

육계 사료 내 박테리오파지 CP의 첨가가 생산성, 영양소 소화율, 혈액특성, 도체특성 및 분내 미생물 조성에 미치는 영향

백희엽¹ · 김재원² · 김정언² · 김인호^{1,†}

¹단국대학교 동물자원학과, ²CJ제일제당 바이오사업부

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

Hee Yeob Baek¹, Jae Won Kim², Jung Un Kim² and 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 dietary bacteriophage CP supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, visceral organ weight, meat quality and fecal microflora in broilers. A total of 340 1-d-old ROSS 308 broilers (mixed gender) with an initial average body weight (BW) of 41.14 ± 0.17 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) CP05, CON + 0.05% bacteriophage CP, 3) CP10, CON + 0.10% bacteriophage CP and 4) CP15, CON + 0.15% bacteriophage CP. During d 15 to d 31, broilers fed CP15 diet had higher ($P < 0.05$) body weight gain and feed intake than broilers fed CON diet. Overall, body weight gain in CP10 and CP15 treatment groups was greater ($P < 0.05$) than that in CON treatment and feed intake was higher ($P < 0.05$) in CP15 treatment than that in CON. Apparent total tract nutrient digestibility and blood characteristics did not differ ($P > 0.05$) among treatments. The water holding capacity of breast meat increased ($P < 0.05$) in broiler fed the diets containing bacteriophage CP compared with those fed the CON diet. Other meat characteristics such as pH value, breast muscle color (L^* , a^* , b^*) and drip loss were unaffected by dietary supplementation of bacteriophage CP. The weight of bursa of Fabricius increased ($P < 0.05$) in CP05 when compared with CON. No significant difference was observed ($P > 0.05$) among treatments in visceral weight and fecal microflora concentrations of *Lactobacillus* spp., *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. In conclusion, dietary supplementation with 0.10 and 0.15% bacteriophage CP could improve the growth performance.

(Key Words : bacteriophage CP, broilers, growth performance, meat quality, visceral organ weight)

서 론

박테리오파지는 박테리아를 숙주로 하는 바이러스를 총칭하는 말이다. 박테리오파지의 다른 이름은 파지 또는 세균성 바이러스라고도 한다. 세균의 균체를 녹여서 증식한 후 세균을 먹는다는 뜻에서 박테리오파지라 칭하며, 이는 박테리아 포식자라는 속뜻을 가지고 있다. 박테리오파지는 Twort (1915)와 d'Herelle(1917)에 의해 처음 발견되었고, 그 후 M. Delbrück(1940)와 몇몇의 과학자들에 의해 1940년대에 대장

균의 파지에 대하여 집중적으로 연구가 진행되었다. 항생제와는 다르게 동물 장내 균총에 무해하고 비교적 비싸지 않은 장점을 갖고 있다(Sulakvelidze et al., 2001). 특정 종류의 박테리오파지는 특정 종류의 박테리아만 감염시킬 수 있는데, 이는 박테리오파지가 박테리아를 감염시키기 위해서는 박테리아의 표면에 박테리오파지와 결합할 수 있는 막 단백질과 같은 특정 요소들이 존재해야 하기 때문이다. 일부 박테리오파지는 단 한 종의 박테리아만 감염시킬 정도로 특이성을 가진다. 어떤 박테리오파지는 여러 속을 감염시킬 수

[†] To whom correspondence should be addressed : inhokim@dankook.ac.kr

도 있으나, 이 경우 역시 숙주가 되는 박테리아들은 계통학적으로 밀접하게 연관되어 있다(Maniloff, 2002).

