Fig. 3. Photographs of an electron microscope on egg shells according treatments(a,b,c,d: premolting; a',b',c',d': postmolting).

의 수축이 있었다. 본 시험에서는 간, 심장 및 난포수란관의 무게가 감소한다는 점에서 과거 연구 결과들과 유사하였다. 급이 환우는 절식시에 생기는 주요 장기의 수축으로 인한 부정적인 영향과 기축의 스트레스를 줄이면서 난포수란관의 수축을 유도하기 때문에 난질 향상에 도움이 되며(홍 등, 2007), 보다 세밀한 연구가 요구된다.

### 3. 계란 품질

Table 6은 환우 전후에 급이 환우구와 절식환우구의 산란율과 계란 품질의 대한 평가를 비교한 결과를 나타낸 것이다. 환우 후의 계란 품질이 개선된다는 효과는 최근 여러 논문에서 많이 나타나 있다(Biggs et al., 2003, 2004; 홍 등, 2007). 특히 본 시험의 경우 계란 무게, 난각 두께, 난각 강도 및 하우유니트에서 개선되었으나( $p < 0.05$ ), 난황색은 환우 전후에 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 이런 결과는 홍 등(2007)의 결과와 유사하다. 난각 두께와 난각 강도의 향상은 난각 조직의 치밀도와 관련이 있다(Donelson et al., 2005). 본 시험에서는 환우 전, 후의 난각 조직을 전자현미경 사진(Fig. 3)으로 관찰하였다. 환우 산란계에서 얻어진 계란의 난각 조직은 대조구에 비하여 치밀한 것을 발견하였다.

### 적 요

본 시험은 동물복지의 관점에서 주정박과 무염 사료를 이용하여 급이 환우법을 실시하고, 절식에 의한 환우법과 환우 후 산란계의 생산성을 비교 검토하기 위해 수행하였다. 공시 동물은 산란율 80% 이상, 평균 체중  $1.8 \pm 0.1$ kg인 67주령 White Leghorn 108수를 이용하였다. 처리구는 환우처리 하지 않은 미환우구(대조구)로, 비급이 환우구(9일간 절식, 그 후 19일간 환우 사료)와 급이 환우구(주정박, 무염 사료)를 시험구로, 총 4처리구를 설정하였으며, 처리구당 3반복, 반복당 9수씩 108수를 완전 임의 배치하였다. 환경 순치 기간으로서 환우 전 2주간 모든 공시계에게 동일한 산란 후기 사료(CP 15%, ME 2,700 kcal)를 급여하였다. 환우 기간은 전처리구에서 28일 동안 환우를 유도하였다. 산란율에서, 환우 사료 급이구는 환우 처리 후 6일째부터 12일 동안 산란율이 감소하였으며, 12일 후에 산란율이 0%가 되었다. 무염 사료 급이구는 환우처리 후 5일째부터 10일 동안 산란율이 감소하였으며, 10일 후에 산란율이 0%가 되었다. 비급이 환우구는 절식 2일째부터 산란율이 급격히 감소하여 6일째에 0%가 되었다. 환우 시험 종료 후 산란 후기 사료를 다시 급여하였을 때,

환우 사료와 무염 사료 급여구는 급여 12일째 산란이 다시 시작되었으며, 비급여 환우구는 16일째 산란이 다시 시작되었다. 체중 변화를 보면, 급여 환우구에서는 환우 사료를 급여한 경우, 28일째 48.3%까지 체중의 감량이 있었으나, 무염 사료는 21.4%의 체중 감량을 보였다. 비급여 환우구에서는 절식시킨 9일까지는 체중의 급격한 감소가 있었으나, 9일 이후 환우 사료를 급여하는 19일 동안에는 약간의 증체가 일어났다. 환우가 끝난 후 간, 심장, 난포수란관의 무게를 비교한 결과, 환우처리구에서 무게가 크게 감소하였다( $p < 0.05$ ). 계란 품질은 환우 처리구에서 난중, 난각 두께, 난각 강도 및 하우유니트가 개선되었으나( $p < 0.05$ ), 난황색은 차이가 없었다( $P > 0.05$ ). 전자 현미경을 이용하여 환우를 유도한 계란의 난각 조직은 환우 처리구의 난각 조직이 비환우구보다 치밀하였다. 결론적으로, 급여 환우가 동물 복지의 관점에서 절식환우를 대신할 수 있을 것으로 사료되나, 금후 추가적인 연구가 요구된다.

