한국가금학회지 제 51권 제 4호, 275~279 (2024)
Korean J. Poult. Sci. Vol.51, No.4, 275~279 (2024)
https://doi.org/10.5536/KJPS.2024.51.4.275

여름철 계류 과정 중 밀도와 조도가 육계의 피부 상태에 미치는 영향

이제석[1*] · 유명환[1*] · 박해은[1] · 허정민[2†]
[1]충남대학교 축산학과 연구생, [2]충남대학교 축산학과 교수

Effects of Stocking Densities and Illuminance Levels on Skin Conditions of Broilers in Summer

Jeseok Lee[1*], Myunghwan Yu[1*], Haeeun Park[1] and Jung Min Heo[2†]
[1]*Graduate Student, Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea*
[2]*Professor, Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea*

ABSTRACT This study aimed to assess the effects of different stocking densities and illuminance levels in the lairage period on skin conditions in broilers during summer. A total of 35-day-old 192 Ross 308 broilers were randomly assigned to a 3 × 2 factorial design, comprising three stocking densities (low density (LD): 292.12 cm^2/kg, normal density (ND): 233.70 cm^2/kg, high density (HD): 194.75 cm^2/kg) and two illuminance levels (below 5 lux (LX) and above 5 lux (HX)). Birds were placed in lairage after transport in plastic crates (0.82 m × 0.57 m × 0.29 m), and birds were placed in lairage for 1 hour at temperatures exceeding 24℃. Feather condition and footpad dermatitis were scored after lairage as welfare indicators. Data were analyzed using a two-way ANOVA to assess the main effects of stocking density and lighting intensity and their interaction on feather condition and footpad dermatitis. There were no significant differences in feather condition or the incidence of footpad dermatitis associated with crating density and lighting intensity during lairage (P>0.05). These findings suggest that broilers can endure various lairage conditions, including different stocking densities and illuminance levels, without significantly impacting skin conditions during summer. Further study under more specific environmental conditions is necessary to identify proper lairage conditions for broilers during summer.

(Key words: broiler, density, illuminance, lairage, summer)

서 론

전 세계적으로 동물복지에 대한 관심이 높아지면서, 축산업 전반적으로 동물의 복지와 건강을 고려한 사육 방식이 점차 중요해지고 있다(de Jonge and van Trijp, 2013). 이러한 변화는 육계 산업에서도 마찬가지이며, 특히 도축 이전 적절한 계류(lairage) 환경의 조성이 강조되고 있다(Grilli et al., 2015). 계류는 도축 이전 가축을 잠시 머물게 하여 스트레스를 완화하고, 적절한 건강 상태를 유지하기 위한 절차이다(Faucitano, 2010). 한편, 국내에서는 육계 계류 시 참고할 수 있는 구체적인 기준이 마련되어 있지 않아, 농장과 도축장에서 일관되지 않은 방식으로 실시되고 있다.

계류 과정에서 부적절한 환경 조건은 도축 이후 육질을 비롯한 생산성에 영향을 미칠 수 있다(Oba et al., 2009; Dadgar et al., 2011). 예를 들어, 고밀도의 계류 환경에서는 개체 간 피부가 맞닿아 깃털이 손상될 가능성이 크다(Thomas et al., 2004). 계류 시 이용되는 조명의 밝기 수준을 표현하는 조도(light intensity)의 경우, 육계의 행동 및 복지 수준에 영향을 미칠 수 있다(Deep et al., 2010). 특히나, 여름철 계류 시 환경 조건은 육계에 큰 영향을 미칠 수 있는 것으로 평가된다(Lara and Rostagno, 2013). 여름철의 높은 온도와 습도로 인해 발생하는 열 스트레스는 육계의 건강을 위협할 수 있다(Liu et al., 2020). 닭의 피부는 깃털로 덮여 있어 체내의 열을 방출하는 데 한계가 있기 때문에 닭은 여름철 고온 환경에서 매우 취약하다(Hu et al., 2016).

깃털 상태(feather condition)는 육계의 복지 및 스트레스 수준을 간접적으로 평가하는 데 이용되는 지표(Benincasa et al., 2020)로, 높은 밀도나 부적절한 계류 환경에서 빈번한 깃털

* These authors contributed equally to this work.
† To whom correspondence should be addressed : jmheo@cnu.ac.kr

손상이 발생할 수 있다. 발바닥 피부염은 바닥 상태와 밀접한 관련이 있으며(Benincasa et al., 2020), 계류 중 바닥 환경 조건과 밀접한 연관이 있을 수 있다(Benincasa et al., 2020).