*Clostridium perfringens*는 그람양성, 혐기성 간균으로 자연계에 광범위하게 분포하고, 아포를 형성하는 토양 세균이며, 가축이나 동물의 정상 장내 세균총으로 가축에 있어서는 주로 A에서 E형으로 분류되고, A형은 α -toxin, B형은 α , β , ϵ , C형은 α , β , D형은 β , ϵ , E형은 α , iota toxin을 분비하는 것으로 보고되었다(Quinn et al., 1994; Petit et al., 1999; Songer, 1996; Sterne and Warrack, 1964). 이와 같은 독소는 사람에서 가스 괴저와 동물에서는 괴사성 장염, 구토, 복부통증, 혈변 등을 동반한 장염과 때로는 뇌조직 괴사로 인한 후구마비나 선회운동과 같은 신경증상을 일으키기도 하나, 장독혈증은 일반적으로 건강하던 동물이 임상증상 없이 돌연 폐사하는 예가 많다. 대부분 급성 출혈성 장염의 주 증상으로는 고열을 나타내고 급사하며, 일부에서는 천연공의 출혈, 혈액 응고 부전, 소장 하부측 회장의 충출혈, 신장의 출혈, 간장의 혼탁 종창과 기타 장기의 충출혈 등이 나타나기도 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 그 동안 항생제를 사용해 왔으나, 2011년 7월부터 시행된 배합사료 내 항생제 사용 금지에 따라 병원성 세균의 감염이라는 새로운 문제를 야기하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 많은 첨가제가 연구되어 왔으며, 그 중 하나가 박테리오파지이다. 이러한 박테리오파지의 이전 연구를 살펴보면, 가금에 있어 박테리오파지의 항생제 대체 효과를 나타낸다는 보고가 있었으며 (Huff et al, 2002a; Huff et al, 2002b), Lau et al.(2010)은 박테리오파지 EC1은 대장균증에 효과가 있다고 보고하였다.

따라서 본 연구는 육계 사료 내 박테리오파지가 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 육계(ROSS 308) 340수 공시하였고, 암수 혼합 사육하였다. 시험 개시 체중은 41.14 ± 0.17 g으로 총 31일간 실시하였고, 시험 설계는 1) CON(basal diet), 2) CP05 (CON + bacteriophage CP 0.05%), 3) CP10(CON + bacteriophage CP 0.10%), 4) CP15(CON + bacteriophage CP 0.15%)로 4개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 17수씩 완전 임의 배치하였다.

2. 시험사료와 사양관리

공시축은 가로, 세로 1.75 m \times 1.55 m 크기의 3단 케이지에 17수씩 사육하였으며, 24시간 점등하였다. 실험 개시 시 온도는 $33 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 하였으며, 매주 2°C 씩 낮추어 시험 종료 시 24°C 를 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 전기 사료를, 후기 3주는 CP 20.09%, ME 3,200 kcal/kg 및 lysine 1.05%의 사료를 급여하였으며(Table 1), 사료와 물은 자유 섭취토록 하였다. 본 실험에 사용된 박테리오파지는 CJ 제일제당 바이오기술연구원에서 개발한 *Clostridium perfringens* 사멸 효과가 있는 박테리오파지를 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 측정하여 계산하였다. 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 표시 물로써 0.2% 첨가하여 7일간 급여 후 동일한 시간에 배설된 신선한 분을 채취하였다. 채취한 분은 60°C 의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 Willey mill(1-mm screen; Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA)로 분쇄하여 분석에 이용하였다. 사료의 일반 성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC(2000)의 방법에 준하여 분석하였다.

3) 혈액 성분

혈액 채취는 각 처리당 6수씩(암수 각 3수) 임의선발하여 시험 종료 시에 익정맥에서 K_3EDTA Vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, NJ)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 육질 분석

시험 종료 시(31일) 처리구당 6수씩(암수 각 3수) 임의로 선별하여 경추 탈골(cervical dislocation) 방법으로 도살한 다음, 간, 비장, 근위, F낭, 가슴육 및 복강지방의 무게를 측정하여 생체중에 대한 비율로 계산하였다. 육색은 색차계(Model

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, 4.5mg of vitamin B₆, 24µg of vitamin B₁₂, 51 mg of niacin, 1.5 mg of folicacid, 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.

CR-210. Minolta Co., Japan)를 이용하여 각 가슴육 샘플 1개 당 2회 반복하여 측정하였다. 이때 표준색판은 L=89.2, a=0.921, b=0.783으로 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 만

들어 drip loss를 측정하였다. Drip loss는 4℃에서 1일, 3일, 5일 및 7일 보관하면서 발생하는 감량을 측정하였다.

