

산란계에서 급이환우가 산란계의 생산성과 계란의 품질 및 주요 장기에 미치는 영향

홍의철^{1a} · 나재천^{1a} · 유동조¹ · 장병귀¹ · 김학규¹ · 최양호² · 박희두¹ · 황보 중^{1,*}

¹농촌진흥청 축산과학원, ²경상대학교 동물자원과학부

Effects of Feeding Induced Molting on the Performance, Egg Quality, and Visceral Organs in Laying Hens

E. C. Hong^{1a}, J. C. Na^{1a}, D. C. You¹, B. G. Jang¹, H. K. Kim¹, Y. H. Choi², H. D. Park¹ and J. Hwangbo^{1,*}

¹National Institute of Animal Science, ²Department of Animal Science, Gyengsang National University

ABSTRACT This study was conducted to compare the effect of feeding molting and fasting molting on the performance, egg quality, and visceral organs in laying hens for animal welfare. Eighty one 62-wk-old White Leghorn hens that egg production was over 80% and average weight was 1.6±0.3 kg were used in this study. Treatments were control (non-molt treatment), feeding molt treatment, and fasting molt treatment. The three 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. Induced molt diets contains low CP (6.7%) and low energy (2,200 kal/kg). Test periods were 14 days for feeding molting and 10 days for fasting molting. Egg production decreased to be 0% at 10 days of feeding molting treatment, but at 2 or 3 days of fasting molting treatment. Egg production restarted after 19 days ending molt at feeding molting treatment, while after 24 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

근대 양계 산업은 양계장의 대규모화에 수반하여 마택, 뉴케슬, 마이코플라스마, 폐렴 등의 질병 발생과 이러한 질병 대책의 일환으로서 all in-all out 방식이 도입됨과 같이 단기갱신의 보급에 의해 육성 경비가 증대되어왔다. 특히, 산란계의 경제 수명 연장과 육성비(갱신비) 절감을 위한 대응책의 하나로, 양계 업계에서는 산란계를 단기간, 절식시켜 강제적으로 환우를 유도하는 사양 관리 기술이 생산 현장에 널리 보급되었다.

유도 환우는 육성 경비의 절감, 산란율, 하우 유니트, 난각질 등의 개선 및 정상란 비율의 향상 등 여러 가지 이점이 기대될 수 있는 반면, 절식에 따른 과중한 스트레스에 의한 폐사의 증가, 환우 중 분변 성상의 악화에 따르는 작업성의

악화, 환우 후 난중의 과대화 등의 문제점도 가지고 있다 (Baker 등, 1983). 특히, 절식에 의한 유도 환우는 동물 복지 관점에서 산란계의 사육 환경이나 사육 관리 방법 등이 문제가 되고 있으며(Egg Industry, 2000), 환우 후 살모넬라 오염 등의 문제도 있어(Holt, 1993; Corrier 등, 1997; Durant 등, 1999; Ricke, 2003), 급이에 의한 유도 환우법에 관한 연구가 EU 국가 및 미국을 중심으로 활발히 진행되고 있다. 급이에 의한 유도 환우의 기술은 스트레스 저감과 생존율 개선, 환우 중의 계분 정상 개선에 의한 작업성의 향상, 장내 세균총의 유지와 살모넬라의 정착 억제, 환우 중에 있어서 정상적 골격 유지와 환우 후의 난각질과 하우 유니트의 개선 및 면역 기능 유지 등의 효과가 기대되고 있다.

급이에 의한 환우 유도법은 1970년대부터 1990년대에 걸쳐서 부분적으로 연구되어 왔다. 포도박(McKeen, 1984), 과

^a First two authors equally contributed to this work

* To whom correspondence should be addressed : kohb@rda.go.kr

르박(Zimmermann 등, 1987)과 같은 저영양성 사료 성분이나 아연(Stevenson과 Jackson, 1984; Berry와 Brake, 1985), 나트륨(Whitehead와 Shannon, 1974; Harms, 1991), 염화물(Harms, 1991), 칼슘(Gilbert와 Blair, 1975), 알루미늄(Hussein 등, 1989), 구리(Stevenson과 Jackson, 1984) 등과 같은 광물질의 이용은 환우 후 난질(난각, 하우유니트)을 향상시켰다. 특히, 저나트륨(Nesbeth 등, 1976; Ross와 Herrick, 1981; Scheideler 등, 2002)과 고아연(Berry와 Brake, 1987; McCormick와 Cunningham, 1987) 사료의 섭취량의 감소를 통해 산란 정지를 유도하였다. 그러나 이러한 연구들은 기초 사료의 영양 농도가 비교적 높아, 산란 정지와 생식 기관의 위축 단계까지는 도달하지 못하였다.

