한국가금학회지 제 40권 제 2호, 097~103 (2013)
Korean J. Poult. Sci. Vol.40, No.2, 097~103 (2013)
http://dx.doi.org/10.5536/KJPS.2013.40.2.097

산란계 운동장 사육이 생산성, 면역성 및 계란의 품질에 미치는 영향

김기수† · 이숙경 · 최영선 · 하창호 · 김원호
전라남도농업기술원 축산연구소

Effects of Production Performance, Immunity and Egg Quality by Raising on Exercise Yard in Laying Hens

Ki Soo Kim†, Suk Kyung Lee, Young Sun Choi, Chang Ho Ha and Won Ho Kim
Livestock Institute, Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, Kangjin 527-822, Korea

ABSTRACT The present study examined effects of production performance, immune activity and egg quality by raising on exercise yard in laying Hens, the results of which could be used as baseline data to enhance animal welfare and the safety of livestock products. A total of 90 Hy-line-Brown laying hens of 13 weeks old were used in the experiment for 38 weeks. The cage group (Cage group) was raised in a cage, where an area of 0.084 m^2 was assigned to two hens, while hens in the exercise yard 1.1m^2 group (1.1 m^2 group) was assigned to a combination of a chicken house (0.11 m^2) and a exercise yard (1.1 m^2) per a hen. Hens in the exercise yard 2.2 m^2 group (2.2 m^2 group) was assigned to a combination of a chicken house (0.11 m^2) and a exercise yard (2.2 m^2) per a hen. Treatment was replicated 3 times with ten birds per replication. Ten birds were arranged according to randomized block design. While initial egg production rate was significantly higher in the Cage group, 1.1 m^2 group exhibited a slightly higher rate in the mid- and late-stage of the experiment, although the difference was not statistically significant. Exercise yard treatment groups exhibited a higher feed intake rate than the Cage group up until the hens were 39 weeks old (P<0.05), but the difference dissipated from that age on. The age at first egg in the exercise yard treatment groups was 16 days later than that for the Cage group (P<0.05), although differences in the quality of the eggs were not observed. The results of immune activity test showed that IgA in the exercise yard treatment groups was significantly higher than that in the Cage group (P<0.05). IgG, IgM, and corticosterone were also higher in the exercise yard treatment groups. The soil in exercise yard increased of organic matter and decreased of cation exchange capacity (CEC) in raised hens. In sum, raising hens in a exercise yard raise style decreased the rate of initial egg production, which was followed by a slight increase during the latter part of the experiment. The exercise yard raise hens' immune activity was heightened.

(Key words : laying hens, animal welfare, immunity, stress, egg production)

서 론

대내·외적으로 축산환경은 급격히 변화하고 있다. 2011년 7월 1일부터 사료 내 항생제 사용을 전면 금지하고 있고, 2011년 8월에 개정된 동물보호법 및 친환경농업육성법에 동물 복지에 대한 규정을 마련하였으며, 2012년부터 산란계부터 동물 복지 농장을 인증하고 있다. 최근 소비자가 축산물을 선택하는 기준은 품질과 위생, 안전성을 중요한 고려사항으로 삼고 있으며, 대외적으로 한·EU FTA와 같은 시장개방 등으로 우리 축산물의 국제경쟁력은 저하될 뿐만 아니라, 국제무역에 있어 이슈로 작용하여 축산농가의 경영악화를 더욱 심화시킬 것으로 예상된다.

동물 복지의 기본 원칙은 개체들이 양호한 사양급이를 받아야 하고(feeding), 좋은 사육시설에서 사육되며(housing), 최적의 건강을 유지하도록 하고(health), 습성에 따른 적절한 행동을 할 수 있어야 한다(behavior). 이러한 기본 원칙에 대

† To whom correspondence should be addressed : kimkisoo@korea.kr

한 제한은 궁극적으로 동물에게 스트레스를 가하게 되어 동물복지를 저해하게 된다(Butterworth, 2009).