5) 분내 미생물 균수

시험 종료 시에 처리구별로 분을 채취한 뒤, 실험 시까지 -20℃에서 냉동 보관하였으며, 이후 멸균된 생리식염수에 현탁하여 균질화 시킨 다음 10³에서 10⁷까지 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℃에서 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 박테리오파지의 첨가 급여가 생산성에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 0~2주 동안의 생산성에 있어서 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P>0.05$). 2주~종료 시의 증체량 및 사료 섭취량에 있어서 CP15 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났고($P<0.05$). 전체 시험기간 동안의 증체량에 있어서 CP10 및 CP15 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났고($P<0.05$), 사료 섭취량에 있어서는 CP15 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났고($P<0.05$). 그러나 사료 요구율은 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P>0.05$).

2. 영양소 소화율

육계 사료 내 박테리오파지의 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 성분

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

Items	CON	CP05	CP10	CP15	SE ²	Linear ³	Quadratic ³
1~14 d							
BWG(g)	444	463	464	459	5	NS	NS
FI(g)	561	577	571	571	4	NS	NS
FCR	1.264	1.246	1.231	1.244	0.014	NS	NS
15~31d							
BWG(g)	1,052 ^b	1,084 ^{ab}	1,097 ^{ab}	1,122 ^a	12	*	NS
FI(g)	1,531 ^b	1,556 ^{ab}	1,576 ^{ab}	1,584 ^a	13	**	NS
FCR	1.455	1.435	1.437	1.412	0.020	NS	NS
1~31d							
BWG(g)	1,496 ^b	1,547 ^{ab}	1,561 ^a	1,581 ^a	14	*	NS
FI(g)	2,092 ^b	2,133 ^{ab}	2,147 ^{ab}	2,155 ^a	13	**	NS
FCR	1.398	1.379	1.375	1.363	0.015	NS	NS

¹ Abbreviation: CON, basal diet; CP05, CON + bacteriophage CP 0.05%; CP10, CON + bacteriophage CP 0.10%; CP15, CON + bacteriophage CP 0.15%.

² Standard error.

³ Contrast: NS, $P>0.05$; * $P<0.01$; ** $P<0.05$.

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

육계 사료 내 박테리오파지의 첨가 급여가 혈액 성상에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 혈액 내 백혈구, 적혈구 및 림프구에 있어서 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$).

4. 도체 특성

육계 사료 내 박테리오파지의 첨가 급여가 도체 특성에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 보수력에 있어서 CP05, CP10, CP15 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났고($P<0.05$), 장기무게 중 F낭의 무게에 있어서 CP05 처

리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 그러나 간, 비장, 근위, 가슴육 및 복강지방의 무게, 육색과 pH에 있어서 처리구 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$).

5. 장내 미생물 조성

육계 사료 내 박테리오파지의 첨가 급여가 분내 미생물 조성에 미치는 영향은 Table 6에 나타내었다. 장내 *Lactobacillus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* 및 *Salmonella*의 조성에 있어서 처리구간 유의적인 차이를 나타내지

Table 3. The effect of dietary bacteriophage on apparent total tract nutrient digestibility in broilers¹

Items(%)	CON	CP05	CP10	CP15	SE ²	Linear ³	Quadratic ³
Dry matter	78.48	78.89	78.89	78.67	0.39	NS	NS
Nitrogen	65.54	66.26	66.18	66.87	0.74	NS	NS
Energy	79.37	79.33	79.85	80.27	0.40	NS	NS

¹ Abbreviation: CON, basal diet; CP05, CON + bacteriophage CP 0.05%; CP10, CON + bacteriophage CP 0.10%; CP15, CON + bacteriophage CP 0.15%.

² Standard error.

³ Contrast: NS, $P>0.05$; * $P<0.01$; ** $P<0.05$.

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

Items	CON	CP05	CP10	CP15	SE ²	Linear ³	Quadratic ³
WBC(10 ³ /μL)	1.72	1.89	1.92	1.89	0.02	NS	NS
RBC(10 ⁶ /μL)	292.4	309.7	277.4	298.7	17.70	NS	NS
Lymphocyte(%)	82.9	84.6	84.0	85.0	2.08	NS	NS

¹ Abbreviation: CON, basal diet; CP05, CON + bacteriophage CP 0.05%; CP10, CON + bacteriophage CP 0.10%; CP15, CON + bacteriophage CP 0.15%.

² Standard error.

³ Contrast: NS, $P>0.05$; * $P<0.01$; ** $P<0.05$.

