

혼합 생균제의 사료 내 첨가 급여가 육계의 생산성과 장내 환경에 미치는 영향

오성택² · 강창원³ · 김은집^{1,†}

¹천안연암대학 축산계열, ²건국대학교 동물생명과학대학, ³(주)단바이오테크

Effects of Dietary Supplementation of Mixed Probiotics on Production Performance and Intestinal Environment in Broiler Chicken

Seong Taek Oh², Chang Won Kang³ and Eun Jib Kim^{1,†}

¹Division of Animal Husbandry, Cheonan Yonam College, Cheonan 330-709, Korea

²Department of Animal Science and Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

³Danbiotech, Ltd, Cheonan 331-834, Korea

ABSTRACT This study was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of the mixture of probiotics (MP) on growth performance, size of small intestine, cecal microflora and ammonia concentrations in broiler chicks. A total of 700, one-day-old male broiler chicks were randomly allotted to four treatments with seven replications having 25 birds per pen. The birds were fed one of the four experimental diets; containing no antibiotics nor MP (negative control, NC), containing antibiotics without MP (positive control, PC), negative control with MP 0.1% and negative control with MP 0.2% for 5 weeks. During overall experiment, birds in PC and MP treatments had higher final BW and daily BW gains than birds in NC treatments; however, the significance was not identified. The feed conversion ratio of the chicks fed the diet containing MP was significantly improved as compared to those fed the NC diets. The weights of jejunum were increased by the MP ($p < 0.05$), but weights of duodenum, ileum and length of small intestine were similar among the groups. Birds in PC treatment showed lower populations of total microbes and lactic acid bacteria than other groups ($p < 0.05$), cecal ammonia concentrations of the chicks fed the diet containing MP were significantly decreased as compared to those of NC and PC ($p < 0.01$). In conclusion, MP added to the broiler diets improved the feed conversion rate and reduced cecal ammonia concentration.

(Key words : mixed probiotics, broilers, performance, cecal ammonia)

서 론

가축 사료에 첨가하는 생균제(DFM, Direct-fed microbial)는 장 점막의 상피 세포에 서식하면서 영양소의 흡수를 도와 유해균의 성장을 억제하며, 미생물 대사산물인 비타민과 효소, 각종 성장인자들이 장 점막을 성숙시켜 상피 세포를 보호함으로써 장관의 발달을 촉진시켜 숙주의 면역력을 개선시킬 수 있다고 보고하였다(Mohan 등, 1995; Watkins 등, 1982). Nahashon 등(1996)은 생균제를 첨가 급여하였을 때 장내 유익균이 정착하여 군락을 형성하고, 유해균의 증식을 억제하여 장내 환경의 개선을 통해 칼슘, 인 및 질소의 이용률을 증진시킨다고 하였다. 그러나 생균제에 따라 숙주 동물에게 미치는 생균제의 영향은 균의 종류에 따라 서로 상

반된 결과로 나누어져 있으며, 항생제와 비교하여 그 작용 기전과 효과를 명확히 밝힐 근거가 부족하여 많은 논쟁이 되고 있다(Dunne 등, 1999; Angel 등, 2005). 이러한 생균제의 급여로 나타나는 여러 가지 결과의 차이는 생균제의 사용 수준과 종 특이성, 사용 기간과 가축의 환경적 요소와 가축이 받는 스트레스의 정도에 따라 다를 수 있다(Santosa 등, 2006). 생균제의 효율을 높이기 위해서는 무엇보다도 장관에 살아있는 미생물의 도착이 중요한데(박형룡 등, 1994), Simmering과 Blaut(2001)는 이상적인 생균제의 조건으로 생균제의 생산 공정 및 저장 중에 변형되지 말아야 하고, 장내 미생물 환경을 개선하여 병원성 세균을 억제할 수 있어야 한다고 하였다.

