

육계 사료 내 Bacteriophage의 첨가가 생산성, 영양소 소화율, 혈액 특성, 도체 특성 및 분내 미생물 조성에 미치는 영향

김승철¹ · 김재원² · 김정언² · 김인호^{1,*}

¹단국대학교 동물자원학과, ²CJ제일제당 바이오사업부

Effects of Dietary Supplementation of Bacteriophage on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Profiles, Carcass Characteristics and Fecal Microflora in Broilers

Seung Cheol Kim¹, Jae Won Kim², Jung Un Kim², In Ho Kim^{1,*}

¹Department of Animal Resource and Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

²BIO Business Unit, CJ Cheil Jedang Corp., Seoul 100-400, Korea

ABSTRACT This experiment was conducted to investigate the effects of bacteriophage SE supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, visceral organ weight, meat quality and excreta microflora in broilers. A total of 340 1-d-old ROSS 308 broilers (mixed gender) with an initial average body weight (BW) of 41.71±0.16 g were randomly allotted to 4 treatments with 5 replicate pens per treatment and 17 broilers per pen for 31 days. Dietary treatments were: 1) CON, control diet, 2) SE05, CON+0.05% bacteriophage SE, 3) SE10, CON+0.10% bacteriophage SE, and 4) SE15, CON+0.15% bacteriophage SE. During d 15 to 31, broilers fed SE15 diet had a higher ($P<0.05$) body weight gain than broilers fed CON diet. Overall, body weight gain in SE10 and SE15 was greater ($P<0.05$) than that in CON. Apparent total tract nutrient digestibility and blood characteristics did not differ ($P>0.05$) among treatments. The water holding capacity was increased ($P<0.05$) in SE15 compared with CON. Other meat quality in terms of pH value, breast muscle color (L^* , a^* , b^*) and drip loss were unaffected by dietary supplementation with bacteriophage SE. The visceral weight of bursa of Fabricius was increased ($P<0.05$) in broilers fed the bacteriophage SE incorporated diets compared with those fed the CON diet. No difference ($P>0.05$) was observed in visceral weight of liver, spleen, breast muscle, abdominal fat, gizzard and excreta concentrations of *Lactobacillus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, and *Salmonella*. In conclusion, dietary supplementation with 0.10 and 0.15% bacteriophage SE could improve the growth performance, breast muscle water holding capacity and bursa of Fabricius visceral weight in broilers.

(Key words : bacteriophage SE, broilers, growth performance, meat quality, visceral organ weight)

서 론

2011년 7월부터 시행된 배합 사료 내 성장 촉진용 항생제 사용의 금지는 병원성 세균의 감염이라는 새로운 문제를 발생시키고 있다. 따라서 병원성 미생물의 감염의 예방과 돼지의 성장성을 촉진시켜줄 항생제를 대체할 물질에 대한 관심이 증가하고 있다 (Yan et al., 2010; Yan et al., 2011a, b; Yan et al., 2012a). 이러한 가운데 오늘날 bacteriophage를 통한 병원성 세균의 생물학적 방제가 항생제를 대체할 대안으

로 점점 더 많은 신뢰성을 얻고 있다 (Cairns et al., 2009; Housby and Mann, 2009; García et al., 2008; Jamal-ludeen et al., 2009; Lee and Harris, 2001).

1900년대 초, Twort (1915)와 d'Herelle (1917)에 의해 발견된 bacteriophage는 세균을 숙주로 하여 감염시키고 사멸시켜 주는 바이러스로 파지 또는 세균성 바이러스라고도 한다. 항생제와는 다르게 동물 장 내 균총에 무해하고, 비교적 비싸지 않은 장점을 갖고 있다 (Sulakvelidze et al., 2001).

특정 종류의 bacteriophage는 특정 종류의 박테리아만 감

* To whom correspondence should be addressed : inhokim@dankook.ac.kr

염시킬 수 있는데, 이는 bacteriophage가 박테리아를 감염시키기 위해서는 박테리아의 표면에 bacteriophage와 결합할 수 있는 막 단백질과 같은 특정 요소들이 존재해야 하기 때문이다. 일부 bacteriophage는 단 한 종의 박테리아만 감염시킬 정도로 특이성을 가진다. 어떤 bacteriophage는 여러 속을 감염시킬 수도 있으나, 이 경우 역시 숙주가 되는 박테리아들은 계통학적으로 밀접하게 연관되어 있다. (Maniloff, 2002).