산란계의 사육형태는 세계적으로 생산과 효율적인 측면에서 유리한 케이지 사육을 선호하고 있다. 그러나 케이지 사육은 동물 복지적 측면에서 개체의 생리적 습성이나 건강적 측면을 반영하기에는 바람직하지 못하다(Albentosa and Cooper, 2004). 이러한 기존의 케이지 사육의 문제점을 보완하기 위해서 개량된 사육방법으로 확장케이지(enriched cage), 에비어리(aviary system), 겸용케이지(furnished cage), 평사(floor pen) 및 방사 등의 다양한 사육형태가 소개되고 있고, 최적의 사육형태를 제시하기 위한 연구는 꾸준히 이루어지고 있다(Pohle and Cheng, 2009; Singh et al., 2009; Tactacan et al., 2009; Sherwin et al., 2010; Lay et al., 2011).

동물 복지 축산 실천을 위해서는 사육 환경 중에서 사육의 밀도 준수 또는 운동장 확보를 위해서는 시설 확대 및 보완을 위해서 현재 사육면적보다 더 넓은 부지를 마련하는 등으로 추가로 많은 비용이 소요된다. 그 중에서도 운동장 확보를 위한 부지 마련 비용이 상당부분 차지하고 있어, 동물 복지를 실천하는데 가장 큰 장애요인이 된다. 특히 산란계의 동물 복지를 위하여 일정 면적의 운동장을 확보하도록 규정하고 있으나, 운동장 사육에 대한 근거를 제시할 연구가 미미한 실정이다.

따라서 산란계 동물 복지 농장 육성을 위하여 운동장 사육이 산란계의 생산성, 계란 품질, 면역성 및 스트레스 반응 정도를 비교·분석하여 동물 복지 사육 및 안전 축산물 생산을 위한 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시 동물 및 시험구 배치

본 시험에 공시된 시험동물은 13주령의 Hy-line-Brown 계열의 실용 산란계 90수를 공시하였다. 시험구 편성은 3단 3열로 배열된 철망 배터리형 케이지(0.084 m^2)에 2수씩 배치하여 사육한 처리구(케이지 사육), 수당 축사 0.11 m^2(평사)와 운동장 1.1 m^2를 결합하여 사육한 시험구(운동장 1.1 m^2), 수당 축사 0.11 m^2(평사)와 운동장 2.2 m^2를 결합하여 사육한 시험구(운동장 2.2 m^2)로 편성하여 3반복, 반복 당 10수씩 난괴법으로 배치한 후 시험하였다. 시험사료는 시중에 판매되는 산란계용 배합사료를 급여하였다(Table 1), 일반 사양관리로는 사료와 물은 자유채식하도록 하였으며, 자연일조 하에서 사육하고 별도의 점등 관리는 실시하지 않았다.

Table 1. Chemical composition of experimental diets

Chemical composition	Content
ME (Kcal/kg)	2,780
Crude protein (%)	18.00
Crude fat (%)	3.00
Crude fiber (%)	6.00
Ash (%)	15.50
Calcium (%)	3.20
Phosphorus (%)	1.00
Methionine + cysteine (%)	0.58
Other	0.4

2. 조사 항목 및 방법

1) 산란계의 생산성 및 계란의 품질

시험사육 전 기간에 월별로 생존수수에 대한 산란수로 산란율(%)을 구하였으며, 사료섭취량을 월 단위로 급여량에서 잔량을 제하여 조사하였다. 시산일령 및 시산일령의 계란 중량은 산란율이 50 %에 달하는 첫째 날을 시산일령으로 삼았으며, 시산일령에 산란한 계란의 중량을 측정하여 시산일령의 중량을 측정하였다. 계란의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 운동장 사육 130일째(30주령)와 260일째(50주령)에 63 ± 2 g 중량에 해당하는 계란을 무작위로 10개씩 선발하여 계란품질 자동측정기(QCM Plus System, England)을 이용하여 Haugh unit와 난황색 지수를 조사하였다.

