

더위 스트레스가 산란계의 생산성에 미치는 영향

오권영¹⁾ · 유병기¹⁾ · 장동일^{2)*} · 장홍희^{3)**} · 권순홍⁴⁾ · 박상혁⁵⁾ · 이승주²⁾ · 소재광²⁾

¹⁾국립농업과학원 농업공학부, ²⁾충남대학교 농업생명과학대학, ³⁾경상대학교 축산학전공·농업생명과학연구원,
⁴⁾부산대학교 바이오산업기계공학과, ⁵⁾용인송담대학
(2008년 12월 3일 접수, 2008년 12월 15일 수리)

Effect of Heat Stress on Laying Hen Performance

Kwon-Young Oh¹⁾, Byeong-Gi Ryu¹⁾, Dong-Il Chang^{2)*}, Hong-Hee Chang^{3)**}, Sun-Hong Kwon⁴⁾, Sang-Hyuk Park⁵⁾, Seung-Joo Lee²⁾, and Jae-Kwang So²⁾ (¹⁾Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science 441-707, Korea, ²⁾Department of Bio-Industrial and Machinery, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea, ³⁾Department of Animal Science·Institute of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea, ⁴⁾Department of Bio-Industrial Machinery, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea, ⁵⁾Yong-In Songdam College, Yongin 449-710, Korea)

ABSTRACT: This study was conducted to determine the effect of heat stress on laying hen performance during summer. A total of 180 Hyline-brown layers, 98 days of age, were housed in a enclosed house. The daily maximum temperature in the house was ranged 26~36°C. The egg production was markedly fallen than other days when daily maximum temperature in the layer house became more than 33°C. As water intake and feed intake increased to 490 mL bird⁻¹ day⁻¹ and 240 g bird⁻¹ day⁻¹, the egg production soared. But it was hardly increased more than them. Based on these results, layer house roof should be amply insulated to improve the egg production of layers. If not insulated, the shade curtain should be installed above roof and cool water sprayed before and after 2 p.m. And layers should be provided cool drinking water of about 15°C in the day time.

Key Words: laying hen, heat stress, daily maximum temperature, feed intake, water intake

서 론

최근 우리나라의 경우 국민의 식생활 변화로 인하여 소규모 산란계 사육농가수의 사육수수는 감소하였고 대규모 산란계 사육농가(5만수 이상)의 사육수수는 전체 사육수수 53,516천수의 46%인 24,832천수로 크게 증가하였다¹⁾. 이에 따라 단위면적당 사육수수를 증가시키기 위해 고단 직립식 산란계 케이지 및 자동 급이·급수 시스템 등의 기계시설을 갖추어 협소한 사육공간에서 다수의 산란계를 밀집 사육할 수 있는 자동화 시스템을 갖추었다. 자동화 시스템을 이용하여 계사 내부의 온도, 사료급여량, 음수 온도 등과 같은 산란계의 생육

환경을 인위적으로 제공함으로써 산란계의 생산성을 극대화시키기 위하여 환경을 제어하고 있는 실정이다²⁾.

우리나라의 경우 사계절이 뚜렷하고 일교차가 큰 기후를 보이며, 특히 여름철의 경우 고온다습하고 일일 최고 온도를 나타내는 오후 2시의 온도가 30°C가 넘는 날씨가 자주 보이고 있는 실정이다. 이런 여름철의 고온다습한 기후는 땀구멍이 없고 체온이 높은 가금류에게 많은 더위 스트레스를 유발한다. 더위 스트레스는 사료섭취량 감소를 유발시켜 산란율 감소를 초래하고, 과·휴산계 및 폐사계의 증가의 원인이 된다²⁻³⁾.