Smith and Huggins (1982; 1983), Smith et al. (1987)의 보고에 의하면 bacteriophage는 송아지, 자돈 및 면양에서 *E. coli*에 의해 발생한 설사를 조절해 주었고, 또한 *E. coli*의 공격 집중을 통하여 감염된 마우스에서도 효율적인 항생제 대체 효과를 나타내었다.

Barrow et al. (1998)은 bacteriophage가 Rhode Island Red 품종의 닭과 마우스의 공격 집중 시험 결과, Rhode Island Red 품종의 *E. coli*에 의해 유발되는 폐혈증과 뇌막염을 예방해 주고, Soothill (1992)은 마우스에 있어서 *Acinetobacter baumannii*와 *Pseudomonas aeruginosa*의 감염을 막아준다고 보고하였다.

또한 Kim et al. (2011)은 이유자돈에게 bacteriophage를 접종하였을 때 설사증 감소와 장내 용모 부분의 손상이 덜하다는 것을 보고하였다. 이와 같은 결과는 bacteriophage가 장내 유해균을 사멸시켜 장건강을 증진시켜줌으로써 나타나는 현상이다.

따라서 bacteriophage는 항생제 대체제로 적합성이 인정되고 있어, 이에 본 연구는 육계 사료 내 bacteriophage가 생산성, 영양소 소화율, 혈액 성분, 도체 특성 및 분내 미생물 조성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

본 시험은 1일령 ROSS 308 (♂, ♀) 340수 공시하였고, 암수 혼합 사육하였다. 시험 개시 체중은 41.71 ± 0.16 g으로 31일 간 실시하였고, 시험 설계는 1) CON, basal diet, 2) SE05, CON+bacteriophage SE 0.05%, 3) SE10, CON+bacteriophage SE 0.10% 및 4) SE15, CON+bacteriophage SE 0.15%로 4개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 17수씩 완전임의 배치하였다.

2. 시험 사료와 사양 관리

공시축은 평사로 가로, 세로 1.75 m×1.55 m 크기의 3단 케이지에 17수씩 사육하였으며, 24시간 점등하였다. 실험

개시 시 온도는 33 ± 1 °C로 하였으며, 매주 2°C씩 낮추어 시험 종료 시 24°C를 유지하였다. 기초 사료는 NRC (1994)를 참조하여 옥수수-대두박 위주의 pellet 형태로 제조하였고, 전기 2주에는 CP 22.09%, ME 3,100 kcal/kg, lysine 1.21%의 전기사료를, 후기 3주는 CP 20.09%, ME 3,200 kcal/kg 및 lysine 1.05%의 사료를 급여하였으며(Table 1), 사료와 물은

Table 1. Diet composition (as-fed basis)

Items	Starter (day 0 to 14)	Finisher (day 15 to 31)
Ingredients (%)		
Maize	58.24	63.49
Corn gluten meal (CP 60%)	9.30	5.20
Soybean meal (CP 48%)	25.68	24.63
Soybean oil	3.67	3.73
Limestone	1.60	1.60
Dicalcium phosphate	0.50	0.45
L-Lysine-HCl	0.18	0.10
DL-Methionine	0.18	0.15
Salt	0.25	0.25
Vitamin premix ¹	0.20	0.20
Trace mineral premix ²	0.20	0.20
Total	100.00	100.00
Calculated compositions		
ME (Mcal/kg)	3.10	3.20
Analyzed composition (%)		
Crude protein	22.09	20.09
Crude fat	4.84	5.03
Lysine	1.21	1.05
Methionine	0.60	0.51
Calcium	1.02	0.93
Avail. phosphorus	0.45	0.40

¹ Provided per kg of diet: 15,000 IU of vitamin A, 3,750 IU of vitamin D₃, 37.5 mg of vitamin E, 2.55 mg of vitamin K₃, 3 mg of thiamin, 7.5 mg of riboflavin, 4.5 mg of vitamin B₆, 24 µg of vitamin B₁₂, 51 mg of niacin, 1.5 mg of folic acid, 0.2 mg of biotin and 13.5 mg of pantothenic acid.

