

다양한 사육 밀도에서 대형 육계 암컷의 생산성과 도체 수율

나재천^a · 추효준^a · 김동운 · 황보 종 · 김지혁 · 강환구 · 김민지 · 최희철 · 홍의철[†]
농촌진흥청 국립축산과학원 가금과

Growth Performance and Carcass Yield of Heavy Female Broiler at Different Stocking Densities

Jae-Cheon Na^a, Hyo-Jun Choo^a, Dong-Woon Kim, Jong Hwangbo^a, Ji-Hyuk Kim, Hwan-Gu Kang, Min-Ji Kim, Hee-Cheol Choi and Eui-Chul Hong[†]

Poultry Science Division, National Institute of Animal Science, RDA, Seonghwan 330-801, Korea

ABSTRACT This work was carried out to investigate performance and carcass yield of large-type broiler females at different stocking densities. Chicks (n = 492; 1-day-old; female; Arbor Acre broiler) were reared for six weeks (starter, 0~1 wk; earlier, 1~3 wk; finisher, 3~6 wk) and randomly divided into 3 treatments (4 replications/treatment, 36, 41 or 46 birds/replication). Treatments were T1 (10.9 birds/m²), T2 (12.4 birds/m²) and T3 (13.9 birds/m²) by the stocking densities. Research indexes were livability, body weight, body weight gain, feed intake, feed conversion ratio, production efficiency factor, carcass yield and primal cuts ratio (wing, leg, back, breast and neck). Livability (%) was 90% or more for all treatments, but there was no significant difference on weekly livability (%). Body weight of T3 treatment were the lowest at 3 wk and body weight gain, feed intake, and feed conversion ratio were the lowest at 2~3 wk ($P<0.05$). Production efficiency factors of T1, T2 and T3 were 331.0, 340.8 and 336.0, respectively, and there was no significant difference among treatments. Leg meat ratio of T2 treatment was higher compared to other treatments at the age of 4 wk ($P<0.05$). Carcass yield of T1 treatment was the highest as 76.2% at the age of 5 wk ($P<0.05$). However, there was no significant difference on carcass ratio and partial meat ratio among treatments at the age of 6 wk. This result may provide the standard data of different stocking densities for heavy female broilers.

(Key words : large-type broiler, female, performance, carcass ratio, partial meat ratio)

서 론

우리나라의 양계 산업은 빠른 성장과 함께 사육 규모는 소규모의 가정용 축산업에서 규모화 된 전업형으로 확대되었다. 이에 따라 발생하는 높은 사육 밀도는 사육 환경을 열악하게 만들어 질병 발생량을 증가시켰으며, 가축 분뇨가 집중됨에 따라 분뇨 처리에 따른 비용 부담 및 계사 주변의 환경오염 등의 부작용이 심하게 발생하게 되었다.

양계업자들은 농장의 수익성을 개선시키기 위해 사육 밀도를 증가시켜 왔다. 사육 밀도가 너무 높을 경우, 많은 대

사열이 계사 내에 발생하여 열 스트레스로 이어질 수 있다(나재천 등, 2012). 게다가, 높은 사육 밀도는 결과적으로 운동 부족의 문제를 가져온다(Sorensen et al., 2000; Hall, 2001). 다시 말해서, 과밀도 사육은 복지와 잠재적인 건강 문제 등의 역효과를 유도하게 된다.

동물 복지에 대한 관심과 염려로 인하여 현재는 많은 나라들이 사육 밀도에 대한 최대 허용치를 규제하고 있다. 유럽에서 제시한 사육 밀도의 최대 허용치는 최대 33 kg/m²이며(European Commission, 2007), 미국에서는 최대 30 kg/m² 까지 허용치를 제시하고 있다(Human Farm Animal Care,

^a First two authors equally contributed to this work.

[†] To whom correspondence should be addressed : drhong@rda.go.kr

2009). 우리나라는 복지를 위한 적정 사육 밀도가 확립되어 있지 않으나, 현재 우리나라의 일반적인 사육 밀도는 13.6수/m²(34 kg/m²)이다.

