

## 급이에 의한 강제 환우 방법이 산란계의 생산성과 계란 품질에 미치는 영향

나재천 · 유동조<sup>†</sup> · 방한태 · 김상호 · 김지혁 · 강근호 · 김학규 · 박성복 · 서옥석 · 장병귀<sup>1</sup> · 최종태<sup>2</sup> · 최호성<sup>3</sup>

농촌진흥청 축산과학원 가금과, <sup>1</sup>농촌진흥청 난지농업연구소, <sup>2</sup>농촌진흥청 지도정책과, <sup>3</sup>전북대학교 동물자원과학부

### Effect of Feeding-Induced Molting on the Performance and Egg Quality in Laying Hens

J. C. Na, D. J. Yu<sup>†</sup>, H. T. Bang, S. H. Kim, J. H. Kim, G. H. Kang, H. K. Kim,  
S. B. Park, O. S. Suh, B. G. Jang<sup>1</sup>, J. T. Choi<sup>2</sup> and H. S. Choi<sup>3</sup>

Poultry Science Division, National Institute of Animal Science, R.D.A., Korea

<sup>1</sup>National Institute of Subtropical Agriculture, R.D.A., Korea

<sup>2</sup>Extension Planning Division, R.D.A., Korea

<sup>3</sup>School of Animal Science & Biotechnology, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

**ABSTRACT** Animal welfare advocates, claim that the induced molting by fasting be avoided. This study was conducted to evaluate the effect of molting induced by various feeding methods on productivity and egg quality in laying hens. We used 400 flocks of 60-week-old leghorn laying hens in four treatments(five replicates of 20 hens each): fasting method (C), feeding single corn grain diet (T1), feeding single wheat bran diet (T2) and feeding single alfalfa meal diet (T3). As the result of the experiment, egg production and daily egg mass significantly decreased only in T1 compared with the control during the 1~4th week after the secondary egg laying ( $P<0.05$ ). Although the amount of feed intake was significantly less in T1 group during the 1~4th week compared to the control, no significant difference was detected during the total period ( $P>0.05$ ). In addition, no significant difference of feed conversion was observed between treatment groups.

In terms of egg quality, the egg shell thickness was significantly improved in T1 group than the control group by feeding only corn at the 10th and 14th week after the secondary egg laying ( $P<0.05$ ), but the significant decrease was observed at the corn (T1) and wheat bran (T2) fed treatment groups than the control group at the 26th week of the experiment ( $P<0.05$ ). The eggshell strength and haugh unit did not show any difference by the molting methods. Egg yolk color was significantly decreased in T1 and T2 group than the control group at the 6th week ( $P<0.05$ ). However, T1 and T2 group resulted to show significantly high egg yolk color at the 18th week of the experiment ( $P<0.05$ ). As the result of the experiment, no large difference was observed in the productivity by the feeding molting method and by the fasting induced molting method. In addition, the single diet fed feeding induced molting method by using alfalfa revealed to show more satisfactory trend than the corn or wheat bran single diet fed feeding induced molting methods even if no statistically significant difference was found in terms of egg productivity.

(Key words : feeding induced molting, egg production, egg quality, White Leghorn, laying hens)

## 서 론

과거에는 양계 산업에서 절식, 절수 및 점등 시간을 이용하여 환우를 강제로 유도하였으며, 대부분의 산란계 농가는 강제 환우 방법으로 5~14일 동안 사료 급이를 중단하는 절식 방법이 통용되어왔다(Bell and Kuney, 2004). 이러한 강제 환우 방법에 대하여 동물 보호론자들은 동물 복지를 외면한

동물 학대라고 비난하였다. 산란계에서 강제 환우는 육성비 절감, 산란율 향상, 호우 유니트 및 난각질 개선 등의 장점이 있지만, 절식 및 절수에 따른 스트레스로 폐사율 증가, 강제 환우 후에 난중의 지나친 증가 등의 문제점도 있다(Baker et al., 1983).