² Provided per kg of diet: 37.5 mg of Zn, 37.5 mg of Mn, 37.5 mg of Fe, 3.75 mg of Cu, 0.83 mg of I, 62.5 mg of S and 0.23 mg of Se.

자유 섭취토록 하였다. 본 실험에 사용된 bacteriophage는 CJ 제일제당 바이오 기술연구원에서 개발한 *Salmonella enteritidis* 사멸 효과가 있는 ϕ CJ7 (2×10^8 plaque form unit (pfu)/g)의 bacteriophage를 사용하였다.

3. 조사항목 및 방법

1) 일당 증체량, 일당 사료 섭취량 및 사료 요구율

증체량은 개시 시, 14일 및 종료 시(31일)에 처리구별로 체중을 측정하였다. 사료 섭취량은 체중 측정 시 사료 급여량에서 잔량을 제하여 계산하였고, 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 산출하였다.

2) 영양소 소화율

소화율은 시험 종료 시(31일)에 산화크롬(Cr_2O_3)을 표시물로써 0.2% 첨가하여 7일간 급여 후, 분을 각 펜당 계분반이를 설치하여 채취하였다. 채취한 분은 60°C의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 Willey mill로 분쇄하여 분석에 이용하였다. 사료의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC (2000)의 방법에 준하여 분석하였다.

3) 혈액 성상

혈액채취는 각 처리당 6수씩(암수 각 3수) 임의 선발하여 시험 종료 시에 의정맥에서 K_3EDTA Vacuum tube (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, NJ, USA)를 이용하여 혈액 2 ml를 채취 후, 자동 혈액분석기(ADVID 120, Bayer, USA)로 red blood cell (RBC), white blood cell(WBC), lymphocyte 함량을 조사하였다.

4) 도체 특성 및 육질분석

시험 종료 시(31일) 처리구당 6수씩(암수 각 3수) 임의로 선별하여 동물실험윤리위원회 (IACUC) 기준에 따라 희생시키고, 희생한 다음 간, 비장, 근위, F낭, 가슴육 및 복강지방의 무게를 측정하여 생체중에 대한 비율로 계산하였다. 육색은 색차계 (Model CR-210. Minolta Co., Japan)를 이용하여 각 가슴육 샘플 1개당 2회 반복하여 측정하였다. 이때 표준색판은 $L=89.2$, $a=0.921$, $b=0.783$ 으로 하였다. pH는 pH meter (77P, Istek, Korea)를 사용하여 측정하였다. 보수력 (water holding capacity)은 Hofmann et al. (1982)의 방법으로 전체 면적과 육의 면적의 비율을 기록하여 측정하였으며, 각 샘플당 2개의 시료를 만들어 drip loss를 측정하였다. Drip loss는 4°C에서 1일, 3일, 5일 및 7일 보관하면서 발생하는 감량을 측정하였다.

5) 분내미생물균수

시험 종료 시에 처리구별로 분을 채취한 뒤, 실험 시까지 -20°C에서 냉동 보관하였으며, 이 후 멸균된 생리식염수에 현탁하여 균질화시킨 다음 10^1 에서 10^7 까지 단계 희석하여 생균수 측정용 시료로 사용하였다. 실험처리에 의한 공시계의 분내의 *Salmonella*, *Clostridium* spp., *Lactobacillus*와 *E. coli*의 균수를 측정하기 위해 *Salmonella*에는 *Salmonella* Shigella agar, *Clostridium* spp.에는 Reinforced clostridial medium agar, *Lactobacillus*에는 MRS agar, *E. coli*에는 MacConkey agar (Difco, USA)를 사용하였고, *Salmonella*, *Clostridium* spp., *E. coli*는 37°C에서 24시간 배양 후, *Lactobacillus*는 48시간 배양 후 균수를 측정하였다.