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

Items	CON	CP05	CP10	CP15	SE ²	Linear ³	Quadratic ³
pH value	5.48	5.36	5.39	5.30	0.12	NS	NS
Breast muscle color							
Lightness(L [*])	55.14	56.44	52.16	54.62	1.76	NS	NS
Redness(a [*])	14.19	15.52	17.25	14.99	1.81	NS	NS
Yellowness(b [*])	15.57	15.65	15.01	15.46	0.97	NS	NS
Water holding capacity, %	56.26 ^b	64.80 ^a	65.21 ^a	63.19 ^a	1.35	**	**
Drip loss(%)							
1d	2.28	2.82	2.44	2.81	0.41	NS	NS
3d	5.57	5.47	5.07	4.98	0.50	NS	NS
5d	8.62	7.49	8.35	8.27	0.60	NS	NS
7d	10.99	10.18	10.46	11.08	0.47	NS	NS
Visceral organ weight ⁴ (%)							
Liver	2.03	2.09	2.00	1.98	0.10	NS	NS
Spleen	0.10	0.11	0.11	0.12	0.01	NS	NS
Bursa of Fabricius	0.07 ^b	0.12 ^a	0.11 ^{ab}	0.11 ^{ab}	0.01	NS	NS
Breast muscle	9.29	8.95	9.32	9.02	0.43	NS	NS
Abdominal fat	1.32	1.30	1.24	1.21	0.12	NS	NS
Gizzard	1.28	1.25	1.17	1.23	0.10	NS	NS

¹ Abbreviation: CON, basal diet; CP05, CON + bacteriophage CP 0.05%; CP10, CON + bacteriophage CP 0.10%; CP15, CON + bacteriophage CP 0.15%.

² Standard error.

³ Contrast: NS, $P>0.05$; * $P<0.01$; ** $P<0.05$.

⁴ All organ weights are expressed as a percentage(%) of BW.

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

않았다($P>0.05$).

고 찰

*C. perfringens*는 사람이나 동물에서 정상적인 장내 세균총으로 존재하다가 장내 미생물의 환경이 변화하면 *C. perfringens*가 증식되고 독소를 생산하며, 체내에 균의 침입을

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

Items(log ₁₀ cfu/g)	CON	CP05	CP10	CP15	SE ²	Linear ³	Quadratic ³
<i>Lactobacillus</i>	7.69	7.60	7.56	7.63	0.06	NS	NS
<i>Clostridium perfringens</i>	2.43	2.27	2.23	2.28	0.06	NS	NS
<i>Escherichia coli</i>	6.50	6.37	6.37	6.31	0.07	NS	NS
<i>Salmonella</i>	2.64	2.57	2.62	2.59	0.11	NS	NS

¹ Abbreviation: CON, basal diet; CP05, CON + bacteriophage CP 0.05%; CP10, CON + bacteriophage CP 0.10%; CP15, CON + bacteriophage CP 0.15%.

² Standard error.

³ Contrast: NS, $P>0.05$; * $P<0.01$; ** $P<0.05$.

쉽게 하여 질병을 일으키게 된다. 장내 미생물의 변화를 일으키는 요인으로는 사료의 변경, 스트레스, 약물 투약 등이 있으며, 이 중 사료의 변경은 소화관의 운동을 감소시키거나 발효작용을 촉진하여 장독혈증이 발생하게 된다(Aguilera et al., 2005). *C. perfringens*에 의한 장독혈증은 주로 급성으로 진행되기 때문에 사전 예방이 어렵고, 치료를 하더라도 예후가 불량하며, 급성 장염을 일으키는 강력한 독소에 의한 것으로 알려져 있다. 이러한 박테리오파지는 세균을 숙주로 하여 감염시키고 사멸시켜 주는 바이러스로 파지 또는 세균성 바이러스로 오늘날 사료 내 항생제 대체를 목적으로 많은 연구가 진행되고 있다. 본 시험에서는 육계에 있어 박테리오파지 CP를 급여할 경우 생산성을 개선하는 효과를 나타내었다. 김승철 등(2013)의 보고에 의하면 육계 사료 내 박테리오파지의 급여 시 생산성이 개선되는 결과를 나타내었고, Zhao et al.(2012)의 연구에서는 산란계 사료 내 박테리오파지 급여 시 산란율이 향상된다고 보고하였다. 이와 같은 결과는 본 연구와 동일한 결과를 나타내었고, 따라서 가금류에 박테리오파지를 급여할 경우 생산성이 개선되는 것으로 사료된다.