이에 본 연구는 여름철 계류 중 밀도와 조도가 육계의 깃털 상태 및 발바닥 피부염 발생에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 이를 통해 육계 생산 시 지속 가능한 계류 조건을 제안하고, 동물복지를 고려한 계류 환경을 제안하는 데 기초 자료를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물과 시험설계

본 실험은 상업용 계류 시설에서 관련 허가와 승인을 받아 수행되었다. 공시동물은 35일령 암수 구분없이 Ross 308 평균 무게 1.6~1.8 kg 사이의 192수를 이용하였으며, 3 × 2 요인 배치법으로 완전임의 배치(completely randomized design)하여 실험을 진행하였다. 육계는 24℃ 이상에서 수송 후 플라스틱 어리장(0.82 m × 0.57 m × 0.29 m)에 배치한 후 계류하였다. 어리장 내 밀도 수준은 낮은 밀도(LD; 292.12 cm^2/kg), 중간 밀도(MD; 233.70 cm^2/kg), 높은 밀도(HD; 194.75 cm^2/kg)로 설정하였으며 각각 어리장 당 8수, 10수, 12수 배치하였다. 계류장 내 조도 수준은 5 lux 이하(LX) 또는 5 lux 이상(HX)으로 나누어 계류를 실시하였다. 1시간 동안 계류 이후 육계의 깃털 상태 및 발바닥 피부염 발생을 조사하였다.

2. 조사 항목

계류 이후 피부 손상 지표인 깃털 상태는 손상 없음(0점)부터 심한 피부 손상(4점)을 기준으로 평가하였다(Tauson et al., 2005). 깃털 상태 평가는 귀, 꼬리, 어깨, 그리고 전체 피부를 대상으로 실시하였다(Son et al., 2020). 발바닥 피부염 발생의 경우 손상 없음(0점)부터 심한 피부 손상(4점) 및 손상 없음(0점)부터 심한 발바닥 병변(4점)을 기준으로 평가하였다(Fig. 1).

3. 통계처리

육계 계류 시 밀도와 조도, 그리고 밀도와 조도 간 상호작용이 깃털 상태 및 발바닥 피부염 발생에 미치는 영향을 조사하기 위해 SPSS 26.0(SPSS Inc., Chicago, USA)의 GLM program(general linear model, two-way ANOVA procedure, SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하여 데이터를 분석하였다. 통계 분석 단위는 계류 시 이용된 어리장 내 육계 1수를 이용하였다. 각 처리구 간 표준값을 Tukey's Test를 통해 다중 검정하였다. 평균 간 유의성 검정은 95% 수준에서 유의성을 검정하였다.

Fig. 1. Target birds for the footpad dermatitis scores of 0−4 on the footpad of broilers.

Table 1. Effect of crating density and lighting intensity during summer lairage on feather condition in broilers

Items	Main effect					SEM	*P*-value		
	D[1]			IL[2]			D	IL	D × IL
	LD	ND	HD	LX	HX				
Feather condition	1.08	1.25	1.25	1.22	1.17	0.069	0.532	0.691	0.532

[1] D, density; LD (292.12 cm^2/kg); ND (233.70 cm^2/kg); HD (194.75 cm^2/kg).
[2] IL, illuminance; LX (below 5 lux); HX (above 5 lux).
SEM = standard error of mean.

결과 및 고찰

1. 깃털 상태(Feather Condition)

Table 1에 여름철 계류 시 밀도와 조도에 따른 육계의 깃털 상태 점수를 제시하였다. 계류 이후 깃털 상태 분석 결과, 밀도와 조도에 따른 차이는 나타나지 않았다(P>0.05). LD (292.12 cm^2/kg), MD(233.70 cm^2/kg), HD(194.75 cm^2/kg)의 깃털 상태 점수는 각각 1.08, 1.25, 1.25으로 측정되었으며, 조도에 따른 점수는 LX(5 lux 이하)에서 1.22, HX(5 lux 이상)에서 1.17으로 측정되었다.

깃털 상태는 육계 복지 및 피부 손상의 중요한 지표로 여겨지며(Saraiva et al., 2016), 본 연구에서는 밀도와 조도에 따른 깃털 상태의 차이는 나타나지 않았다. 낮은 밀도는 개체 간 접촉 빈도를 줄여 피부 손상을 감소시킬 수 있는 것으로 알려져 있으며(Hennig-Pauka and von Altrock, 2023), 높은 밀도에서는 경쟁과 스트레스로 인한 피부 손상 가능성이 커질 수 있다(Song et al., 2024). 한편, 비교적 높은 조도(30 lux 이상)에서 쪼기 행동이 증가해 깃털 손상이 발생할 수 있다는 연구가 있으나(Kjaer and Vestergaard, 1999), 본 연구의 조도 수준(5 lux 이하 또는 5 lux 이상)은 쪼기 행동에 영향을 미칠 만큼 차이가 크지 않았기 때문에 깃털 상태에 차이가 없었던 것으로 사료된다.