4. 통계처리

모든 자료는 SAS (2002)의 General Linear Model procedure를 이용하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 처리하여 평균 간의 유의성을 검정하였다.

결 과

1. 생산성

육계 사료 내 bacteriophage의 첨가 급여가 생산성에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 1~14일령의 생산성에 있어서는 처리구간 유의적 차이를 나타내지 않았다 ($P>0.05$). 그러나 15~31일령에 있어서는 증체량에서 SE15 처리구가 CON 처리구보다 높게 나타났고 ($P<0.05$), 전체 시험기간 동안의 증체량에 있어서는 SE10 및 SE15 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났고 ($P<0.05$). 그러나 15~31일령 및 전체 시험기간 동안의 사료 섭취량과 사료 요구율에 있어서는 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($P>0.05$).

2. 영양소 소화율

육계 사료 내 bacteriophage의 첨가 급여가 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 건물, 질소 및 에너지 소화율에 있어서 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($P>0.05$).

3. 혈액 성상

육계 사료 내 bacteriophage의 첨가 급여가 혈액 성상에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 혈액 내 백혈구, 적혈구 및 림프구에 있어서 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않

왔다 ($P>0.05$).

4. 도체 특성

육계 사료 내 bacteriophage의 첨가 급여가 도체 특성에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 보수력에 있어서 SE15 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났고 ($P<0.05$), 장기 무게 중, F낭의 무게에 있어서 SE05, SE10 및 SE15 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타

Table 2. The effect of bacteriophage on growth performance in broilers¹

Items	CON	SE05	SE10	SE15	SE ²
1~14 d					
BWG (g)	448	457	459	461	5
FI (g)	569	567	573	572	5
FCR	1.270	1.241	1.248	1.241	0.018
15~31d					
BWG (g)	1,060 ^b	1,101 ^{ab}	1,131 ^{ab}	1,147 ^a	26
FI (g)	1,540	1,581	1,551	1,573	14
FCR	1.453	1.436	1.371	1.371	0.032
1~31d					
BWG (g)	1,508 ^b	1,559 ^{ab}	1,590 ^a	1,608 ^a	24
FI (g)	2,109	2,148	2,124	2,145	12
FCR	1.399	1.379	1.336	1.334	0.020

¹ Abbreviation: CON, basal diet; SE05, CON+bacteriophage SE 0.05%; SE10, CON+bacteriophage SE 0.10%; SE15, CON+bacteriophage SE 0.15%.

² Standard error.

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

Table 3. The effect of bacteriophage on digestibility in broilers¹

Items (%)	CON	SE05	SE10	SE15	SE ²
Dry matter	78.66	78.80	78.94	78.74	0.62
Nitrogen	65.69	65.77	66.87	65.53	1.27
Energy	79.64	79.38	79.17	79.24	0.67

¹ Abbreviation: CON, basal diet; SE05, CON+bacteriophage SE 0.05%; SE10, CON+bacteriophage SE 0.10%; SE15, CON+bacteriophage SE 0.15%.

² Standard error.

Table 4. The effect of bacteriophage on blood profiles in broilers¹

Items	CON	SE05	SE10	SE15	SE ²
WBC ($10^3/\mu\text{l}$)	1.89	1.91	1.91	1.89	0.02
RBC ($10^6/\mu\text{l}$)	296.8	280.9	272.7	303.2	12.3
Lymphocyte (%)	82.4	82.8	86.8	85.8	2.28

¹ Abbreviation: CON, basal diet; SE05, CON+bacteriophage SE 0.05%; SE10, CON+bacteriophage SE 0.10%; SE15, CON+bacteriophage SE 0.15%.

² Standard error.