2) 산란계의 면역 활성 및 Corticosterone 함량

케이지 사육과 운동장 사육의 면역 활성 비교를 위해서 운동장 사육 개시 후 130일이 경과된 시점(30주령)에서 처리구별로 무작위로 6수씩 선정하여, 10 mL 주사기를 이용하여 익하정맥에서 7 mL 채혈한 후, 각각 Gell tube에 담은 후 면역 혈청 조사에 이용하였다. 혈액 내 면역글로블린과 corticosterone 농도 측정은 효소면역법(Enzyme-linked immunosorbentassay; ELISA)법으로 측정하였다. 면역글로블린은 IgA, IgG, IgM은 ELISA kit(Bethyl Laboratories, Inc. USA)를, corticosterone은 chicken-corticosterone ELISA kit(Cusabio Biotech Co., LDT, China)으로 조사하였다.

2) 운동장 토양의 이화학적 변화

운동장 토양의 pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 희석

한 후 용액을 추출하여 측정하였고, 토양유기물은 Tyurin 법, 유효 인산은 Lancaster 법으로 720 nm에서 측정하였으며, 유효 규산은 1M NaOAc(pH 4.0)용액으로 추출하여 700 nm에서 비색계(U-3000, Hitachi)로 측정하였다. 치환성 양이온은 1 M NH_4OAc(pH 7.0) 완충용액으로 추출하여 유도결합 플라즈마 발광광도계(ICP-OES, GBC)으로 측정하였다. 수용성 양분함량의 분석은 포화상태의 토양을 감압으로 추출(Rhoades, 1996)하여 ICP-OES로 K, Ca, Mg 성분을 측정하였다.

4) 통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 자료들의 통계분석은 SAS Statical Package Program(2005)에 의하여 분산분석을 실시하고, 처리구 간에 평균값의 유의성 검정은 Duncan's multiple range-test(Duncan, 1955)를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율, 난중, 사료섭취량

12주령부터 50주령까지 케이지 또는 축사와 운동장이 결합된 사육형태로 사육한 후, 산란율, 난중, 사료섭취량을 월별(주별)로 수집된 자료를 기초로 하여 평균 성적값을 산출하여 집계한 결과를 Table 2에서 보는 바와 같다. 처리구별 산란능력을 초산부터 50주령까지 조사한 결과, 케이지 사육에서 26~30주령에 최고 산란율에 도달하고, 이후 혹한기에 떨어지는 경향을 보이다가 점차 기온이 상승하는 2~3월경에는 다소 증가하는 경향을 보였으나, 운동장 1.1 m^2 및 2.2 m^2 사육에서는 35~39주령에서 최고 산란율에 도달하였고, 이후 점차적으로 감소되다가 케이지 사육과 마찬가지로 2~3월경에는 다시 증가하는 추이를 보였다. 처리구별 산란율의 변화로 케이지 사육에서 최고 산란율은 조기에 도달하지만, 이후 꾸준히 감소를 보인 반면, 운동장 사육에서는 최고 산란율이 케이지 사육에 비해 지연되지만, 꾸준한 산란율을 유지하였으며, 산란 중·후반기에는 케이지 사육을 상회한 산란율을 보였다. 이러한 결과로 볼 때 운동장 사육이 지속적으로 산란능력을 보유하고 있음을 알 수 있었으며, 따라서 산란계 일생의 산란능력은 케이지 사육을 능가할 것으로 사료된다. 특히, 운동장 2.2 m^2로 사육한 처리구에서 다소 높은 결과를 보여 사육면적이 산란율에 다소간 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히, 운동장 사육에서 전 기간 평균 산란율의 감소는 시산일령 지연에 따른 것이고, 이는 시산시기가 겨울철이라 일조시간 감소, 낮은 외기 온도 등의 요인이 작용한 것으로 판단된다. 산란계를 케이지 사육과 평사 사육에 대한 생산성과 스트레스 반응조사에서 산란능력에 있어 초산 시부터 64주령까지 산란율는 평사 사육군이 케이지 사육군에 비해 유의하게 높았다는 보고(Sohn et al, 2011)와 본 시험의 결과와 상반된 결과를 보고하였다. 또한 평사사육에서 최고 산란율이 40주령에서 도달한 반면, 케이지 사육군은 33주령에서 최고 산란율을 보였다는 보고와 본 시험의 결과와 비슷한 경향이었다. 난중을 조사한 결과, 케이지 사육과 운동장 사육의 차이는 나타나지 않았다. 난중은 유전력이 높은 형질로 알려져 있으며, 사양 환경의 영향을 비교적 적게 받게 되기 때문이다. 사료섭취량은 육성기와 산란초기에는 케이지 사육에 비해 운동장 사육에서 유의적으로 사료섭취량이 많았으나($P<0.05$), 이후 시험 종료 시까지 케이지 사육과 운동장 사육 간의 사료섭취량의 차이는 없었다.

