

사료 내 대사 에너지 및 조단백질 수준이 산란종 수평아리의 성장성적과 도체특성에 미치는 영향

윤정근¹ · 김홍래¹ · 오성택¹ · 정란¹ · 최영인¹ · 추연경¹ · 안병기¹ · 이성기² · 강창원^{1,†}

¹건국대학교 동물생명과학대학 동물자원연구센터, ²강원대학교 동물식품응용과학과

Effects of Varying Levels of Dietary Metabolizable Energy and Crude Protein on Growth Performance and Carcass Characteristics in Layer-type Growing Male Chicks

Jeong-Geun Yun¹, Hong-Rae Kim¹, Sung-Taek Oh¹, Lan Zheng¹, Young-In Choi¹, Yun-Kyung Choo¹,
Byoung-Ki An¹, Sung Ki Lee² and Chang-Won Kang^{1,†}

¹Animal Resources Research Center, College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

²Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

ABSTRACT This experiment was conducted to investigate the effects of varying levels of metabolizable energy (ME) and crude protein (CP) on growth performance and carcass characteristics in layer-type growing male chicks. Nine hundred 1-d-old Hy-Line Brown male chicks were randomly allocated to 30 pens in a 2×3 factorial design. The experimental diets contained 2 levels of ME (2,800 kcal/kg and 2,950 kcal/kg) in combination with 3 levels of CP (17%, 18.5%, and 20%). A significant interaction of ME and CP on feed intake was observed ($p<0.05$). No interaction was observed between ME and CP for 53 d BW gain or FCR, which improved linearly with dietary CP levels ($p<0.05$). A significant interaction or tendency was observed between ME and CP levels. The intake of ME for 1 g BW gain was linearly decreased with increasing CP levels ($p<0.001$). The intake of CP per bird was significantly increased in low ME (2,800 kcal/kg) treatment than that of the high ME treatment (2,950 kcal/kg) ($p<0.05$), and dietary CP level had more influence on CP intake for gram BW gain than level of ME. The relative weights of liver, spleen, breast meat and, leg were not influenced by the dietary treatments. Serum BUN, albumin, creatinine, and the activities of GOT and GPT were not influenced significantly by the diet treatment. In conclusion, the growth performance in layer-type male chicks was linearly increased when the level of dietary CP increased. The ME and CP did not affect the carcass characteristics and blood profiles. Therefore, the optimum levels of dietary ME and CP to improve the growth were 2,800 kcal/kg and above 18.5% in layer-type growing male chicks, respectively.

(Key words : metabolizable energy, crude protein, growing performance, protein intake, laying-type male chicks)

서 론

국내 종계장에서는 산란종의 경우, 불과 몇 해 전까지만 해도 암평아리를 출하한 후, 남은 수평아리는 도태하여 유기 질 비료로 이용하여 왔다. 유럽의 경우에는 산란종 수평아리의 처리가 종계사업의 큰 문제로서(Preisinger, 2003), 이들 중 일부는 동물원의 파충류나 육식동물의 먹이로 이용되고 있지만(Klein et al., 2003), 이마저도 동물복지단체의 강한 저항에 부딪혀 윤리적으로 큰 난관에 봉착해 있는 실정이다(Ellendorff and Klein, 2003). 이를 타개하고자 산란종

수평아리의 활용을 위한 연구들이 진행되었으나, 육계에 비하여 생체중, 도체중 및 사료 요구율이 낮아 경제성이 없다는 보고가 다수였다(Bokkers and Koenen, 2003; Murawska and Bochno, 2007). 그러나 선행된 연구들이 대부분 종간의 성장속도 차이와 영양소 요구량을 고려하지 못했던 점과 우리나라 특유의 소형 원료육을 필요로 하는 삼계탕 소비 문화가 존재한다는 점을 감안해 보았을 때 산란종 수평아리의 활용이 불가능하지 않은 않을 것이라 예견된다. 이는 산란종 수평아리가 방글라데시 토종계와 비슷한 생김새와 맛, 그리고 소형 닭을 선호하는 식문화로 인하여 서민들 사이에서

[†] To whom correspondence should be addressed : kkuwkwang@empal.com

인기가 높다는 Huque et al.(2004)의 보고를 통해서도 그 활용가치를 가늠해볼 수 있겠다. Lichovniková et al.(2009)도 산란중 수평아리의 성장률과 도체율이 낮지만, 육질이 육계보다 좋고, 조지방을 많이 함유하고 있어 가금육 산업을 일부 대체할 수 있을 것이라 내다보았다. 산란중 암평아리가 연간 약 3천만 수 이상 판매되는 점을 고려하면 수평아리 또한 연간 약 3천만 수 정도를 삼계탕용으로 지속적인 활용이 가능할 것으로 보여진다. 게다가 병아리 가격은 삼계닭보다 저렴하고, 식란의 가격이 높을 때에는 더 큰 경쟁력을 가질 수 있다. 또한, 삼계닭과 달리 품종에 대한 계보를 보유함으로써 질병에 대한 예방 사육이 가능한 것도 유리한 점이다. 이 같은 장점을 바탕으로 이미 일부 지역에서 산란중 수평아리를 이용한 삼계탕의 인기가 높아지고 있으며, 대형 할인마트에서도 저렴한 가격에 계육의 판매가 이루어지고 있다. 하지만 현재 산란중 수평아리의 급여체계가 정립되지 않아 사육 농가에서는 일반 육계 전기사료 등을 급여하고 있는 실정이며, 이것은 영양소 과잉 공급으로 인한 생산성 및 경제성의 저하를 야기하므로 적정 수준의 영양소를 규명하여 적용시키는 것이 시급하다. 따라서, 본 연구는 산란중 수평아리의 활용 제고를 위한 방안으로써 사료 내 대사 에너지(MEn) 및 조단백질의 수준별 급여를 통하여 적절한 영양수준을 규명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험 동물 및 시험 설계