2. 발바닥 피부염(Footpad Dermatitis)

Table 2에 여름철 계류 시 밀도와 조도에 따른 육계의 발바닥 피부염 발생 점수를 제시하였다. 여름철 계류 이후 발바닥 피부염 발생 분석 결과, 밀도와 조도에 따른 차이는 나타나지 않았다(P>0.05). LD(292.12 cm^2/kg), MD(233.70 cm^2/kg), HD(194.75 cm^2/kg)에서의 발바닥 피부염 점수는 각각 0.42, 0.17, 0.25으로 측정되었고, 조도에 따른 점수는 LX(5 lux 이하)에서 0.22, HX(5 lux 이상)에서 0.33으로 나타났다.

발바닥 피부염은 밀도와 조도에 의해 영향을 받을 수 있는 피부 손상 지표이다. 밀도가 높아질 경우 분변으로 인한 바닥 습도가 증가하여 발바닥 피부염이 악화될 가능성이 있다(Petek et al., 2014; Saraiva et al., 2016). 또한 비교적 낮은 밀도에서는 육계의 활동이 증가하여 발바닥 피부염의 발생이 감소할 수 있다(Ferrante et al., 2006). 한편, 본 연구에서는 계류 기간이 충분히 길지 않았기 때문에 밀도에 따른 발바닥 피부염 발생 차이가 없는 것으로 판단된다. 또한, 조도가 낮을 경우 휴식 시간이 길어져 발바닥이 분변과 더 오래 접촉하여 발바닥 피부염 발생 가능성이 높아질 수 있으나(Blatchford et al., 2009; Deep et al., 2010), 본 연구의 계류 시간이 발바닥 피부염에 영향을 미칠 만큼 충분하지 않았던 것으로 사료된다.

육계 계류 시 밀도와 조도가 미치는 영향을 구명하고자 한 본 연구에 더해, 더욱 세부적인 계류 조건을 반영한 연구를 수행하여 여름철 적정 계류 조건을 구명할 필요가 있는 것으로 사료된다. 또한, 겨울철 저온 스트레스로 인해 육계에 영향을 미칠 가능성을 고려할 때, 겨울철 적정 계류 조건을 조사하는 연구도 필요한 것으로 보인다. 한편, 본 연구에서는 계류 중 조명 사용에 따른 경제적 비용을 평가하지 않아 현장에서의 실제 적용 가능성에 대한 논의가 제한적이다. 이에, 향후 연구에서는 계류 조건의 경제적 효율을 포함한 포괄적인 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

결 론

본 연구 결과, 여름철 계류 중 밀도 및 조도는 피부 상태 지표인 깃털 상태와 발바닥 피부염 발생에 영향을 미치지 않았다. 이는 육계가 여름철 다양한 계류 조건에 어느 정도 적응할 수 있음을 시사한다.

적 요

본 연구는 여름철 계류 중 밀도와 조도가 육계의 피부 상태에 미치는 영향을 평가하고자 실시하였다. 총 192수의 35

Table 2. Effect of crating density and lighting intensity during summer lairage on footpad dermatitis in broilers

Items	Main effect					SEM	*P*-value		
	D[1]			IL[2]			D	IL	D × IL
	LD	ND	HD	LX	HX				
Footpad dermatitis	0.42	0.17	0.25	0.22	0.33	0.079	0.691	0.485	0.883

[1] D, density; LD (292.12 cm^2/kg); ND (233.70 cm^2/kg); HD (194.75 cm^2/kg).
[2] IL, illuminance; LX (below 5 lux); HX (above 5 lux).
SEM = standard error of mean.

일령 Ross 308 육계를 3 × 2 요인 배치법으로 무작위 배치하여 실험을 수행하였다. 육계는 24℃ 이상의 온도에서 플라스틱 케이지(0.82 m × 0.57 m × 0.29 m)에 배치하여 계류하였다. 밀도는 LD(292.12 cm^2/kg), MD(233.70 cm^2/kg), HD(194.75 cm^2/kg)로, 조도는 LX(5 lux 이하)와 HX (5 lux 이상)으로 설정하였다. 계류 후 피부 상태를 평가하기 위해 깃털 상태와 발바닥 피부염 발생을 조사하였다. 실험 결과, 계류 과정 중 밀도와 조도에 따른 깃털 상태와 발바닥 피부염 발생은 유의미한 차이가 나타나지 않았다(P>0.05). 본 연구 결과는 여름철 계류 과정 중 밀도와 조도의 차이가 육계 피부 상태에 미치는 영향이 미미함을 시사한다.