*Bacillus polyfermenticus*는 20여종의 효소를 분비하여 탄

[†] To whom correspondence should be addressed : ej-poultry@nate.com

수화물, 지방, 단백질 및 섬유소를 소화, 흡수를 증진시키고, 병원성 미생물의 성장을 억제한다고 하였다(Duc과 Cutting, 2003). 미생물 분류상 *Bacillus subtilis*와 상당히 유사하며, 유당을 분해하는 능력이 있고, *Bacillus subtilis*에 비해 포도당과 유당에서 초산과 젖산을 더욱 많이 생산한다고 하였다(Lee 등, 2001). 또한 항진균 및 항세균 활성을 동시에 가지는 항균 물질을 생산하여 유해균의 성장을 억제할 수 있으며, 천연 식품 보존제로서 사용될 수 있다고 하였다(정지혜와 장해춘, 2009). 또한 정황영 등(2003)은 *Bacillus polyfermenticus*의 *in vitro* 실험에서 *Bacillus polyfermenticus*가 항산화 능력이 있으며, 세포 내 흡착에 의해 콜레스테롤을 저하시킨다는 보고하였다. *Rhodobacter capsulatus*는 *Rhodopseudomonas capsulata*에서 옮겨오거나 새롭게 지정된 종을 포함한 광합성 세균으로써 혐기적 조건에서는 황갈색에서 갈색 혹은 푸른색을 나타내지만, 산소가 있는 조건에서는 붉은 색에서 진홍색을 나타내며, 육계 사료 내 *Rhodobacter capsulatus*를 첨가 급여하였을 때, 지방산 조성의 개선을 통해 혈액 내 콜레스테롤의 농도와 복강 지방을 감소시켜준다고 보고되었다(Salma 등, 2007). *Bacillus coagulans*는 장관 내에서 서식하며 유산균을 생성하는 것으로 보고되었고(Cavazzoni 등, 1998), 장관의 운동을 촉진시켜 비타민 B군을 생성한다. 이 미생물종은 열 안정성이 강하여 가금 사료 내 많이 쓰이는 것으로 알려져 있다(Zhou 등, 2010). *Clostridium butyricum*은 혐기성을 띠며, 주로 토양과 건강한 동물의 장에서 발견되는 그람양성균이다. Butyric acid를 생산하고 설사를 유발하는 유해균의 증식을 억제하기 위해 임상적으로 쓰이며, 영양소의 소화를 촉진시킨다고 하였다(Ito 등, 1997; Kamiya 등, 1997). 따라서 본 실험은 *Rhodopseudomonas capsulata*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus polyfermenticus*와 *Clostridium butyricum*이 함유되어 있는 복합 생균제(Mixed probiotics, MP)를 육계 사료 내 첨가 급여하여 육계의 성장 성적과 소장의 길이와 무게, 맹장 내 균총 변화와 암모니아 농도에 미치는 영향을 알아보기 위해 조사하였다.

재료 및 방법

1. 생균제

본 실험에서 이용한 생균제는 *Rhodopseudomonas capsulata* (10^6 cfu/g), *Bacillus coagulans* (10^6 cfu/g), *Bacillus polyfermenticus* (10^6 cfu/g), *Clostridium butyricum* (10^6 cfu/g)가 함유된 혼합 생균제를 사용하였으며, (주)우진 B&G에서 공급을 받아 실험을 실시하였다.

2. 실험 동물 및 실험 설계

본 실험에서는 1일령 Ross 육용종 수평아리를 공시하여, 개체별로 체중을 측정 후 4개 처리에 7반복으로 반복당 25수씩, 총 700수를 선발하여 완전임의 배치하였다. 본 실험에 사용된 실험 사료의 조성을 Table 1에 나타내었다. 옥수수과 대두박을 기초로 하였고, 에너지와 모든 필수 영양소 함량을 NRC 요구량(1994)에 맞거나 상회하는 수준으로 실험 사료를 배합하였다. 실험 설계는 항생제 Avilamycin® 2%를 함유한 Avilamix®(CTCBIO, 대한민국)를 0.05% 사용하여 10 ppm 첨가한 대조구(+ control)와 항생제를 첨가하지 않은 대조구(- control) 및 항생제를 첨가하지 않은 대조구에 혼합 생균제를 각각 0.1%(MP 0.1%)와 0.2%(MP 0.2%) 수준으로 첨가하였고, 항생제와 생균제는 사료 내 주원료인 황색옥수수(yellow corn)를 대체하여 첨가하였다.