Yan et al.(2012b)과 Gebru et al.(2010)의 보고에 의하면 육성돈에 있어 박테리오파지의 급여는 장내 환경을 개선시켜 영양소 소화율을 개선시킨다고 보고하였으나, 김승철 등(2013)의 연구에서는 육계 사료 내 박테리오파지를 급여하였을 시 영양소 소화율에 영향이 없다고 보고하였다. 이와 같은 결과는 장내 유해균의 조성이 감소되는 경향을 보였으나, 유의적인 차이가 나타날 정도는 않는다고 사료되며, 이로 인해 영양소 소화율에서 효과가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

김승철 등(2013)의 연구에서는 육계 사료 내 박테리오파지 첨가 급여가 혈액 내 RBC, WBC 및 lymphocyte의 함량에 영향을 미치지 않는다고 보고하였으며, Yan et al.(2012a)의 보고에 의하면 육성돈 사료 내 박테리오파지를 급여할 경

우 또한 영향이 없다고 하였다. 본 시험 또한 앞선 연구 결과와 같은 결과를 나타내어 축종에 상관없이 박테리오파지를 급여하여도 혈액 특성에 있어서는 아무런 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

보수력은 외부의 자극으로부터 자체 수분을 유지하는 능력 또는 외부로부터 수분이 첨가될 경우 주어진 조건하에 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). 육내 보수력은 육의 외관과 조리 및 제품 제조 시 큰 영향을 주는 요소이며(Roseiro et al., 1994), 보수력이 증가하면 조직감이 개선되고 우수한 연도와 다즙성을 갖게 하여 궁극적으로 기호성이 향상된다(Bouton et al., 1973; Webb et al., 1967). 김승철 등(2013)의 연구에서도 박테리오파지를 급여 시에 보수력이 개선된다고 보고하여 같은 결과를 나타낸 것으로 판단된다. 이것은 육질을 개선시켜 보다 나은 품질의 계육을 생산할 수 있다는 것을 의미하지만, 이에 대한 정밀한 연구가 필요하다.

육계의 장기 중 주요 면역 관련 기관으로서 비장 및 F낭은 무게가 증가할수록 면역기능이 향상된다(Rivas and Fabricant, 1988). F낭은 부화 후 3주까지 급속히 성장 발달하고 성성속도달시점에 이르면 실제적으로 더 커지지 않는다. 부화 후 35일령까지 F낭은 전형적으로 비장보다 큰 상태이다. 그러나 비장이 더 클 경우는 보통 면역 억제 상태임을 나타낸다고 한다(김승철 등, 2013). 면역 억제 상태의 닭은 길고 복합적인 백신 반응을 나타내며, 호흡기 전염병 등 발생이 쉽게 나타난다(한국양계연구소, 2000). 본 시험의 결과, 대조구의 F낭 무게가 비장보다 낮아 면역력이 낮은 상태로 추정되며, 박테리오파지의 급여 시 대조구와 비교하여 F낭의 무게가 더 높아진 결과로 보아 육계의 면역력이 더 강화되는 것으로 사료된다.

결과적으로 육계 사료 내 박테리오파지 첨가 급여는 생산성의 향상, 면역력을 개선 및 보수력을 개선시켰으며, 이는 면역력 증가를 통하여 개선된 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 박테리오파지의 급여가 육계의 생산성, 영양소 소화율, 혈액 특성, 장기무게 및 분내 미생물 조성에 미치는 영향을 알아보기 위해 시험을 실시하였다. 사양 시험은 1일령 ROSS 308(♂, ♀) 340수 공시하였고, 시험 개시 체중은 41.14 ± 0.17 g으로 31일간 실시하였다. 시험 설계는 1) CON (basal diet), 2) CP05(CON + bacteriophage CP 0.05%), 3) CP10(CON + bacteriophage CP 0.10%), 4) CP15(CON + bacteriophage CP 0.15%)로 4개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 17수씩 완전 임의 배치하였다. 1~14일령의 생산성에 있어서는 처리구 간 유의적 차이가 없었다. 그러나 15~31일령에 있어서는 증체량 및 사료 섭취량에서 CP15 처리구가 CON 처리구보다 높게 나타났고, 전체 시험 기간 동안의 증체량에 있어서는 CP10 및 CP15 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났다. 영양소 소화율 및 혈액 특성에 있어서 처리구 간 차이를 나타내지 않았다. 도체 특성 중 가슴육의 보수력 있어서 박테리오파지를 첨가한 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높게 나타났고, 장기 무게 중 F낭의 무게에 있어 CP05 처리구가 CON 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 분내 미생물 조성에 있어서는 처리구간 유의적 차이를 나타내지 않았다. 결론적으로, 육계 사료 내 박테리오파지를 첨가 시 증체량을 향상시키고, F낭의 무게를 증가시키며, 가슴육의 보수력이 증가하는 효과를 나타내었다.