기존의 대부분 연구들은 더위 스트레스가 산란계의 생산성에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하기 위하여 평균온도, 일정온도, 1일 주기온도 및 1일 주기온도의 하한온도와 산란율 사이의 관계를 분석하였다. 이들의 연구결과에 따르면, 평균온도와 1일 주기온도의 하한온도가 높아짐에 따라 산란율이 저하된다⁴⁻⁷⁾. 그러나 여름철 더위 스트레스를 경감시키기 위하여 평균온도를 낮추기 위해서는 에너지가 너무 많이 투

*연락처:

Tel: +82-42-821-6718 Fax: +82-42-823-6246

E-mail: dichang@cnu.ac.kr

**공동연락처:

Tel: +82-55-751-5510 Fax: +82-55-751-6113

E-mail: hhchang@gnu.ac.kr

입될 가능성이 높기 때문에 비경제적이며, 또한 1일 주기온도의 하한온도를 낮추게 되면 추위 스트레스를 유발시킬 수 있는 위험이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법은 1일 주기온도의 상한온도가 낮아짐에 산란율이 향상되는 것을 규명하고 이를 근거로 하루 중 온도가 최고점에 도달하는 오후 2시를 전후로 이때만 일시적으로 계사 내부 온도를 낮출 수 있는 시스템을 가동시키는 것이다.

더위 스트레스를 경감시켜 산란율을 향상시키기 위한 방법 중에는 냉각수를 산란계에게 급수하는 것이 있을 수 있다. 그러나 이 방법이 산란계에게 적용되기 위해서는 먼저 음수량이 증가함에 따라 사료섭취량이 증가하고 이 결과 산란율이 증가한다는 사실이 증명되어야 한다. 또한 산란율을 최대한으로 하기 위해서는 사료섭취량을 어느 정도까지 증가시키는 것이 옳은 것인지 규명되어야 한다.

따라서 본 연구는 여름철 기후조건에서 산란율과 계사 내 1일 최고온도 사이의 관계, 산란율과 음수량 사이의 관계, 산란율과 사료섭취량 사이의 관계 등을 규명하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

사육시설 및 공시동물

본 연구에 사용된 산란계사는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 직경 25 mm 하우스용 철재관 골조를 피복·단열재의 내부 지지재로 사용하였으며, 그 위에 폴리프로필렌(PP)시트를 사용하여 피복하였다. 또한 내부의 습기가 단열재 및 보온재에 침투하지 못하게 폴리에틸렌(PE)필름을 피복하고, 그 위에 Foam PE를 3중으로 설치한 다음 보온덮개를 피복하였다. 단열재의 양면에 빗물의 침투방지와 단열재의 방습을 위하여 최 외부에 폴리에틸렌(PE)필름을 피복하였다.

산란계케이지로는 J사에서 판매하는 주카미(ZUCAMI) Z610 모델을 사용하였으며, 2층 14칸으로 케이지의 사양은 Table 1과 같다. 산란계 사육밀도와 군 크기는 일반적으로 이용되고 있는 450 cm²/bird와 6~7 birds/group이었다^{2,4)}.

공시동물로는 우리나라에서 사육되고 있는 산란계 중 약 75%를 차지하고 있는 갈색산란계 하이라인브라운 품종 산란계 총 180수가 이용되었고, 1월 2단 케이지에서 사육되었다. 이들의 실험 시작 시 나이는 14주령이었다.

