

## 사료 내 대사 에너지 수준 차이가 계통이 다른 육계의 성장과 도체 특성에 미치는 영향

김종설<sup>1</sup> · 권정택<sup>2</sup> · 김제헌<sup>1</sup> · 오성택<sup>1</sup> · 이보근<sup>1</sup> · 정란<sup>1</sup> · 정문성<sup>2</sup> · 안병기<sup>1</sup> · 강창원<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 동물생명과학대학 동물자원연구센터, <sup>2</sup>(주)하림

### Growth Performance and Carcass Characteristics of Two Different Broiler Strains by Different Levels of Metabolizable Energy

Jong-Seol Kim<sup>1</sup>, Jung-Taek Kwon<sup>2</sup>, Je-Hun Kim<sup>1</sup>, Sung-Taek Oh<sup>1</sup>, Bo-Keun Lee<sup>1</sup>, Lan Zheng<sup>1</sup>,  
Moon-Sung Jung<sup>2</sup>, Byoung-Ki An<sup>1</sup> and Chang-Won Kang<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>Animal Resources Research Center, College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea  
<sup>2</sup>Harim, Ltd

**ABSTRACT** The objective of this study was to evaluate the effects of different levels of dietary ME on growth performance and carcass characteristics in two different strains of broiler chicken. A total of one thousand, 1-day-old A strain and R strain male chicks were randomly assigned into 8 treatments in a 2×4 factorial arrangement. They were fed iso-nitrogenic (CP 21%) crumbled diets formulated to contain metabolizable energy (ME) 2,950 to 3,250 kcal/kg in increment of 100 kcal/kg in the starter phase (1 to 21d) and iso-nitrogenic (CP 19%) pelleted diets containing same ME levels as in the finishing phase (22 to 38d). The body weight (BW) gain of chicks fed the lower ME diets (2,950 or 3,050 kcal/kg) were higher than those of the higher ME groups. The dietary energy level showed significant effects on feed intake and feed conversion rate (FCR) from 1 to 38 days of age ( $p < 0.05$ ). With the increment of dietary energy, feed intake tended to be reduced, whereas FCR was improved in the two strains of broiler chickens. The lowest FCR was observed at 3,250 kcal/kg diet groups in both of the two strains from 1 to 38 days of age. Feed intake and BW gain during 38 days were significantly affected by the strain factor. Increasing dietary energy up to 3,250 kcal/kg had no effect on the relative weights of breast meat and abdominal fat. The dietary energy and strains showed significant effects on the dressing percentage. There were no significant differences in various blood profiles except for GPT activity.

(Key words : broilers, energy, metabolizable energy, carcass characteristics)

## 서 론

닭의 사료 섭취량은 온도, 사료의 형태, 유전 능력 등 여러 가지에 의해 영향을 받는다. 그러나 영양학적인 관점에서 닭은 사료의 에너지 수준에 따라 사료 섭취량이 크게 영향을 받는다(Leeson et al., 1996a; Dozier et al., 2008). 따라서 사료 에너지 수준을 결정하는 것은 사료의 다른 필수 영양소 밀도를 결정하는 중요한 기준이 된다(Hill and Dansky, 1950, 1954; Hill et al., 1956; Scott et al., 1982). 닭은 에너지 섭취량을 판단하는 능력이 뛰어나서 사료의 에너지 함량이 변하면 사료 섭취량을 조절하여 적응한다. Leeson et al.(1996a, b)도 육계 사료 내 에너지 농도의 변화에 따라 닭이 사료 섭취

량을 조절하여 일정한 수준의 에너지 섭취량을 유지한다고 보고하였으며, 사료의 에너지가 올라가면 사료 효율은 개선된다고 하였다. 그러나 Plumstead et al.(2007)과 Leeson et al.(1996b)의 실험에서는 2,700 kcal/kg과 3,300 kcal/kg 수준 간의 대사에너지 차이가 클 때는 사료 섭취량의 영향을 받지만 3,000 kcal/kg과 3,200 kcal/kg의 200 kcal/kg 차이는 사료 섭취량에 영향을 주지 않았다고 보고하였다. 고에너지 사료를 급여할 경우, 사료 효율은 우수한 반면 복강지방 축적량이 많아지고(Hill and Dansky, 1954), 도체율이 낮아짐으로써 경제성이 떨어질 수 있다(Jackson et al., 1982; Leeson et al., 1996a; 이상진 등, 1993). 도체와 체지방, 복강지방은 에너지 섭취량에 직접 영향을 받는다. 사료의 단백질이나

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : kkucwkang@empal.com

아미노산을 고정시켜 놓으면, 에너지 농도가 높아짐에 따라 더 많은 지방이 축적된다(Payne, 1967; Leeson et al., 1996a,b). 육계의 생산성에 영향을 미치는 주요인은 닭 자체의 유전적인 능력과 사료를 공급하는 영양소이다. 오늘날과 같은 생산성을 지닌 닭이 개발된 것은 최근 수십년간의 과학적인 선별, 육종 연구의 산물로서 Havenstein et al.(1994)은 육계의 체중이 1976년부터 1991년까지 15년 동안 평균적으로 연간 약 73 g 증가하였다고 보고하였다. Holsheimer and Veerkamp (1992), Smith and Pesti(1998), Stering et al.(2006)은 육계 계통 간에 증체율과 사료 요구율 등 성장 성적의 차이가 있음을 보고하였다. 이처럼 빠르게 발전하는 품종과 계통의 변화에 부흥하기 위한 영양학적 연구가 필요하며, 본 실험은 사료 내 대사에너지의 수준별 급여가 전통적인 육계 품종(conventional broiler strain)인 R계통의 육계와 국내에 새로이 도입된 GPS 단계에서 계통간 교잡(strain cross)으로 생산한 A계통 육계 수평아리의 성장 능력과 도체 특성에 미치는 영향을 비교, 조사하기 위한 목적으로 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 동물 및 실험 설계

Ross(R) 계통의 육계 수평아리 500수와 Arbor Acre(A) 계통의 육계 수평아리 500수를 실험동물로 공시하여 각 처리구별 125수, 반복 당 25수씩 체중이 유사하도록 완전 임의 배치하였다. 실험은 에너지 수준에 따라 R 계통과 A 계통 실용육계의 생산성 및 도체 품질에 미치는 영향을 평가하기 위하여, Cobb-vantress(2008), Aviagen(2007), 한국사양표준(2007) 및 NRC(1994)의 육계 에너지 요구량을 참조하여 사료 내 에너지 수준을 2,950, 3,050, 3,150 및 3,250 kcal/kg의 4가지 수준으로 하였으며, 기초 사료에 대한 조단백질 및 유효 라이신 함량은 1일령부터 21일령까지는 조단백질 함량 21%, 유효 라이신 1.1%, 22일령부터 38일령까지는 조단백질 함량 19%, 유효 라이신 1.0% 수준으로 동일하게 적용 급여하여 총 2계통 4처리 5반복으로 실험 설계를 하였다(Table 1).