Table 5. The effect of bacteriophage on meat quality and visceral organ weight in broilers¹

Items	CON	SE05	SE10	SE15	SE ²
pH value	5.52	5.46	5.39	5.47	0.12
Breast muscle color					
Lightness (L*)	55.75	58.32	57.60	57.59 ^a	1.77
Redness (a*)	14.35	13.19	15.00	13.06	0.95
Yellowness (b*)	15.90	16.47	15.31	14.40	1.17
Water holding capacity (%)	56.95 ^b	63.03 ^{ab}	63.25 ^{ab}	66.31 ^a	1.79
Drip loss (%)					
1d	2.22	2.63	2.39	2.29	0.24
3d	5.52	5.03	5.12	4.92	0.36
5d	8.56	7.89	7.81	8.22	0.44
7d	10.94	10.73	9.78	11.00	0.40
Visceral organ weight ³ (%)					
Liver	2.01	1.86	2.11	2.02	0.15
Spleen	0.09	0.11	0.10	0.11	0.01
Bursa of Fabricius	0.08 ^b	0.15 ^a	0.15 ^a	0.16 ^a	0.01
Breast muscle	9.27	8.80	9.52	9.15	0.45
Abdominal fat	1.34	1.08	1.29	1.22	0.18
Gizzard	1.26	1.15	1.26	1.19	0.08

¹ Abbreviation: CON, basal diet; SE05, CON+bacteriophage SE 0.05%; SE10, CON+bacteriophage SE 0.10%; SE15, CON+bacteriophage SE 0.15%.

² Standard error.

³ All organ weights are expressed as a percentage (%) of BW.

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

났다 ($P<0.05$). 그러나 육 내 pH, 육색, 저장감량, 간, 비장, 가슴육, 복강지방 및 근위 무게에 있어서는 처리구 간 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($P<0.05$).

5. 장내 미생물 조성

육계 사료 내 bacteriophage의 첨가 급여가 도체 특성에 미치는 영향은 Table 6에 나타내었다. 장내 *Lactobacillus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* 및 *Salmonella*의 조성에 있어서 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다 ($P<0.05$).

고 찰

bacteriophage는 세균을 숙주로 하여 감염시키고, 사멸시켜주는 바이러스로 파지 또는 세균성 바이러스이며, 오늘날 사료 내 항생제 대체를 목적으로 많은 연구가 진행되고 있다. 본 시험에서는 육계에 있어 bacteriophage를 급여할 경우, 성장성을 개선하는 효과를 나타내었다. Zhao et al. (2012)은 산란기에 bacteriophage를 급여할 경우 산란율이 개선된다고 보고하였다. 그러나 Gebru et al. (2010)와 Yan et al. (2012b)의 연구에 의하면 육성돈에 있어서 bacteriophage를 급여할 경우 생산성에 효과를 나타내지 않는다고 보고하였다. 이와 같은 차이를 나타내는 이유는 축종의 차이로 사료되며, 본 시험 결과와 관련하였을 때 환경적인 요인도 있겠지만 포유류보다 가금류에 bacteriophage를 급여할 경우 생산성이 개선되는 것으로 사료되고, 이를 규명할 수 있는 연구가 추가로 필요할 것으로 판단된다.

Yan et al. (2012b)와 Gebru et al. (2010)은 육성돈에 있어서 bacteriophage의 급여는 장내 유익균을 향상시키고, 유해균의 감소로 장내 환경을 개선시켜 영양소 소화율을 개선시킨

다고 보고하였다. 그러나 본 시험에서는 영양소 소화율에 유의적 효과를 나타내지 않았다. Nagy and Fekete (1999)는 장내 *E. coli*의 조성이 높을 경우 소화율이 떨어지고, 이에 따라 생산성이 감소한다고 보고하였다. 본 시험에서는 장내 유해균의 조성이 감소되는 경향을 보였으나, 유의적 차이가 나타나지 않음으로 영양소 소화율에서 유의적인 차이가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

일반적인 사양 관리 하에 육성돈 사료 내 bacteriophage를 급여할 경우 혈액 내 RBC, WBC 및 lymphocyte의 함량에 영향을 미치지 않는다고 한다 (Yan et al., 2012b). 본 시험 또한 공격 접종을 하지 않은 일반적인 사양 관리 하에 육계 사료 내 bacteriophage를 급여하여 혈액 특성에 아무런 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