육계의 성장, 건강 및 복지 상태는 사육 밀도에 크게 영향을 받는다(Webster, 1990). 사육 밀도가 높아지면 단위면적당 총생산량은 증가하지만, 체중 감소, 폐사율 증가, 사료 요구율 저하와 같이 생산성이 저하되며(Dozier et al., 2005; 하재정 등, 2011), 도체 등급에도 악영향을 미친다(Proudfoot et al., 1979; Newberry and Hall, 1988; Cravener et al., 1992; Bessie and Reiter, 1992).

따라서 본 시험은 최근 성장이 빠르다는 점에서 이슈가 되고 있는 대형 육계 암컷을 사육 밀도를 다르게 하였을 때, 생산성과 도체 수율을 비교하여 사육 밀도가 대형 육계 암컷의 생산성과 도체 수율에 미치는 영향을 조사하고, 적정 사육 밀도를 조사하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험 설계

공시계는 1일령 Arbor Acre종 육계 암컷 492수를 선별하여 육계 초기(0~1주), 전기(1~3주) 및 후기(3~6주)로 나누어 총 6주 동안 사양시험을 실시하였다. 시험 설계는 칸(3.3 m²) 당 36수, 41수, 46수씩 사육 밀도를 정한 후, 사육 밀도에 따라 세 처리구로 나누고, 처리구 당 4반복씩 나누어 완전임의 배치하였다. 본 시험의 사육 밀도에 따른 처리구는 Table 1에 나타내었다. 시험 사료는 시판 배합 사료(쥬푸리나 코리아)를 사육 시기별로 구분하여 급여하였다.

2. 조사 항목

1) 생존률

생존률은 계통별로 첫 모이 수수에 대하여 매 주령에 조사한 생존수수의 비율을 집계하여 백분율로 표시하였다.

2) 체중, 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율

시험기간 중 체중과 사료 섭취량을 매주 오전 10시에 측정하였다. 사료 섭취량은 사료 잔량을 측정하여 사료 급여량에서 제하여 계산하였다. 사료 요구율은 섭취량에서 증체량을 나누어 계산하였다.

3) 생산지수

생산지수(PEF, Production Efficiency Factor)는 Arbor Acres[®] broiler management guide(2009)의 방법으로 다음의 식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{생산지수} = \frac{\text{생존율}(\%) \times \text{생체중}(\text{kg})}{\text{일령} \times \text{사료요구율}} \times 100$$

4) 도체 수율과 부분육 비율

본 시험의 4, 5, 6주령에 처리구에 따라 4주령과 5주령에 각각 5수씩, 6주령에 각각 6수씩 도계하여 도체 수율과 부분육 비율을 조사하였다. 도체 수율은 머리, 내장, 발목을 제거하고, 고기와 뼈를 포함한 중량을 생체중량으로 나눈 값으로 하였다. 부분육 비율은 도체된 육계들을 날개, 등, 목, 가슴 그리고 다리의 5부분으로 나누어 무게를 측정하고, 생체중에 대한 비율을 산출하였다.

$$\text{도체 수율}(\%) = \frac{\text{도체중량}(\text{g})}{\text{생체중량}(\text{g})} \times 100$$

$$\text{부분육 비율}(\%) =$$

$$\frac{\text{부분육(날개, 등, 목, 가슴, 다리) 무게}(\text{g})}{\text{생체중량}(\text{g})} \times 100$$

3. 통계처리

본 시험에서 얻어진 모든 결과는 SAS(2008)의 GLM(General Linear Model) Program을 이용하여 분석하였으며, 각 처리구 간의 평균값을 Duncan(Duncan, 1955)의 다중 검정을 이용하여 95% 신뢰수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 생존률

본 시험에 이용된 대형종 육계의 생존율은 Table 2에 나타내었다.