### 2. 실험 사료

실험에 이용된 사료는 옥수수과 대두박을 기초로 한 사료로 하였으며, 사용되는 원료의 에너지 평가는 Rhone-Poulenc (1993) 영양평가 테이블을 이용하여 질소보정 진정대사에너지(TMEn)값을 에너지 수준별 실험 배합 설계에 동일하게 적용하여 제조하였다. 모든 실험 사료는 육계 사료 제조 공장에서 펠렛-익스팬더 가공사료로 육계 전기는 크럼블, 육계

**Table 1.** Design for experiment

Treatments <sup>1)</sup>	Strain	TMEn (kcal/kg)	CP (%)	Avail. Lys (%)
Starter (1~21 d)	A1	2,950	21.0	1.10
	A2	3,050	21.0	1.10
	A3	3,150	21.0	1.10
	A4	3,250	21.0	1.10
	R1	2,950	21.0	1.10
	R2	3,050	21.0	1.10
	R3	3,150	21.0	1.10
	R4	3,250	21.0	1.10
Finisher (22~39 d)	A1	2,950	19.0	1.00
	A2	3,050	19.0	1.00
	A3	3,150	19.0	1.00
	A4	3,250	19.0	1.00
	R1	2,950	19.0	1.00
	R2	3,050	19.0	1.00
	R3	3,150	19.0	1.00
	R4	3,250	19.0	1.00

<sup>1)</sup>A1: A strain 2,950 kcal/kg, A2: A strain 3,050 kcal/kg, A3: A strain 3,150 kcal/kg, A4: A strain 3,250 kcal/kg, R1: R strain 2,950 kcal/kg, R2: R strain 3,050 kcal/kg, R3: R strain 3,150 kcal/kg, R4: R strain 3,250 kcal/kg.

후기는 펠렛 형태로 생산하였다. 사료 원료는 옥수수, 소맥, 대두박, 수지박 및 우지 등을 이용하여 국내에서 유통되는 상업용 육계 사료와 유사하게 생산하였다. 배합비 및 영양소 조성은 Table 2와 Table 3에 나타내었다.

### 3. 조사 항목 및 분석 방법

#### 1) 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율

1일령, 21일령과 38일령에 모든 공시 육계의 생체중과 사료 섭취량을 측정하였으며, 실험 기간 중의 사료 섭취량을 총합하여 증체량에 대비하여 사료 요구율을 계산하였다.

#### 2) 도체율, 가식성 부위 및 조직의 상대적 중량

38일령에 생체중 측정치의 평균에 해당하는 개체를 처리구별로 8수씩 선별하여 동물실험윤리위원회(IACUC) 기준에 따라 희생시키고 도체율을 측정할 후 간, 복강지방, 소장,

**Table 2.** Formula and chemical compositions of the experimental diets (starter)

Ingredients (%)	TMEn (kcal/kg)			
	A1/R1	A2/R2	A3/R3	A4/R4
Yellow corn	50.71	48.29	45.85	43.45
Wheat	10.00	10.00	10.00	10.00
Yellow grease	1.84	3.88	5.93	7.97
Soybean meal	28.45	28.81	29.18	29.54
Corn gluten meal	2.34	2.37	2.41	2.44
Tankage meal (60%)	2.00	2.00	2.00	2.00
Limestone	0.58	0.58	0.58	0.57
Dicalcium phosphate	1.77	1.77	1.77	1.77
DL-methionine	0.28	0.28	0.28	0.28
Choline-Cl (50%)	0.10	0.10	0.10	0.10
Liq-lysine-HCl (30%)	1.23	1.21	1.19	1.17
Salt	0.20	0.21	0.21	0.21
Mineral mix <sup>1)</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20
L-Threonine	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamin mix <sup>2)</sup>	0.05	0.05	0.05	0.05
Avilamycin	0.05	0.05	0.05	0.05
Salinomycin	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated values				
Dry matter (%)	87.49	87.78	88.06	88.35
Crude protein (%)	21.00	21.00	21.00	21.00
Ether extract (%)	4.58	6.54	8.50	10.46
Crude fiber (%)	2.40	2.38	2.35	2.33
Ash (%)	5.70	5.69	5.69	5.69
Avail. P (%)	0.45	0.45	0.45	0.45
Ca (%)	0.90	0.90	0.90	0.90
ME (kcal/kg)	2,950	3,050	3,150	3,250
Avail. Lys (%)	1.00	1.00	1.00	1.00

<sup>1)</sup>Mineral mixture provided following nutrients per kg of diet : Fe, 80 mg; Zn, 40 mg; Mn, 60 mg; Cu, 66mg; I, 0.9 mg; Se, 0.3 mg; Co, 0.2 mg.

<sup>2)</sup>Vitamin mixture provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 12,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 3,000 IU; vitamin E, 15 IU; vitamin K<sub>3</sub>, 2 mg; vitamin B<sub>1</sub>, 2 mg; vitamin B<sub>2</sub>, 6 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 2 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.03 mg; biotin, 0.15 mg; niacin, 45 mg; pantothenic acid, 15 mg; folic acid, 1.0 mg.