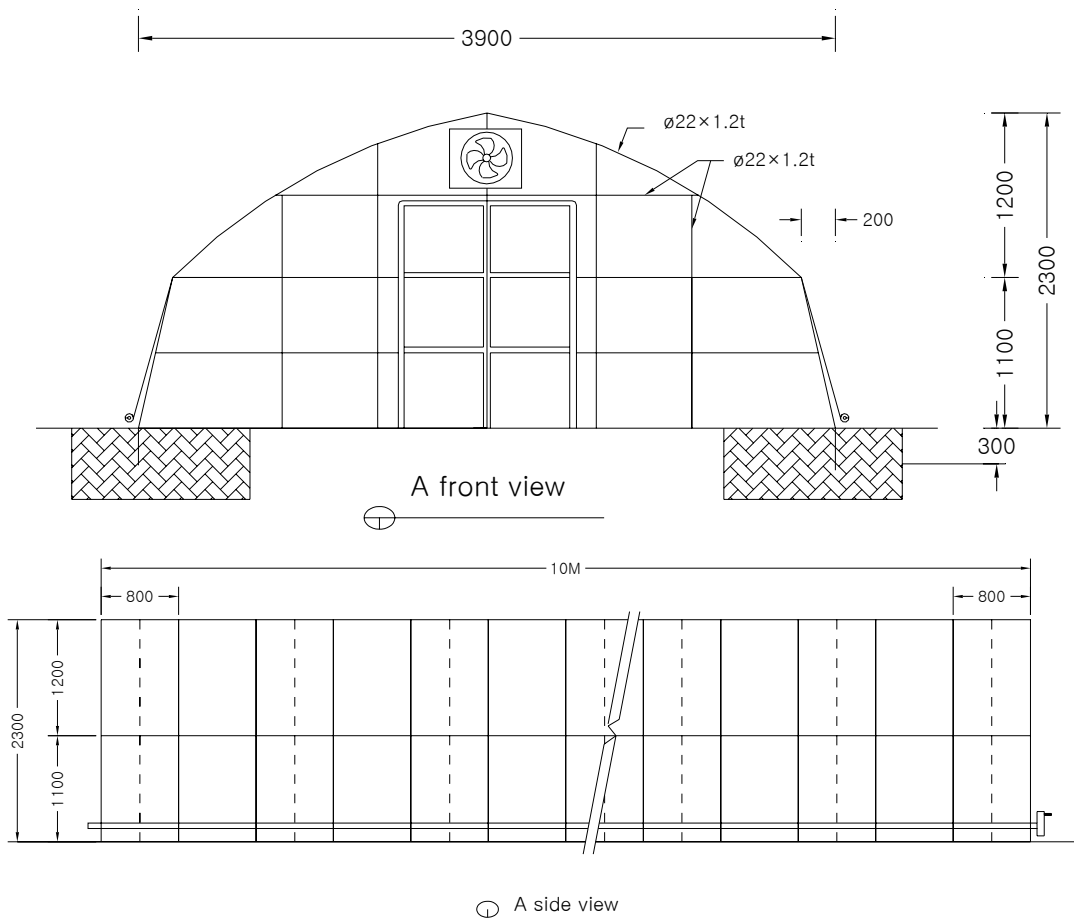


Fig. 1. Layout of the layer house used in the study (unit : mm).

Table 1. Specification of the layer cage

| Item | Specification |
|-------------------|---------------|
| Width | 610 mm |
| Front side height | 450 mm |
| Backside height | 375 mm |
| Depth | 500 mm |
| Cage floor area | 3,355 mm |
| Deck height | 582 mm |
| Slope | 7% |

사양관리

Table 2와 같은 화학적 성분으로 구성된 배합사료를 14 주령 때에는 100 g bird⁻¹ day⁻¹, 산란계 적응기간(입수 후 4 주일) 후부터는 125 g bird⁻¹ day⁻¹씩 매일 오전 9시, 오후 1시, 오후 5시에 균등하게 급여하였다. 각 케이지에 1개의 니플을 설치하여 자유 음수토록 하였으며, 60 W 전구를 케이지 앞 60 cm 떨어진 복도 중간에 3 m 간격으로 설치하여 점등하였다. 타이머를 이용하여 오전 4시 30분부터 오후 21시 30분까지 총 16시간 동안 점등하였다. 산란계사내의 조도는 일반적으로 2~3 W m⁻² (20~30 lx)로 권장하고 있으나 실험계사 안쪽 바닥은 10 lx 이내였으며 배기팬 부분과 점등 부분에서는 130 lx를 나타냈다. 기타 사양은 하이라인브라운 사양 매뉴얼과 표준영농교본에 따랐다.

조사항목 및 방법

본 연구에서 산란계사 내의 온도 측정을 위하여 Fig. 2에서 보는 바와 같이 온도센서(Model : HOB0 pro series, ONSET Co. Ltd, Germany)를 케이지의 1단 중앙부(산란계사 지면 기준 높이 60 cm 지점) 및 2단 중앙부(산란계사

Table 2. Chemical compositions of the feed used in the study

| Item | Composition |
|-----------------------------|-------------|
| Crude protein (%) | 15.0 Over |
| Crude fat (%) | 3.0 |
| Crude fiber (%) | 10.0 Below |
| Crude ash (%) | 15.0 |
| Calcium (%) | 3.30 |
| Phosphorus (%) | 0.40 |
| DCP (%) | 0.55 |
| DE (kcal kg ⁻¹) | 2,700 |

지면 기준 높이 110 cm 지점)에 총 12개를 설치하여 케이지 내의 온도를 측정하였다. 측정된 데이터 중 하루 중 최고온도의 데이터를 산술평균하여 일일 최고 온도로 분석하였다.