최근, Biggs 등(2004)은 wheat middlings를 주 원료로 사용한 시험에서 환우 사료 급여구가 10일간 절식시킨 대조구와 거의 동등한 산란 성적을, 그리고 Donalson 등(2005)은 알팔파와 산란 사료의 다양한 비율을 이용한 환우 유도가 환우 후 생산성을 향상시켰다고 보고하였다.

따라서, 본 시험은 동물 복지의 관점에서 급이 환우를 실시하여 절식에 의한 유도 환우법과 비교하고, 환우가 산란계의 생산성과 난질 향상 및 관련 주요 장기에 미치는 영향에 대한 기초 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시 동물, 시험 설계 및 시험 사료

공시 동물은 산란율이 80% 이상인 62주령의 White Leghorn종 산란계 81수(평균 체중 1.6 ± 0.3 kg)를 선별하여 시험에 공시하였다. 시험구는 환우처리를 하지 않은 미환우구를 대조구로 하고, 비급이환우구와 급이환우구의 총 3처리구를 설정하여, 처리구당 3반복, 반복당 9수씩 총 81수를 공시하였다. 시험 사료는 기초 사료로서 한국사양표준(가급, 2002)에서 제시한 산란 후기 사료(조단백질 15%, 대사 에너지 2,700 kcal)를 이용하였고(Table 1), 급이 환우구에 급여한 사료는 CP 6.7%, ME 2,200 kcal/kg인 저단백질, 저에너지 사료를 자체 배합하여 사용하였다(Table 2).

2. 사양 관리

1) 환우 전 준비

환우 개시 7일 전부터 점등시간을 1일 17시간에서 24시간으로 늘리고, 불량계, 병약계, 체중 미달계 등을 제외시켰다.

환우 전, 외부 기생충 구제 및 음수 백신을 하였다. 환경 순치 기간으로서 환우 전 2주간 모든 닭에게 동일한 산란 후기 사료를 급여하였다.

2) 환우 기간 중 사양 관리

순치 기간 종료 후, 미환우구는 시험 종료까지 산란 후기 사료를 계속해서 급여하고, 비급이환우구는 시험 개시 후 5일째부터 10일간의 절식 후 순치 기간에 급여한 산란 후기 사료를 수당 45 g씩 2일 급여하고, 3일째부터는 무제한 급여하였다. 급이 환우구는 시험 첫날까지 포식시키고, 이틀째부터 14일간 1일 1수당 40 g(0~7일), 80 g(8~12일), 100g(13~14일)씩 양을 늘려 급여하였다. 음수는 니플을 이용하여 자유음수를 하였다.

3) 환우 기간 중 점등 관리

증가하는 일조 시간은 산란을 촉진하고 감소하는 일조 시간은 산란을 감소시키는 원리를 이용, 환우 효과를 극대화하

Table 1. Feed formula and chemical composition of basal diet

Ingredients	%
Corn	54.00
Wheat bran	9.70
Soybean meal	18.00
Corn gluten meal	5.00
Salt	0.30
Vit.-mineral premix ¹	0.50
L-lysine	0.50
DL-methionine	0.50
Limestone	7.50
Tricalcium phosphate	1.00
Chemical composition ²	
ME (kcal/kg)	2,700
Crude protein (%)	17.00
Calcium (%)	3.28
Phosphorus (%)	0.63

¹ Provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 12,300 IU; vitamin D₃, 2,500 IU; vitamin E, 20 IU; riboflavin, 5.6 mg; pyridoxine, 1.6 mg; vitamin B₁₂, 14 mg; niacin, 30 mg; pantothenic acid, 12 mg; folic acid, 1.0 mg; biotin, 0.12 mg.

² Calculated values.