**Table 3.** Formula and chemical compositions of the experimental diets (Finisher)

Ingredients (%)	TMEn (kcal/kg)			
	A1/R1	A2/R2	A3/R3	A4/R4
Yellow corn	57.09	55.51	53.27	51.04
Wheat	10.00	10.00	10.00	10.00
Yellow grease	0.70	2.48	4.50	6.52
Soybean meal	22.45	22.60	22.81	23.01
Corn gluten meal	3.00	3.00	3.00	3.00
Tankage meal (60%)	2.00	2.00	2.00	2.00
Limestone	0.87	0.50	0.50	0.50
Dicalcium phosphate	1.52	1.52	1.52	1.53
DL-methionine	0.26	0.27	0.27	0.27
Choline-Cl (50%)	0.11	0.11	0.11	0.11
Liq-lysine-HCl (30%)	1.31	1.31	1.31	1.30
Salt	0.17	0.18	0.18	0.19
Mineral mix <sup>1)</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20
L-Threonine	0.12	0.12	0.13	0.13
Vitamin mix <sup>2)</sup>	0.05	0.05	0.05	0.05
Avilamycin	0.05	0.05	0.05	0.05
Salinomycin	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated values				
Dry matter (%)	87.21	87.40	87.68	87.95
Crude protein (%)	19.00	19.00	19.00	19.00
Ether extract (%)	3.56	5.28	7.22	9.16
Crude fiber (%)	2.24	2.22	2.20	2.17
Ash (%)	5.44	5.08	5.07	5.06
Avail. P (%)	0.40	0.40	0.40	0.40
Ca (%)	0.80	0.80	0.80	0.80
ME (kcal/kg)	2,950	3,505	3,150	3,250
Avail. Lys (%)	1.00	1.00	1.00	1.00

<sup>1)</sup>Mineral mixture provided following nutrients per kg of diet : Fe, 80 mg; Zn, 40 mg; Mn, 60 mg; Cu, 66 mg; I, 0.9 mg; Se, 0.3 mg; Co, 0.2 mg.

<sup>2)</sup>Vitamin mixture provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 12,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 3,000 IU; vitamin E, 15 IU; vitamin K<sub>3</sub>, 2 mg; vitamin B<sub>1</sub>, 2 mg; vitamin B<sub>2</sub>, 6 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 2 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.03 mg; biotin, 0.15 mg; niacin, 45 mg; pantothenic acid, 15 mg; folic acid, 1.0 mg.

가슴육, 넓적다리, 복채, 날개를 채취하여, 생체중 100 g당 상대적 중량으로 환산 표기하였다.

### 3) 혈액 성분 조성

실험 38일령 종료 시에 각 처리구에서 유사한 체중을 가진 개체를 8수씩 선발하여 혈액을 채취하고 원심분리(1,500 rpm × 15 min)하여 혈청을 분리하였다. Glutamic-oxaloacetic transaminase(GOT) 및 glutamic-pyruvic transaminase(GPT) 활성은 진단용 키트(GOT-GPT 키트, 영동제약, 대한민국)를 사용하여 비색방법으로 분석하였다. 혈청 내 총 콜레스테롤(total cholesterol, Total-C) 농도는 진단용 콜레스테롤 키트(콜레스테롤 E 키트, 영동제약, 대한민국)를 사용하여 비색방법으로 분석하였다. 혈청 내 albumin의 농도는 clinimate ALB(DAICHI, Japan) 시약을 이용하여 BCG 방법에 의해 측정하였다. BUN 함량은 UN-L(WAKO, Japan)을 이용하여 urease-GLDH Kinetic 방법에 의해 측정하였다.

## 4. 통계 분석

모든 결과에 대한 통계 분석은 Statistical Analysis System (SAS Institute, 2002)의 General Linear Model procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 분산분석 간의 유의차가 인정되는 경우, Duncan의 다중검정(multiple-range test)을 이용하여 처리간의 유의성을 검정하였다(Duncan, 1955).

## 결과 및 고찰

### 1. 성장 성적에 미치는 영향

사료 내 대사에너지의 수준별 급여가 두 가지 다른 계통 육계 수평아리의 성장성적에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 4(체중), Table 5(일당 사료 섭취량), Table 6(일당 증체량), Table 7(사료 요구율)에 나타내었다. 체중은 측정된 각각의 사육일령 모두 에너지 요인에서는 유의한 차이가 발견되지 않았으나, 31일령과 38일령 체중의 계통요인에서 유의한 차이가 나타났으며, R계통의 전체 평균이 A계통의 전체 평균보다 각각 73.42 g, 122.77 g 더 높았다( $p < 0.05$ ).

22~31일령의 일당 사료 섭취량은 A계통에서 3,250 kcal/kg 급여구에 비해 2,950 kcal/kg 급여구가 유의하게 낮았으며( $p < 0.05$ ), 3,050, 3,150과 3,250 kcal/kg 수준 간에는 통계적 유의한 차이는 없었다. R계통에서는 각각의 2,950, 3,050 kcal/kg에 비해 3,250 kcal/kg 수준의 일당 사료 섭취량이 유의하게 감소한 것으로 나타났( $p < 0.05$ ). 22~38일령의 일당 사료 섭취량은 R계통이 A계통보다 8.55g 더 높았다( $p < 0.01$ ). 1~

38일령의 일당 사료 섭취량은 A계통의 경우 각각의 2,950, 3,050, 3,150 kcal/kg보다 3,250 kcal/kg 수준에서 유의하게 감소하였으며, R계통은 2,950 kcal/kg 수준 급여구가 각각의 3,050, 3,150, 3,250 kcal/kg 수준 급여구에 비해 증가한 것으로 나타났( $p < 0.05$ ). 1~38일령의 일당 사료 섭취량에서는 R계통이 A계통에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났( $p < 0.05$ ).

일당 증체량은 22~38일령을 제외한 사육 기간에서 에너지 수준과 상호작용(interaction)이 없는 것으로 나타났으며, 계통 간에서는 사육 후기(22~31일)에 유의한 차이가 발생하여 R계통이 A계통에 비해 6.25 g이 높았으며, 최종 일당 증체량(1~38일령)에서도 R계통이 A계통에 비해 높은 것으로 나타났( $p < 0.01$ ). 1~21일령의 일당 증체량은 에너지 수준간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 22~31일령과 22~38일령 사육 기간의 일당 증체량에서는 A계통의 에너지 수준간에는 3,050 kcal/kg 급여구가 이보다 에너지 수준이 높은 3,150, 3,250 kcal/kg 급여구에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났으며( $p < 0.05$ ), R계통의 경우 유의한 차이는 없었다.