주령별 생존율은 세 처리구 모두 90% 이상으로 높게 나타났다. 처리구 사이에서 유의적인 차이는 없었다. 나재천

Table 1. The experimental design on different stocking densities

Index	Treatments		
	T1	T2	T3
Rearing density(birds/m ²)	10.9	12.4	13.9

Table 2. Livability (%) of heavy female broilers on different stocking densities

Weeks	Treatments ¹		
	T1	T2	T3
0~1	100.0±0.00 ²	100.0±0.00	100.0±0.00
0~2	98.6±0.81	100.0±0.00	100.0±0.00
0~3	98.6±0.81	100.0±0.00	99.5±0.55
0~4	98.6±0.81	99.4±0.61	98.9±0.64
0~5	96.5±1.34	97.6±1.01	98.9±0.64
0~6	93.4±2.36	95.8±1.83	96.2±0.53

¹ See the Table 1.

² Means±S.D. (n=4).

등(2012)은 같은 품종의 수컷을 이용한 유사한 시험에서 생존율이 높다는 것을 보고한 바 있다. 본 시험의 대형 육계 암컷 생존율도 수컷과 마찬가지로 높게 나타났으며, 이는 다른 논문들(Gonzales et al., 1998; Chiou et al., 2001; Guardia et al., 2011; Hong et al., 2012)과 큰 차이를 보이지 않았다.

2. 체중, 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율

본 시험에 이용된 대형종 육계의 체중, 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 Table 3~6에 나타내었다.

육계의 체중은 3주령에 T3 처리구에서 가장 낮았으며

Table 3. Average body weight (g) of heavy female broilers on different stocking densities

Weeks	Treatments ¹		
	T1	T2	T3
0	43.2±0.00 ²	43.2±0.00	43.2±0.00
1	200.7±8.94	202.8±6.78	199.7±3.53
2	483.1±11.8	485.4±8.23	490.1±7.42
3	975.1±28.3 ^a	958.7±9.18 ^a	891.2±9.04 ^b
4	1,629±26.2	1,640±34.5	1,585±15.1
5	2,187±60.5	2,153±40.4	2,118±26.3
6	2,696±76.6	2,685±33.9	2,650±12.1

¹ See the Table 1.

² Means±S.D. (n=4).

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

Table 4. Body weight gain (g) of heavy female broilers on different stocking densities

Weeks	Treatments ¹		
	T1	T2	T3
0~1	157.5±8.94 ²	159.6±6.78	156.5±3.53
1~2	282.4±6.11	282.7±6.29	290.4±6.41
2~3	492.0±17.8 ^a	473.3±7.39 ^a	401.2±2.91 ^b
3~4	654.1±15.3	680.8±25.7	693.7±10.1
4~5	557.7±38.6	513.8±8.64	533.3±26.7
5~6	509.0±54.5	531.8±6.71	532.1±29.6
0~6	2,652±76.6	2,642±33.9	2,607±12.1

¹ See the Table 1.

² Means±S.D. (n=4).

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

Table 5. Feed intake (g) of heavy female broilers on different stocking densities

Weeks	Treatments ¹		
	T1	T2	T3
0~1	201.6±1.73 ^{ab2}	204.7±6.28 ^a	193.1±1.25 ^b
1~2	416.7±7.91	450.7±10.8	434.1±8.39
2~3	739.9±13.3 ^a	731.3±6.39 ^a	660.1±3.74 ^b
3~4	1,193±45.6	1,170±16.6	1,148±15.3
4~5	1,129±18.4	1,134±14.5	1,141±31.6
5~6	1,110±57.6	1,081±15.9	1,157±41.7
0~6	4,791±33.9	4,741±36.5	4,713±60.9

¹ See the Table 1.

² Means±S.D. (n=4).