1일령 Hy-Line Brown 수평아리를 공시하여, 개체별로 체중을 측정 후 반복 당 30수씩, 총 900수 공시하여 완전임의 배치하였다. 시험설계는 NRC(1994) 및 Hy-Line Brown performance standards manual(2011) 영양소 요구량을 참조하여 대사 에너지(MEn)를 두 가지 수준(2,800 kcal/kg 및 2,950 kcal/kg)으로, 조단백질을 세 가지 수준(17%, 18.5% 및 20%)으로 하는 2×3 factorial design으로 각 5반복으로 구성하였다. 필수아미노산의 함량은 조단백질 수준에 일정한 비율로 고정하였다.

2. 시험 사료 및 사양관리

시험 사료의 물성은 가루 사료로서 옥수수 및 대두박 위주로 배합하였고, 영양소 조성 및 원료 배합 비율은 Table 1에 나타내었다. 공시 병아리는 환경이 조절되는 무창계사에서 가로×세로×높이가 각각 200×200×100 cm인 평사 펜에 각 30수씩 배치하여 사육하였다. 수당 급이 면적과 반복 당

급수기 숫자는 동일하게 하였고, 물과 시험 사료는 자유 음수 및 채식시켰으며, 전 사양 실험 기간 동안 24시간 종일 점등하였다. 처음 1일령의 계사 내 온도는 33℃로 하였고, 주당 4℃씩 감온하여 이후에는 23℃로 유지하였다.

3. 조사 항목 및 수행 방법

1) 성장 성적

사료 섭취량은 총 사료 급여량에서 사료 잔량을 공제하여 구하였고, 증체량은 21일령과 53일령에 측정하였으며, 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 산출하였다.

2) 에너지 및 단백질 섭취량

1일령부터 53일령까지의 모든 처리구의 수당, 증체 g 당 대사 에너지 섭취량과 조단백질 섭취량을 계산하여 나타내었다.

3) 도체 특성

53일간의 실험 종료 시에 처리구 내 생체중 측정치의 평균에 가까운 개체를 각 8수씩 선발하여 동물실험윤리위원회(IACUC)의 규정에 따라 희생시켰으며, 간, 비장, 오른쪽 가슴육 및 오른쪽 다리부위를 채취하여 중량을 측정한 후 생체중 100 g 당 상대적인 중량으로 환산하였다.

4) 혈액 조성

53일간의 실험 종료 시에 처리구 내 생체중 측정치의 평균에 해당하는 개체를 각 8수씩 선발하여 혈액을 채취하였다. 일회용 플라스틱 위생 주사기를 사용하여 익하정맥에서 수당 약 5 mL씩 채혈하였고, 이후 원심분리(2,000 rpm, 10 분)하여 혈청을 분리하였다. 혈청 내 총 콜레스테롤 농도와 GOT 및 GPT 활성은 안병기 등(2009)의 실험 방법을 사용하여 측정하였다. BUN, 크레아틴, 알부민은 혈액자동분석기(Minos BAT, France)를 이용하여 측정하였다.

4. 통계 분석

모든 얻어진 결과에 대한 통계분석은 Statistical Analysis System(SAS, 2002)의 General Linear Model을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 조단백질 수준의 증감에 따른 linear 및 quadratic effect를 Orthogonal polynomial contrasts를 사용하여 나타내었다. 분산분석 상에 유의한 차이($p < 0.05$)가 발견되었을 때 Duncan의 다중검정을 통해 유의성 검정을 실시하였다.