이러한 강제 환우에 대한 동물 보호론자들은 동물 복지를 외면한 동물 학대라며 조직적인 반대 운동이 시작되면서, 최

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

근 동물 복지의 관점에서 다양한 글로벌 기업이나 식품회사들은 절식 방법의 강제 환우를 유도한 양계업자들이 생산한 계란 구매를 거부하는 경우도 생겨나기 시작했다(Egg Industry, 2000; Smith, 2002). 따라서 많은 연구자들과 계란 생산업자들에 의해 절식에 대체할 강제 환우 방법을 찾는 연구가 시도되고 있다(UEP, 2002). 특히 미국에서는 2006년 1월 1일부터 UEP 동물 보호 프로그램에 등록되어 있는 모든 양계업자들은 비절식 강제 환우 방법을 이용하기 시작하였다.

급이에 의한 강제 환우 방법은 1970년대부터 1990년대에 걸쳐서 부분적으로 연구되어 왔는데, 포도박(McKeen, 1984)과 같은 저영양성 사료 성분이나, 칼슘(Gilbert and Blair, 1975), 아연(Stevenson and Jackson, 1984; Berry and Brake, 1987), 염화물(Harms, 1991), 나트륨(Whitehead and Shannon, 1974), 알루미늄(Hussein et al., 1989)과 같은 광물질을 이용하여 환우를 시행한 후 난각, 호우유니트 등이 개선되었다.

특히, 저나트륨(Nesbeth et al., 1976; Scheideler et al., 2002)과 고아연(McCormick and Cunningham, 1987)은 사료 섭취량의 억제를 통해 산란 정지를 유도하였다. Biggs et al.(2004)은 밀과 옥수수 위주의 환우 유도 사료를 급여시에 10일 동안 절식시킨 대조구와 동일한 성적을 보였다고 하였으며, Donaldson et al.(2005)은 알팔파와 산란 사료의 다양한 비율을 이용한 환우 유도가 강제 환우 후 생산성을 향상시켰다고 하였다. 또한, 홍의철 등(2007)은 저단백질, 저에너지 사료를 급여한 급이 환우구와 환우구의 산란율은 차이가 없었다고 보고하였다.

따라서 본 시험은 동물 복지 차원에서 절식에 의한 강제 환우를 지양하고 비절식에 의한 강제 환우 방법이 산란계의 생산성 및 난질에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 사양 실험

본 시험의 공시계는 60주령 White Leghorn으로서 사양 시험은 2007년 6월 21일부터 2008년 2월 13일까지 환우 기간을 포함하여 총 34주간 개방식 산란 계사에서 수행하였다. 실험 설계는 절식(C), 옥수수 단일 급여(T1), 밀기울 단일 급여(T2), 알팔파 단일 급여(T3)한 전체 4개의 처리구에 처리구당 5반복, 반복당 20수씩 전체 400수를 개체별 케이지에 배치하였다. 사료는 체중이 강제 환우 전에 비하여 20~30%까지 감소될 때까지 대조구는 절식, T1구는 1일 45 g, T2구는 1일 45 g 및 T3구는 1일 50 g씩 급이하였다. 대조구와 T3구

는 시험 개시후 각각 12일만에 체중이 24% 감소되었으며, T1구는 36일만에 체중이 20% 감소되었고, T2구는 36일만에 체중이 27% 감소되었는데, 체중 감소 목표에 도달한 후에는 산란 사료를 자유 채식하도록 하였다. 점등은 시험 개시 후 자연 일조를 유지하였는데, 모든 처리구가 체중 감소 목표에 도달한 36일후에 17시간 고정 점등하였다.

시험에 사용된 옥수수, 밀기울, 알팔파의 일반 성분 함량은 Table 1에 나타내었는데, 조단백질 함량은 각각 9.00, 19.94, 11.47%였으며, 에너지 함량은 각각 2,978, 3,123 및 2,697 kcal/kg였다.

### 2. 조사 항목

#### 1) 산란율, 난중 및 사료 섭취량

계란은 2차 산란이후 매일 오후 2시에 집란하여 난중 및 산란율을 조사하였고, 사료 섭취량은 산란 사료를 무제한 급이한 이후 매주 조사하여 사료 요구율(사료 섭취량/1일 산란량)을 계산하였다.

#### 2) 계란 품질

강제 환우 후 산란된 계란의 품질 분석을 위하여 2차 산란후 6, 10, 14, 18, 22 및 26주에 반복별로 10개씩 집란하여 조사였다. 난각 강도와 난각 두께는 FHK(Fujihara Co. Ltd., Saitama, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 계란 내부 품질인 Haugh unit 및 Egg yolk color는 QCM+(Technical Services & Supplies, York, England)를 이용하여 측정하였다.