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

($P<0.05$), T1과 T2 처리구 사이에서는 유의차가 없었다 ($P>0.05$). 다른 주령의 체중은 처리구 간 유의적인 차이가 없었다. 본 시험에 이용된 대형 육계의 4주령 체중은 세 처리구의 평균이 약 1,618 g으로 Yacubu and Ayoade(2010)가 보고한 동일 품종 육계의 4주령 체중(약 1,289 g)보다 높게 나타났다. 또한 세 처리구의 6주령 평균 체중은 2,677 g으로 같은 품종을 이용한 Gonzales et al.(1998)의 6주령 체중(약 2,536 g)보다 높았다. 이런 결과는 사양 환경이나 사료의 품질 및 닭의 품종 개량 등 여러 가지 원인으로 인해 나타난

Table 6. Feed conversion ratio of heavy female broilers on different stocking densities

Weeks	Treatments ¹		
	T1	T2	T3
0~1	1.29±0.08	1.29±0.06	1.23±0.02
1~2	1.48±0.01	1.49±0.04	1.43±0.02
2~3	1.51±0.0 ^{3b}	1.55±0.01 ^b	1.65±0.01 ^a
3~4	1.83±0.11	1.73±0.05	1.65±0.01
4~5	2.05±0.13	2.21±0.03	2.16±0.17
5~6	2.20±0.12	2.04±0.05	2.21±0.21
0~6	1.81±0.02	1.80±0.01	1.81±0.03

¹ See the Table 1.

² Means±S.D. (n=4).

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

것으로 사료되나, 본 시험의 결과로써 동일 품종의 체중 차이가 발생한 원인을 분석할 수 없었다.

육계의 증체량은 체중과 마찬가지로 3주령에 T3 처리구에서 가장 낮게 나타났으며($P<0.05$), T1과 T2 처리구 사이에서는 유의적인 차이가 없었다. 또한 다른 주령에서는 체중과 마찬가지로 처리구 간 유의차가 없었다.

Guardia et al.(2011)은 12 수/m²와 17.1 수/m²의 두 가지 사육 밀도에서 시험을 하였다. Ross종의 증체량은 1~10일령에는 12수/m²에서 낮게 나타났으나, 32~39일령에는 17.1 수/m²에서 낮게 나타났다고 하였다. 본 시험의 결과는 2~3주령에서 사육 밀도가 가장 높은 T3 처리구의 증체량이 가장 낮게 나타났으나, 다른 주령에서는 사육 밀도에 따라서는 유의차가 없어 Guardia et al.(2011)와 다른 결과를 보여 주었다. 또한 본 시험의 증체량은 Guardia et al.(2011)의 결과와 비교하여 4주령까지는 유사하게 나타났으나, 4주령 이후 낮은 증체량을 보여 주었다. 또한 0~6주령까지의 전체 증체량은 63.1 g/b/d로 Guardia et al.(2011)의 결과와 유사하였다. 이것은 본 시험에 이용된 Arbor Acre 종은 Ross 종에 비해 성장이 빠른 품종이기 때문이라 사료된다. 그러나 본 시험은 같은 종을 시험한 다른 연구들(Chiou et al., 2001; Hong et al., 2012)보다 증체량에서 높게 나타났다. 또한 같은 종을 이용하여 사육 밀도에 따른 육계의 생산성을 보고한 Yacubu and Ayoade(2010)의 결과보다도 높게 나타났다. 이에 대해서 본 연구에서는 정확한 원인을 구명하지 못하였으며, 이에 대해 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

사료 섭취량은 2~3주령에 T3 처리구에서 가장 낮게 나타났다($P<0.05$). 이런 결과는 사육 밀도에 따른 육계의 생산성을 조사한 Guardia et al.(2011)의 결과와 유사하게 나타났다. 또한 본 시험에 이용된 대형 육계의 사료 섭취량은 Guardia et al.(2011)의 섭취량과 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 같은 품종을 이용한 다른 연구들(Chiou et al., 2001; Yacubu and Ayoade, 2010; Hong et al., 2012)과 비교하였을 때 본 시험의 0~6주령 사료 섭취량이 높게 나타났다. 이런 결과들은 육계의 생산성 중 사료 섭취량은 사육 밀도보다는 품종에 따른 차이가 있다는 것을 보여주고 있다.