Table 1. Ingredient and nutrient composition in experimental diets

| Treatments ¹ | LELP | LEMP | LEHP | HELP | HEMP | HEHP |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ingredients | (%) | | | | | |
| Yellow corn | 58.90 | 57.57 | 55.76 | 60.60 | 59.01 | 57.20 |
| Soybean meal (44%) | 23.73 | 28.23 | 31.25 | 25.19 | 28.88 | 31.89 |
| Wheat bran | 12.71 | 9.53 | 7.52 | 7.54 | 5.00 | 2.99 |
| Corn gluten meal | - | 0.07 | 0.88 | - | 0.47 | 1.29 |
| Soybean oil | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| Limestone | 1.38 | 1.34 | 1.31 | 1.33 | 1.30 | 1.27 |
| Salt | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 |
| Dicalcium phosphate | 1.70 | 1.72 | 1.74 | 1.78 | 1.79 | 1.81 |
| Lysine HCl | 0.04 | - | - | 0.02 | - | - |
| DL-methionine (98%) | 0.15 | 0.17 | 0.18 | 0.15 | 0.17 | 0.18 |
| Choline-Cl (50%) | 0.09 | 0.07 | 0.06 | 0.09 | 0.08 | 0.07 |
| Premix ² | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 |
| Nutrients, calculated values | | | | | | |
| MEn (kcal/kg) | 2,800 | 2,800 | 2,800 | 2,950 | 2,950 | 2,950 |
| Crude protein (%) | 17.00 | 18.50 | 20.00 | 17.00 | 18.50 | 20.00 |
| Lysine (%) | 0.92 | 1.00 | 1.08 | 0.92 | 1.00 | 1.08 |
| Methionine (%) | 0.42 | 0.46 | 0.50 | 0.43 | 0.47 | 0.50 |
| Methionine + Cystine (%) | 0.73 | 0.79 | 0.85 | 0.73 | 0.79 | 0.85 |
| Ether extract. (%) | 3.37 | 3.30 | 3.24 | 5.26 | 5.19 | 5.13 |
| Crude fiber (%) | 3.90 | 3.82 | 3.76 | 3.51 | 3.45 | 3.39 |
| Ash (%) | 4.30 | 4.37 | 4.43 | 4.13 | 4.19 | 4.25 |
| Available P (%) | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 |
| Ca (%) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

¹LELP, MEn 2,800 kcal/kg, CP 17.0%; LEMP, MEn 2,800 kcal/kg, CP 18.5%; LEHP, MEn 2,800 kcal/kg, CP 20.0%; HELP, MEn 2,950 kcal/kg, CP 17.0%; HEMP, MEn 2,950 kcal/kg, CP 18.5%; HEHP, MEn 2,950 kcal/kg, CP 20.0%.

²Premix provided the following (per kg of diet): vitamin A, 20,050 IU; vitamin B₁, 4 mg; vitamin B₂, 12 mg; vitamin B₆, 6 mg; vitamin B₁₂, 0.02 mg; vitamin D₃, 4,010 IU; vitamin E, 80 IU; vitamin K₃, 4 mg; pantothenic acid, 20 mg; folic acid, 2 mg; nicotinic acid, 60 mg; biotin, 0.2 IU; : Fe, 30 mg; Zn, 25 mg; Mn, 20 mg; Co, 0.15 mg; Cu, 5 mg; I, 0.25 mg; Se, 0.1 mg.

결과 및 고찰

1. 성장 성적

산란중 수평아리의 대사 에너지 및 조단백질의 수준별 급여에 따른 사료 섭취량, 증체량 및 사료 요구율을 Table 2에 나타내었다. 증체량과 사료 요구율에서는 대사 에너지×조단백질 상호작용이 나타나지 않았다. 증체량과 사료 요구율은

측정한 전 기간 중 실험 초기(1~21일)의 사료 요구율을 제외한 나머지 사육기간 모두에서 단백질 수준의 증가에 따른 개선 효과가 관찰되었다(linear effect, $p < 0.05$). 대사 에너지 2,950 kcal/kg, 조단백질 20.0% 처리구에서 증체량이 790.84 g, 사료 요구율은 3.71로 가장 좋은 개선 효과가 나타났으며, 조단백질 17.0% 처리구에 비하여 조단백질 18.5, 20.0% 처리구에서 좋은 성장 효과가 관찰되었다. 사료 섭취량은 실

Table 2. Effects of varying levels of dietary metabolizable energy and crude protein on the growth performance in layer-type growing male chicks