보수력은 외부의 자극으로부터 자체 수분을 유지하는 능력 또는 외부로부터 수분이 첨가될 경우, 주어진 조건 하에 그 수분과 결합하는 능력이다 (Trout, 1988). 또한, pH가 낮을 경우 보수력도 함께 낮아지고, 이에 따라 가열감량 및 저장감량이 낮아지는 결과를 가져온다 (Froning et al., 1978; Barbut, 1993; Northcutt et al., 1994). 육 내 보수력이 개선되면 조직감이 개선되고, 우수한 연도와 다즙성을 갖게 하여 궁극적으로 기호성이 향상된다 (Bouton et al., 1973; Webb et al., 1967). 본 시험에서는 bacteriophage의 급여가 보수력을 개선시키는 효과를 나타내었다. 이것은 육질을 개선시켜 보다 나은 품질의 계육을 제품화 할 수 있는 것으로 사료된다.

육계의 장기 중, 비장 및 F낭은 주요 면역 관련 기관으로서 무게가 발달할수록 면역 기능이 향상된다 (Rivas and Fabricant, 1988). 이 중 F낭은 육계에 있어서 가장 중요한 면역 기관으로 체액성 면역의 중심이 되는 면역 기관이다 (Mast and Goddeeris, 1999). F낭은 부화 후 3주까지 급속히 성장 발달하고 성 성숙 도달시점에 이르면 실제적으로 더 커지지 않는다. 부화 후 35일령까지 F낭은 전형적으로 비장보다 큰 상태이다. 그러나 비장이 더 클 경우는 보통 면역 억제 상태임을 나타낸다. 면역 억제 상태의 닭은 길고 복잡한 백신 반응을 나타내며, 호흡기 전염병 등 발생이 쉽게 나타난다 (한국양계연구소, 2000). 본 시험의 결과, 대조구의 F낭 무게가 비장보다 낮아 면역력이 낮은 상태로 추정되고, bacteriophage의 급여 시 대조구와 비교하여 F낭의 무게가 더 높아짐으로써 육계의 면역력이 더 강화되는 것으로 사료된다.

결과적으로 공격 접종을 하지 않은 일반적인 사양 관리 하에 사양 시험을 진행하여 장내 유해균의 수치에는 유의적인 차이를 보이지는 않았으나 감소되는 경향을 나타내었고, 이에 따라서 F낭의 무게가 증가되었으며, F낭의 무게가 상

Table 6. The effect of bacteriophage on fecal microflora in broilers¹

Items (log ₁₀ cfu/g)	CON	SE05	SE10	SE15	SE ²
<i>Lactobacillus</i>	7.66	7.78	7.64	7.72	0.09
<i>Clostridium perfringens</i>	2.40	2.33	2.35	2.30	0.07
<i>Escherichia coli</i>	6.48	6.43	6.36	6.34	0.07
<i>Salmonella</i>	2.68	2.60	2.62	2.60	0.06

¹ Abbreviation: CON, basal diet; SE05, CON+bacteriophage SE 0.05%; SE10, CON+bacteriophage SE 0.10%; SE15, CON+bacteriophage SE 0.15%.

² Standard error.