Table 2. Feed formula and chemical composition of experimental diet

Ingredients	%
Corn	3.00
Soybean meal	4.00
Corn gluten meal	3.00
Salt	0.20
Vit.-mineral premix ¹	1.00
L-lysine	0.40
DL-methionine	0.40
Limestone	5.00
Tricalcium phosphate	7.00
Rice straw	62.00
Chemical composition ²	
ME (kcal/kg)	2,200
Crude protein (%)	6.70
Calcium (%)	4.56
Phosphorus (%)	1.51

¹ Provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 12,300 IU; vitamin D₃, 2,500 IU; vitamin E, 20 IU; riboflavin, 5.6 mg; pyridoxine, 1.6 mg; vitamin B₁₂, 14 mg; niacin, 30 mg; pantothenic acid, 12 mg; folic acid, 1.0 mg; biotin, 0.12 mg.

² Calculated values.

기 위하여 점등 시간은 개시 7일 전부터 24시간 점등을 실시하고, 첫날부터 14일까지 10시간, 그 후 일주일간 1시간을 늘려 11시간 점등을 실시한 후, 17시간까지 매일 30분씩 점등시간을 늘렸다.

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 측정하였으며, 난각 두께는 분리한 난각의 중앙부를 Digital

indicator(Mitutoyo Co. LTD, Japan)를 이용하여 측정하였다. 하우 유니트(Haugh, 1937)와 난황색은 QCM+(Technical Services and Supplies, York England)를 이용하여 측정하였고, 난각 조직은 전자 현미경(SEM, Scanning Electron Microscope, XL30CP, Philips, Holland)으로 관찰하였다.

3) 환우 후 장기 무게 측정

환우 처리 개시 후 14일째에 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 감소와 회복

근자에 들어 몇몇 글로벌 기업 및 식품 회사들이 동물 복지의 관점에서 절식에 의한 강제 환우로 생산된 계란을 구입하지 않는 등 (Egg Industry, 2000; Smith, 2002), 최근의 이러한 변화들은 국내 산란계 산업에서도 기존 환우 프로그램에 대한 인식을 새로이 하는 계기가 되었다. 따라서, 기존의 절식에 의한 환우 프로그램은 결과적으로 급이에 의한 새로운 환우법의 대체가 요구되고 있다.

Fig. 1과 2는 환우 기간 중 산란율의 감소와 회복에 대하여 절식에 의한 비급이 환우법과 급이에 의한 급이 환우법을 비교하여 그래프로 나타낸 것이다. 급이 환우구는 80% 이상인 산란율이 환우 처리 후 3일째부터 감소하기 시작하여 10일 동안 산란율이 감소하였으며, 10일 후에 산란율이 0%가 되었다. 비급이 환우구는 절식 2일째부터 산란율이 급격히 감소하여 4일째에 0%가 되었다. 산란율이 0%로 떨어진 후, 급이 환우구는 19일째 산란이 다시 시작되었으며, 산란이 시작된 8일 후에 산란율이 50%가 되었고, 14일 후에는 80% 이상의 산란율을 유지하였다. 비급이 환우구는 24일째 산란이 다시 시작되었고, 산란 개시 후, 11일째 산란율이 50%에 도달했으며, 19일 째에 환우 전의 산란율이 유지되었다. 따라서 급이 환우구가 비급이 환우구에 비해 산란이 오래 동안 유지되었으며, 재개 산란의 회복도 빨랐다.

Biggs 등(2003)이 환우용 사료로서 옥수수, 밀기울 및 콘

글루텐밀과 같은 다양한 사료 원료를 급여한 연구에서 옥수수수를 이용한 환우 처리구에서 5~8일 사이에 산란율의 감소가 일어나서 27일까지 1.2%로 감소하여 본 시험의 결과보다

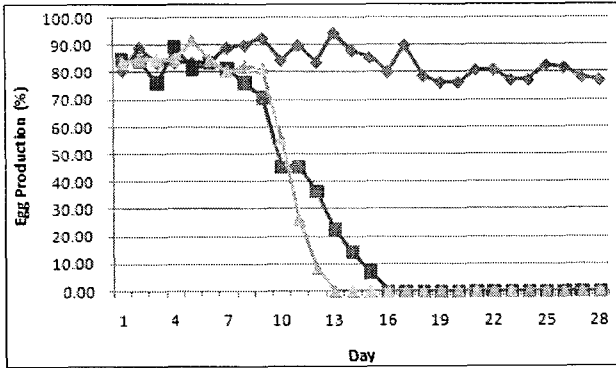


Fig. 1. Daily hen-day egg production during the molt period. Control (◆), Feeding molt (▲), Fasting molt (■).