| Diets | | Feed intake (g/bird) | | | Weight gain (g/bird) | | | Feed conversion ratio (g/g) | | |
|------------------------|--------------|----------------------|---------|---------|----------------------|---------|--------|-----------------------------|---------|--------|
| ME (kcal/kg) | CP (Lys) (%) | 1~21 d | 22~53 d | 1~53 d | 1~21 d | 22~53 d | 1~53 d | 1~21 d | 22~53 d | 1~53 d |
| 2,800 | 17.0 (0.92) | 459.20 | 2579.76 | 3038.96 | 169.68 | 573.40 | 743.08 | 2.71 | 4.51 | 4.09 |
| | 18.5 (1.00) | 459.58 | 2667.25 | 3126.83 | 178.22 | 601.39 | 779.61 | 2.66 | 4.41 | 4.01 |
| | 20.0 (1.08) | 461.73 | 2656.81 | 3118.54 | 179.14 | 586.26 | 765.40 | 2.60 | 4.33 | 3.94 |
| 2,950 | 17.0 (0.92) | 445.16 | 2649.71 | 3094.87 | 168.88 | 564.97 | 733.85 | 2.64 | 4.70 | 4.22 |
| | 18.5 (1.00) | 439.80 | 2508.38 | 2948.18 | 175.94 | 587.31 | 763.25 | 2.50 | 4.27 | 3.86 |
| | 20.0 (1.08) | 444.63 | 2453.93 | 2898.56 | 182.63 | 608.21 | 790.84 | 2.40 | 4.13 | 3.71 |
| SEM ¹ | | 10.97 | 50.91 | 55.00 | 3.86 | 12.06 | 10.78 | 0.10 | 0.10 | 0.08 |
| Main effects | | | | | | | | | | |
| 2,800 | | 460.17 | 2634.61 | 3094.78 | 175.68 | 587.01 | 762.69 | 2.66 | 4.42 | 4.02 |
| 2,950 | | 443.20 | 2537.34 | 2980.54 | 175.82 | 586.83 | 762.65 | 2.51 | 4.37 | 3.93 |
| SEM | | 6.33 | 29.39 | 30.36 | 2.30 | 7.18 | 6.89 | 0.06 | 0.06 | 0.05 |
| 17.0 (0.92) | | 452.18 | 2614.74 | 3066.92 | 169.28 | 569.18 | 738.46 | 2.67 | 4.60 | 4.16 |
| 18.5 (1.00) | | 449.69 | 2587.82 | 3037.51 | 177.08 | 594.35 | 771.43 | 2.57 | 4.33 | 3.93 |
| 20.0 (1.08) | | 453.18 | 2555.37 | 3008.55 | 180.89 | 597.23 | 778.12 | 2.49 | 4.22 | 3.81 |
| SEM | | 7.75 | 36.00 | 38.89 | 2.82 | 8.79 | 7.86 | 0.07 | 0.07 | 0.06 |
| Statistical effect | | | | | <i>p</i> >F | | | | | |
| ME | | 0.070 | 0.028 | 0.018 | 0.967 | 0.986 | 0.996 | 0.102 | 0.577 | 0.241 |
| CP | | 0.948 | 0.515 | 0.577 | 0.019 | 0.055 | 0.003 | 0.251 | 0.004 | 0.001 |
| CP (Lin) ² | | 0.928 | 0.255 | 0.299 | 0.006 | 0.029 | 0.001 | 0.101 | 0.001 | 0.001 |
| CP (Quad) ² | | 0.756 | 0.951 | 0.996 | 0.583 | 0.330 | 0.203 | 0.925 | 0.379 | 0.444 |
| ME×CP interaction | | 0.966 | 0.029 | 0.041 | 0.761 | 0.319 | 0.159 | 0.827 | 0.136 | 0.077 |

¹Standard error of measurement.

²Linear (Lin) or quadratic (Quad) response estimated using orthogonal polynomial contrasts (SAS Institute, 2002).

험 초기에 대사 에너지 2,950 kcal/kg 처리구에서 높은 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았고, 대사 에너지×조단백질 상호작용 역시 유의성은 인정되지 않았다. 실험 후기(22~53일)와 전체 기간(1~53일)에서는 대사 에너지×조단백질 상호작용이 나타났고($p<0.05$), 저에너지구(2,800 kcal/kg)가 고에너지구(2,950 kcal/kg)에 비하여 유의하게 높은 결과가 관찰되었다($p<0.05$).

본 실험에서 산란중 수평아리의 증체량과 사료 요구율은 대사 에너지 수준보다는 조단백질 수준이 증가함에 따라 선형적으로 개선되는 결과를 나타내었다. 이는 노성래 등(2003)

이 산란중계 육성기 증체량의 변화가 대사 에너지에 대한 반응보다는 조단백질 수준의 증감에 따른 영향이 더 크다고 보고한 바와 일치하였다. 또, 육계에서 아미노산이 일정한 비율로 조정된 조단백질을 15%에서 22%로 증가시킬수록 증체율과 사료 요구율이 개선되었다는 Surisdianto and Farrell(1991)의 보고나, 라이신을 조단백질과 일정 비율로 증가시킬수록 증체율이 개선되었다는 Morris et al.(1999)의 보고와도 유사한 결과였다. 증체량과 사료 요구율이 조단백질 수준에 의하여 큰 영향을 받는데 반해, 사료 섭취량은 대사 에너지, 대사 에너지×조단백질 상호작용에 의한 영향이 더

큰 것으로 나타났다. 이는 slow growth chicks에 사료를 급여 시 대사 에너지 2,800 kcal/kg 급여구보다 대사 에너지 3,100 kcal/kg 급여구에서 사료 섭취량이 증가하였다는 Ghazanfari et al.(2010)의 보고와 유사하였다. 대사 에너지 수준이 사료 섭취량에 유의한 영향을 나타내기는 하였으나, 생산성의 결정적 척도인 증체량과 사료 요구율에서 대사 에너지 수준에 대한 반응 없이 조단백질 수준에 의한 영향만 나타나는 것은 대사 에너지 2,800 kcal/kg과 2,950 kcal/kg 간의 수준 차이가 조단백질 17.0, 18.5 및 20.0% 간의 수준 차이에 비해 성장반응에 미치는 영향이 미미했기 때문으로 판단된다. 또, 조단백질 18.5% 처리구와 20.0% 처리구간 생산성 차이가 적었고, 각 실험구간마다 유사한 실험 결과를 나타내었으므로, 대사 에너지 2,800 kcal/kg, 조단백질 18.5% 수준 이상의 지속적인 사료 급여가 산란중 수평아리의 생산성을 극대화할 수 있을 것이라 사료된다. 나아가 각 영양소 수준을 더욱 광범위화하고 세분화하여, 개별 사양을 적용할 수 있는 사육 구간별 최적의 영양소 수준을 구명해내는 추후 연구가 필요할 것이다.