사료 요구율의 경우, 1~21일령 및 22~31일령 기간 동안 처리간 유의한 차이가 발견되지 않았으나, 22~38일령의 사료 요구율에서는 에너지 수준이 증가할수록 사료 요구율이 낮아졌으며( $p < 0.05$ ), A계통은 2,950 kcal/kg 급여구가 3,250 kcal/kg 급여구에 비해 유의하게 높았으며, R계통에서는 2,950 kcal/kg 급여구가 3,150 kcal/kg 급여구에 비해 높은 것으로 나타났( $p < 0.05$ ). 1~38일령의 사료 요구율은 에너지 수준이 증가할수록 낮아졌으며( $p < 0.05$ ), A계통과 R계통의 육계 두 계통 모두 저에너지 급여구인 2,950 kcal/kg 처리구가 고에너지인 3,250 kcal/kg 급여구에 비해 유의하게 높아졌다( $p < 0.05$ ).

두 계통의 육계 모두 사료의 대사에너지 수준이 증가할수록 138일령의 사료 섭취량이 감소하는 반면, 증체량에는 차이가 없이 사료 요구율이 개선된 것은 Hill and Dansky(1954), Donaldson et al.(1956), Summers et al.(1965), Leeson et al.(1996a, b), Hargis and Creger (1980), Brown and McCartney (1982) 및 Dozier et al.(2007)의 보고와도 일치하는 결과였다. A계통과 R계통 두 계통 모두 고에너지 수준에서 증체율이 개선되는 결과가 나타나지 않았으며, 오히려 저에너지 수준에서 체중이 증가하는 경향을 보였다. 사료 요구율은 A계통과 R계통 모두 고에너지 수준인 3,250 kcal/kg에서 개선되었다.

에너지 수준에 따른 육계 생산성 즉 증체량, 사료 섭취량

**Table 4.** Effects of different levels of dietary energy on body weight in the two strains of broiler

Treatments <sup>1)</sup>	A1	A2	A3	A4	R1	R2	R3	R4
Initial BW (g/bird)	38.39 ± 0.02	38.37 ± 0.04	38.32 ± 0.03	38.33 ± 0.02	38.32 ± 0.03	38.27 ± 0.04	38.26 ± 0.03	38.29 ± 0.03
21 d BW (g/bird)	925.25 ± 4.80	871.43 ± 16.47	902.31 ± 10.46	905.52 ± 12.28	954.00 ± 19.93	906.44 ± 12.97	873.45 ± 49.49	936.96 ± 11.85
31 d BW (g/bird)	1884.50 ± 8.79 <sup>bc</sup>	1873.17 ± 16.47 <sup>bc</sup>	1840.17 ± 23.16 <sup>c</sup>	1833.42 ± 27.11 <sup>c</sup>	1964.41 ± 30.67 <sup>a</sup>	1942.92 ± 12.87 <sup>ab</sup>	1877.45 ± 29.08 <sup>bc</sup>	1940.14 ± 26.42 <sup>ab</sup>
38 d BW (g/bird)	2585.55 ± 16.52 <sup>bc</sup>	2598.53 ± 20.90 <sup>bc</sup>	2545.27 ± 36.55 <sup>c</sup>	2542.16 ± 28.56 <sup>c</sup>	2716.41 ± 47.78 <sup>a</sup>	2709.11 ± 24.32 <sup>a</sup>	2646.76 ± 39.82 <sup>abc</sup>	2690.31 ± 44.36 <sup>ab</sup>
	Main effect							
	Energy				Energy · Strain			
	----- (probability) -----							
21 d BW	NS				NS			
31 d BW	NS				NS			
38 d BW	NS				NS			

<sup>1)</sup>A1: A strain 2,950 kcal/kg, A2: A strain 3,050 kcal/kg, A3: A strain 3,150 kcal/kg, A4: A strain 3,250 kcal/kg, R1: R strain 2,950 kcal/kg, R2: R strain 3,050 kcal/kg, R3: R strain 3,150 kcal/kg, R4: R strain 3,250 kcal/kg.

<sup>a-c</sup>Means ± SE values in a same row with different superscripts are significantly different (*p*<0.05).

**Table 5.** Effects of different levels of dietary energy on dietary energy on daily feed intake in the two strains of broiler

Treatments <sup>1)</sup>	A1	A2	A3	A4	R1	R2	R3	R4
Feed intake (g/d/bird)								
1 ~21 d	55.09 ± 0.59	52.68 ± 0.99	53.10 ± 0.59	52.73 ± 0.90	56.02 ± 0.92	54.09 ± 0.96	53.47 ± 0.83	54.50 ± 0.47
22 ~31 d	161.23 ± 2.28 <sup>ab</sup>	159.01 ± 1.31 <sup>ab</sup>	153.60 ± 2.99 <sup>bc</sup>	146.87 ± 2.65 <sup>c</sup>	166.40 ± 3.30 <sup>a</sup>	167.25 ± 1.73 <sup>a</sup>	159.28 ± 3.76 <sup>ab</sup>	156.18 ± 2.23 <sup>b</sup>
22 ~38 d	166.32 ± 2.97 <sup>bc</sup>	166.75 ± 3.07 <sup>bc</sup>	160.18 ± 2.50 <sup>cd</sup>	153.15 ± 2.46 <sup>d</sup>	173.84 ± 2.78 <sup>ab</sup>	174.98 ± 1.73 <sup>a</sup>	166.64 ± 2.61 <sup>bc</sup>	165.14 ± 2.49 <sup>c</sup>
1 ~38 d	103.88 ± 1.42 <sup>abc</sup>	103.11 ± 1.90 <sup>bc</sup>	100.55 ± 1.36 <sup>cd</sup>	97.28 ± 1.56 <sup>d</sup>	107.99 ± 1.56 <sup>a</sup>	107.22 ± 1.28 <sup>ab</sup>	103.16 ± 1.44 <sup>bc</sup>	103.04 ± 1.31 <sup>bc</sup>
	Main effect							
	Energy				Energy · Strain			
	----- (probability) -----							
1 ~21 d	<0.05				NS			
22 ~31 d	<0.05				NS			
22 ~38 d	<0.05				NS			
1 ~38 d	<0.05				NS			

<sup>1)</sup>A1: A strain 2,950 kcal/kg, A2: A strain 3,050 kcal/kg, A3: A strain 3,150 kcal/kg, A4: A strain 3,250 kcal/kg, R1: R strain 2,950 kcal/kg, R2: R strain 3,050 kcal/kg, R3: R strain 3,150 kcal/kg, R4: R strain 3,250 kcal/kg.

<sup>a-c</sup>Means ± SE values in a same row with different superscripts are significantly different (*p*<0.05).