3. 조사 항목 및 분석 방법

1) 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율

사료 섭취량은 전기 및 후기 종료 시, 총 급여량에서 잔량을 제외하여 측정하였고, 증체량은 단계별 종료 시 체중과 개시 체중을 계산하여 산출하였다. 얻어진 사료 섭취량과 증체량으로부터 사료 요구율을 산출하였다.

2) 소장 분획별 길이 및 무게에 미치는 영향

5주간의 실험 종료 후, 처리구 평균 체중에 유사한 개체를 8수씩 선발하여 도살시키고, 소장을 채취한 다음 십이지장, 공장 및 회장의 3부위로 나누어 각각의 길이와 무게를 측정하였다.

3) 맹장 내 균총 변화 및 암모니아 농도

5주간의 실험 종료 후, 처리구 평균 체중에 유사한 개체를 8수씩 선발하여 도살한 후 맹장을 내용물과 함께 적출하고, 냉동 보관하였다. 맹장 내용물을 phosphate buffer saline (PBS) 용액과 혼합한 후, homogenizer(AM 77 model, Nissei)로 균질화하였고, 10^{-1} 부터 10^{-7} 까지 각각의 비율로 희석하였다. Total microbes, *Coli* forms, lactic acid bacteria 균수를 측정하기 위해 총 세균에는 Total Plate agar(Difco, BD science, USA)를, lactic acid bacteria에는 MRS agar를, *Coli* forms에는 MacConkey agar(Difco, BD science, USA)를 사용하였고, 37°C에서 36시간 배양 후 균수 측정을 하였다. 맹장 내 암모니아 농도는 맹장 내용물 1 g을 취하여, 탈이온수로 10^6 배 희석하고, ammonia assay kit(AA100, Sigma, St. Louis, USA)

Table 1. Formula and chemical compositions of the experimental diets(starter)

Ingredients(%)	Starter	Finisher
Yellow corn	47.29	59.13
Wheat	8.00	-
Soybean meal	31.64	28.95
Corn gluten meal	3.88	3.74
Tallow	5.55	5.00
Lysine-HCl (78.5%)	-	0.03
Dicalcium phosphate	1.90	1.40
DL-methionine (98%)	0.11	0.05
Limestone	1.03	1.12
Choline chloride (50%)	0.08	0.08
Salt	0.32	0.30
Vit. mixture ¹	0.10	0.10
Min. mixture ²	0.10	0.10
Total	100	100
Calculated values		
TMEn (kcal/kg)	3,150	3,190
Crude protein (%)	21.5	20
Ca (%)	1.00	0.90
Available P (%)	0.45	0.35
Lysine (%)	1.10	1.05
Met + Cys (%)	0.85	0.75

¹ Vitamin mixture provided the following nutrients per kg: vitamin A, 40,000 IU; vitamin D₃, 8,000 IU; vitamin E, 10 IU; vitamin K₃, 4 mg; vitamin B₁, 4 mg; vitamin B₂, 12 mg; vitamin B₆, 6 mg; vitamin B₁₂, 20 µg; pantothenic acid, 20 mg; folic acid, 2 mg; nicotinic acid, 60 mg.

² Mineral mixture provided the following nutrients per kg: Fe, 30 mg; Zn, 25 mg; Mn, 20 mg; Co, 0.15 mg; Cu, 5 mg; Se, 0.1 mg.

를 이용하여 측정하였다.

4. 통계 분석

모든 얻어진 결과에 대한 통계 분석은 Statistical Analysis System(SAS, 2002)의 General Linear Model(GLM) Program을 이용하여 다중 분산 분석을 실시하였고, 분산 분석상의 통계적인 유의차가 인정될 때 Duncan의 multiple range test

를 이용하여 유의 수준 $p < 0.05$ 에서 처리간의 유의성을 검증하였다(Duncan, 1955).