2. 에너지 및 단백질 섭취량에 미치는 영향

Table 3에는 산란중 수평아리의 대사 에너지 및 조단백질의 수준별 급여에 따른 53일령까지의 수당, 증체 g 당 대사 에너지 및 조단백질 섭취량에 주요 요인이 미치는 영향을 나타내었다. 53일령까지의 수당 에너지 섭취량에서는 대사 에너지×조단백질 상호작용이 나타났으나($p<0.05$), 대사 에너지 및 조단백질에 의한 유의적인 영향은 관찰되지 않았다. 조단백질 수준을 높게 첨가한 처리구일수록 증체 g 당 에너지 섭취량은 낮은 것으로 나타났으며(linear effect, $p<0.001$), 대사 에너지 및 대사 에너지×조단백질 상호작용에 의한 유의적인 영향은 나타나지 않았다. 53일령까지의 수당 총 단백질 섭취량은 대사 에너지×조단백질 상호작용에서 유의적인 차이가 인정되었고($p<0.05$), 저에너지구(2,800 kcal/kg)보다 고에너지구(2,950 kcal/kg)의 단백질 섭취가 적은 것으로 나타났으며($p<0.05$), 사료 내 조단백질 수준이 증가할수록 단백질 섭취량 역시 선형적으로 높아지면서 고도의 유의차를 나타내었다($p<0.001$). 증체 g 당 단백질 섭취량은 대사 에너지×조단백질 상호작용에 의한 통계적인 유의성은 관찰되지 않았으나, 사료 내 조단백질 수준의 증가에 따라 증체 g 당 단백질 섭취량 역시 선형적으로 높아지는 결과를 관찰할 수 있었다($p<0.01$). Leeson et al.(1995; 1996)은 육계에서 사료의 대사 에너지 농도의 변화에 따라 닭이 사료 섭취량을 조절하여 일정한 수준의 에너지 섭취량

Table 3. Main effect means of varying levels of dietary metabolizable energy and crude protein on the nutrient intakes in layer-type growing male chicks during 53 days of experimental period

| Treatments | | ME intake | | CP intake | |
|------------------------|--------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| ME (kcal/kg) | CP (Lys) (%) | kcal/bird | kcal/g BW gain | g/bird | g/g BW gain |
| 2,800 | | 8665.38 | 11.28 | 572.93 | 0.74 |
| 2,950 | | 8792.58 | 11.60 | 550.42 | 0.73 |
| SEM ¹ | | 90.69 | 0.14 | 6.14 | 0.01 |
| 17.0 (0.92) | | 8819.47 | 11.95 | 521.38 | 0.71 |
| 18.5 (1.00) | | 8726.14 | 11.37 | 561.94 | 0.73 |
| 20.0 (1.08) | | 8641.33 | 10.99 | 601.71 | 0.76 |
| SEM | | 111.07 | 0.17 | 7.52 | 0.01 |
| Statistical effect | | | $p>F$ | | |
| ME | | | 0.331 | 0.109 | 0.016 |
| CP | | | 0.534 | 0.001 | 0.001 |
| CP (Lin) ² | | | 0.268 | <0.001 | 0.001 |
| CP (Quad) ² | | | 0.975 | 0.656 | 0.966 |
| ME×CP interaction | | | 0.037 | 0.057 | 0.045 |

¹Standard error of measurement.

²Linear (Lin) or quadratic (Quad) response estimated using orthogonal polynomial contrasts (SAS Institute, 2002).

을 유지하는 능력이 있기에 저에너지 사료라 하더라도 증체에는 영향을 주지 않는다고 주장하였다. 본 실험에서는 선행 연구들에서 보고된 바와 같이 에너지 섭취 조절이 완벽하지는 않았으나 근사하게 유지되는 결과를 볼 수 있었고, Leeson et al.(1996)이 보고한 바대로 사료 내 대사 에너지 수준이 증가할수록 수당 단백질 섭취량은 감소하였다. 또한 가장 좋은 증체가 일어났던 조단백질 20% 처리구에서 증체 1 g 당 단백질 섭취량이 가장 높고 에너지 섭취량이 가장 낮았던 것으로 보아 대사 에너지 수준보다는 조단백질 수준의 증감이 산란중 수평아리의 최적의 생산성을 찾는 데 도움이 될 것으로 사료된다.

3. 도체 특성에 미치는 영향

Table 4에는 대사 에너지 및 조단백질 수준별 급여에 따른 주요 요인이 53일령 산란중 수평아리의 도체 특성에 미치는 영향에 대한 결과를 나타내었다. 측정된 간, 비장, 오른쪽 가슴육 및 오른쪽 다리부위의 중량을 생체중에 대비한 결과