**Table 6.** Effects of different levels of dietary energy on daily body weight gain in the two strains of broiler

Treatments <sup>1)</sup>	A1	A2	A3	A4	R1	R2	R3	R4
BW gain (g/d/bird)								
1~21 d	42.23 ± 0.23	39.67 ± 0.78	41.14 ± 0.50	41.29 ± 0.58	43.61 ± 0.95	41.34 ± 0.62	39.77 ± 2.36	42.79 ± 0.57
22~31 d	95.92 ± 0.47 <sup>bc</sup>	100.17 ± 0.65 <sup>ab</sup>	93.79 ± 1.29 <sup>c</sup>	92.79 ± 1.83 <sup>c</sup>	101.04 ± 1.26 <sup>a</sup>	103.65 ± 1.32 <sup>a</sup>	100.40 ± 2.16 <sup>ab</sup>	100.32 ± 1.74 <sup>ab</sup>
22~38 d	97.66 ± 0.88 <sup>bc</sup>	101.59 ± 0.84 <sup>ab</sup>	96.65 ± 1.57 <sup>c</sup>	96.27 ± 1.33 <sup>c</sup>	103.67 ± 1.77 <sup>a</sup>	106.04 ± 1.82 <sup>a</sup>	104.31 ± 0.87 <sup>a</sup>	103.14 ± 2.08 <sup>a</sup>
1~38 d	67.03 ± 0.44 <sup>bc</sup>	67.37 ± 0.55 <sup>bc</sup>	65.97 ± 0.96 <sup>c</sup>	65.89 ± 0.75 <sup>c</sup>	70.48 ± 1.26 <sup>a</sup>	70.29 ± 0.64 <sup>a</sup>	68.64 ± 1.05 <sup>abc</sup>	69.79 ± 1.17 <sup>ab</sup>
	Main effect							
	Energy				Strain			
	------(probability)-----							
BW gain								
1~21 d	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
22~31 d	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
22~38 d	<0.05	<0.05	<0.01	<0.01	NS	NS	NS	NS
1~38 d	NS	NS	<0.01	<0.01	NS	NS	NS	NS

<sup>1)</sup>A1: A strain 2,950 kcal/kg, A2: A strain 3,050 kcal/kg, A3: A strain 3,150 kcal/kg, A4: A strain 3,250 kcal/kg, R1: R strain 2,950 kcal/kg, R2: R strain 3,050 kcal/kg, R3: R strain 3,150 kcal/kg, R4: R strain 3,250 kcal/kg.

<sup>a-c</sup>Means ± SE values in a same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 7.** Effects of different levels of dietary energy on feed conversion rate in the two strains of broiler

Treatments <sup>1)</sup>	A1	A2	A3	A4	R1	R2	R3	R4
FCR (Feed/gain)								
1~21 d	1.30 ± 0.01	1.33 ± 0.01	1.29 ± 0.00	1.28 ± 0.01	1.29 ± 0.01	1.31 ± 0.02	1.36 ± 0.08	1.27 ± 0.02
22~31 d	1.68 ± 0.02	1.59 ± 0.01	1.64 ± 0.01	1.65 ± 0.02	1.62 ± 0.03	1.59 ± 0.07	1.56 ± 0.03	1.60 ± 0.03 <sup>bc</sup>
22~38 d	1.70 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.64 ± 0.03 <sup>abc</sup>	1.66 ± 0.01 <sup>abc</sup>	1.59 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.68 ± 0.01 <sup>ab</sup>	1.65 ± 0.03 <sup>abc</sup>	1.60 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.60 ± 0.03 <sup>bc</sup>
1~38 d	1.55 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.02 <sup>ab</sup>	1.53 ± 0.01 <sup>ab</sup>	1.48 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.53 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.02 <sup>ab</sup>	1.50 ± 0.01 <sup>ab</sup>	1.48 ± 0.02 <sup>b</sup>
	Main effect							
	Energy				Strain			
	------(probability)-----							
FCR								
1~21 d	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
22~31 d	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
22~38 d	<0.05	<0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1~38 d	<0.05	<0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>1)</sup>A1: A strain 2,950 kcal/kg, A2: A strain 3,050 kcal/kg, A3: A strain 3,150 kcal/kg, A4: A strain 3,250 kcal/kg, R1: R strain 2,950 kcal/kg, R2: R strain 3,050 kcal/kg, R3: R strain 3,150 kcal/kg, R4: R strain 3,250 kcal/kg.

<sup>a-c</sup>Means ± SE values in a same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

및 사료 요구율의 계통간 차이를 A계통과 R계통의 육계를 공시하여 직접 비교한 연구 결과는 없었으나, Acar et al. (1991), Holsheimer and Veerkamp(1992), Smith et al.(1998), Sterling et al.(2006)은 각각 다른 계통들을 비교한 결과, 증체량과 사료 섭취량에서 차이가 있었다고 보고하였다. 본 실험에서의 두 계통의 비교에서도 증체량과 사료 섭취량에 있어서 계통간에 뚜렷한 차이를 나타냈으며, R계통이 A계통 육계에 비해 높은 것으로 관찰되었으나 사료 요구율 면에서는 통계적 차이가 관찰되지 않았다.