승함으로써 F낭에서 생성되는 림프구로 인하여 혈액 내 림프구 수치가 유의적인 차이는 없었으나, 높아지는 경향을 보인 것으로 사료된다. 따라서 면역력의 개선을 통하여 육계의 증체량과 육질의 보수력을 개선시킨 것으로 사료되고, 이를 규명할 수 있는 추가적인 연구를 진행해야할 필요가 있을 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 bacteriophage의 급여가 육계의 생산성, 영양소 소화율, 혈액 특성, 장기 무게 및 분내 미생물 조성에 미치는 영향을 알아보기 위해 시험을 실시하였다. 사양 시험은 1일령 ROSS 308 (♂, ♀) 340수 공시하였고, 시험 개시 체중은 41.71 ± 0.16 g으로 31일 간 실시하였다. 시험 설계는 1) CON, basal diet, 2) SE05, CON+bacteriophage SE 0.05%, 3) SE10, CON+bacteriophage SE 0.10% 및 4) SE15, CON+bacteriophage SE 0.15%로 4개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 17수씩 완전임의 배치하였다. 1~14일령의 생산성에 있어서는 처리구간 유의적 차이가 없었다. 그러나 15~31일령에 있어서는 증체량에서 SE15 처리구가 CON 처리구보다 높게 나타났고, 전체 시험 기간 동안의 증체량에 있어서는 SE10 및 SE15 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났다. 영양소 소화율에서는 처리구 간 차이를 나타내지 않았고, 혈액 특성에 있어서는 처리구 간 차이를 나타내지 않았다. 도체 특성 중 가슴육의 보수력 있어서는 SE15 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났고, 장기 무게 중 F낭의 무게가 bacteriophage를 급여한 처리구에서 유의적으로 높게 나타났다. 분내 미생물 조성에 있어서는 처리구간 유의적 차이를 나타내지 않았다. 결론적으로, 본 시험의 결과 육계에 사료 내 bacteriophage를 첨가 시 증체량을 향상시키고, F낭의 무게를 증가시킨다. 또한 0.15% 급여 시 가슴육의 보수력이 증가하는 효과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 bacteriophage의 첨가를 통하여 생산성과 면역력을 향상시켜주고 육내 보수력을 개선하여 보다 고품질의 계육을 생산할 수 있을 것으로 판단된다.

(색인어: 박테리오파지SE, 육계, 생산성, 육질 특성, 장기 무게)

인용문헌

- AOAC 2000 Official Methods of Analysis. 17th ed. Assoc. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Barbut S 1993 Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. Food Res Intl 26:39-43.
- Barrow P, Lovell M, Berchieri Jr A 1998 Use of lytic bacteriophage for control of experimental *Escherichia coli* septicemia and meningitis in chickens and calves. Clin Diagn Lab Immunol 5:294-298.
- Bouton PE, Carroll FD, Harris PV, Shorthose WR 1973 Influence of pH and fiber contraction state upon factors affecting the tenderness of bovine muscle. J Food Sci 38: 404-409.
- Cairns BJ, Timms AR, Jansen VAA, Connerton IF, Payne RJH 2009 Quantitative models of *in vitro* bacteriophage-host dynamics and their application to phage therapy. PLOS Pathogens 5:1-10.
- d'Herelle F 1917 Sur un microbe invisible antagonists des bacilles dysenteriques. C R Acad Sci Paris 165:373-375.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple *F* test. Biometrics 11:1-42.
- Froning GW, Babji AS, Mather FB 1978 The effect of preslaughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristic of turkey muscle. Poultry Sci 57:630-633.
- García P, Martínez B, Obeso JM, Rodríguez A 2008 Bacteriophages and their application in food safety. Letters in Applied Microbiology 47:479-485.
- Geburu E, Lee JS, Son JC, Yang SY, Shin SA, Kim B, Kim MK, Park SC 2010 Effect of probiotics, bacteriophage, or organic acid supplemented feeds or fermented soybean meal on the growth performance, acute phase response, and bacterial shedding of grower pig challenged with *Salmonella enteric* serotype Typhimurium. J Anim Sci 88 :3880-3886.
- Hofmann K, Hamm R, Bltichel E 1982 Neues iiber die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierprebmethode. Fleischwirtsch. 62:87-92.
- Housby JN, Mann NH 2009 Phage therapy. Drug Discovery Today 14:536-540.
- Johnson RP, Gyles CL, Huff WE, Ojha S, Huff GR, Rath NC, Donoghue AM 2008. Bacteriophages for prophylaxis and therapy in cattle, poultry and pigs. Animal Health Research Reviews 9: 201-215.
- Jamalludeen N, Johnson RP, Shewen PE, Gyles CL 2009 Evaluation of bacteriophages for prevention and treatment