Table 4. Main effect means of varying levels of dietary metabolizable energy and crude protein on the carcass characteristics in layer-type growing male chicks at the age of 53 days

| ME (kcal/kg) | CP (Lys) (%) | Liver | Spleen | Breast muscle, right | Leg, right |
|------------------------|-----------------|---------------|--------|----------------------------|---------------|
| ----- g/100g BW ----- | | | | | |
| | 17.0 (0.92) | 2.06 | 0.22 | 4.15 | 9.03 |
| 2,800 | 18.5 (1.00) | 2.06 | 0.21 | 4.45 | 8.92 |
| | 20.0 (1.08) | 2.01 | 0.24 | 4.38 | 8.89 |
| | 17.0 (0.92) | 2.01 | 0.21 | 4.16 | 8.95 |
| 2,950 | 18.5 (1.00) | 1.91 | 0.20 | 4.25 | 9.02 |
| | 20.0 (1.08) | 2.07 | 0.25 | 4.40 | 9.14 |
| SEM ¹ | | 0.31 | 0.02 | 0.35 | 0.35 |
| Main effects | | | | | |
| 2,800 | | 2.04 | 0.22 | 4.33 | 8.94 |
| 2,950 | | 1.99 | 0.22 | 4.27 | 9.03 |
| SEM | | 0.06 | 0.01 | 0.07 | 0.07 |
| | 17.0 (0.92) | 2.04 | 0.22 | 4.15 | 8.99 |
| | 18.5 (1.00) | 1.98 | 0.21 | 4.35 | 8.97 |
| | 20.0 (1.08) | 2.04 | 0.25 | 4.39 | 9.01 |
| SEM | | 0.02 | 0.09 | 0.09 | 0.10 |
| Statistical effect | | <i>p>F</i> | | | |
| ME | | 0.545 | 0.840 | 0.586 | 0.388 |
| CP | | 0.796 | 0.249 | 0.141 | 0.945 |
| CP (Lin) ² | | 0.955 | 0.210 | 0.064 | 0.839 |
| CP (Quad) ² | | 0.503 | 0.269 | 0.493 | 0.792 |
| ME×CP interaction | | 0.605 | 0.963 | 0.632 | 0.406 |

¹Standard error of measurement.

²Linear (Lin) or quadratic (Quad) response estimated using orthogonal polynomial contrasts (SAS Institute, 2002).

에서 대사 에너지, 조단백질 및 대사 에너지×조단백질 상호작용에 의한 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 다만, 조단백질 수준이 증가할수록 가슴육의 중량이 선형적으로 개선되는 경향이 관찰되었으나, 이 역시 통계적인 차이는 인정되지 않았다. 또한 모든 개체에서 시료 채취가 가능할 정도의 복강지방 축적은 관찰되지 않았다. Dozier et al.(2006)은 육계 후기 사료 내 조단백질과 아미노산을 고정하고, 대사 에

너지를 수준별로 급여하였을 때, 고에너지 수준에서 가슴육 수율이 감소하였고, 여기에 조단백질과 아미노산을 보충하여 주었을 때 가슴육 수율이 개선되었다고 보고하였다. 조단백질(아미노산)의 증가가 가슴육 수율을 증가시켰다고 보고 (Kerr et al., 1999; Kidd et al., 1998; Corzo et al., 2005)된 바 있고, Leeson et al.(1996)은 대사 에너지 수준 차이가 가슴육의 상대적 중량에서 유의한 차이를 보이지는 않았다고 보고하였다. 선행 연구에서 보고된 바와 같이 본 실험에서도 단백질 수준 증가에 의한 가슴육 중량의 개선 경향이 나타나긴 하였으나, 유의적인 차이를 동반하지는 못하였다. 이는 Labadan et al.(2001)이 보고한 가슴육 비율을 높이기 위한 라이신의 요구량이 사료 요구율을 낮추기 위한 요구량보다 높았다는 결과를 참조할 때, 처리 간 라이신의 수준 차이가 적은 것에서 기인한 것으로 사료된다.

4. 혈액 조성에 미치는 영향

Table 5에는 대사 에너지 및 조단백질 수준별 급여에 따른 주요 요인이 산란중 수평아리의 혈액 조성에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 5에 나타내었다. 총콜레스테롤 농도에서 차이는 없었으며, GOT 활성, BUN 및 크레아틴의 농도에서도 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. GPT 활성은 저에너지구(2,800 kcal/kg)에서 다소 높았으나 유의적인 차이는 인정되지 않았고, 혈청 알부민에서는 대사 에너지×조단백질 상호작용이 관찰되었다. 김종설(2010)은 육계에서 대사 에너지 및 조단백질을 수준별로 급여하였을 때 알부민 농도에서 대사 에너지×조단백질 상호작용이 관찰되었지만, 저에너지구(2,950 kcal/kg)보다 고에너지구(3,150 kcal/kg)에서 높게 나타난 것으로 보고하였으나, 본 실험과는 다른 양상을 보였다. 따라서 사료 내 대사 에너지 및 조단백질의 수준이 일부 혈액 성분에서 영향을 나타내기는 하나, 전체적인 관점에서는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 사료 내 대사 에너지 및 조단백질의 수준별 급여가 산란중 수평아리의 생산성과 도체 특성에 미치는 영향을 조사하여, 전용 사료로서 요구되는 적정 영양 수준을 구명코자 실시하였다. 실험 동물은 1일령 Hy-Line Brown 수평아리 900수를 공시하여 대사 에너지를 두 가지 수준(2,800 kcal/kg 및 2,950 kcal/kg), 조단백질을 세 가지 수준(17%, 18.5% 및 20%)으로 하는 2×3 factorial design으로 구성하여 처리당 5반복, 반복당 30수씩을 체중이 유사하도록 완전임