사료 요구율은 2~3주령에 T3 처리구에서 유의적으로 가장 높았으며($P<0.05$), T1과 T2 처리구의 사료 요구율은 차이가 없었다. 본 시험의 사료 요구율은 일반 육계의 사료 요구율(Guardia et al., 2011)에 비해 높게 나타났다. 같은 종을 이용한 연구(Chiou et al., 2001; Hong et al., 2012)에서는 유사한 사료 요구율을 보여 주었다. 이는 품종의 개량과 사료의 개선으로 증체량과 사료 섭취량이 동시에 증가하여 일정한 사료 요구율을 나타내는 것으로 보인다. 그러나 사육 밀도에 따른 Yacubu and Ayoade(2010)의 결과에서는 4주령의 사료 요구율이 약 3.64로 나타났으며, 이는 본 시험의 결과보다 훨씬 높은 수치였다.

3. 생산지수

본 시험에 이용된 대형종 육계의 생산지수는 Table 7에 나타내었다. T1, T2 및 T3의 생산지수는 각각 331.0, 340.8, 336.0으로 처리구 사이에 유의적인 차이는 발견되지 않았다. Arbor Acre 종의 생산지수는 체중, 생존율, 사료 요구율의 개념을 종합하여 지수로서 표현하는 값으로 나타낸다 (Arbor Acres[®] broiler management guide, 2009). 본 시험의 결과는 Lee et al.(2011)이 보고한 일반 육계의 생산지수 290.3보다 높은 수치를 나타내었다. 따라서 육계 산업에서 대형 육계를 사용할 경우에는 생산성이 크게 향상될 것이라

Table 7. Production efficiency factor of heavy female broilers on different stocking densities

Items	Treatments ¹		
	T1	T2	T3
PEF ²	331.0±6.36 ³	340.8±3.21	336.0±7.58

¹ See the Table 1.

² PEF, production efficiency factor

³ Means±S.D. (n=4).

사료되지만, 사육 밀도 13.9 수/m²까지는 생산지수가 크게 영향을 받지 않는다고 사료된다. 따라서 대형 육계의 생산성 향상을 위해서는 보다 다양한 사육 밀도에서 시험하는 것이 필요하다고 하겠다.

4. 도체 수율 및 부분육 비율

본 시험에 이용된 대형 육계의 4주령, 5주령 및 6주령의 도체 수율 및 부분육 비율은 Table 8에 나타내었다.

4주령 육계의 도체 수율과 대부분의 부분육(날개, 가슴, 등, 목) 비율은 처리구 간 차이가 없었으나, 다리 부위의 비율은 T2에서 가장 높았다($P<0.05$). 5주령 육계의 도체 수율은 T1 처리구에서 76.2%로 가장 높았으나, 부분육(날개, 다리, 가슴, 등, 목) 비율은 처리구 간 유의차가 없었다. 6주령 육계의 도체 수율과 부분육 비율은 처리구 간 차이가 없었다.

Yacubu and Ayoade(2010)는 사육 밀도 8.3 수/m², 11.1 수/m² 및 14.3 수/m²에서 사양한 육계(Arbor Acre)를 도체 검사하여 부분육 비율을 조사하였을 때, 사육 밀도 간 차이가 없다고 하였다. 또한 Zuwei et al.(2011)은 다리와 가슴육의 비율이 높은 사육 밀도와 낮은 사육 밀도 사이에서 유의적인 차이가 없다고 하였다. 본 시험의 4주령과 5주령의 부분육 비율도 처리구 간 차이가 없었으며, 4주령의 부분육 비율도 다리 부위를 제외하고는 처리구 간 차이가 없었다. 이런 결과에 따라 대형종 육계 암컷의 도체육과 부분육 비율은 사육 밀도의 영향을 거의 받지 않는 것으로 사료된다. 그러나 본 시험의 결과는 Yacubu and Ayoade(2010)의 결과보다 높게 나타났는데, 이것은 본 시험의 부분육이 뼈를 함유하고 있기 때문이라 사료되며, 뼈를 제거한 부분육 비율의 비교 연구가 추후 요구된다.