산란계 케이지 층별 음수량을 측정하기 위하여 단별로 소비되어 변화되는 음수통의 무게를 1분 간격으로 측정하여 변화량을 단별로 계측하였다. 단별로 1일 음수량을 정리, 산술 평균하여 시험계사 내 총 180수 산란계 1일 평균 음수량을 산출하였다.

사료섭취량의 경우 매회 급여 전에 사료통에 남아있는 사료량을 단별로 회수 후 계측하여 잔여사료량을 산출, 총 공급 사료량의 무게에서 잔여사료량을 공제하여 급여시마다의 산란계 평균 사료섭취량을 계산하였다.

또한, 산란율의 경우 단별로 산란량을 매일 오전과 오후 일정한 시간에 회수하여 폐사된 산란계 수수를 고려한 헨데이산란율(Hen day egg production, %)으로 측정하였다. 헨데이산란율은 생존 산란계가 생산한 계란수를 생존 산란계 수수로 나누어 산출하는 방식이다.

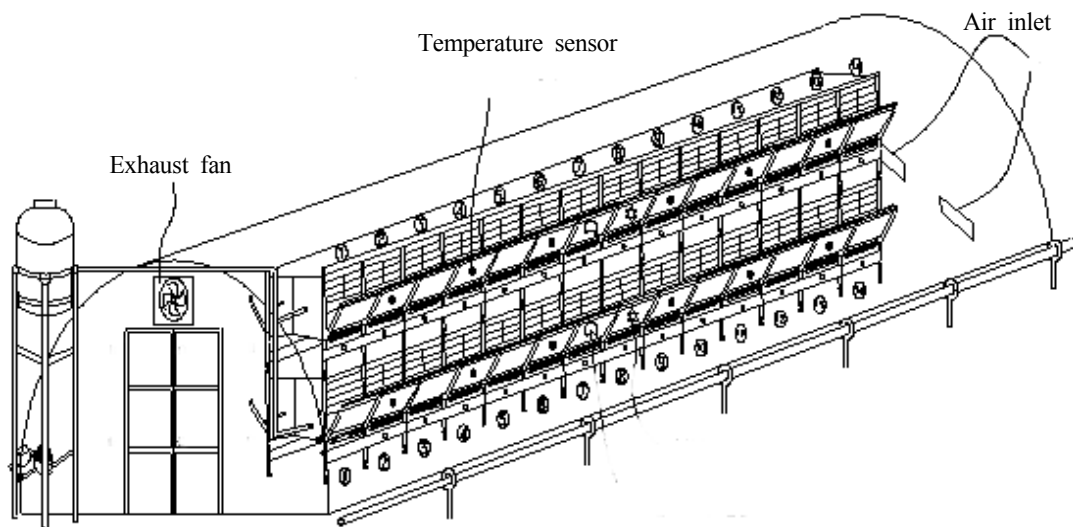


Fig. 2. Schematic diagram showing the location of each instrument

결과 및 고찰

1일 최고온도가 산란율에 미치는 영향

Fig. 3은 실험기간 중의 1일 최고온도와 산란율의 관계를 나타낸 것이며, 실험기간 동안 산란계사내의 1일 최고온도는 26~36℃를 나타냈다. 산란계사 내의 1일 최고온도가 증가함에 따라 헨데이산란율이 감소하는 경향이 나타났다. 산란계가 25℃ 이상의 고온에 노출될 경우, 호흡기, 순환기 및 내분비기 계통 등에 생리적인 변화를 겪게 된다⁹⁾. 즉 산란계는 고온 스트레스를 받으면, 체열을 방출하기 때문에 열성다호흡을 시작하며 혈액 CO₂가 과다하게 배출되어 호흡성 알칼리혈증(alkalosis)이 일어나 산란율, 난중 및 계란의 비중 등이 저하된다¹⁰⁻¹¹⁾. 이러한 이유 때문에, 일정한 온도로 계사 내부 온도를 유지할 때 이 일정온도가 최적온도인 21℃ 이상으로 높아짐에 따라 산란율이 저하되며^{4,6)}, 또한 1일 주기로 일정 범위 내에서 온도를 변화시킬 때 하한온도가 최적온도인 21℃ 이하로 낮아짐에 따라 산란율이 향상된다⁷⁾. 그리고 본 연구

