

## 사료용 복합생균제가 브로일러의 생산성과 닭고기 품질에 미치는 영향

신중서 · 엄경환<sup>†</sup> · 김창래 · 최윤서 · 박희진 · 이해선 · 박병성<sup>†</sup>

강원대학교 동물생명과학대학  
(2019년 8월 5일 접수: 2019년 9월 16일 수정: 2019년 9월 17일 채택)

### Effect of a Probiotic Feed Mixture on Chicken Meat Quality and Growth Performance in Broilers

J-S Shin · K-H Um<sup>†</sup> · C-R Kim · Y-S Choi · H-J Park · H-S Lee · B-S Park<sup>†</sup>

College of Animal Life Sciences, Kangwon National University,  
Chuncheon, Gangwondo, 200-701, Republic of Korea

(Received August 5, 2019; Revised September 16, 2019; Accepted September 17, 2019)

**요약** : 브로일러의 생산성과 닭고기의 품질에 미치는 *Bacillus subtilis*, *Streptomyces galilaeus* 및 *Sphingobacteriaceae*로 구성된 사료용 복합생균제(PFM, probiotic feed mixture)의 효과를 조사하였다. 병아리 (Ross 308) 240마리를 4개의 처리구로 나누어 35일간 사육하였다. 처리구는 사료용 복합 생균제를 함유하지 않은 대조구(CON, control), 일반생균제(CP3, commercial probiotics 0.3%), 사료용 복합 생균제 3(PFM3, 사료용 복합 생균제 0.3%), 사료용 복합 생균제 5(PFM5, 사료용 복합 생균제 0.5%)로 구분하였다. 체중은 CON과 비교할 때 CP3, PFM3, PFM5가 높았고 PFM3, PFM5는 CP3에 비해 우수하였다( $p < 0.05$ ). F낭, 흉선, 비장의 무게 및 IgG 수준은 CON과 비교할 때 PFM3, PFM5 및 CP3에서 증가하였으며 PFM3, PFM5는 CP3에 비해 높았다( $p < 0.05$ ). 맹장의 *Lactobacillus* 군수는 PFM3, PFM5 및 CP3를 섭취한 브로일러가 CON에 비해서 높았으나 *E.coli*, *Salmonella*, coliforms, 총 호기성 군수는 감소하였다( $p < 0.05$ ). PFM3 및 PFM5를 섭취한 닭 가슴살의 보수력은 CON 및 CP3와 비교할 때 증가하였다( $p < 0.05$ ). 결론적으로 *Bacillus subtilis*, *Streptomyces galilaeus* 및 *Sphingobacteriaceae*를 포함하는 사료용 복합생균제 0.3%가 브로일러의 생산성과 닭고기 품질향상에 기여할 수 있음을 나타낸다.

**주제어** : 브로일러, 사료용 복합 생균제, 생산성, IgG, 맹장 미생물, 닭고기 품질

**Abstract** : An experiment was conducted with 240 broiler chickens (ROSS 308) to evaluate the influence of supplementation of a probiotic feed mixture (PFM) including *Bacillus subtilis*, *Streptomyces galilaeus*, and *Sphingobacteriaceae* on growth performance and quality of chicken

<sup>†</sup>Corresponding author  
(E-mail: bspark@kangwon.ac.kr; acopop9969@naver.com)