운동장 사육 초기에서 사료섭취량의 증가 원인은 여러 복합적인 원인이 있을 수 있으나, 주요한 원인으로는 활동 공간의 확대 및 외부기온에 의한 기초 대사량의 증가로 추정되며, 또한 닭의 사료섭취 양식에 의하여 사료 허실을 수반하게 되기 때문으로 파악된다. 따라서 동물복지를 위한 충분한 활동 공간 제공과 더불어 사육 환경 조절이 필요하고, 또한 운동장 사육에 적합한 사료 급여통 개발이 필요하다는 것을 시사하였다. 결과적으로 산란계 운동장 사육에서 시산일령이 지연되고, 최고 산란이 지연되어 초기 산란성적은 떨어지나, 산란 중·후기에서 케이지 사육보다 높은 산란성적을 보임으로써 운동장 사육이 케이지 사육에 비해 알 생산량이 크게 저하되지 않을 것으로 추정된다. 운동장 사육의 효과를 극대화하기 위해서는 운동장 사육에 적합한 품종 개량도 병행하여야 할 것으로 사료된다.

2. 시산일령 및 시산 시 난중

사육형태에 따른 산란율이 50%에 도달하는 시산일령과 시산일령에서의 평균난중을 조사한 결과를 Table 3에서 보는 바와 같다. 시산일령은 운동장 사육에서 177일, 케이지 사육에서 161일로 케이지 사육에 비해 16일이 지연되었다($P<0.05$). 이러한 결과는 산란계의 평사 사육과 케이지 사육 비교에서 초산 일령에 있어서는 케이지 사육군이 평사 사육군에 비해 유의하게 빠른 산란을 나타내었다는 보고와 일치한 결과를 보였다(Shon et al., 2011). 시산일령의 평균 난중은 케이지 사육과 운동장 사육에서 차이가 없었다.

3. 계란의 품질

Table 2. Effects of egg production, egg weight and feed intake by raising on exercise yard (EY) in laying hens

Items	Cage group	EY 1.1 m^2 group	EY 2.2 m^2 group
13 ~ 20 weeks (Aug ~ Sep)			
Egg production (%)	-	-	-
Average egg weight (g)	-	-	-
Feed intake (g)	51.2 ± 0.2[b]	56.7 ± 0.5[a]	54.8 ± 0.2[a]
21 ~ 25 weeks (Oct)			
Egg production (%)	37.6 ± 7.9[a]	3.1 ± 1.7[b]	1.3 ± 0.5[b]
Average egg weight (g)	52.9 ± 0.5[a]	50.0 ± 0.4[b]	51.8 ± 1.1[ab]
Feed intake (g)	88.9 ± 0.9[a]	80.0 ± 0.4[b]	81.6 ± 0.4[b]
26 ~ 30 weeks (Nov)			
Egg production (%)	87.6 ± 5.5[a]	65.0 ± 1.1[b]	58.8 ± 9.0[b]
Average egg weight (g)	60.1 ± 1.2	59.9 ± 0.9	59.7 ± 0.6
Feed intake (g)	105.3 ± 1.3[b]	113.4 ± 0.5[a]	115.7 ± 0.6[a]
31 ~ 34 weeks (Dec)			
Egg production (%)	93.4 ± 2.1	91.7 ± 3.5	89.5 ± 3.8
Average egg weight (g)	63.2 ± 1.2	65.6 ± 0.1	64.9 ± 0.4
Feed intake (g)	109.6 ± 0.3[b]	116.3 ± 0.2[a]	117.1 ± 0.3[a]
35 ~ 39 weeks (Jan)			
Egg production (%)	90.6 ± 2.9	96.2 ± 1.4	95.3 ± 1.1
Average egg weight (g)	64.9 ± 1.4	67.0 ± 0.6	66.2 ± 0.3
Feed intake (g)	116.7 ± 0.5[b]	119.1 ± 0.6[a]	120.1 ± 0.7[a]
40 ~ 42 weeks (Feb)			
Egg production (%)	90.3 ± 0.7	92.1 ± 1.7	94.7 ± 0.9
Average egg weight (g)	66.0 ± 1.4	67.9 ± 0.1	67.3 ± 0.3
Feed intake (g)	123.0 ± 0.4	123.6 ± 0.1	123.1 ± 0.3
43 ~ 46 weeks (Mar)			
Egg production (%)	92.4 ± 2.1	93.1 ± 2.5	96.3 ± 0.7
Average egg weight (g)	66.7 ± 1.3	69.3 ± 0.3	68.7 ± 0.3
Feed intake (g)	117.5 ± 0.4	118.8 ± 0.1	118.6 ± 0.5
47 ~ 50 weeks (Apr)			
Egg production (%)	93.3 ± 2.3	95.3 ± 3.4	97.1 ± 0.7
Average egg weight (g)	66.3 ± 1.7[b]	70.8 ± 0.5[a]	69.0 ± 0.4[ab]
Feed intake (g)	119.8 ± 0.1[b]	120.8 ± 0.4[b]	122.1 ± 0.5[a]
13 ~ 50 weeks			
Egg production (%)	83.6 ± 3.4[a]	76.6 ± 0.8[b]	76.1 ± 1.9[b]
Average egg weight (g)	62.9 ± 1.1	64.3 ± 0.2	63.9 ± 0.3
Feed intake (g)	97.6 ± 0.5[b]	106.1 ± 0.4[a]	106.6 ± 0.4[a]