결과 및 고찰

1. 성장 성적에 미치는 영향

육계 사료 내 혼합 생균제의 첨가 급여가 육계의 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 2에 나타내었다. 종료 체중과 증체량은 통계 분석상 대조구와 처리구 간에 차이가 없었다. 대조구[(-) control]에 비해 항생제 또는 생균제 첨가구에서 높은 경향의 체중 및 성장률을 보였다. 여기서 대조구 간의 성장률 비교, 즉 항생제 무첨가 대조구[(-) control]와 항생제 첨가 대조구[(+) control]의 차이가 통계적인 유의성이 없는 것은 본 실험이 사육 환경이 좋은 실험 농장에서 이루어졌기 때문이라고 사료되며, 열악한 환경 조건 하에서는 차이가 뚜렷하리라 사료된다. 사료 섭취량과 증체량에서는 통계적인 차이는 나타나지 않았으며, 사료 요구율은 항생제 무첨가 대조구에 비하여 혼합 생균제 0.1% 및 0.2%를 첨가 급여한 모든 처리구에서 사육 전기(1~21일)와 전체 사육 기간(1~35일) 동안 개선되었다($P < 0.05$).

Cavazzoni 등(1998)은 *Bacillus coagulans*을 0.1% 수준으로 첨가 급여하였을 때, 증체량과 사료 요구율이 실험 전 기간 동안 대조구에 비해 유의하게 개선되었고, 항생제를 첨가 급여한 처리구와 비슷하게 증체량과 사료 요구율이 관찰되었다는 보고하였다. Zhou 등(2010)은 Guangxi yellow chicken에게 *Bacillus coagulans*을 수준별로 첨가 급여하였을 때 대조구와 비교하여 증체량과 사료 요구율이 유의하게 개선되었다고 보고하였다. 또한 류경선 등(2001)은 *Lactobacillus salivarius*와 *in vitro* 실험을 통해 생산된 *Bacillus polyfermenticus*를 육계에 단일 또는 혼합 급여하였을 시 처리구 간에 유의한 차이는 아니었으나, 증체량이 증가하는 경향을 보였으며, 사료 요구율 또한 개선되는 경향을 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 그리고 *Bacillus polyfermenticus*, *Clostridium butyricum*을 급여한 실험에서 증체량과 사료 섭취량이 대조구에 비해 개선되었고, 사료 요구율이 개선되는 경향이 나타났으며, 특히 후기 이후에 증체량이 개선되었다는 보고하였다(류경선과 박홍석, 1998).

2. 소장 분획별 길이 및 무게에 미치는 영향

육계 사료 내 MP의 첨가 급여가 육계의 소장의 길이 및 무게에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 소장 분획별

Table 2. The dietary effect of mixed probiotics on growth performance in broiler chicken^{1,2}

		(-)Control	(+)Control	MP 0.1%	MP 0.2%	SEM	P-value
	Initial BW(g/bird)	39.73	39.82	39.82	39.79	0.05	0.531
	Final BW(g/bird)	2,294.92	2,363.85	2,316.68	2,353.83	24.38	0.155
BW gain (g/bird)	d 1~21	42.31	43.7	42.86	43.48	0.61	0.355
	d 22~35	100.65	103.58	101.4	103.17	1.47	0.457
	d 1~35	66.33	68.35	66.97	68.06	0.72	0.156
Feed intake (g/bird)	d 1~21	55.85	53.52	52.85	55.26	1.12	0.283
	d 22~35	171.44	167.85	168.79	170.16	3.28	0.903
	d 1~35	98.5	96.5	95.41	97.45	1.37	0.494
FCR (feed/gain)	d 1~21	1.32 ^a	1.23 ^b	1.23 ^b	1.27 ^{ab}	0.02	0.011
	d 22~35	1.71	1.62	1.67	1.65	0.03	0.448
	d 1~35	1.49 ^a	1.41 ^b	1.43 ^b	1.43 ^b	0.01	0.028

¹ (-)control, basal diet; (+)control, basal diet + 10 ppm avilamycin; MP, mixed probiotics.

² Values are presented as the mean (n=7, each group).

^{ab} Mean values in a same row with no common superscripts are significantly different ($P<0.05$).

십이지장, 공장 및 회장의 길이에서는 처리 간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 공장의 상대적 중량은 항생제 무첨가 처리구에 비해 혼합 생균제 0.1% 및 0.2% 처리구에서 모두 유의하게 증가하는 결과가 관찰되었다($P<0.05$).