meats. Broiler chickens were randomly allocated to one of four treatment groups: 1) CON (no PFM as control), 2) CP3 (0.3% commercial probiotics), 3) PFM3 (0.3% PFM), and 4) PFM5 (0.5% PFM 0.5). They were then reared for 35 days. Body weight was significantly increased in CP3, PFM3, and PFM5 compared to that in CON ( $p < 0.05$ ). In addition, PFM3 and PFM5 had higher body weights than CP3 ( $p < 0.05$ ). Weights of F-sac, thymus, and spleen and IgG levels were significantly higher in CP3, PFM3, and PFM5 than those in CON ( $p < 0.05$ ). In addition, they were higher in PFM3 and PFM5 than those in CP3 ( $p < 0.05$ ). Broiler chickens fed diet with PFM3, PFM5, and CP3 also had higher numbers of *Lactobacillus* in cecum than broiler chickens fed CON diet ( $p < 0.05$ ). However, their numbers of *E. coli*, *Salmonella*, coliforms, and total aerobic bacteria were significantly reduced ( $p < 0.05$ ). Water holding capacity of breast meat was significantly improved in PFM3 and PFM5 compared to that in CON and CP3 ( $p < 0.05$ ). These results suggest that dietary 0.3% probiotic feed mixture including *Bacillus subtilis*, *Streptomyces galilaeus*, and *Sphingobacteriaceae* may improve growth performance and meat quality of broiler chickens.

**Keywords :** Broiler, Probiotic feed mixture, Growth performance, IgG, Cecum bacteria, Meat quality

## 1. 서론

가축의 질병 예방과 성장촉진을 위해 사용되어 온 사료용 항생제로부터 기인한 슈퍼박테리아 문제가 심각한 사회적 현안으로 대두되면서 브로일러의 생산성과 닭고기 품질개선에 대해 관심이 많아졌다[1,2]. 전 세계적으로 사료용 항생제 사용이 규제됨으로써 사료용 생균제는 가축의 면역력 개선, 성장능력 및 축산물의 품질 향상을 위한 항생제 대체재로서 널리 이용되고 있다[3]. 사료용 생균제는 숙주동물에게 유익한 영향을 주어 장내 미생물 환경을 개선하고[4] 유해세균의 성장을 억제함과 동시에 영양소의 소화 흡수를 도와주어 가축의 생산성을 향상시키는 것으로 알려졌다[5-7]. 생균제는 박테리오파지를 분비하여 유해 세균의 증식을 억제하고[8], 암모니아, 황화수소, 각종 아민류, 인돌, 페놀류 등의 독성물질의 생성을 억제한다[9]. 생균제는 세균의 세포벽을 구성하는 물질인 펩티도글리칸을 파괴하고 소화기관의 상피세포에 유해세균의 부착, 증식을 차단한다[10, 11].

브로일러에서 사료용 생균제는 소화기관의 영양대사 능력 개선을 통한 성장촉진제로써 널리 사용되며[12], 면역 시스템을 자극하여 항산화 능력을 향상시키고 닭고기의 생산성과 품질을 향상시킨다[13, 14]. 최근, 브로일러에서 사료용 복합 생균제가 단일 생균제와 비교할 때 항산화,

면역반응, 성장능력, 닭고기의 생산성 및 품질 개선효과가 더욱 우수하다는 보고가 있다[15]. 브로일러의 성장능력, 닭고기 생산성 및 품질개선에 관한 *Bacillus subtilis*, *Streptomyces galilaeus* 및 *Sphingobacteriaceae*를 포함하는 사료용 복합 생균제의 효과는 보고된 것이 거의 없다. 본 연구는 사료용 복합 생균제의 급여가 브로일러의 성장능력, 닭고기 생산성 및 품질향상에 미치는 효과 및 그 작용 메커니즘을 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 사료용 복합 생균제의 제조

사료용 복합 생균제의 제조는 지령이 분변토로부터 분리된 *Bacillus subtilis*, *Streptomyces galilaeus* 및 *Sphingobacteriaceae*를 2%, 그리고 지령이 분변토 98%로 구성하였다(대한민국 특허출원번호 0092670). 제품 1 g은 각각의 균주를 최소  $3.5 \times 10^8$  colony forming unit (cfu/제품 g)의 동일한 양을 함유하였다.