적 요

본 시험은 세 가지 다른 사육 밀도가 대형 육계 암컷의 생산성과 도체 수율에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행하였다. 처리구는 사육 밀도에 따라 T1(10.9 수/m²), T2(12.4 수/m²) 및 T3(13.9 수/m²)로 하였다. 공시계는 1일령 Arbor Acre종 육계 암컷 492수를 선별하여 처리구당 4반복씩, 반복당 각각 36, 41 및 46수씩 나누어 완전임의 배치하였으며, 육계 초기(0~1주), 전기(1~3주) 및 후기(3~6주)로 나누어 총 6주 동안 사양시험을 실시하였다. 조사 항목으로 생존율, 체중, 증체량, 사료 섭취량, 사료 요구율, 생산지수, 도체 수율 그리고 부분육 비율(날개, 다리, 가슴, 등, 목)을 조사하였다. 6주 동안의 육성률은 세 처리구 모두 90% 이상으로 높

Table 8. Carcass yield and primal cuts of heavy female broilers on different stocking densities

Items	Treatments ¹		
	T1	T2	T3
----- 4 weeks -----			
Carcass yield (%)	71.0±0.52	70.1±1.08	70.8±0.59
Primal cuts			
Wing (%)	11.7±0.43	12.0±0.35	11.6±0.48
Leg (%)	26.8±0.42 ^b	28.5±0.44 ^a	27.6±0.32 ^{ab}
Breast (%)	33.4±0.96	32.0±0.61	33.1±0.66
Back (%)	21.8±0.38	21.8±0.47	21.8±0.42
Neck (%)	6.26±0.32	5.76±0.29	5.98±0.29
----- 5 weeks -----			
Carcass yield (%)	76.2±0.19 ^a	74.8±0.47 ^b	74.5±0.64 ^b
Primal cuts			
Wing (%)	11.3±0.05	11.0±0.28	11.0±0.41
Leg (%)	26.7±0.71	27.0±0.42	27.1±0.47
Breast (%)	35.7±0.88	36.4±0.56	36.0±0.42
Back (%)	21.1±0.29	20.2±0.39	21.3±0.46
Neck (%)	5.24±0.07	5.46±0.47	4.68±0.12
----- 6 weeks -----			
Carcass yield (%)	78.8±0.77	78.2±0.47	77.2±0.47
Primal cuts			
Wing (%)	9.87±0.16	10.1±0.31	10.3±0.21
Leg (%)	26.8±0.39	26.4±0.36	25.6±0.51
Breast (%)	37.1±0.51	37.9±1.03	38.5±1.08
Back (%)	21.1±0.18	20.7±0.78	20.4±0.63
Neck (%)	5.13±0.17	4.93±0.25	5.28±0.25

¹ See the Table 1.

² Means±S.D. (n=4).

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

게 나타났으며, 처리구 간 차이가 없었다. 육계의 체중은 3주령, 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 2~3주령에 T3 처리구에서 가장 낮았으며($P<0.05$), T1과 T2 처리구 사이에서는 유의차가 없었다($P>0.05$). T1, T2 및 T3 처리구의 생산지수는 각각 331.0, 340.8, 336.0으로 처리구 사이에 유의적인 차이는 발견되지 않았다. 4주령 육계의 도체 수율과 대부

본의 부분육(날개, 가슴, 등, 목) 비율은 처리구 간 차이가 없었으나, 다리 부위의 비율은 T2에서 가장 높았다($P<0.05$). 5주령 육계의 도체 수율은 T1처리구에서 76.2%로 가장 높았으나($P<0.05$), 부분육 비율은 처리구 간 유의차가 없었다. 6주령 육계의 도체 수율과 부분육 비율은 처리구 간 차이가 없었다. 본 시험은 대형 육계 암컷을 위한 다양한 사육 밀도를 기초자료로 제공하였으며, 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

(색인어: 대형 육계, 암컷, 생산성, 도체 수율, 부분육 비율)