단백질, 지방, 탄수화물 등 주요 영양소들의 소화는 소장에서 이루어진다. Dror 등(1977)은 부화 후 2주간 병아리에 있어서 선위-근위 조식과 소장 길이의 증가는 병아리의 생체중과 아주 밀접한 연관이 있다고 하였다. 김용란 등(2000)

은 육계 사료 내 생균제를 첨가하였을 때 십이지장, 공장 및 회장의 길이와 무게가 증가하여 소장 내 영양소를 흡수할 수 있는 표면적을 늘려줌으로써 사료 효율을 개선시킬 수 있다고 보고하였다.

한편, Foster (1972)와 Stutz 등(1983)은 사료 내 항생제의 첨가 급여가 소장 길이와 무게, 장벽의 두께가 감소하였다고 보고하였다. 이처럼 사료 내 항생제 또는 생균제의 첨가가 육계의 소장 발달에 미치는 영향이 다르게 나타나는 이

Table 3. The dietary effect of mixed probiotics on weight and length of small intestine in broiler chicken^{1,2,3}

		(-)Control	(+)Control	MP 0.1%	MP 0.2%	SEM	P-value	
		----- g/100 g body weight -----						
Weight	DU	0.33	0.31	0.35	0.33	0.02	0.454	
	JE	0.56 ^b	0.65 ^{ab}	0.68 ^a	0.71 ^a	0.04	0.028	
	IL	0.47	0.45	0.52	0.52	0.03	0.392	
		----- cm/100 g body weight -----						
Length	DU	1.23	1.24	1.25	1.23	0.04	0.827	
	JE	3.1	3.08	3.09	3.04	0.07	0.971	
	IL	3.03	3.09	3.02	3.07	0.08	0.866	

¹ Abbreviation: DU, duodenum; JE, jejunum; IL, ileum; MP, mixed probiotics.

² (-)control, basal diet; (+)control, basal diet + 10 ppm avilamycin.

³ Values are presented as the mean (n=8, each group).

^{ab} Mean values in a same row with no common superscripts are significantly different ($P<0.05$).

유는 이들 생균제가 소화 생리에 미치는 작용 기전이 다른데 기인하는 것으로 사료된다. 아울러 본 실험에서 혼합 생균제의 첨가 급여가 소장 점막 발달을 촉진하여 소장의 길이 및 무게가 증가할 것으로 기대하였으나, 길이는 증가하지 않았고, 공장의 무게가 증가하여 용모 발달에 긍정적인 작용할 가능성에 대해서도 향후 심도 있게 조사할 필요가 있을 것이다.

3. 장 내 균총 및 암모니아 농도에 미치는 영향

육계 사료 내 MP의 첨가 급여가 육계의 장 내 균총 및 암모니아 농도에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 맹장 내 총 균수와 lactic acid bacteria는 항생제를 첨가한 처리구와 비교하여 항생제를 첨가하지 않은 대조구와 혼합 생균제 0.1% 및 0.2%를 첨가 급여한 모든 처리구에서 증가하였다 ($P<0.05$). 김상호 등(2000)과 유선중(2007)은 산란계와 육계 사료 내 생균제의 첨가 급여로 맹장 내의 유산균이 증가하였다고 보고하였다. 또한 오종일 등 (2007)은 육계 사료 내 생균제를 첨가 급여하였을 때, 대장균이 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다. 조병임(2008)의 보고에 따르면, β -글루칸 및 생균제를 혼합 급여한 모든 처리구에서 lactic acid bacteria의 수가 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 본 실험에서는 항생제의 첨가 급여 시 항생제 무첨가 대조구[(-) control]와 혼합 생균제 처리구에 비하여 총 균수와 유산균이 줄어들었음을 관찰하였고, 혼합 생균제의 첨가 급여구는 항생제 무첨가 대조구와 비교해서 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