## 2. 도체 특성에 미치는 영향

본 실험에서 38일령 출하시의 조직, 도체율 및 가식성 부위의 상대적 중량을 측정한 결과는 Table 8과 같다. 간의 상대적 중량은 계통 간에는 차이가 없었으나, 에너지요인에서 유의한 변화가 나타났다( $p<0.05$ ). 복강지방 및 소장의 상대적 중량은 에너지 수준 간 및 계통 간 모두 유의한 차이가 인정되지 않았다. 가슴육의 상대적 중량은 계통 요인에서 유의한 변화가 인정되었다( $p<0.01$ ). 넓적다리 는 처리간 차이가 보이지 않았다. 복체와 날개의 상대적 중량은 처리간에는 유의한 차이가 없었으나, 에너지 요인에서 유의한 변화가 인정되었다( $p<0.05$ ). 도체율은 72.22~78.78%로 나타났으며, 에너지 및 계통 요인에서 유의성이 인정되었다( $p<0.01$ ). 본 실험의 결과에서 에너지 수준이 증가함에 따라 복강지방의 상대적 중량이 증가하였다고 보고한 Payne(1967), 이상진 등(1993), Leeson et al.(1996b)의 결과와는 일치하지 않았으나, 이와 같은 결과는 이미 언급한 바와 같이 고에너지 수준과 저에너지 수준의 차이가 300 kcal/kg으로 Leeson et al.(1996b)의 600 kcal/kg, 이상진 등(1993)의 실험에서 보여준 에너지 수준 차이보다 작아서 나타나지 않은 것으로 사료된다. 또한 Sadeghi and Tabiedian(2005)의 실험에서 2,930~3,200 kcal/kg 사이의 에너지 수준과 단백질 수준 실험에서도 복강 지방 비율에서 유의한 차이가 없었으며, 육계에서 지방과 단백질의 상호관계를 조사한 Rosebrough et al.(1999)의 실험에서 에너지를 지방으로 대체한 경우 혈장 내 갑상선 호르몬의 변화가 나타나지 않았으나 단백질을 19.0%에서 12.4%까지 크게 낮추어 급여한 처리구에서 지방 생합성이 증가하였다. 그러나 본 실험에 사용된 사료의 단백질 수준은 전기와 후기 각각 21%와 19% 수준으로 차이가 적어 복강지방의 상대적 중량에서 유의한 차이가 발생하지 않은 것으로 사료된다. 가슴육의 상대적 중량은 Leeson et al.(1996b)이 보고한 결과와 마찬가지로 대사에너지 수준 간에 유의한 차이가 없었다. 하지만 Smith et al.(1998)의 보고처럼 계통 간에서는

A계통이 R계통의 육계에 비하여 가슴육의 상대적 중량이 유의하게 증가되었으며, 도체의 상대적 중량에서도 A계통이 R계통의 육계보다 유의하게 증가한 것으로 관찰되었다( $p<0.01$ ).

## 3. 혈액 조성에 미치는 영향

사료의 대사에너지의 수준별 급여가 육계의 혈액 성상에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 9에 나타내었다. 총 콜레스테롤 함량에서 차이가 없었으며, GOT 및 GPT 활성과 알부민 및 BUN의 함량에서도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 혈중 GOT 및 GPT수치는 간 기능 이상 여부와 조직 손상 정도를 판단하는 지표로 이용된다(Lumeiji, 1997). BUN은 신장 기능이 손상이 있을 때 BUN 수치가 증가하며, 심부전, 탈수 및 고단백질 음식을 섭취할 때 증가하며, 간 기능 저하 시 수치가 낮아질 수 있다고 하였다(Mitchell et al., 1992; Scholtyssek and Ehinger, 1976). GOT는 심장 또는 간 질환이나 조직 손상과 직결되어있으며, 칠면조에서 운송 중 2~5배로 255~499 IU/L 증가한다는 보고가 있다(Bounous et al., 2000). GPT는 간의 손상이나 질병이 있을 경우 높아지는 경향이 있으며, 3주에서 20주까지 칠면조에서 GOT와 GPT는 증가하며, 고기 생산을 위하여 빠른 성장을 하거나 과도한 근육 증가로 인하여 증가한다고 보는 경향도 있다(Szabó et al., 2005). 본 실험 결과에서는 Szabó et al.(2005)의 결과와는 다른 결과로 증체율이 낮은 A계통이 R계통보다 GPT 수준이 증가하였으나, GPT 이외의 항목에서는 안병기 등(2009)의 실험 결과와 유사하게 계통 간에 유의한 변화들이 발견되지 않았다.

## 적 요

본 실험은 사료 내 대사에너지의 수준별 급여가 R계통 육계와 국내에 새로이 도입된 신계통인 A계통 육계의 성장 능력과 도체 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행하였다. 사료 내 대사에너지는 2,950, 3,050, 3,150 및 3,250 kcal/kg의 4가지 수준으로 하였으며, 조단백질/유효라이신 함량은 전기(1~21일령)에는 21.0/1.1%로, 후기(22~38일령)에는 19.0/1.0% 수준으로 동일하게 적용하여 총 2계통 4처리 5반복으로 팬당 25수씩 배치하였다. 처리구간 에너지 수준은 Cobb-vantress(2008), Aviagen(2007), 한국사양표준(2007) 및 NRC(1994)의 육계 에너지 요구량을 참조하였다. 실험 사료는 익스펜더-펠렛 가공하여 제조하였으며, 원료는 옥수수, 소맥, 대두박, 수지박 및 우지 등을 이용하여 국내의 상업용

Table 8. Effects of different levels of dietary energy on carcass characteristics in the two strains of broiler

Treatments <sup>1)</sup>	A1	A2	A3	A4	R1	R2	R3	R4
	-----g/100 g BW-----							
Liver	1.74 ± 0.05	1.80 ± 0.05	1.75 ± 0.05	1.85 ± 0.06	1.82 ± 0.06	1.72 ± 0.04	1.78 ± 0.02	1.92 ± 0.05
Abdominal fat	2.11 ± 0.08	2.32 ± 0.24	2.60 ± 0.24	2.26 ± 0.15	2.14 ± 0.17	2.61 ± 0.10	2.29 ± 0.13	2.46 ± 0.19
Left breast muscle	11.09 ± 0.23	10.81 ± 0.27	10.61 ± 0.28	11.42 ± 0.19	10.49 ± 0.22	10.78 ± 0.15	10.11 ± 0.28	9.77 ± 0.15
Thigh	6.48 ± 0.20	5.97 ± 0.18	6.00 ± 0.14	6.05 ± 0.09	6.07 ± 0.07	6.24 ± 0.11	6.06 ± 0.12	5.97 ± 0.19
Drumstick	5.24 ± 0.13	5.25 ± 0.11	5.19 ± 0.07	5.02 ± 0.08	5.32 ± 0.11	5.22 ± 0.10	5.28 ± 0.10	4.76 ± 0.07
Wing	1.76 ± 0.07	1.58 ± 0.03	1.60 ± 0.03	1.63 ± 0.03	1.64 ± 0.02	1.58 ± 0.02	1.65 ± 0.05	1.52 ± 0.02
Small intestine	1.71 ± 0.07	1.74 ± 0.09	1.83 ± 0.06	1.71 ± 0.09	1.79 ± 0.06	1.74 ± 0.06	1.84 ± 0.10	1.83 ± 0.05
Carcass	78.78 ± 0.45	76.67 ± 0.47	76.94 ± 0.44	77.93 ± 0.59	76.90 ± 0.58	76.94 ± 0.38	76.92 ± 0.44	72.22 ± 0.72
	-----Main effect-----							
	Energy				Strain			
	----- (probability) -----							
Liver	<0.05				NS			
Abdominal fat	NS				NS			
Left breast muscle	NS				<0.01			
Thigh	NS				NS			
Drumstick	<0.05				NS			
Wing	<0.05				NS			
Small intestine	NS				NS			
Carcass	<0.01				<0.01			
	Energy				Energy • Strain			
Liver	<0.05				NS			
Abdominal fat	NS				NS			
Left breast muscle	NS				<0.05			
Thigh	NS				NS			
Drumstick	<0.05				NS			
Wing	<0.05				NS			
Small intestine	NS				NS			
Carcass	<0.01				<0.01			