### 2.2. 실험설계 및 사양관리

동물실험은 NRC[16]에서 제시된 과학적이고 윤리적인 절차를 따랐으며 강원대학교 동물실험위원회(IACUC, Institutional Animal Care and Use Committee of Kangwon National

University)에서 승인(승인번호: KW-151117-1)을 받아서 진행하였다. 부화 당일에 브로일러 (Ross 308) 240마리를 4처리구로 나누어 35일 동안 사육하였다. 각 처리구는 총 60마리를 이용하였으며 3반복 (반복 당 20마리)으로 구분하였다. 처리구는 사료용 복합 생균제를 함유하지 않은 대조구(CON, control), 일반생균제(CP3, commercial probiotics 0.3%), 사료용 복합 생균제 3(PFM3, 사료용 복합 생균제 0.3%), 사료용 복합 생균제 5(PFM5, 사료용 복합 생균제 0.5%)로 구분하였다. 일반 생균제는 PRIMALAC (*L. acidophilus*  $3.3 \times 10^{10}$ , *L. casei*  $3.3 \times 10^{10}$ , *Bifidobacterim bifidum*  $3.3 \times 10^{10}$ cfu/g)을 사용하

였다. 실험 사료는 NRC[17] 사양표준에 기초하여 배합하였다(Table 1). 브로일러는 24시간 연속 조명을 실시하였으며 음수와 사료섭취에 관해서 자유롭게 접근할 수 있도록 하였다. 각 펜은 깔짚으로 왕겨를 10 cm 높이로 사용하였다. 양계장의 온도는 입추 당일부터 3일째까지는 33° C로 유지하고 그 다음부터 매주 2-3° C씩 낮췄으며 22일째부터는 일반 환경온도로 유지하였다. 사료섭취량, 증체량 및 사료요구율 등의 성장능력을 조사하였다. 도계 12시간 전에 실험 사료를 모두 철회하였고 실험 종료 시에 체중을 측정하였다. 평균 체중의 범위에 해당하는 개체를 처리구 별로 20% 즉 12마리(각 펜 당 4마리)씩

Table 1. Formula and chemical composition of basal diets

Ingredients (%)	Growing stage	
	Starter (1~21 days)	Grower (22~35 days)
Yellow corn grain	52.00	50.00
Soybean oil meal	34.00	25.00
Corn gluten	4.70	5.70
Wheat bran	-	10.00
Tallow	5.00	5.00
Lime stone power	1.25	1.25
Calcium phosphotate dibasic	1.70	1.70
Salt	0.25	0.25
DL-methionine (50%)	0.30	0.30
L-lysine HCl (78%)	0.30	0.30
Mineral mix. <sup>1)</sup>	0.34	0.34
Vitamin mix. <sup>2)</sup>	0.16	0.16
Total	100	100
Chemical composition <sup>3)</sup>		
ME (kcal/kg)	3,100	3,150
C. protein (%)	22.00	20.00
Lysine (%)	1.32	1.15
Methionine (%)	0.52	0.50
Met+Cys (%)	0.78	0.73
Calcium (%)	1.00	0.90
Available P (%)	0.45	0.40

<sup>1)</sup>Supplement/kg of diet: Fe, 80 mg; Zn, 80 mg; Mn, 70 mg; Cu, 7 mg; I, 1.20 mg; Se, 0.30 mg; Co, 0.70 mg. <sup>2)</sup>Supplement/kg of diet: vitamin A(retinyl acetate), 10,500 IU; vitamin D3, 4,100 IU; vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate), 45 mg; vitamin K3, 3.0 mg; thiamin, 2.5 mg; riboflavin, 5 mg; vitamin B 6, 5 mg; vitamin B 12, 0.02 mg; biotin, 0.18 mg; niacin, 44 mg; pantothenic acid, 17 mg; folic acid, 1.5 mg.

경추탈골법으로 안락사 하였다. 브로일러의 도체울, 간, 면역기관(흉선, 비장, F낭) 무게를 측정하여 복합생균제 급여에 의한 면역세포 발육 정도를 조사하였다.