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

Table 3. Effects of age at first egg, egg weight at first egg by raising on exercise yard (EY) in laying hens

Items	Cage group	EY 1.1 m^2 group	EY 2.2 m^2 group
Age at first egg (d)	161.3±7.2[b]	177.0±2.1[a]	177.7±0.9[a]
Egg weight at first egg (g)	55.9±2.1	56.9±0.7	56.6±0.8

[a,b] Means with different superscripts in the same row differ significantly (p<0.05).

계란의 품질은 방사 후 130일(30주령)과 260일(48주령)에 조사한 결과를 Table 4에서 보는 바와 같다. 신선도를 나타내는 지표인 Haugh Units는 운동장 사육의 경우 130일째에는 103.3~104.6으로 매우 높은 수준을 보였으며, 260일째에는 94.9~95.9로 사육기간이 경과됨에 따라 낮아졌다. 처리구 간의 Haugh Unit는 차이를 보이지 않았다. 또한 소비자가 계란의 품질을 평가하는 중요한 요소인 난황색 지수는 시험사육 130일에서 케이지 사육과 운동장 1.1 m^2 사육 비해 운동장 2.2 m^2 사육에서 유의적으로 높게 나타났으며(P<0.05), 이러한 결과는 시험사육 260일에서도 비슷한 경향을 보여 방사 및 운동장 사육 시 증가한다는 선행 연구 결과와 동일한 결과를 보였다. 사육기간이 진행에 따른 난황색 지수는 감소하는 경향을 보였다.

4. 면역 활성 및 Stress Hormone 호르몬 농도

Table 4. Effects of egg quality by raising on exercise yard (EY) in laying hens

Items	Cage group	EY 1.1 m^2 group	EY 2.2 m^2 group
Haugh Unit			
130 days after (Nov)	104.6±1.1	103.5±0.8	103.3±1.7
260 days after (Apr)	95.7±1.1	94.9±0.8	95.9±0.9
Yolk color score			
130 days after (Nov)	8.3±0.2[b]	8.3±0.2[b]	9.1±0.3[a]
260 days after (Apr)	6.5±0.2[b]	6.8±0.1[b]	7.8±0.2[a]

[a,b] Means with different superscripts in the same row differ significantly (p<0.05).