### 3. 통계 분석

실험에서 얻어진 모든 자료들의 통계 분석은 Statistical Analysis System(SAS release ver 8.02, 2002)의 General Linear Model(GLM) procedure를 이용하여 분산 분석을 실시하였고, 처

**Table 1.** The general ingredient of feed which is used in experiments

Item	Corn	Wheat bran	Alfalfa meal
Moisture (%)	14.38	11.75	9.87
Crude protein (%)	9.00	19.94	11.47
Crude fat (%)	3.28	3.84	1.00
Crude fiber (%)	1.93	8.74	35.15
Crude ash (%)	1.30	5.29	17.74
ME (kcal/kg)	2,978	3,123	2,697

리구간에 유의성은 Duncan's multiple range-test(Duncan, 1955)를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 산란율, 난중, 사료 섭취량

사료 급여 방법을 달리한 강제 환우 방법이 산란계의 산란율 및 난중에 미치는 영향은 Table 2와 Table 3에 나타나 있다. 2차 산란개시 후, 1~4주간의 산란율은 T1구가 25.2%로 대조구에 비해 산란율이 유의적으로 감소하였으나( $P<0.05$ ), 2차 산란 이후 전 기간의 산란율은 C, T1, T2 및 T3구가 각각 71.6, 69.0, 72.6 및 73.0%로 강제 환우 방법간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 난중도 처리구간에 통계적인 차이가 없었다.

이러한 결과는 Biggs et al.(2004)이 밀과 옥수수 위주의 환우 유도 사료를 급여시에 10일 동안 절식시킨 대조구와 거의 동일한 성적을 얻었다는 보고와 유사하였다.

환우 방법의 차이가 1일 산란량, 사료 섭취량 및 사료 요구율에 미치는 영향은 Table 4~6에 나타내었다. 1일 산란량은 2차 산란후 1~4주에 T1구가 15.5로 대조구에 비하여 유의적으로 감소하였으나( $P<0.05$ ), 전 시험 기간 동안에는 처리구간에 차이는 없었다. 사료 섭취량은 1~4주간에 T1구가 78.3 g으로 다른 처리구에 비하여 유의적으로 낮았으며( $P<$

0.05), 비절식 처리구에서는 T3구가 91.0 g으로 가장 섭취량이 높게 나타났다( $P<0.05$ ).

2차 산란 후 5~8주에서는 밀기울을 급여한 T2구가 116.7 g으로 다른 처리구에 비하여 유의적으로 사료를 많이 섭취하였으며( $P<0.05$ ), 9~12주의 사료 섭취량은 대조구와 비교시에 통계적인 차이는 없었으나, 비절식 처리구간에서는 T1구보다 알팔파를 급여한 T3구가 122.8 g으로 유의적으로 많이

**Table 3.** Effect of feeding induced molting on the egg weight in laying hens

Weeks	Treatment				SEM <sup>1</sup>
	C	T1	T2	T3	
	-----g-----				
1~4	61.7	61.4	61.5	61.9	0.26
5~8	65.3	64.8	65.3	64.6	0.22
9~12	67.0	66.7	66.6	66.7	0.24
13~16	68.0	67.6	67.1	67.9	0.30
17~20	68.7	68.5	67.6	69.0	0.28
21~24	69.1	68.5	67.9	69.3	0.30
25~28	69.6	69.0	68.7	69.7	0.32
1~28	67.0	66.0	66.4	67.0	0.24

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean.

**Table 2.** Effect of feeding induced molting on the egg production in laying hens

Weeks	Treatment				SEM <sup>1</sup>
	C	T1	T2	T3	
	----- % -----				
1~4	39.4 <sup>a</sup>	25.2 <sup>b</sup>	45.4 <sup>a</sup>	43.5 <sup>a</sup>	2.02
5~8	79.4	77.8	83.5	80.9	0.98
9~12	81.8	84.3	82.6	84.8	0.86
13~16	80.4	80.7	81.6	82.5	0.94
17~20	79.0	76.1	75.5	79.3	1.04
21~24	71.9	69.8	69.8	71.7	1.43
25~28	69.3	69.1	69.6	68.2	1.31
1~28	71.6	69.0	72.6	73.0	0.91

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean.