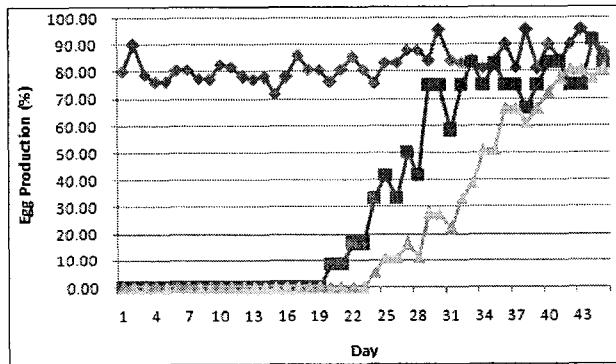


Fig. 2. Daily postmolt, hen-day egg production from d 1 to 42. Control (◆), Feeding molt (▲), Fasting molt (■).

산란율의 감소가 지연되었으나, 밀가루를 이용한 환우 처리구는 10일 안에 산란율이 0%에 도달하여 유사한 결과를 나타냈다. 이들은 환우용 사료에 따른 산란율의 차이는 사료의 특성이나 외형 혹은 사료의 에너지가 때문이며, 사료내 에너지 수준의 감소는 산란율 감소의 중요한 요소가 된다고 하였다. 또한, Keshavarz와 Quimby(2002)는 포도박이 많이 함유된 저에너지 사료가 산란계의 환우를 잘 유도한다고 하였다. 이들 연구의 결과를 보면 옥수수(ME 3,172 kcal/kg)를 이용한 환우 처리구는 본 시험에 사용된 사료(ME 2,200 kcal/kg)에 비해 에너지가가 높기 때문에 산란율 감소 현상이 지연된 것이라 사료된다.

환우 기간에 따른 산란율의 회복은 체구성을 보충하기 위한 시간이 요구된다(Brake 등, 1979; Harms, 1983; Andrews 등, 1987; Zimmermann과 Andrews, 1990; Koelkebeck 등, 1991, 1999). 본 연구에서 산란율의 회복 기간은 Biggs 등(2003)의 연구와 유사하게 나타났으며, 그 원인은 환우 처리 기간이나, 환우용 사료의 에너지 수준과 관련이 있는 것으로 보인다.

2 계란 품질

Table 3은 환우 전후에 급이 환우구와 절식 환우구의 산란율과 계란 품질의 대한 평가를 비교한 결과를 나타낸 것이다. 환우 후의 산란율은 환우 전 산란율까지 완전히 회복이 되었으며, 환우 전후의 처리구 사이에서 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 계란 품질은 환우 후의 산란계의 계란이 난황색을 제외하고 난중, 난각 두께, 난각 강도, 하우 유니트 등이 개선되었다. 환우 전 난중은 각각 61.7, 61.3, 62.4g 처리구 사이에서 유의적인 차이가 없었으나($P>0.05$), 환우 후에는

Table 3. Effect of fasting vs. feeding molt on egg quality in Laying Hens during the molt period

Items	Before molting			After molting			SEM ¹
	Control	Fasting	Feeding	Control	Fasting	Feeding	
Egg production (%)	83.8	85.1	84.2	83.6	84.6	85.2	1.33
Egg weight (g)	61.7 ^b	61.3 ^b	62.4 ^b	62.2 ^b	66.1 ^a	65.5 ^a	1.19
Eggshell thickness (mm)	0.41 ^b	0.39 ^b	0.40 ^b	0.40 ^b	0.44 ^a	0.45 ^a	0.014
Eggshell breaking strength (kg/cm ²)	3.31 ^b	3.24 ^b	3.37 ^b	3.33 ^b	3.78 ^a	3.81 ^a	0.127
Haugh unit (HU)	75.3 ^b	74.9 ^b	75.4 ^b	75.6 ^b	81.1 ^a	79.5 ^a	1.86
Egg yolk color	7.8	8.3	8.1	8.0	8.2	7.9	0.23

¹ Pooled standard error of the mean for 180 laying hens per treatment.

^{a,b} Means with different superscripts in the same row differ significantly ($p<0.05$).