- of diarrhea due to experimental enterotoxigenic *Escherichia coli* O149 infection of pigs. *Vet Microbiol* 136:135-141.
- Kim SJ, Kim JD, Yang SY, Kim NH, Lee CH, Yang DS, Han JH 2011 Evaluation of bacteriophages for prevention and treatment of diarrhea due to experimental enterotoxigenic *Escherichia coli* K88 infection of weaned piglets. *Korean Journal of Veterinary Service* 34(4):341-352.
- Lee N, Harris DL 2001 The effect of bacteriophage treatment as a preharvest intervention strategy to reduce the rapid dissemination of *Salmonella typhimurium* in pigs. *American Association of Swine Veterinarians (AASV) Perry IA* pp. 555-557.
- Maniloff J 2002 "Bacteriophages", *Encyclopedia of Life Sciences*, London: Nature Publishing Group 3:22.
- Mast J, Goddeeris BM 1999 Development of immunocompetence of broiler chickens. *Vet Immunol Immunop* 70 :245-256.
- Nagy B, Fekete PZ 1999 Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) in farm animal. *Vet Res* 30:259-284.
- Northcutt JK, Foegeding EA, Edens FW 1994 Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poultry Sci* 73:308-316.
- NRC 1994 *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th ed. National Academy Press, Washington DC. USA.
- Rivas LA, Fabricant J 1988 Induction of immuno depression chickens infected with various strains of Marek's disease virus. *Avian Dis* 32:1-8.
- SAS Institute Inc. 2002 *SAS/STAT User's Guide: Version 8.2*. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Smith HW, Huggins MB 1982 Successful treatment of experimental *Escherichia coli* infections in mice using phage: Its general superiority over antibiotics. *J Gen Microbiol* 128:307-318.
- Smith HW, Huggins MB 1983 Effectiveness of phages in treating experimental *Escherichia coli* diarrhoea in calves piglets and lambs. *J Gen Microbiol* 129:2659-2675.
- Smith HW, Huggins MB, Shaw KM 1987 The control of experimental *Escherichia coli* diarrhoea in calves by means of bacteriophages. *J Gen Microbiol* 133:1111-1126.
- Soothill JS 1992 Treatment of experimental infections of mice with bacteriophages. *J Med Microbiol* 37:258-261.
- Sulakvelidze A, Alavidze Z, Morris Jr JG 2001 Bacteriophage therapy. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 45:649-659.
- Trout GR 1988 Techniques for measuring water-binding capacity in muscle foods-A review of methodology. *Meat Science* 23:235-252.
- Twort FW 1915 An investigation on the nature of ultramicroscopic viruses. *Lancet* 2:1241-1243.
- Webb NB, Kahlenberg OJ, Naumann HD, Hedrick HB 1967 Biochemical factors affecting beef tenderness. *J Food Sci* 32:1-6.
- Yan L, Meng QW, Kim IH 2011a The effects of dietary *Houttuynia cordata* and *Taraxacum officinale* extract powder on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livest Sci* 141:188-193.
- Yan L, Lee JH, Meng QW, Kim IH 2011b Evaluation of the anion supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics and fecal noxious gas content in weaning pigs. *J Appl Anim Res* 39:36-40.
- Yan L, Meng QW, Kim IH 2012a Effect of an herb extract mixture on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristic, and fecal microbial shedding in weaning pigs. *Livest Sci* 145:189-195.
- Yan L, Hong SM, Kim IH 2012b Effect of bacteriophage supplementation on the growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, and fecal micro shedding in growing pigs. *Asian-Ast J Anim Sci* 25(10):1451-1456.
- Yan L, Wang JP, Kim HJ, Meng QW, Ao X, Hong SM, Kim IH 2010 Influence of essential oil supplementation and diets with different nutrient densities on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, meat quality and fecal noxious gas content in grower-finisher pigs. *Livest Sci* 128:115-122.
- Zhao PY, Baek HY, Kim IH 2012 Effects of bacteriophage supplementation on egg performance, egg quality, excreta microflora, and moisture content in laying hens. *Asian-Aust J Anim Sci* 25(7):1015-1020.
- 한국양계연구소 2000 실용계의 면역 시스템 평가 분석. 양계연구 129:36-39.
- (접수: 2013. 2. 25, 수정: 2013. 3. 22, 채택: 2013. 3. 25)