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

**Table 4.** Effect of feeding induced molting on the daily egg mass in laying hens

Weeks	Treatment				SEM <sup>1</sup>
	C	T1	T2	T3	
1~4	24.3 <sup>a</sup>	15.5 <sup>b</sup>	27.9 <sup>a</sup>	26.9 <sup>a</sup>	1.28
5~8	51.8	50.4	54.5	52.3	0.65
9~12	54.8	56.2	55.0	56.6	0.64
13~16	54.7	54.5	54.7	56.0	0.74
17~20	54.2	52.2	51.1	54.7	0.80
21~24	49.7	47.8	47.8	47.4	1.04
25~28	48.3	47.7	47.8	47.4	0.93
1~28	48.2	46.3	48.3	49.1	0.66

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean.

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

섭취하였다( $P<0.05$ ). 시험 전 기간의 사료 요구율은 대조구, T1구, T2구 및 T3구가 각각 2.42, 2.61, 2.40 및 2.40으로 강제 환우 방법간에 차이를 보이지 않았다.

2. 계란 품질

비절식 강제 환우 방법이 계란 품질에 미치는 영향은

**Table 5.** Effect of feeding induced molting on the feed intake in laying hens

Weeks	Treatment				SEM <sup>1</sup>
	C	T1	T2	T3	
	-----g-----				
1~4	89.8 <sup>ab</sup>	78.3 <sup>c</sup>	86.0 <sup>b</sup>	91.0 <sup>a</sup>	1.33
5~8	98.6 <sup>b</sup>	98.3 <sup>b</sup>	116.7 <sup>a</sup>	96.9 <sup>b</sup>	2.14
9~12	115.9 <sup>ab</sup>	110.0 <sup>b</sup>	117.9 <sup>ab</sup>	122.8 <sup>a</sup>	1.60
13~16	118.6	117.0	120.0	120.9	0.94
17~20	117.7	114.5	113.8	120.3	1.18
21~24	112.7	113.8	117.2	116.1	0.99
25~28	118.4	120.6	118.7	123.0	1.13
1~28	110.2	107.5	112.9	113.0	0.85

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean.

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

**Table 6.** Effect of feeding induced molting on the feed conversion in laying hens

Weeks	Treatment				SEM <sup>1</sup>
	C	T1	T2	T3	
1~4	3.74 <sup>b</sup>	5.09 <sup>a</sup>	3.11 <sup>c</sup>	3.42 <sup>bc</sup>	0.19
5~8	1.91 <sup>b</sup>	1.95 <sup>b</sup>	2.14 <sup>a</sup>	1.85 <sup>b</sup>	0.03
9~12	2.12 <sup>a</sup>	1.96 <sup>b</sup>	2.15 <sup>a</sup>	2.17 <sup>a</sup>	0.03
13~16	2.19	2.15	2.19	2.16	0.03
17~20	2.18	2.20	2.23	2.20	0.03
21~24	2.29	2.40	2.48	2.35	0.05
25~28	2.48	2.55	2.49	2.60	0.05
1~28	2.42	2.61	2.40	2.40	0.04

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean.

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

Table 7~9 및 10에 수록하였다. 난각 두께는 2차 산란 후 10, 14주에 T1구가 각각 385.6, 396.4  $\mu\text{m}$ 로 대조구에 비해 유의적으로 개선되었지만( $P<0.05$ ), 26주에는 T1구와 T2구가 각각 359.2, 354.0  $\mu\text{m}$ 로 대조구의 382.8  $\mu\text{m}$ 에 비하여 유의적으로 감소되었다( $P<0.05$ ). 난각 강도는 전 시험 기간 동안 처리구간에 유의적인 차이를 나타내지는 않았으며, 계란의 신선도를 나타내는 호우 유니트도 처리구간에 통계적인 차이를 보이지 않았다. 난황색은 6주에 옥수수과 밀기울 처리구가 각각 6.4, 6.5로서 대조구의 7.6에 비하여 유의적으로 낮았으나( $P<0.05$ ), 18주에는 옥수수, 밀기울 급여구가 각각 8.3