맹장 내 암모니아 농도는 대조구와 비교하여 혼합 생균제 0.1% 및 0.2%를 첨가 급여한 처리구에서 유의하게 낮은 수준을 나타내었다. Santoso 등(1999)의 연구에 의하면, 육계에게 생균제의 첨가 급여가 영양소의 소화와 이용을 높여 질소의 배설량을 감소시켜 분내 암모니아의 발생량을 줄여준

다고 하였고, 권오석 등 (2002)도 또한 복합 생균제의 첨가 급여가 분내 암모니아태 질소 함량을 감소시킨다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

Wrong(1981)의 보고에 따르면, 가금은 간에서 아미노산을 요산 형태로 분해하여 장관 내로 분비하며, 요산은 맹장 내 요소 분해 효소를 분비하는 여러 미생물에 의해 암모니아로 분해된다고 하였다. 이렇게 분해된 암모니아는 장 점막 세포의 표면을 자극시켜 손상을 입힘으로써 가축의 성장을 저해하게 된다(Lin과 Visek, 1991). 생균제의 첨가 급여가 여러 가지 소화 효소를 생성시켜 질소의 이용률과 기타 영양소의 소화율을 개선시킨다고 하였으며(Allen, 1991), 요소 분해 효소를 분비하는 미생물을 억제하여 장관 내 암모니아의 생산을 감소시켜 계분 내 유해 가스의 발생을 줄일 수 있다고 하였다(Kim과 Kim, 1992; Visek, 1978).

따라서 혼합 생균제의 첨가 급여가 육계의 소화 장기내 암모니아 농도를 저감시킴으로써 소화 생리 및 계사 내 환경을 개선시킬 수 있을 것이며, 본 실험에서 관찰된 성장 개선 효과를 설명할 수 있는 한 요인으로 판단된다.

적 요

본 실험은 육계 사료 내 혼합 생균제를 첨가 급여하였을 때, 육계의 성장 성적, 소장의 길이와 무게, 맹장 내 균총 변화와 암모니아 농도에 미치는 영향을 평가하고, 항생제 대체제 혹은 생리 활성 물질로서의 활용 가능성을 알아보기 위하여 실시하였다. 1일령 Ross 육용종 수평아리를 공시하여, 개체별로 체중을 측정 한 후 4개 처리에 7반복으로 반복당 25수씩, 총 700수를 선발하고, 완전 임의 배치하여 실험을 진행하였다. 항생제(Avilamycin)를 첨가한 대조구(+ control)와 항생제를 첨가하지 않은 대조구[(-) control] 및 항생제를 첨가하지 않은 대조구에 혼합 생균제를 각각 0.1%, 0.2%

Table 4. The dietary Mixed probiotics on cecal microflora and ammonia concentrations in broiler chicken^{1,2}

	(-)Control	(+)Control	MP 0.1%	MP 0.2%	SEM	P-value
Total microbes(log cfu/g)	6.78 ^a	6.31 ^b	6.93 ^a	6.91 ^a	0.13	0.004
Lactic acid bacteria(log cfu/g)	7.23 ^a	6.58 ^b	7.53 ^a	7.31 ^a	0.12	0.001
Coliforms(log cfu/g)	6.26	5.75	5.93	5.64	0.21	0.173
Ammonia concentration(μ g/ml)	2.08 ^a	2.05 ^a	1.88 ^b	1.91 ^b	0.04	0.001

¹ (-)control, basal diet; (+)control, basal diet + 10 ppm avilamycin; MP, mixed probiotics.

² Values are presented as the mean (n=7, each group).

^{a~b} Mean values in a same row with no common superscripts are significantly different($P<0.05$).