절식 환우구와 급이 환우구에서 각각 66.1 g과 65.5 g으로 나타나, 환우 전과 대조구 사이에 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 환우 전에 난각 두께는 0.39~0.41 mm로 차이가 없었으나($P > 0.05$), 환우 후의 난각 두께는 환우 처리구에서 각각 0.44 mm와 0.45 mm로 두껍게 나타나 개선 효과를 보였다($p < 0.05$). 난각 강도 또한 난각 두께와 마찬가지로 환우 후에 절식 환우구와 급이 환우구에서 각각 3.78 및 3.84 kg/cm²로 환우 전과 대조구에 비하여 높게 나타났다고 보고하였다($p < 0.05$). 하우 유닛 역시 환우 처리한 계란이 각각 81.1과 79.5로 높게 나타났다고 보고하였다($p < 0.05$). 그러나 난황색은 환우를 전후해 차이가 없었다($P > 0.05$).

Biggs 등(2004)의 연구에서는 밀과 옥수수 위주의 환우용 사료를 급여하였을 때, 10일 절식시킨 대조구와 거의 같은 산란 성적을 나타내었으며, 난중과 난각 강도를 향상시켰다. Keshavarz와 Quimby(2002)은 다양한 급이 환우 방법이 하우 유닛과 난중, 난각질을 개선시켰다고 보고하였다. 이런 결과는 본 시험과도 유사하며, 환우를 유도시키기 위한 환우용 사료에 대한 연구가 더욱 요구되어진다. 난각 두께와 난각 강도의 향상은 난각 조직의 치밀도와 관련이 있다(Donelson 등, 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.

칼슘은 난각 형성에 필요할 뿐만 아니라 성선 자극 호르몬의 분비에 중요한 역할을 하기 때문에, 닭에서 난 생산의 유지를 위한 중요한 요소이다(Luck과 Scanes, 1980; Decuyper와 Verheyen, 1986; Brake, 1993). 따라서 사료내 칼슘 함량을 낮춤으로써 난소 수란관의 수축이 유도되며, 계란의 생산을 저지시킨다(Douglas 등, 1972; Gillbert와 Blair, 1975; Hurwitz 등, 1975; Rolon 등, 1993). 저칼슘 사료에 의한 유도 환우 후 최고 산란은 사료 결핍에 의한 유도 환우 후 최고 산란만큼 높지 않지만, 난각질에서 약간 개선될 수 있다(Hurwitz 등, 1975; Rolon 등, 1993)고 하였다.

3. 간, 심장, 난포수란관의 변화

주령이 높은 산란계일수록 복강 지방이 많으며, 간과 심장에 지방 축적이 많아진다(Baker 등, 1983). 이러한 산란계가 제2차 생산주기를 가지고 양질의 계란을 생산하기 위해서는 난포수란관의 수축이 이루어져야 한다. 따라서 난포수란관의 수축은 산란계의 환우시에 나타나는 주요한 특징 중의 하나라고 할 수 있다(Baker 등, 1983; Zimmermann 등, 1987; Bell과 Kunet, 1992; Koelkebeck 등, 1992).

Table 4는 환우시험 종료시 도체시킨 산란계의 간, 심장

및 난포수란관의 무게를 나타내었다. 간의 무게는 대조구, 절식 환우구, 급이 환우구에서 각각 40.7, 40.3 및 40.0 g으로 환우 처리구에서 무게가 감소하였으나, 처리구간에 유의적인 차이는 없었다($P > 0.05$). 심장의 무게는 환우 처리구에서 각각 8.0과 7.8 g으로 나타나 대조구에 비해 무게가 감소하였다($p < 0.05$). 난포수란관의 무게는 절식 환우구와 급이 환우구에서 각각 11.9 g과 8.0 g으로 대조구에 비해 크기와 무게가 줄어들었다($p < 0.05$). Fig. 4는 난포수란관의 수축 정도를 처리구에 따라 비교한 것이다.