**Table 7.** Effect of feeding induced molting on eggshell thickness of eggs in laying hens

Week	Treatment				SEM <sup>1</sup>
	C	T1	T2	T3	
	----- $\mu\text{m}$ -----				
6	353.7	360.0	356.0	364.4	2.77
10	358.4 <sup>b</sup>	385.6 <sup>a</sup>	373.2 <sup>ab</sup>	369.2 <sup>ab</sup>	3.07
14	369.6 <sup>b</sup>	396.4 <sup>a</sup>	379.6 <sup>ab</sup>	381.6 <sup>ab</sup>	3.19
18	380.8	374.0	373.6	390.4	2.95
22	379.6	386.4	392.8	382.4	3.85
26	382.8 <sup>a</sup>	359.2 <sup>b</sup>	354.0 <sup>b</sup>	382.8 <sup>a</sup>	4.14

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean.

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

**Table 8.** Effect of feeding induced molting on eggshell breaking strength of eggs in laying hens

Week	Treatment				SEM <sup>1</sup>
	C	T1	T2	T3	
	----- $\text{kg/cm}^2$ -----				
6	3.5	3.6	3.7	3.4	0.08
10	3.5	3.7	3.5	3.5	0.07
14	3.4	3.6	3.5	3.5	0.08
18	3.4	3.2	3.3	3.4	0.07
22	3.3	3.7	3.5	3.3	0.09
26	3.1	2.9	3.2	3.2	0.09

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean.

**Table 9.** Effect of feeding induced molting on haugh unit of eggs in laying hens

Week	Treatment				SEM <sup>1</sup>
	C	T1	T2	T3	
6	81.0	81.2	82.7	81.9	0.95
10	78.6	77.7	77.7	81.7	0.13
14	74.0	75.3	79.5	75.4	1.10
18	74.8	73.7	74.4	72.7	1.14
22	72.8	73.2	72.2	72.1	0.92
26	73.8	73.5	75.4	74.5	0.97

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean.

**Table 10.** Effect of feeding induced molting on egg yolk color of eggs in laying hens

Week	Treatment				SEM <sup>1</sup>
	C	T1	T2	T3	
6	7.6 <sup>a</sup>	6.4 <sup>b</sup>	6.5 <sup>b</sup>	7.3 <sup>a</sup>	0.09
10	6.4	6.7	6.2	6.5	0.08
14	6.6	7.1	7.4	6.6	0.08
18	7.5 <sup>b</sup>	8.3 <sup>a</sup>	8.2 <sup>a</sup>	6.9 <sup>c</sup>	0.10
22	8.6	8.7	8.9	9.1	0.09
26	7.6	8.2	8.0	8.0	0.09

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean.

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

및 8.2로서, 대조구나 알팔파 급여구보다 유의적으로 개선되었다( $P < 0.05$ ).

본 실험의 결과는 Keshavarz and Quimby(2002)은 다양한 사료 급여 방법이 강제 환우 후 계란의 호우 유니트와 난중, 난각질이 차이가 있으며, 무염 사료를 급여한 환우 처리구에서 난중, 난각 두께, 난각 강도, 및 호우 유니트가 개선되었다는 홍의철 등(2007)의 보고와 동일하게 처리구에 따른 다양한 결과를 보였다.

## 적 요

본 시험은 동물 복지 차원에서 절식에 의한 강제 환우를

지양하고 사료를 급여하는 강제 환우 방법이 산란계의 생산성 및 난질에 미치는 영향을 알아보기로 60주령 White Leghorn 산란계 400수를 공시하여 34주간 실시하였다.

처리구는 관행적으로 절식한 환우구(C), 옥수수 단일 사료 급여(T1), 밀기울 단일 사료 급여(T2) 및 알팔파 단일 사료를 급여(T3)한 4처리로서, 처리구당 5반복, 반복당 20수씩 철제 케이지에 완전 임의 배치하였다.