사 사

본 연구는 2012년 농촌진흥청 국립축산과학원의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Arbor Acres[®] Broiler management guide 2009 page. 54.
- Bessie W, Reiter K 1992 The influence of floor space on the behavior of broilers. Deutsche Veterinarmedizinische Gesellschaft e. v. Fachgruppe Verhhaltens forchung, Freigurg, Breisgau, Germany.
- Chiou PWS, Chiu SW, Chen CR 2001 Value of *Aspergillus niger* fermentation product as a dietary ingredient for broiler chickens. Anim Feed Sci & Technol 91:171-182.
- Cravener TL, Roush WB, Mashaly LW 1992 Broiler production under varying population densities. Poultry Sci 71:427-433.
- Dozier WA, Thaxton JP, Branton SL, Morgan GW, Miles DM, Roush WB, Lott BD, Vizzier-Thaxton Y 2005 Stocking density effects on growth performance and processing yields of heavy broilers. Poultry Sci 84:1332-1338.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.
- European Commission 2007 Council directive 2007/43/EC of 28 June 2007 laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. Official Journal of the European Union, 12 July 2007:L 182/119-128.
- Gonzales E, Buyse J, Loddi MM, Takita TS, Buys N, Decuypere E 1998 Performance, incidence of metabolic disturbances and endocrine variable of food-restricted male broiler chickens. Br Poult Sci 39:671-678.
- Guardia S, Konsak B, Combes S, Levenez F, Cauquil L, Guillot JF, Moreau-Vauzelle C, Lessire M, Juin H, Gabriel I 2011 Effects of stocking density on the growth performance and digestive microbiota of broiler chickens. Poultry Sci 90:1878-1889.
- Hall AL 2001 The effect of stocking density on the welfare and behavior of broiler chickens reared commercially. Anim Welf 10:23-40.
- Hong JC, Steiner T, Aufy A, Lien TF 2012 Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinal characteristics, microbiota and carcass traits in broilers. Livest Sci 144: 253-262.
- Humane Farm Animal Care 2009 Animal Care Standards. Chickens. Part 3. Environment. pages 6-7.
- Lee MG, Kim CH, Shin DH, Jung BY, Paik IK 2011 Effects of supplementary copper sources (Cu sulfate, Cu-methionine, Cu-soy proteinate) on the performance broiler chickens. Korean J Poult Science 38:121-128.
- Newberry RC, Hall JW 1988 Space utilization by broiler chickens in floor pens. Pages 305-309 in Proceedings of the International Congress of Applied Ethology in Farm Animals. J. Unshelm, G. Van Putten, K. Zeeb, and I. Ekesbo, ed. Skara, KTBL, Darmstadt, Germany.
- Proudfoot FG, Hulan HW, Ramey DR 1979 The effect of four stocking densities on broiler carcass grade, the incidence of breast blisters, and other performance traits. Poultry Sci 58:791-793.
- SAS 2008 SAS/STAT Software for PC. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sorensen P, Su G, Kestin SC 2000 Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. Poultry Sci 79:864-870.
- Webster J 1990 Housing and respiratory disease in farm animals. Outlook Agric 19:31-35.
- Yacubu A, Ayoade J 2010 Effects of genotype and population density on growth performance, carcass characteristics, and cost-benefits of broiler chickens in north central Nigeria. Trop Anim Health Prod 42:719-727.
- Zuowei S, Yan L, Yuan L, Jiao H, Song Z, Guo Y, Lin H 2011 Stocking density affects the growth performance of broilers in a sex-dependent fashion. Poultry Sci 90: 1406-

1415.

나재천 황보 중 김지혁 강환구 김민지 김동욱 최희철 홍의철 2012 다양한 사육밀도에서 대형 육계 수컷의 생산성과 도체 수율. 한국가금학회지 39:305-310.

하재정 이용준 김병천 오상집 송영한 2011 사육밀도가 토종 육계의 행동특성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 53(5):481-487.

(접수: 2013. 1. 31, 수정: 2013. 3. 5, 채택: 2013. 3. 15)