Table 5. Main effect means of varying levels of dietary metabolizable energy and crude protein on the blood profiles in layer-type growing male chicks at the age of 53 days

| ME (kcal/kg) | CP (Lys) (%) | Total-C (mg/100 mL) | GOT (IU/L) | GPT (IU/L) | Albumin (g/dL) | BUN (mg/dL) | Creatinine (mg/dL) |
|------------------------|-----------------|------------------------|---------------|---------------|-------------------|----------------|-----------------------|
| | 17.0 (0.92) | 79.32 | 241.66 | 10.08 | 3.80 | 5.32 | 0.75 |
| 2,800 | 18.5 (1.00) | 82.84 | 261.19 | 11.32 | 3.62 | 6.72 | 0.77 |
| | 20.0 (1.08) | 86.04 | 272.27 | 9.03 | 3.42 | 6.23 | 0.73 |
| 2,950 | 17.0 (0.92) | 84.23 | 270.97 | 7.73 | 3.42 | 5.78 | 0.73 |
| | 18.5 (1.00) | 79.44 | 274.01 | 8.27 | 3.80 | 5.83 | 0.82 |
| | 20.0 (1.08) | 79.29 | 287.05 | 7.91 | 3.53 | 6.57 | 0.75 |
| SEM ¹ | | 2.75 | 13.60 | 1.14 | 0.12 | 0.79 | 0.19 |
| Main effects | | | | | | | |
| 2,800 | | 82.73 | 264.54 | 10.09 | 3.61 | 6.09 | 0.75 |
| 2,950 | | 80.99 | 273.75 | 8.07 | 3.58 | 6.06 | 0.77 |
| SEM ¹ | | 4.47 | 6.54 | 0.71 | 0.07 | 0.46 | 0.02 |
| | 17.0 (0.92) | 81.78 | 256.32 | 8.91 | 3.61 | 5.55 | 0.74 |
| | 18.5 (1.00) | 81.14 | 276.84 | 9.72 | 3.71 | 6.28 | 0.79 |
| | 20.0 (1.08) | 82.66 | 274.27 | 8.61 | 3.48 | 6.40 | 0.74 |
| | SEM | 5.47 | 8.02 | 0.87 | 0.08 | 0.56 | 0.03 |
| Statistical effect | | | | <i>p</i> >F | | | |
| ME | | 0.784 | 0.330 | 0.056 | 0.770 | 0.966 | 0.550 |
| CP | | 0.981 | 0.156 | 0.660 | 0.146 | 0.521 | 0.280 |
| CP (Lin) ² | | 0.911 | 0.124 | 0.812 | 0.257 | 0.293 | 1.000 |
| CP (Quad) ² | | 0.873 | 0.256 | 0.380 | 0.106 | 0.666 | 0.114 |
| ME×CP interaction | | 0.743 | 0.289 | 0.693 | 0.040 | 0.649 | 0.632 |

¹Standard error of measurement.

²Linear (Lin) or quadratic (Quad) response estimated using orthogonal polynomial contrasts (SAS Institute, 2002).

의 배치하였다. 21일령, 53일령에 생체중, 사료 섭취량 및 사료 요구율을 조사하였고, 에너지 및 단백질 섭취량을 산출하였다. 53일령에 생체중 측정치의 평균에 해당하는 개체를 처리구별로 8수씩 선발하여 도계 후 가식성 부위 및 조직의 상대적 중량을 조사하였다. 혈중 콜레스테롤 및 간 기능 관련 효소의 활성을 측정하였다. 사료 섭취량은 대사 에너지 수준이 높을수록 감소하였고($p<0.05$), 대사 에너지×조단백질 상호작용 또한 유의적인 차이가 인정되었다($p<0.05$). 증체량과 사료 요구율은 대사 에너지 수준보다는 조단백질의 사료 내 수준이 17.0%에서 20.0%로 증가함에 따라 선형적으로 개선되는 결과를 나타내었으며($p<0.05$), 대사 에너지×

조단백질 상호작용은 나타나지 않았다. 사료 내 영양소 수준에 따른 에너지와 단백질의 섭취량은 대사 에너지×조단백질 상호작용에 의한 유의한 차이나 경향이 관찰되었다. 1 g 증체에 요구되는 에너지 섭취량은 조단백질 수준이 증가함에 따라 선형적으로 낮아졌고($p<0.001$), 수당 단백질 섭취량은 저에너지구(2,800 kcal/kg)가 고에너지구(2,950 kcal/kg)에 비하여 유의하게 높았으며($p<0.05$), 조단백질 수준의 증가에 따라 유의하게 높아졌다($p<0.001$). 1 g 증체에 요구되는 단백질 섭취량 역시, 조단백질 수준의 증가에 따라 선형적으로 증가하였다($p<0.01$). 간, 비장, 가슴육 및 다리 부위의 상대적 중량에서는 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 총

콜레스테롤, GOT 활성, BUN, 크레아틴 역시 유의한 차이를 나타내지 않았으나, GPT 활성에서 대사 에너지 2,950 kcal/kg 처리구가 대사 에너지 2,800 kcal/kg 처리구에 비하여 높은 경향을 보였고($p=0.056$), 혈청 알부민에서 대사 에너지×조단백질 상호작용이 관찰되었다($p<0.05$).