인용문헌

AOAC 2000 Official Methods of Analysis. 17th ed. Assoc. Anal. Chem., Arlington, VA.

Aguilera MO, Stagnitta PV, Micalizzi B, Stefanini de Guzman AM 2005. Prevalence and characterization of *Clostridium perfringens* from spices in Argentina. *Anaerobe* 11: 327-334.

Barbut S 1993 Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Res Intl* 26:39-43.

Bouton PE, Carroll FD, Harris PV, Shorthose WR 1973 In-

fluence of pH and fiber contraction state upon factors affecting the tenderness of bovine muscle. *J Food Sci* 38: 404-409.

Delbrück M 1940 Adsorption of bacteriophage under various physiological conditions of the host. *The J General Physiol.* 20:631-642.

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. *Bio-metrics* 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.

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 Filter papierpre B methode. *Fleischwirtsch.* 62:87-92.

Huff WE, Huff GR, Rath NC, Balog JM, Donoghue AM 2002a Prevention of *Escherichia coli* Infection in broiler chickens with a bacteriophage aerosol spray. *Poul Sci* 81: 1486-1491

Huff WE, Huff GR, Rath NC, Balog JM, Xie H, Moore PA, Jr, Donoghue AM 2002 Prevention of *Escherichia coli* respiratory infection in broiler chickens with bacteriophage (SPR02). *Poul Sci* 81:437-441.

Lau GL, Sieo CC, Tan WS, Hair-Bejo M, Jalila A, Ho YW 2010 Efficacy of a bacteriophage isolated from chickens as a therapeutic agent for colicavillosis in broiler chickens. *Poul Sci* 89:2589-2596.

Maniloff J 2002 "Bacteriophages", *Encyclopedia of life sciences*, London: Nature Publishing Group 3:22.

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. Natio-

- nal Academy Press, Washington DC. USA.
- Petit L, Gibert M, Popoff MR 1999. *Clostridium perfringens*: toxin-type and genotype. Trends Microbiol 7: 104-110.
- Quinn PJ, Carter ME, Markey BK, Carter GR 1994 Clinical Veterinary Microbiology. Wolfe Publishing Co. London: 191-208.
- Rivas LA, Fabricant J 1988 Induction of immuno depression chickens infected with various strains of Marek's disease virus. Avian Dis 32:1-8.
- Roseiro LC, Santana C, Melo RS 1994 Muscle pH60 colour (L, a, b) and water holding capacity and the influence of post mortem meat temperature. Meat Sci 38, 353.
- SAS Institute Inc. 2002 SAS/STAT User's Guide: Version 8.2. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Songer JG 1996 Clostridial enteric diseases of domestic animals. Clin Microbiol Rev 9: 216-234.
- Sterne M, Warrack GH 1964. The type of *Clostridium perfringens*. Pathol Bacteriol 88: 279-283.
- 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 Sci. 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 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-Aust. J Anim Sci 25:1451-1456.
- 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 25:1015-1020.
- 김승철 김재원 김정언 김인호. 2013 육계 사료 내 Bacteriophage의 첨가가 생산성, 영양소 소화율, 혈액 특성, 도체 특성 및 분내 미생물 조성에 미치는 영향. 한국가금학회지 40:75-81.
- 한국양계연구소 2000 실용계의 면역 시스템 평가 분석. 양계연구 129:36-39.
- (접수: 2013. 9. 10, 수정: 2013. 10. 10, 채택: 2013. 11. 27)