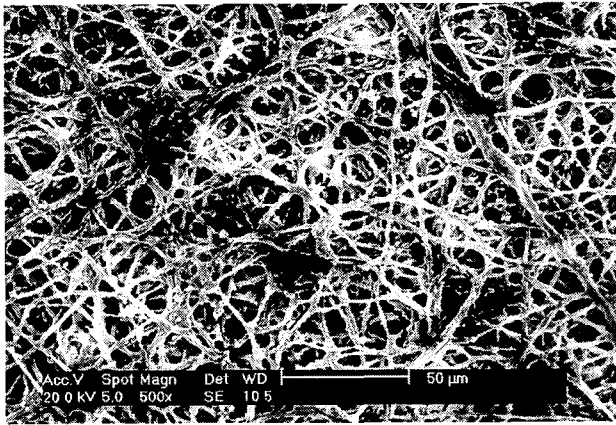
과거에는 절식을 통해 복강지방의 감소나 난포수란관의 수축을 통하여, 생산성과 난질의 향상을 시도하였으나, 근래에는 동물 복지의 관점에서 광물질이나 저에너지 사료를 이용하여 난포수란관의 수축을 유도하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 저 나트륨과 고 아연 사료를 급여한 시험에서, 시험사료의 에너지와 영양 성분이 높아, 난포수란관의 수축을 관찰할 수 없었다(Webster, 2003). 그러나 Keshavarz와 Quimby(2002)와 Biggs 등(2004)이 포도박, 옥수수, 밀기울을 비롯한 다양한 사료 원료의 급이 환우 시험에서 난포수란관의 수축이 있었고, Akram 등(2002)은 절식환우 시에 복강 지방이 감소하고 간, 심장, 난포수란관의 무게가 감소하였다. 본 시험에서 간, 심장 및 난포수란관의 크기나 무게가 감소한다는 점에서 과거의 연구들과 유사한 결과를 나타냈다. 급이 환우는 난포수란관의 수축을 유도하기 때문에 절식 환우와 같이 난질 향상에 도움이 된다. 그러나 주요 장기의 수축으로 인한 부정적인 영향도 인식되어 급이 환우에 대한 세밀한 연구가 요구된다.

적 요

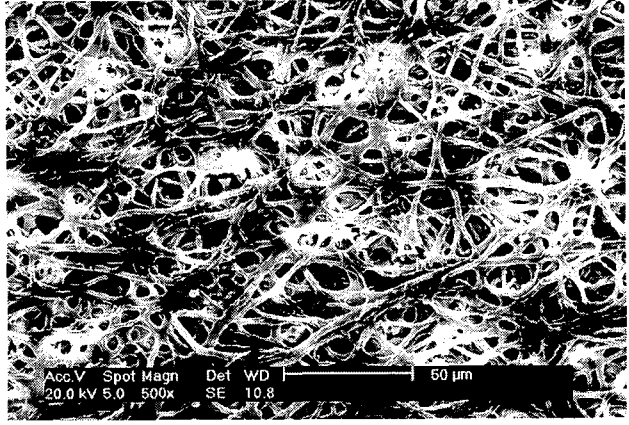
본 시험은 동물복지의 관점에서 국내 처음으로 급이 환우법을 실시하여, 절식에 의한 환우법과 환우 후 산란계의 생산성을 비교 검토하기 위해 수행하였다. 공시동물은 산란율 80% 이상, 평균 체중 1.6±0.3 kg인 62주령 White Leghorn 81수를 이용하였다. 처리구는 환우처리하지 않은 미환우구를 대조구로, 절식 환우구와 급이 환우구를 시험구로, 총 3처리구를 설정하였으며, 처리구당 3반복, 반복당 9수씩 81수를 완전 임의 배치하였다. 환경 순치기 간으로서 환우 전 2주간 모든 공시계에게 동일한 산란 후기 사료(CP 15%, ME 2,700 kal)를 급여하였다. 환우 기간 중 급이 환우구 사료는 저단백질(CP 6.7%), 저에너지(ME 2,200 kal) 사료를 대조구와 동일한 양으로 급여하였다. 환우 기간은 급이 환우구 14일, 절식

환우구는 10일 동안 환우를 유도하였다. 산란율에서, 급이 환우구는 10일 동안 산란이 감소하다가 10일 후에 산란율이 0%가 되었으며, 절식구는 절식 2~3일째에 산란율이 0%가 되었다. 환우 기간이 끝난 후, 급이 환우구는 15일 후에 산란이 다시 시작되었으며, 비급이 환우구는 24일 후 산란이 다