사육 형태에 따라 면역 활성과 스트레스 정도를 알아보기 위하여 운동장 사육 130일째(11월)에 면역글로불린과 corticosterone의 농도를 조사한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다. IgG와 IgM의 농도는 케이지 사육에 비해 운동장 사육에서 비교적 높은 수준을 나타냈으나 통계적 유의성은 인정되지 않았으나(P>0.05), IgA의 농도는 운동장 사육에서 유의적으로 높게 나타났다(P<0.05). 스트레스 지표인 corticosterone의 농도는 운동장 사육에서 비교적 높은 농도를 나타냈으나, 통계적 유의성은 인정되지 않았다(P>0.05). 항원의 침입에 대하여 저항하는 면역글로블린은 생체를 보호하는 중요한 역할을 담당하고 있다. 특히, IgA는 감염 초기 국소 감염에 대한 1차적 방어와 그람음성 세균의 살균작용 및 항바이러스 작용으로 생체를 보호한다. 스트레스의 척도를 측정하기 위해서 혈장 중의 corticosterone의 수준을 측정하고 있으며(Thaxton et al., 2006; Turkyilmaz, 2008), 일반적으로 사육 환경이 열악하면 스트레스를 많이 받게 되어 면역력과 항균력이 저하되어 병원성 세균 또는 바이러스에 대한 감수성이 높아져 질병에 이환되기 쉽다(Herman et al., 2003). 산란계의 케이지 사육은 생리적으로 매우 큰 스트레스 요인으로 작용할 수 있다(Sohn et al., 2011). 본 연구에서는 케이지 사육에 비해 운동장 사육에서 corticosterone의 수준이 높은 농도로 검출되어 운동장 사육에서 스트레스를 더 많이 받는 결과를 보였으며, 이에 대한 원인은 외부 기온에 직접 노출과 야간에 주변의 야생동물 등에 의해 더 많은 스트레스를 받을 수 있음을 시사하였다. 산란계 사육에서 고온 스트레스는 산란율 저하 등으로 경제적 손실을 초래한다. 즉, 산란계가 고온에 노출되면 체열을 방출하기 위해 열성 다호흡을 함으로써 혈액 CO_2가 과다하게 배출되어 호흡성 알칼리혈증(alkalosis)이 일어나, 산란율, 난중 및 계란의 비중 등의 저

Table 5. Effects of immune activity and corticosterone concentration level by raising on exercise yard (EY) in laying hens

Items	Cage group	EY 1.1 m^2 group	EY 2.2 m^2 group
IgG (mg/mL)	93.91±17.87	107.98±15.98	133.17±23.20
IgA (ng/mL)	34.17±1.06[b]	37.80±0.80[a]	37.99±1.02[a]
IgM (mg/mL)	3.14±0.31	3.25±0.19	3.30±0.12
Corticosterone (ng/mL)	0.07±0.09	0.12±0.01	0.19±0.08

[a,b] Means with different superscripts in the same row differ significantly (p<0.05).

하 원인이 된다(Muller, 1966; Emery at al., 1984; Deaton at al., 1986). 한편으로 스트레스를 저하시키려는 시도가 다각적으로 수행되었으며, 고온 스트레스에 대한 대책으로 매실박과 홍삼박을 육계에 투여하면 스트레스를 낮춤으로서 외부 병원성 물질자극을 최소화시킬 수 있다고 보고하였다(Bong et al., 2011).