결과 1일 최고온도가 높아짐에 따라 더위 스트레스가 증가하여 산란율이 감소하는 현상이 나타났으며, 특히 33℃ 이상의 고온에서는 산란율이 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 여름철에 하루 중 최고온도를 나타내는 오후 2시경을 전후로 하여 계사 내부의 온도를 낮추어야 하며, 또한 가능한 계사 내부의 1일 최고온도가 33℃ 이상이 되지 않도록 해야 할 것으로 판단된다. 이처럼 1일 최고온도를 낮추기 위해서는 충분히 단열처리 해야 하며, 만약 지붕이 단열처리 되지 않았다면 차광막을 설치하는 것이 좋으며, 하루 중에 최고 온도가 되는 오후 2시경을 전·후로 지붕재와 계사 주변의 온도를 낮춤으로써 계사 내의 온도를 낮추기 위하여 지붕에 시원한 물을 살수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다¹²⁾.

음수량이 산란율에 미치는 영향

산란계 1수가 전 실험기간 동안 1일 평균 320~530 mL의 물을 마신 것으로 조사되었다. 음수량과 산란율과의 관계는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 음수량이 증가함에 따라 헨데이

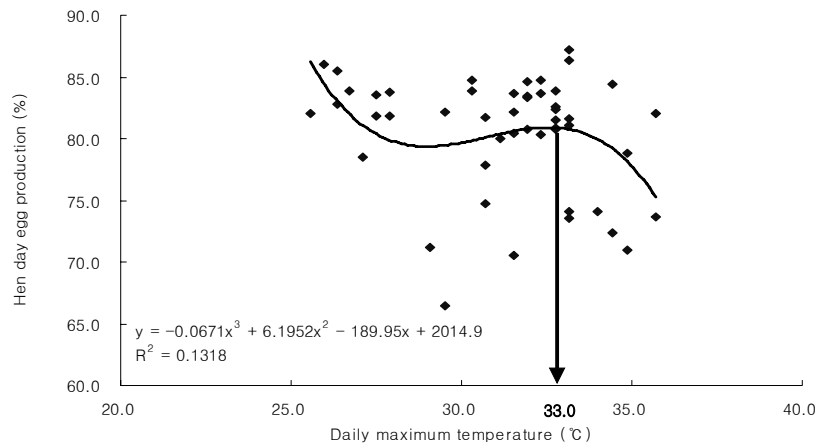


Fig. 3. Effect of daily maximum temperature on egg production of laying hens in summer.

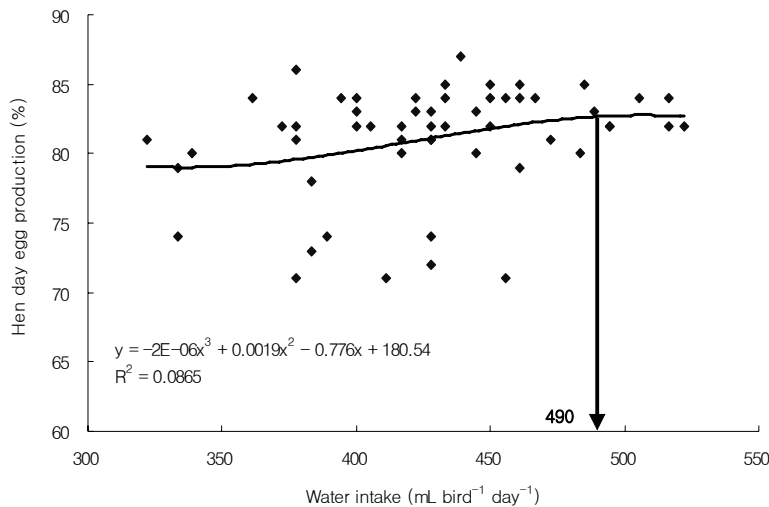


Fig. 4. Effect of water intake on egg production of laying hens in summer.