(색인어 : 계류, 광도, 밀도, 여름, 육계)

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호 RS-2021-RD010100 [PJ016214])의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

ORCID

Jeseok Lee https://orcid.org/0000-0002-6829-029X
Myunghwan Yu https://orcid.org/0000-0003-4479-4677
Haeeun Park https://orcid.org/0000-0003-3244-0716
Jung Min Heo https://orcid.org/0000-0002-3693-1320

REFERENCES

Benincasa NC, Sakamoto KS, da Silva IJO, Lobos CMV 2020 Animal welfare: impacts of pre-slaughter operations on the current poultry industry. J Anim Behav Biometeorol 8(2):104-110.

Blatchford R, Klasing K, Shivaprasad H, Wakenell P, Archer G, Mench J 2009 The effect of light intensity on the behavior, eye and leg health, and immune function of broiler chickens. Poult Sci 88(1):20-28.

Dadgar S, Lee E, Leer T, Crowe T, Classen H, Shand P 2011 Effect of acute cold exposure, age, sex, and lairage on broiler breast meat quality. Poult Sci 90(2):444-457.

de Jonge J, van Trijp HC 2013 The impact of broiler production system practices on consumer perceptions of animal welfare. Poult Sci 92(12):3080-3095.

Deep A, Schwean-Lardner K, Crowe T, Fancher B, Classen H 2010 Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics, and welfare. Poult Sci 89(11):2326-2333.

Faucitano L 2010 Invited review: effects of lairage and slaughter conditions on animal welfare and pork quality. Can J Anim Sci 90(4):461-469.

Ferrante V, Lolli S, Marelli S, Vezzoli G, Sirri F, Cavalchini L 2006 Effect of light programmes, bird densities and litter types on broilers welfare. Pages 216-221 In: EPC 2006 - 12th European Poultry Conference, Verona, Italy.

Grilli C, Loschi A, Rea S, Stocchi R, Leoni L, Conti F 2015 Welfare indicators during broiler slaughtering. Br Poult Sci 56(1):1-5.

Hennig-Pauka I, von Altrock A 2023 Managing Housing and Stocking Density to Optimize Health, Welfare and Production in Pig Herds. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge.

Hu J, Hester P, Makagon M, Vezzoli G, Gates R, Xiong Y, Cheng H 2016 Cooled perch effects on performance and well-being traits in caged White Leghorn hens. Poult Sci 95(12):2737-2746.

Kjaer JB, Vestergaard K 1999 Development of feather pecking in relation to light intensity. Appl Anim Behav Sci 62(2-3):243-254.

Lara LJ, Rostagno MH 2013 Impact of heat stress on poultry production. Animals 3(2):356-369.

Liu L, Ren M, Ren K, Jin Y, Yan M 2020 Heat stress impacts on broiler performance: a systematic review and meta-analysis. Poult Sci 99(11):6205-6211.

Oba A, Almeida Md, Pinheiro JW, Ida EI, Marchi DF, Soares AL, Shimokomaki M 2009 The effect of management of transport and lairage conditions on broiler chicken breast meat quality and DOA (Death on Arrival). Braz Arch Biol Technol 52:205-211.

Petek M, ÜSTÜNER H, YEŞİLBAĞ D 2014 Effects of stocking density and litter type on litter quality and growth performance of broiler chicken. Kafkas Univ Vet Fak Derg 20(5):743-748.

Saraiva S, Saraiva C, Stilwell G 2016 Feather conditions and clinical scores as indicators of broilers welfare at the slaughterhouse. Res Vet Sci 107:75-79.

Son JS, Kim CH, Kang HK, Kim HS, Jeon JJ, Hong EC,

Kang BS 2020 Effect of stocking density on the feather condition, egg quality, blood parameters and corticosterone concentration of laying hens in conventional cage. Korean J Poult Sci 47(2):83-93.

Song DC, Lee JH, Yun W, Chang SY, Park SH, Jeon KH, Kim H, Cho JH 2024 Effects of stocking density and illuminance in lairage of fattening pigs in different temperatures. Animals 14(15):2145.

Tauson R, Kjaer J, Maria G, Cepero R, Holm K 2005 Applied scoring of integument and health in laying hens. Anim Sci Pap Rep 23(1):153-159.

Thomas D, Ravindran V, Thomas D, Camden B, Cottam Y, Morel P, Cook C 2004 Influence of stocking density on the performance, carcass characteristics and selected welfare indicators of broiler chickens. N Z Vet J 52(2):76-81.

Received Nov. 28, 2024, Revised Dec. 5, 2024, Accepted Dec. 5, 2024