5. 운동장 토양의 화학적 변화

운동장 사육에서 산란계의 배설물 등으로 토양오염의 부하 정도를 알기 위해서 운동장 사육 130일째와 260일째에 토양의 표토를 채취하여 분석한 결과를 Table 6에서 보는 바와 같다. pH의 경우 개시기에 비해 사육기간이 경과함에 따라 유의적으로 증가되었으며(P>0.05), 운동장 면적에 따른 차이는 보이지 않았다. 유기물의 경우 130일째에 유의적으로 감소를 보이다 260일째에 유의적으로 증가를 보였다(P>0.05). 이러한 결과는 130일째의 계절은 11월에 해당하여 강우 등에 의한 유기물의 유실에 의한 것으로 보이고, 260일째는 4월에 해당하여 동계기간의 갈수기를 거치면서 유기물이 축적된 결과로 보인다. 유효인산의 경우는 유기물의 축척과 반대되는 경향을 보였으며, 특히, 사육기간이 경과됨에 따라 유의적으로 감소하였으며(P>0.05), 치환성 양이온의 경우는 사육기간이 경과됨에 따라 감소를 보였다. 이러한 결과는 닭의 배설물에 치환성 양이온이 배설되지 않는 것을 간접적으로 시사하고 있다. 유효 규산은 운동장 사육 130일째에서는 개시기의 20~30%로 급격히 감소하다가 260일째에서는 개시기의 70~80 %로 높은 수준을 나타냈다. 이러한 원인은 강우 시기와 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다. 즉, 강우가 잦은 시기에는 규산이 용탈됨으로써 낮은 수준을 보이다가 비교적 강우량이 적은 시기에는 원래의 함량에 근접한 수준을 나타낸 것으로 볼 수 있다. 축산분뇨는 적절히 재활용 또는 처리되지 못할 경우에는 환경오염의 원인이 된다. 일본의 환경오염 문제는 주로 악취민원(62%), 수질오염(38%)이었으며, 축산분뇨에 의한 오염원으로 양돈(40%), 낙농(29%)로 조사된 바 있고, 국내의 실정도 유사하다(농림수산연구논문해제, 1994). 따라서 축산분뇨를 고품질의 유기물로 재활용될 수 있도록 시스템을 구축하여 축산에 의한 오염문제를 해결해야 될 것이다(국립종축원, 1994).

적 요

본 연구는 산란계의 동물복지를 적용한 운동장 면적에서 사육한 산란계의 생산성, 면역성 및 스트레스 반응에 미치는 영향을 조사하여 동물복지농가 육성과 안전축산물 생산을 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다. 사양시험은 13주령의 Hy-line-Brown 계열의 실용 산란계 90수를 공시하여 38주간 실시하였다. 대조구는 수당 0.042 m^2 면적의 케이지에서 사육(케이지 사육), 수당 축사 0.11 m^2(평사)와 운동장 1.1 m^2를 결합한 환경에서 사육(1.1 m^2 운동장), 수당 축사 0.11 m^2(평사)와 운동장 2.2 m^2를 결합한 환경에서 사육(2.2 m^2 운동장)으로 시험구를 편성하여 처리구당 3반복, 반복당 10수씩 난괴법으로 배치하여 시험하였다. 초기 산란율은 유의적으로 케이지 사육에서 유의적으로 높았으나(P<0.05), 중·후반기에는 운동장 사육 시험구에서 다소 높은 산란율을 보였다. 사료섭취량은 39주령까지 운동장 시험구에서 유의적으로 많았으나(P<0.05), 이후에서 종료 시 까지는 차이

Table 6. Change of physicochemical of soil by raising on exercise yard (EY) in laying hens

Items	pH (1:5)	Organics (g/kg)	Avail. P_2O_5 (mg/kg)	Exch. cation (cmol+/kg)			Avail. SiO_2 (mg/kg)
				K	Ca	Mg	
Initiation time	8.6^{b}	21.7^{bc}	35.7^{ab}	0.7^{bc}	18.8^{a}	1.3^{a}	1,225.7^{a}
Raising EY 130 days							
EY 1.1 m^2 group	8.9^{a}	15.3^{c}	46.7^{a}	1.2^{a}	18.5^{a}	1.2^{b}	239.3^{b}
EY 2.2 m^2 group	8.9^{a}	14.0^{c}	41.3^{a}	0.7^{b}	19.9^{a}	0.9^{c}	304.7^{b}
Raising EY 260 days							
EY 1.1 m^2 group	9.0^{a}	52.0^{a}	21.3^{bc}	0.7^{b}	14.4^{b}	0.3^{d}	1,095.0^{a}
EY 2.2 m^2 group	9.0^{a}	32.0^{b}	17.0^{c}	0.5^{c}	13.3^{b}	0.2^{e}	956.7^{a}