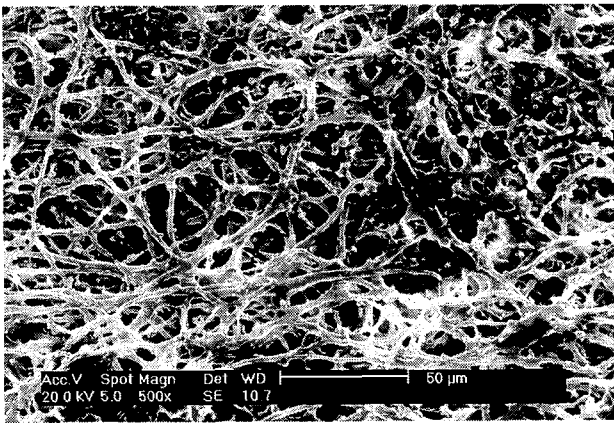
시 시작되었다. 계란 품질은, 환우 처리구에서 난중, 난각 두께, 난각 강도 및 하우 유니트가 개선되었으나($p < 0.05$), 난황색은 차이가 없었다($P > 0.05$). 전자현미경을 이용하여 환우를 유도 한 계란의 난각 조직은 환우 처리구의 난각 조직이 비 환우구보다 치밀하였다. 환우가 끝난 후 간, 심장, 난포수란



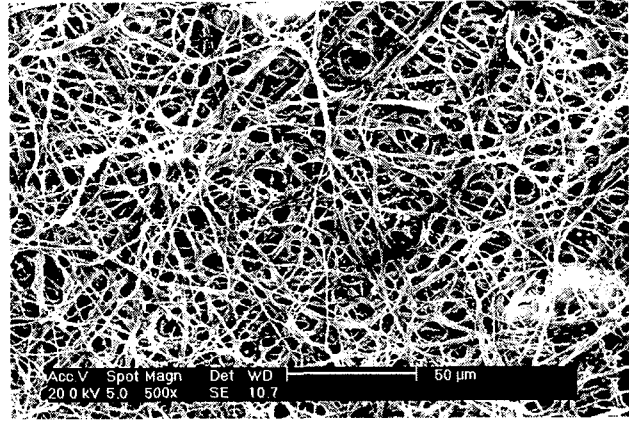
(a) Control



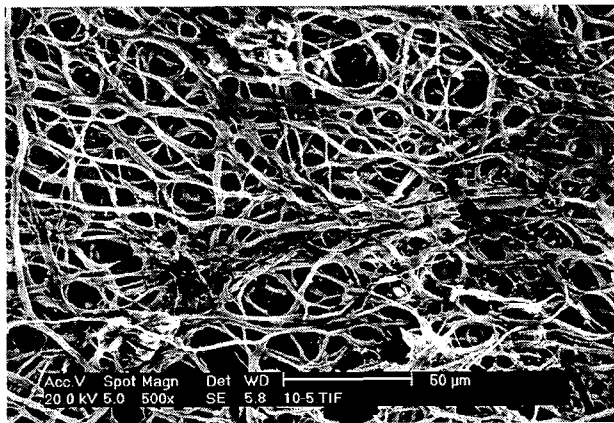
(a') Control



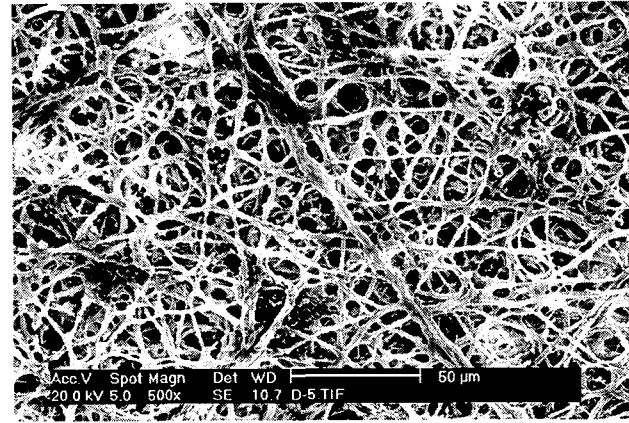
(b) Feeding molt



(b') Feeding molt



(c) Fasting molt



(c') Fasting molt

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

Table 4. Comparison of molt between fasting and feeding method on the weights of liver, heart, and ovary and oviduct in laying hens at 14 day postmolt

Items	Control	Molt		SEM ¹
		Fasting	Feeding	
Liver (g)	40.7	40.0	40.3	0.13
Heart (g)	8.3 ^a	7.8 ^b	8.0 ^b	0.11
Oviduct (g)	45.5 ^a	11.9 ^b	8.0 ^b	2.78

^{ab} Means with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0.05$).

¹ Pooled standard error of the mean for 180 laying hens per treatment.