시험 결과 산란율 및 1일 산란량은 산란 후 1~4주간에만 T1에서 대조구에 비하여 유의적으로 감소하였으나( $P < 0.05$ ), 전 시험 기간 동안에는 강제 환우 방법간에 차이를 보이지 않았다. 사료 섭취량은 1~4주에 T1에서 대조구에 비하여 통계적으로 감소하였으나( $P < 0.05$ ), 전 시험 기간에는 처리구간에 차이가 없었다. 또한, 사료 요구율도 전 시험 기간 동안 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

난각 두께는 산란 후 10, 14주에 옥수수만을 급여한 T1구가 대조구에 비하여 유의적으로 개선되었으나( $P < 0.05$ ), 26주에는 옥수수(T1)와 밀기울(T2)만을 급여한 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 감소하였다( $P < 0.05$ ). 난각 강도와 호우 유니트는 환우 방법에 따른 차이를 보이지 않았다. 난황색은 6주에 T1구와 T2구가 대조구에 비하여 유의적으로 감소하였으나( $P < 0.05$ ), 18주에는 T1구와 T2구가 대조구나 T3구에 비하여 유의적으로 높았다( $P < 0.05$ ). 시험 결과 사료 급여와 절식을 이용한 강제 환우 방법간에 생산성에서는 커다란 차이를 보이지 않았으며, 난질에서도 차이를 보이지는 않았다. 또한 사료 급여를 이용한 강제 환우에서는 알팔파만을 단독으로 급여한 강제 환우 방법이 옥수수나 밀기울을 급여한 강제 환우 방법보다는 생산성에서 통계적으로 유의차는 보이지 않았으나 우수한 경향을 보였다.

(색인어 : 급여 환우, 산란율, 난질, 백색 레그혼, 산란계)

## 인용문헌

- 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.
- Bell DD, Kuney DR 2004 Farm evaluation of alternative molting procedures. J Appl Poultry Res 13:673-679.
- Berry WD, Brake J 1987 Postmolt performance of laying hens molted by high dietary zinc, low dietary sodium, and fasting: Egg production and eggshell quality. Poultry Sci 66:

- 218-226.
- Biggs PE, Persia ME, Koelkebeck KW, Parsons CM 2004 Further evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poultry Sci* 83:745-752.
- Donalson LM, Kim WK, Woodward CL, Herrera P, Kubena LF, Nisbet DJ, Ricke SC 2005 Utilizing different rations of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. *Poultry Sci* 84:362-369.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. *Biometric* 11:1-4.
- Egg Industry 2000 McDonald's target the egg industry. *Egg Ind.* 105:10-13.
- Gilbert AB, Blair R 1975 A comparison of the effects of two low calcium diets on egg production in the domestic fowl. *Br Poultry Sci* 16:547-552.
- Harms RH 1991 Effect of removing salt, sodium of chloride from the diet of commercial layers. *Poultry Sci* 70:333-336.
- 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.
- Keshavarz K, Quimby FW 2002 An investigation of different molting techniques with an emphasis on animal welfare. *J Appl Poult Res* 11:54-67.
- McCormick CC, Cunningham DL 1897 Performance and physiological profiles of high dietary zinc and fasting as methods of inducing forced rest: A direct comparison. *Poultry Sci* 66:1007-1013.
- McKeen WD 1984 Feeding grape pomace to Leghorn hens as an alternative to starvation to induce a molt. *Poultry Sci* 63(Suppl):148-149.(Abstr.).
- Nesbeth WG, Douglas CR, Harms RH, 1976 Response of laying hens to a low salt diet. *Poultry Sci* 55:2128-2133.
- SAS 2002 SAS User's guide. Statistics, Version 8.e, 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 parameter. *Poultry Sci* 81(Suppl.1):22-23. (Abstr.).
- Smith R 2002 FMI, NCCR roll out husbandry standards. *Feed-stuffs* Vol. 74(27):1.
- Stevenson MH, Jackson N 1984 Comparison of dietary hydrated copper sulfate, dietary zinc oxide, and a direct method for inducing a moult in laying hens. *Br Poultry Sci* 22:505-517.
- United Egg Procedures 2002 Molting. Pages 8~9 in *Animal Husbandry Guidelines*. UEP, Alpharetta.
- Whitehead CC, Shannon DWF 1974 The control of egg production using a low-sodium diet. *Br Poultry Sci* 15:429-434.
- 홍의철 나재천 유동조 김학규 정완태 이현정 김인호 황보종 2007 무염 사료의 급여가 유도환우에 미치는 영향. *한국가금학회지* 34(4):279-286.
- (접수일자: 2008. 06. 09, 채택일자: 2008. 06. 26)