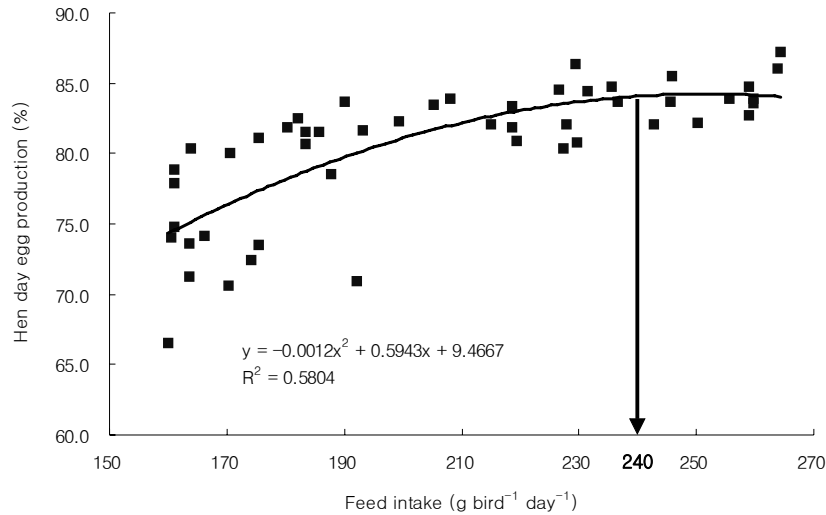


Fig. 5. Effect of feed intake on egg production of laying hens in summer.

산란율이 증가하였으나, 490 mL bird⁻¹ day⁻¹ 이상에서는 음수량이 증가해도 헨데이산란율이 증가하지 않는 것으로 나타났다. 닭의 경우 인간 및 다른 가축과는 다르게 땀샘이 없기 때문에 주로 호흡기로 증산작용을 이용하여 열을 방출한다¹¹⁾. 이처럼 증산작용을 이용하여 효과적으로 열을 방출하기 위해서는 충분히 그리고 자유롭게 시원한 물을 마셔야 한다. 충분한 음수를 통하여 효과적으로 열을 방출함으로써 고온 스트레스를 완화시킬 수 있었기 때문에⁹⁾, 490 mL bird⁻¹ day⁻¹ 이전까지 음수량이 증가함에 따라 산란율이 증가한 것으로 판단된다. 따라서 여름철에 산란율을 향상시키기 위해서는 음수량을 490 mL bird⁻¹ day⁻¹ 이상으로 증가시킬 수 방안이 마련되어야 하며, 이에 대한 방안으로 15°C 정도의 시원한 물을 음수토록 산란계에게 냉각수 또는 지하수를 제공하는 것이 바람직할 것으로 판단된다¹³⁾.

사료섭취량이 산란율에 미치는 영향

1일 사료섭취량이 산란율에 미치는 영향은 Fig. 5에서 보는 바와 같이 시험기간 동안 사료섭취량이 160~270 g bird⁻¹ day⁻¹로 나타났다. 특히 240 g bird⁻¹ day⁻¹ 이전까지는 사료섭취량이 증가함에 따라 산란율이 급격히 증가하는 경향을 나타냈으나, 그 이후에는 산란율의 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 따라서 고온 스트레스를 받는 여름철에 산란율을 최대한 높이기 위해서는 사료섭취량이 적어도 240 g bird⁻¹ day⁻¹ 이상 되도록 해야 할 것으로 판단된다. 여름철 산란율 감소의 주원인은 더위 스트레스이다. 이러한 더위 스트레스를 음수를 통하여 경감시키게 되면, 산란계의 사료섭취량이 증가된다^{4,7)}. 따라서 음수량을 증가시켜 더위 스트레스를 경감케 함으로써 사료섭취량이 증가되도록 하기 위해서는 15°C 정도의 시원한 물을 음수토록 산란계에게 냉각수 또는 지하수를 제공하는 것이 바람직할 것으로 판단된다^{3,13)}.