(a) Control



(b) Feeding molt



(c) Fasting molt

Fig. 4. Comparison of oviducts among treatments in laying hens.

관의 무게를 비교한 결과 환우 처리구에서 무게가 크게 감소하였다($p < 0.05$). 결론적으로, 급이 환우가 동물 복지의 관점에서 절식 환우를 대신할 수 있을 것으로 사료되나, 급후 추가적인 연구가 요구된다.

사 사

본 연구는 2007년 농촌진흥청 축산과학원의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Akram M, Zia-ur-rahman, Park JH, Ryu MS, Na CS, Ryu KS 2002 Recovery pattern of abdominal fat, visceral organs, and muscle tissues in induced molting hens. *Korean Poult Sci* 29(4):237-241.
- 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.
- Bell DD, Kunet DR 1992 Effect of fasting and post-fasting diets on performance in molted flocks. *J Appl Poult Res* 1:200-206.
- 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.

- Brake J 1993 Recent advances in induced molting. *Poult Sci* 72:929-931.
- Corrier DE, Nisbert DJ, Hargis BM, Holt PS, DeLoach JR 1997 Provision of lactose to molting hens enhances resistance to *Salmonella enteritidis* colonization. *J Food Prot* 60:10-15.
- Decuyper E, Verheyen G 1986 Physiological basis of induced moulting and tissue regeneration in fowls. *World's Poult Sci J* 42:56-68.
- 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.
- Douglas CR, Harms RH, Wilson HR 1972 The use of extremely low dietary calcium to alter the production pattern of laying hens. *Poult Sci* 51:2015-2020.
- Duncan DB 1995 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.
- Durant JA, Corrier DE, Byrd JA, Stanker LH, Ricke SC 1999 Feed deprivation affects crop environment and modulates *Salmonella enteritidis* colonization and invasion of Leghorn Hens. *Appl Environ Microbiol* 64:1919-1923.
- 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 Poult Sci* 16:547-552.
- Harms RH 1983 Influence of protein level in the resting diet upon performance of force rested hens. *Poult Sci* 62:273-276.
- Harms RH 1991 Effect of removing salt, sodium or chloride from the diet of commercial layers. *Poult Sci* 70:333-336.
- Haugh RR 1937 The Haugh unit for measuring egg quality. *US Poult Mag* 43:552-573.
- Holt PS 1993 Effects of induced molting on the susceptibility of white Leghorn hens to a *Salmonella enteritidis* infection. *Avian Dis* 37:412-417.
- Hurwitz S, Bornstein S, Lev Y 1975 Some responses of laying hens to induced arrest of egg production. *Poult Sci* 54:415-422.
- 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. *Poult 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.
- Koelkebeck KW, Parsons CM, Leeper RW, Moshtaghian J 1991 Effect of protein and methionine levels in molt diets on postmolt 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.
- 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.
- Luck MR, Scanes CG 1980 Ionic and endocrine factors influencing the secretion of luteinizing hormone by chicken anterior pituitary cells *in vitro*. *Gen Comp Endocrinol* 41:260-265.
- McCormick CC, Cunningham DL 1987 Performance and physiological profiles of high dietary zinc and fasting as methods of inducing forced rest: A direct comparison. *Poult Sci* 66:1007-1013.
- McKeen WD 1984 Feeding grape pomace to Leghorn hens as an alternative to starvation to induce a molt. *Poult Sci* 63 (Suppl.):148-149. (Abstr.).
- Nesbeth WG, Douglas CR, Harms RH 1976 Response of laying hens to a low salt diet. *Poult Sci* 55:2128-2133.
- Ricke SC 2003 The gastrointestinal tract ecology of *Salmonella* Enteritidis colonization in molting hens. *Poult Sci* 82:1003-1007.
- Rolon A, Buhr RJ, Cunningham DL 1993 Twenty-four-hour feed withdrawals and limited feeding as a alternative methods for induction of molt in laying hens. *Poult Sci* 72: 776-785.
- Ross E, Herrick RB 1981 Forced rest induced by molt or low-salt diet and subsequent hen performance. *Poult Sci* 60:63-67.
- SAS 1999 SAS user guide. release 6.11 edition. SAS Inst Inc Cary NC USA.
- 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. *Poult 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 Poult Sci* 22:505-517.
- 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.
- 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.
- 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.
- 한국사양표준(가금) 2002 농림부·농촌진흥청 축산연구소.