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

가 없었다. 시산일령은 대조구 비해 운동장 사육 시험구에서 16일 지연되었으며(P<0.05), 사육 환경이 계란의 품질에는 영향을 미치지 않았다. 면역 활성을 조사한 결과, 운동장 사육 시험구에서 IgA는 유의적으로 높았고(P<0.05), IgG, IgM 및 corticosterone은 비교적 높았다. 결론적으로 산란계 운동장 사육은 산란 초기의 생산성을 저하시키나, 중·후기의 생산성은 약간 증가를 보였으며, 면역성은 증가하였으나 스트레스는 다소간 더 받는 것으로 나타났다. 따라서 초기 산란율을 향상시키고, 적절한 외부의 환경에 의한 스트레스를 줄일 수 있는 사육 환경이 뒷받침된다면 운동장 사육이 동물복지형 사육으로 매우 적합한 사양방법이라고 사료된다.

(색인어 : 산란계, 방사사육, 산란율, 면역성, 스트레스)

인용문헌

Albentosa MJ, Cooper JJ 2004 Effects of cage light and stocking on the frequency of comfort behaviors performed by laying hens in furnished cages. Anim Welfare 13: 419-424.

Bong MH, Ji1 SY, Park JC, Moon HK, Lee SC, Lee JH, Hong JK 2011 Effect of feeding plum and red ginseng marc on vital reaction in broiler stress. Korean J Poult Sci 38(3):213-223.

Butterworth A 2009 EU FP6 Welfare Quality® poultry assesment systems. Korean J Poult Sci 36:239-246.

Deaton JW, Reece FN, Lott BD 1986 Effect of summer cyclic temperatures versus moderate temperature on laying hen performance. Poultry Sci 65:1649-1651.

Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. Biometrics 11:1-42.

Emery DA, Vohra P, Ernst RA 1984 The effect of cyclic and constant ambient temperatures on feed consumption, egg production, egg weight and shell thickness of hens. Poultry Sci 63:2027-2035.

Herman JP, Figueiredo H, Mueller NK, Ulrich-Lai Y, Ostrander MM, Choi DC, Cullinan WE 2003 Central mechanisms of stress integration: hierarchialcircuity controlling hypothalamus-pituitary adrenocortical responsiveness. Frontiers in Neuroendocrinology 24:151-180.

Lay DC Jr, Fulton RM, Hester PY, Karcher DM, Kjaer JB, Mench JA, Mullens BA, Newberry RC, Nicol CJ, O'Sullivan NP, Porter RE 2011 Hen welfare in different housing systems. Poultry Sci 90:278-94.

Muller WH 1966 Effect of rapid temperature changes on acid-base balance and shell quality. J Poult Sci 45:1109-1118.

Pohle K, Cheng HW 2009 Comparative effects of fur nished and battery cages on egg production and physiological parameters in White Leghorn hens. Poultry Sci 88: 2042-2051.

Rhoades JD 1996 Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks, D.L. et al ed.). Methods of Soil Analysis: Part 3. SSSA and ASA, Madison, WI.

Sherwin CM, Richards GJ, Nicol C 2010 Comparison of the welfare of layer hens in 4 housing systems in the UK. Br Poult Sci 51:488-499.

Singh R, Cheng KM, Silversides FG 2009 Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. Poultry Sci 88: 256-264.

Sohn SH, Jang IJ, Son BR 2011 Effect of Housing Systems of Cage and Floor on the Production Performance and Stress Response in Layer. Korean J Poult Sci 38(4):305-313.

Tactacan GB, Guenter W, Lewis NJ, Rodriguez-Lecompte JC, House JD 2009 Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. Poultry Sci 88: 698-700.

Thaxton JP, Dozier WA 3rd, Branton SL, Morgan GW, Miles DW, Roush WB, Lott BD, Vizzier-Thaxton Y 2006 Stocking density and physiological adaptive response of broilers. Poultry Sci 85:819-824.

Turkyilmaz MK 2008 Effect of stocking density on stress reaction in broiler chickens during summer. Turk J Vet Anim Sci 32(1):31-36.

국립종축원 1994 톱밥 우사 기생충 감염 실태 및 방지에 관한 연구; 축산 폐수 처리에 관한 연구.

농림수산연구논문해제 1994 가축 분뇨 처리이용 기술.

(접수: 2013. 3. 25, 수정: 2013. 6. 14, 채택: 2013. 6. 14)