<sup>1)</sup>A1: A strain 2,950 kcal/kg, A2: A strain 3,050 kcal/kg, A3: A strain 3,150 kcal/kg, A4: A strain 3,250 kcal/kg, R1: R strain 2,950 kcal/kg, R2: R strain 3,050 kcal/kg, R3: R strain 3,150 kcal/kg, R4: R strain 3,250 kcal/kg.

Values represent Mean ± SE.



**Table 9.** Effects of different levels of dietary energy on blood profiles in the two strains of broiler at the age of 38d<sup>1)</sup>

Treatments <sup>2)</sup>	A1	A2	A3	A4	R1	R2	R3	R4	
Total-C (mg/100 mL)	86.63 ± 4.33	86.06 ± 3.71	87.32 ± 2.19	83.16 ± 3.17	87.23 ± 3.17	86.33 ± 3.23	87.84 ± 4.39	94.32 ± 3.53	
GOT (IU/L)	177.15 ± 4.00	181.30 ± 7.25	173.64 ± 7.35	181.72 ± 8.12	176.72 ± 8.21	185.25 ± 4.96	185.30 ± 3.93	187.92 ± 6.45	
GPT (IU/L)	9.26 ± 0.59	11.03 ± 0.44	10.39 ± 0.82	9.31 ± 0.67	8.31 ± 0.48	9.76 ± 0.76	9.14 ± 0.73	8.51 ± 0.61	
Albumin (g/dL)	1.21 ± 0.05	1.17 ± 0.05	1.15 ± 0.04	1.14 ± 0.03	1.17 ± 0.03	1.20 ± 0.05	1.23 ± 0.03	1.21 ± 0.04	
BUN (mg/dL)	1.94 ± 0.19	2.00 ± 0.19	1.89 ± 0.15	1.80 ± 0.22	1.73 ± 0.16	1.78 ± 0.19	2.04 ± 0.15	1.79 ± 0.15	
Main effect									
	Energy				Strain				Energy • Strain
	-----				-----				-----
	(probability)				(probability)				(probability)
Total-C (mg/100 mL)	NS				NS				NS
GOT (IU/L)	NS				NS				NS
GPT (IU/L)	<0.05				<0.05				NS
Albumin (g/dL)	NS				NS				NS
BUN (mg/dL)	NS				NS				NS

<sup>1)</sup>Abbreviation : Total-C, total cholesterol; GOT, glutamic-oxaloacetic transaminase; GPT, glutamic-pyruvic transaminase, BUN, blood urea nitrogen.<sup>2)</sup>A1: A strain 2,950 kcal/kg, A2: A strain 3,050 kcal/kg, A3: A strain 3,150 kcal/kg, A4: A strain 3,250 kcal/kg, R1: R strain 2,950 kcal/kg, R2: R strain 3,050 kcal/kg, R3: R strain 3,150 kcal/kg, R4: R strain 3,250 kcal/kg.

Values represent Mean ± SE.

육계 사료와 유사하게 제조하였다. 증체율은 사료 에너지 수준이 낮은 급여구(2,950, 3,050 kcal/kg)에서 우수한 경향을 보였지만, 22~38일령을 제외한 일당 증체율에서는 유의한 차이가 없었다. 두 계통의 육계 모두에서 에너지 수준이 증가할수록 사료 섭취량은 감소하였고, 3,250 kcal/kg 수준 처리구에서 사료 요구율 1.48로 가장 우수하였다( $p < 0.05$ ). 가슴육 및 복강지방의 상대적인 비율은 에너지 수준이 증가하는 것과 상호작용(interaction)이 없는 것으로 나타났으나, 도체율은 에너지 수준에 따라 유의한 차이가 발견되었다( $p < 0.01$ ). 에너지 수준이 혈중 콜레스테롤 및 간 기능 관련 효소의 활성에 미치는 영향은 크게 나타나지 않았다. 두 가지 육계 계통 간의 에너지 수준 증가에 따른 성장 성적 결과는 증체량과 사료 섭취량에서 R계통이 A계통보다 우수하였으나( $p < 0.05$ ), 사료 효율에서는 통계적인 차이가 나타나지 않았다. 본 실험 결과, 사육 전 기간에 걸쳐 3,200 kcal/kg인 NRC (1994)의 대사에너지 권장량은 증체율 및 경제성을 고려할 때 불리한 것으로 보인 반면, Cobb-Vantress(2008)과 Aviagen (2007)의 대사에너지 권장 수준이 적절할 것으로 보인다. 따라서 육계 수평아리의 증체율과 사료 요구율 개선을 위해서는 계통과 사육 기간에 따라 다양한 수준의 에너지를 검토 하여야 할 것으로 사료되며, 증체율 개선을 위해 사육 전기(0~21일령)에 저에너지 수준인 2,950~3,050 kcal/kg 수준이 유리할 것으로 보이며, 사료 요구율을 낮추기 위해서는 사육후기(28일령 이후)에 사료의 에너지 수준을 약 3,150~3,250 kcal/kg으로 증가시키는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 도체성적에 있어서 가슴육 및 복강지방의 상대적인 비율은 에너지 수준이 증가하는 것과 상호작용(interaction)이 없는 것으로 나타났으나, 도체율에서 유의한 변화가 있는 결과로 보아 에너지 수준이 도체 특성에 다소 영향을 미치는 것으로 보인다. 또한 에너지 수준의 증가는 사료 비용을 증가시켜 수익성이 낮아질 가능성이 있으므로 영양소 수준 설계 시 경제성을 고려해야 할 것으로 판단된다. 두 가지 육계의 계통을 비교한 결과, R계통이 새로이 국내에 도입된 A계통의 육계에 비해 사료 요구율의 차이는 크지 않지만, 성장 능력 및 경제성이 더 우수하다고 판단된다. (색인어 : 대사 에너지, 육계, 성장 성적, 도체 특성)