## 사 사

본 연구는 2007년 농촌진흥청 축산과학원의 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. *Poult Sci* 66:1298-1305.
- 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. *Poult Sci* 62:409-413.
- Bar S, Razaphkovsky D, Shinder D, Vax E 2003 Alternative procedures for molt induction: Practical aspects. *Poult Sci* 82:543-550.
- Begin JJ, Johnson TH 1976 Effect of dietary salt on the performance of laying hens. *Poult Sci* 55:2395-2404.
- Bell DD 2003 Historical and current molting practices in the U.S. table egg industry. *Poult Sci* 82:965-970.
- Bell DD, Kuney DR 1992 Effect of fasting and post-fasting diets on performance in molted flocks. *J Appl Poult Res* 1:200-206.
- Bell DD, Kuney DR 2004 Farm evaluation of alternative molting procedures. *J Appl Poult Res* 13:673-679.
- Berry WD, Brake J 1985 Comparison of parameters associated with molt induced by fasting, zinc, and low dietary sodium in caged layers. *Poult Sci* 64:2027-2036.
- 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. *Poult Sci* 66:218-226.
- Biggs PE, Persia ME, Koelkebeck KW, Parsons CM 2003 Evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poult Sci* 82:749-753.
- Biggs PE, Persia ME, Koelkebeck KW, Parsons CM 2004 Further evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poult Sci* 83:745-752.
- Brake J, Thaxton P, Garlich JD, Sherwood DH 1979 Comparison of fortified ground corn and pullet grower feeding regimes during a forced molt on subsequent layer performance. *Poult Sci* 58:785-790.
- 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. *Poult Sci* 84:362-369.
- Duncan DB 1995 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.
- Egg Industry 2000 McDonald's target the egg industry. *Egg Ind* 105:10-13.
- Gilbert AB, Peddie J, Mitchell GG, Taegue PW 1981 The egg-laying response of the domestic hens to variation in dietary calcium. *Br Poult Sci* 22:537-548.
- Harms RH 1981 Effect of removing salt, sodium, or chloride from the diet of commercial layers. *Poult Sci* 60:333-336.
- Harms RH 1983 Influence of protein level in the resting diet upon performance of force rested hens. *Poult Sci* 62:273-276.
- Hughes BO, Whitehead CC 1979 Behavioural changes associated with the feeding of low-sodium diets to laying hens. *Appl Anim Ethol* 5:255-266.
- Keshavarz K, Quimby FW 2002 An investigation of different molting techniques with an emphasis on animal welfare. *J Appl Poult Res* 11:54-67.
- Koelkebeck KW, Parsons CM, Douglas MW, Leeper RW, Jin

- S, Wang X, Zhang Y, Fernandez S 2001 Early postmolt performance of laying hens fed a low-protein corn molt diet supplemented with spent hen meal. *Poult Sci* 80:353-357.
- Koelkebeck KW, Parsons CM, Leeper RW, Jin S, Douglas MW 1999 Early postmolt performance of laying hens fed a low-protein corn molt diet supplemented with corn gluten meal, feather meal, methionine, and lysine. *Poult Sci* 78:1132-1137.
- Koelkebeck KW, Parsons CM, Leeper RW, Moshtaghian J 1991 Effect of protein and methionine levels in molt diets on post-molt performance of laying hens. *Poult Sci* 70:2063-2073.
- Koelkebeck KW, Parsons CM, Leeper RW, Moshtaghian J 1992 Effect of duration of fasting on post-molt laying hen performance. *Poult Sci* 71:434-439.
- Lee K 1982 Effects of forced moult period on post-moult performance of Leghorn hens. *Poult Sci* 61:1954-1598.
- Monsi A, Enos HL 1977 The effects of lowdietary salt on egg production. *Poult Sci* 56:1373-1380.
- Naber EC, Latshaw JD, Marsh GA 1984 Effectiveness of low sodium diets for recycling of egg production type hens. *Poult Sci* 63:2419-2429.
- Nesbeth WG, Douglas CR, Harms RH 1976a Response of laying hens to a low salt diet. *Poult Sci* 55:2128-2133.
- Nesbeth WG, Duglas CR, Harms RH 1976b The potential use of dietary salt deficiency for the force resting of laying hens. *Poult Sci* 55:2375-2380.
- Ross E, Herrick RB 1981 Forced rest induced by molt or low-salt diet and subsequent hen performance. *Poult Sci* 60:63-67.
- Said NW, Sullivan TW, Bird HR, Sunde ML 1984 A comparison of the effect of two force molting methods on performance of two commercial strains of laying hens. *Poult Sci* 63:2399-2403.
- SAS 1999 SAS suer guide. release 6.11 edition. SAS Inst Inc Cary NC USA.
- Shippee RI, Stake PE, Koehn U, Lambert JL, Simmons III RW 1979 High dietary zinc or magnesium as force-resting agents for laying hens. *Poult Sci* 58:949-954.
- Smith R 2002 FMI, NCCR roll out husbandry standards. *Feed-stuffs Vol. 74(27):1*.
- United Egg Procedures 2002 Molting. Pages 8-9 in *Animal Husbandry Guidelines*. UEP, Alpharetta, GA.
- Webster AB 2003 Physiology and behavior of the hen during induced molt. *Poult Sci* 82:992-1002.
- Whitehead CC, Shannon DWF 1974 The control of egg production using a low-sodium diet. *Br Poult Sci* 15:429-434.
- Whitehead CC, Sharp PJ 1976 An assessment of the optimal range of dietary sodium for inducing a pause in laying. *Br Poult Sci* 17:601-611.
- Wu G, Gunawardana P, Bryant MM, Voitle RA, Roland Sr DA 2007 Effect of molting method and dietary energy on post-molt performance, egg components, egg solid, egg quality in Bovans White and Dekalb White Hens during second cycle phases two and three. *Poult Sci* 86:869-876.
- Zimmermann NG, Andrews DK 1990 Performance of leghorn hens induced to molt by limited feeding of diets varying in nutrient density. *Poult Sci* 69:1883-1891.
- Zimmermann NG, Andrews DK, McGinnis J 1987 Comparison of several induce molting methods on subsequent performance of Single Comb White Leghorn hens. *Poult sci* 66:408-417.
- 한국사양표준(가금) 2002 농림부·농촌진흥청 축산과학원. 홍의철, 나재천, 유동조, 장법귀, 김학규, 최양호, 박희두, 황보 중 2007 산란계에서 급이 환우가 산란계의 생산성과 계란의 품질 및 주요장기에 미치는 영향 한국가금학회지 34(3):197-205.