수준으로 첨가한 처리구로 나누어 5주간 급여하였다. 5주령 종료 체중 및 증체량에 있어서는 처리구 간에 통계적인 유의성 있는 차이를 보이지 않았으나, 평균치로 보아 혼합 생균제 첨가구와 항생제 첨가구의 생산 성적은 아주 유사하였다. 한편, 항생제를 첨가하지 않은 대조구[(-) control]의 성적은 나머지 3개 처리구에 비하여 제일 성장률이 저조하였다. 사료 요구율에 있어서는 항생제 또는 혼합 생균제 첨가 시 이들을 첨가하지 않은 대조구[(-) control]에 비해 유의성 있게 향상된 결과를 보였다. 맹장 내 암모니아 농도는 혼합 생균제를 첨가하여 급여한 처리구에서 개선되는 결과가 나타나 질소의 이용률이 증가하고, 분변 내 유해가스의 생성을 감소시킬 수 있었음을 암시하였다. 십이지장, 공장 및 회장의 길이에서는 처리구 간에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 공장의 상대적 중량은 항생제 무첨가 대조구에 비해 혼합 생균제 0.1% 및 0.2% 처리구에서 모두 유의하게 증가하는 결과가 관찰되었다($P < 0.05$). 장 내 균총은 항생제를 첨가 급여한 처리구에서 총 균수와 유산균이 감소하였고, 혼합 생균제의 첨가 급여에 의한 효과는 관찰되지 않았다.

본 연구 결과, 혼합 생균제를 첨가 급여하였을 때 육계의 생산성을 개선하고, 사육 초기의 사료 요구율 개선에 효과적이며, 암모니아 농도가 감소함으로써 장 내 환경 개선에 좋은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 항생제 무첨가 사료에 성장 개선 목적의 사료 첨가제로서 이용 가치가 있었음을 나타내었다.

(색인: 혼합 생균제, 육계, 성장 성적, 장내 균총, 장내 암모니아)

REFERENCES

- Allen RMD 1991 Ingredient analysis table. Feedstuffs 63:29.
- Angel R, Dalloul RA, Doerr J 2005 Performance of broiler chickens fed diets supplemented with a dried-fed microbial. Poult Sci 84:1222-1231.
- Cavazzoni V, Adami A, Castrovilli C 1998 Performance of broiler chickens supplemented with *Bacillus coagulans* as probiotic. Br Poult Sci 39:526-529.
- Dror Y, Nir I, Nitsan Z, 1977 The relative growth of internal organs in light and heavy breeds. Br Poult Sci 18:493-496.
- Duc LH, Cutting SM 2003 Bacterial spores as heat-stable vaccine vehicles, expert opinion on biological therapy. School of Biological Sciences. Royal Holloway. University of London. 1263-1270.
- Duncan, DB 1955 Multiple range and multiple F test. Biomet 11:1-42.
- Dunne C, Murphy L, Flynn S, O'Mahony L, O'Halloran S, Feeney M, Morrissey D, Thornton G, Fitzgerald G, Daly C, Kiely B, Quigley EM, O'Sullivan GC, Shanahan F, Collins JK 1999 Probiotic: from myth to reality. Demonstration of functionality in animal models of disease and in human clinical trials. Anton Van Leeuwenh 76:279-92.
- Foster WH 1972 A practical evaluation of five food additives likely to be used as growth promoters in broiler rations. Br Poult Sci 13:123-131.
- Ito I, Hayashi T, Iguchi A, Endo H, Nakao M, Kato S, Nabeshima T, Ogura Y 1997 Effects of administration of *Clostridium butyricum* to patients receiving long-term tube feeding. Jpn J Geriatr 34:298-304.
- Kamiya S, Taguchi H, Yamaguchi H, Osaki T, Takahashi M, Nakamura S 1997 Bacteriophylaxis using *Clostridium butyricum* for lethal caecitis by *Clostridium difficile* Rev. Med Microbiol 8:57-59.
- Kim TW, Kim KI, 1992 Effects of feeding diets containing probiotics, or antimicrobial agent on urease activity and ammonia production in the intestinal contents of rats. Korean J Anim Sci 34:167-173.
- Lee KH, Jun KD, Kim WS, Paik HD 2001 Partial characterization of polyfermenticin SCD, a newly identified bacteriocin of *Bacillus polyfermenticus* Lett. Appl Microbiol 32:146-151.
- Lin HC, Visek WJ 1991 Colon mucosal cell damage by ammonia in rats. J Nutr 121:887-893.
- Mohan B, Kadirvel R, Bhaskaran M, Natarajan A 1995 Effect of probiotic supplementation on serum/yolk cholesterol and on egg shell thickness in layers. Br Poult Sci 36:799-803.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1996 Performance of Single Comb White Leghorn fed a diet supplemented with a live microbial during the growth and egg laying phases. Anim Feed Sci Tech 57:25-38.
- NRC 1994 Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed National Academy Press Washington DC.
- Salma U, Miah AG, Maki T, Nishimura M, Tsujii H 2007 Effect of dietary *Rhodobactor capsulatus* on cholesterol concentration and fatty acid composition in broiler meat.