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 축산과학원의 지원과 (주)하림의 협찬에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Acar N, Moran Jr E, Bilgili S 1991 Live performance and carcass yield of male broilers from two commercial strain crosses receiving rations containing lysine below and above the established requirement between six and eight weeks of age. *Poultry Sci* 70:2315-2321.
- Aviagen 2007 Ross 308, 2007 Broiler Nutrition Specifications June 2007.
- Bounous DI, Wyatt RD, Gibbs PS, Kilburn J, Quist CF 2000 Normal hematologic and serum biochemical reference intervals for juvenile wild turkeys. *J Wildlife Dis* 36:393-396.
- Brown H, McCartney M 1982 Effects of dietary energy and protein and feeding time on broiler performance. *Poultry Sci* 61:304-310.
- Cobb Vantress 2008 Cobb 500. Broiler Performance and Nutrition Supplements.
- Donaldson W, Combs G, Romoser G 1956 Studies on energy levels in poultry rations. 1. The effect of calorie-protein ratio of the ration on growth, nutrient utilization and body composition of chicks. *Poultry Sci* 35:1100-1105.
- Dozier III W, Corzo A, Kidd M, Branton S 2007 Dietary apparent metabolizable energy and amino acid density effects on growth and carcass traits of heavy broilers. *J App Poult Res* 16:192-205.
- Dozier III W, Kidd M, Corzo A 2008 Dietary amino acid responses of broiler chickens. *J App Poult Res* 17:157-167.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11:1-4.
- Hargis PH, Creger C 1980 Effects of varying dietary protein and energy levels on growth rate and body fat of broilers. *Poultry Sci* 59:1499-1504.
- Havenstein GG, Ferket PR, Scheideler SE, Larson BT 1994 Growth, livability and feed conversion of 1991 vs 1957 broilers when fed "typical" 1957 and 1991 broiler diets. *Poultry Sci* 73:1785-1794.
- Hill F, Anderson D, Dansky L 1956 Studies of the energy requirements of chickens. *Poultry Sci* 35:54.
- Hill F, Dansky L 1950 Studies on the protein requirements of chicks and its relation to dietary energy level. *Poultry Sci* 29:763.

- Hill F, Dansky L 1954 Studies of the energy requirements of chickens. *Poultry Sci* 33:112-119.
- Holsheimer J, Veerkamp C 1992 Effect of dietary energy, protein, and lysine content on performance and yields of two strains of male broiler chicks. *Poultry Sci* 71:872-879.
- Jackson S, Summers J, Leeson S 1982 The response of male broilers to varying levels of dietary protein and energy [Carcass composition]. *Nutr Rep Int* 25.
- Leeson S, Caston L, Summers J 1996a Broiler response to diet energy. *Poultry Sci* 75:529-535.
- Leeson S, Caston L, Summers J. 1996b Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. *Poultry Sci* 75:522-528.
- Lumeiji JT 1997 Avian clinical biochemistry. pp. 857-883 In: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 5th ed. Academic Press, Oxford, UK.
- Mitchell M, Kettlewell P, Maxwell M 1992 Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. *Anim Welfare* 1:91-103.
- NRC 1994 *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th ed. National Academy Press, Washington DC.
- Payne C 1967 The influence of environmental temperature on egg production; a review. *Environmental Control in Poultry Production*:40-54.
- Plumstead P, Romero-Sanchez H, Paton N, Spears J, Brake J 2007 Effects of dietary metabolizable energy and protein on early growth responses of broilers to dietary lysine. *Poultry Sci* 86:2639-2648.
- Rhone-Poulenc 1993 *Animal Nutrition*, 6th Edition. pp. 8-9.
- Rosebrough R, McMurtry J, Vasilatos-Younken R 1999 Dietary fat and protein interactions in the broiler. *Poultry Sci* 78:992-998.
- Sadeghi G, Tabiedian S 2005 Effect of different energy to protein ratio and tallow supplementation on broiler performance. *Int J Poult Sci* 4:976-981.
- SAS Institute Inc. 2002 *SAS/STAT User's Guide: Version 8.2*. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Scholtyssek S, Ehinger F 1976 Transporteinflüsse auf broiler und deren schlachtkörper. *Arch Geflügelkd* 40:27-35.
- Scott M, Nesheim M, Young R 1982. *Nutrition of the Chicken* 3rd ed. ML Scott & Associates Ithaca NY.
- Smith E, Pesti G, Bakalli R, Ware G, Menten J 1998 Further studies on the influence of genotype and dietary protein on the performance of broilers. *Poultry Sci* 77:1678-1687.
- Smith ER, Pesti GM 1998 Influence of broiler strain cross and dietary protein on performance of broilers. *Poultry Sci* 77:276-281.
- Sterling K, Pesti G, Bakalli R 2006 Performance of different broiler genotypes fed diets with varying levels of dietary crude protein and lysine. *Poultry Sci* 85:1045-1054.
- Summers J, Slinger S, Ashton G 1965 The effect of dietary energy and protein on carcass composition with a note on a method for estimating carcass composition. *Poultry Sci* 44:501-509.
- Szabó A, Mezes M, Horn P, Sütő Z, Bázár G, Romvari R 2005 Developmental dynamics of some blood biochemical parameters in the growing turkey (*Meleagris gallopavo*). *Acta Veterinaria Hungarica* 53:397-409.
- 안병기 김재영 김지숙 이보근 이소연 이완섭 오성택 김종덕 김은집 현영 김희성 강창원 2009 동일 조건에서 사육한 수컷 백세미, 브로일러 및 산란종 병아리에 있어서 도체 특성의 비교. *한국축산식품학회지* 36:149-155.
- 이상진 심기원 김삼수 나재천 서옥석 정선부 1993 사료의 에너지 및 단백질 수준이 육계의 생산성 및 복강지방축적에 미치는 경향. *한국축산식품학회지* 20:73-92.
- 한국사양표준 2007 *한국사양표준* 가금. 농촌진흥청 축산과학원 출간.
- (접수: 2012. 7. 11, 수정: 2012. 8. 31, 채택: 2012. 9. 6)