요 약

여름철에 고온 스트레스로 인하여 산란계의 산란율이 다른 계절에 비하여 현저히 낮다. 따라서 본 연구는 여름철 기 후조건에서 산란율과 계사 내 1일 최고온도 사이의 관계, 산란율과 음수량 사이의 관계, 산란율과 사료섭취량 사이의 관계 등을 구명하기 위하여 수행되었으며, 연구결과는 다음과 같다.

산란계사 내의 1일 최고온도가 33°C 이상이 되었을 때 산란율이 현저히 저하되었고, 음수량과 사료섭취량이 각각 490 mL bird⁻¹ day⁻¹, 240 g bird⁻¹ day⁻¹까지 증가함에 따라 산란율이 급격히 증가하였으나 그 이상에서는 거의 증가하지 않았다.

이상의 연구결과를 고려해 볼 때, 여름철에 산란계의 산란율을 향상시키기 위해서는 지붕을 충분히 단열처리하고, 만약 지붕이 단열처리 되지 않았다면 차광막을 설치하며, 하루 중에 최고 온도가 되는 오후 2시경을 전·후로 지붕에 시원한 물을 살수하며, 15°C 정도의 시원한 물을 제공하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. National Agricultural Products Quality Management Service in Republic of Korea (2007) The Korean Agriculture Statistics--The part of Livestock.
2. Korean Poultry Association (2006) Manual of Layer Raising Management.
3. Lee, B. D. (1994) Effect of Increased Water Intake on the Alleviation of Heat Stress in Chicken. *Journal of Korean Society Of Poultry Science* vol 21(2), 93-99.

4. Emery, D. A., Vohra, P. and Ernst, R. A. (1984) The Effect of Cyclic and Constant Ambient Temperatures on Feed Consumption, Egg Production, Egg Weight, and Shell Thickness of Hens. *Poultry Science* vol 63, 2027-2035.
 5. Deaton, J. W., Reece, F. N. and Lott, B. D. (1986) Effect of Summer Cyclic Temperatures Versus Moderate Temperature on Laying Hen Performance. *Poultry Science* vol 65, 1649-1651.
 6. Miller, P. C. and Sunde, M. L. (1975) The Effects of Precise Constant and Cyclic Environments on Shell Quality and Other Lay Performance Factors With Leghorn Pullets. *Poultry Science* vol 54, 36-46.
 7. Deaton, J. W., Reece, F. N., Mcnaughton, J. L. and Lott, B. D. (1981) Effect of Differing Temperature Cycle on Egg Shell Quality and Layer Performance. *Poultry Science* vol 60, 733-737.
 8. Kim, J. M., Lee, D. S., Chung, S. B. and Oh., S. J. (1990) Studies on Decision of Suitable Housing Density in Caged Laying Hens. *Journal of Korean Society Of Poultry Science* vol 17(4), 318-326.
 9. Sainsbury, D. and Sainsbury, P. (1979) *Livestock health and housing* 2nd edit. Bailliere Tindall. London.
 10. Muller, W. H. (1966) Effect of rapid temperature changes on acid-base balance and shell quality. *Journal of Poultry Science* vol 45, 1109-1118.
 11. Gwak, J. H. (1998) *Livestock Management*.
 12. Kim, Y. B., Park, J. C., Lee, S. K., Kim, S. T., La, W. J., Huh, M. R. and Jeong, S. W. (2006) Analysis of Cooling Effect on the Plastic Film Cover of Greenhouse Module Depending on the Shade and Water Curtain. *Journal of Bio-Environment Control* vol 15(4), 306-316.
 13. Jeon, J. H. Yeon, S. C., Choi, Y. H., Min, W., Kim, S., Kim, P. J. and Chang, H. H. (2006) Effects of chilled drinking water on the performance of lactating sows and their litters during high ambient temperatures under farm conditions. *Livestock Science* vol 105, 86-93.
-