본 연구 결과, 산란중 수평아리의 증체량과 사료 요구율은 대사 에너지 수준보다는 조단백질 수준 증가에 따라 선형적으로 개선되는 것으로 나타났으며, 이를 통해 대사 에너지 2,800 kcal/kg 및 2,950 kcal/kg의 급여 수준의 차이는 성장에 미치는 영향이 미미한 것으로 판단할 수 있었다. 각 기간별로도 사료 내 대사 에너지 및 조단백질 수준에 따른 일정한 경향이 유지되었고, 대사 에너지 및 조단백질 수준 별 급여가 도체특성, 혈액조성에 크게 영향을 미치지 않았다. 따라서 대사 에너지 2,800 kcal/kg 수준과 조단백질 18.5% 수준 이상의 사료 급여가 산란중 수평아리의 육성에 있어서 가장 적절한 영양 수준인 것으로 사료된다.

(색인어 : 대사 에너지, 조단백질, 성장성적, 도체특성, 산란중 수평아리)

사 사

본 연구는 농림수산식품부와 닭고기 수출연구사업단의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Bokkers EAM, Koenen P 2003 Eating behavior, and preprandial and postprandial correlations in male broiler and layer chickens. *Br Poult Sci* 44:538-544.
- Corzo A, Kidd MT, Burnham DJ, Miller ER, Branton SL, Gonzalez-Esquerria R 2005 Dietary amino acid density effects on growth and carcass of broilers differing in strain cross and sex. *J Appl Poult Res* 14:1-9.
- Dozier WAIII, Price CJ, Kidd MT, Corzo A, Anderson J, Branton SL 2006 Growth performance, meat yield, and economic responses of broilers fed diets varying in metabolizable energy from thirty to fifty-nine days of age. *J Appl Poult Res* 15:367-382.
- Ellendorff F, Klein S 2003 Current knowledge on sex determination and sex diagnosis: potential solution. *World Poult Sci J* 59:5-64.
- Ghazanfari S, Kermanshahi H, Nassiry MR, Golian A, Mousavi ARH, Salehi A 2010 Effect of feed restriction and different energy and protein levels of the diet on growth performance and growth hormone in broiler chickens. *J Biol Sci* 10:25-30.
- Huque QME, Mostari MP, Faruque S, Islam MR 2004 Cockerel production: strategy of family poultry development. Bangladesh Livestock Research Institute.
- Hy-Line Brown performance standards manual 2011 Hy-Line international.
- Kerr BJ, Kidd MT, Halpin KM, Mcward GW, Quarles CL 1999 Lysine level increases live performance and breast yield in male broilers and breast yield in male broilers. *J Appl Poult Res* 8:381-390.
- Kidd MT, Kerr BJ, Halpin KM, McWard GW, Quarles CL 1998 Lysine levels in starter and grower finisher diets affect broiler performance and carcass traits. *J Appl Poult Res* 7:352-358.
- Klein S, Flock D, Ellendorf F 2003 Management of newly hatched male layer chicks - current knowledge on sex determination and sex diagnosis in chicken : potential solutions. *World Poult Sci J* 59:62-64.
- Labadan MC Jr, Hsu KN, Austic RE 2001 Lysine and arginine requirements of broiler chickens at two- to three-week intervals to eight weeks of age. *Poultry Sci* 80:599-606.
- Leeson S, Caston L, Summers JD 1996 Broiler response to diet energy. *Poultry Sci* 75:529-535.
- Leeson S, Diaz G, Summers JD 1995 Ascites. pp 43-44 in: *Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins*. University Books Guelph Ontario.
- Lichovniková M, Jandásek J, Jůzl M, Dračková E 2009 The meat quality of layer males from free range in comparison with fast growing chickens. *Czech J Anim Sci* 54:490-497.
- Morris TR, Gous RM, Fisher C 1999 An analysis of the hypothesis that amino acid requirement for chicks should be stated as a proportion of dietary protein. *World Poult Sci J* 55:7-22.
- Murawska D, Bochno R 2007 Comparison of the slaughter quality of layer-type cockerels and broiler chickens. *Poultry Sci* 44:105-110.
- NRC (National Research Council) 1994 Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev ed Natl Acad Press Washington DC.
- Preisinger R 2003 Sex determination in poultry - a primary

- breeder's view. *World Poult Sci J* 59:54-58.
- SAS 2002 SAS User's Guide. Statistics, Version 8. e., SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Surisdiarto, Farrell DJ 1991 The relationship between dietary crude protein and dietary lysine requirement by broiler chicks on diets with and without the ideal amino acid balance. *Poultry Sci* 70:830-836.
- 김종철 2010 사료 내 대사 에너지 및 조단백질 수준에 따른 두 계통의 실용육계의 성장 및 도체 특성에 관한 연구. 건국대학교 박사학위논문.
- 노성래 유선종 김성권 김은집 안병기 강창원 2003 산란종계 육성기 사료의 에너지 및 단백질 수준이 성장에 미치는 영향. *한국가금학회지* 30:73-81.
- 동물실험윤리위원회 (IACUC: Institutional Animal Care and Use Committee).<http://www.qia.go.kr/>
- 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. *한국가금학회지* 36:149-155.
- (접수: 2012. 1. 30, 수정: 2012. 5. 25, 채택: 2012. 6. 1)