- Poult Sci 86(9):1920-1926.
- Santosa S, Farnworth E, Jones PJH, 2006 Probiotics and their potential health claims. *Nutr Rev* 64:265-274.
- SAS Institute 2002 SAS/STAT User's Guide; Statistics, Release 8.2 Edition. SAS Institute Inc Cary NC.
- Simmering R, Blaut M 2001 Pro- and prebiotics-the tasty guardian angels. *Appl Microbiol Biotechnol* 55:19-28.
- Stutz MW, Johnson SL, Judith FR 1983 Effects of diet and bacitracin on body weight restriction on the intestine of broiler chicks. *Poult Sci* 62:1626-1632.
- Visek WJ 1978 The mode of growth promotion by antibiotics. *J Anim Sci* 46:1447.
- Watkins BA, Miller BF, Neil DH 1982 *In vivo* effects of *Lactobacillus acidophilus* against pathogenic *Escherichia coli* in genotobiotic chicks. *Poult Sci* 61:1298-1308.
- Wrong OM 1981 Nitrogen compounds. 133.211 in; *The Large Intestine: Its Role in Mammalian Nutrition and Homeostasis*. Wrong OM, Edmonds CJ, Chadwick VS. ed John Wiley and Sons, New York, NY.
- Zhou X, Wang Y, Gu Q, Li W 2010 Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans* on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi Yellow chicken. *Poult Sci* 89:588-593.
- 권오석 김인호 홍종욱 한영근 이상환 이제만 2002 사료내 생균제의 첨가가 육계의 성장, 혈액성상 및 분내 유해가스 함량에 미치는 영향. *한국가금학회지* 29:1-6.
- 김상호 박수영 유동조 나재천 최철한 박용운 이상진 류경선 2000 육계 생산성 및 맹장내 미생물에 대한 유산균의 첨가 효과. *한국가금학회지* 27:37-41.
- 김용란 안병기 김문수 강창원 2000 생균제(MS)의 사료내 첨가가 육계 성적과 혈중 콜레스테롤, 소장 크기 및 장내 균총에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 42:849-858.
- 류경선 박홍석 1998 생균제의 급여가 육계의 생산성과 장내 미생물의 변화에 미치는 영향. *한국가금학회지* 25:31-37.
- 류경선 여영수 류명선 박홍석 김상호 2001 단일 및 혼합 생균제의 급여가 육계의 생산성 및 장내 미생물에 미치는 영향. *한국가금학회지* 28:41-47.
- 박형룡 한인규 허기남 1994 Yeast culture의 첨가가 육계의 생산성과 장내 yeast colony에 미치는 영향. *한국영양사료학회지* 18:346.
- 오종일 김귀만 고석영 배인휴 이상석 양철주 2007 민들레와 생균제의 첨가가 육계의 성장 및 체조성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 34:319-327.
- 유선종 2007 사료 내 천연물질과 필수미량광물질 첨가에 의한 저콜레스테롤 계란의 생산. *건국대학교 대학원 박사학위 청구논문*.
- 정지혜 장해춘 2009 메주로부터 분리한 항진균 및 항세균 활성의 *Bacillus polyfermenticus* CJ9. *한국미생물생명공학회지* 37:340-349.
- 정황영 김태훈 박준석 김기태 백현동 2003 *Bacillus polyfermenticus* SCD의 항산화 및 콜레스테롤 저하 효과. *한국생물공학회지* 18:371-376.
- 조병임 2008 사료 내 효모 유래 β -글루칸 및 생균제 첨가에 의한 양계 생산성과 면역반응에 관한 연구. *건국대학교 대학원 박사학위 청구논문*.

(접수: 2014. 5. 29, 수정: 2014. 6. 16, 채택: 2014. 6. 23)