### 2.3. 혈액 면역물질

조류의 날개정맥에서 혈액 2 mL를 K3 EDTA-코팅 시험관 속으로 채혈 후 3,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 혈청 면역물질은 chicken IgG ELISA kit (Bethyl Laboratories, Montgomery, TX, USA)를 사용하여 제조사의 프로토콜에 따라서 측정하였다. Precision microplate reader (Molecular Devices Inc, New York, USA)를 사용하여 450 nm에서 흡광도를 측정해서 IgG의 양을 계산하였다.

### 2.4. 맹장 미생물

맹장은 혐기적 상태에서 얻은 후 혐기자(Oxoid, Basingstoke, UK)에서 유지하였다. 혐기 챔버(5% hydrogen, 5% CO<sub>2</sub>, balanced nitrogen)에서 멸균된 생리식염수(phosphorus buffered saline; PBS 0.1 M, pH 7.0)와 맹장 내용물을 혼합하여 10배 희석(1:9, w/v) 한 뒤 10<sup>-2</sup>-10<sup>-7</sup>까지 희석을 계속하였다. 희석액 100  $\mu$ L를 멸균된 평판 선택배지에 분주한 후 배양하였다. 균주와 배지로써 *Lactobacillus* (MRA agar, Oxoid, Basingstoke, UK), *E. coli* (MaconKey purple agar, Difco), *Salmonella* (SS agar, Difco), coliforms (Violet red bile agar, Difco), 총호기성균 (Nutrient agar, Difco)를 사용하였다. 37° C에서 24~48시간 배양 후 해당 균주에 대한 colony의 수를 조사하였다. 맹장 내용물 g당 균수(CFU, colony forming unit/맹장 내용물 g)로써 log<sub>10</sub>으로 나타냈다.

### 2.5. pH

도체 후 3시간 이내의 닭 가슴살을 채취하여 pH 4.0과 7.0 완충액으로 보정한 유리 전극이 부착된 휴대용 pH meter (Crison 507, Crison, Milan, Italy)를 이용해서 유리 전극을 닭고기에 직접 접촉하여 pH를 측정하였다[18].

### 2.6. 보수력

도체 후 3시간 이내의 닭 가슴살을 획득하여 보수력(WHC, water holding capacity)을 측정하였다. 가슴살 10 g을 70° C 항온 수조에서 30분 동안 유지한 후 4° C에서 48시간 동안 보관하였다. 3,000 rpm에서 10분간 원심분리에 의해서 육즙 손실량을 측정하였다. 보수력은 (수분-육즙 손실량)/수분\*100으로 계산하였다[19].

### 2.7. 통계처리

자료의 통계분석은 SPSS/Windows 24 (statistical package for the social science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 각 처리구의 평균값에 대한 표준오차를 표기하였다. 일원배치 분산분석을 하였으며 던칸의 다중검정법으로 95% 신뢰수준에서 자료의 통계적인 유의차 (p<0.05)를 검증하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 생산성

사료용 복합 생균제를 급여 후 조사한 브로일러의 생산성과 관련한 체중, 사료섭취량 및 사료 요구율은 Table 2와 같다. 체중, 사료섭취량은 CON과 비교할 때 CP3, PFM3, PFM5가 높았고 PFM3, PFM5는 CP3에 비해 높았으나 이와 반

Table 2. Effect of a probiotic feed mixture on growth performance of broiler chickens for 35 days (g/head)

	Groups <sup>1)</sup>			
	CON	CP3	PFM3	PFM5
Body weight, g	1,718 ± 38.29 <sup>c2)</sup>	1,834 ± 43.88 <sup>b</sup>	2,032 ± 37.55 <sup>a</sup>	2,087 ± 38.01 <sup>a</sup>
Feed intake, g	2,867 ± 12.80 <sup>c</sup>	3,015 ± 23.01 <sup>b</sup>	3,255 ± 33.17 <sup>a</sup>	3,215 ± 26.77 <sup>a</sup>
Feed conversion ratio	1.67 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.64 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.58 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.54 ± 0.02 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>CON (control), CP3 (commercial probiotics 0.3%), PFM3 (probiotic feed mixture 0.3%), PFM5 (probiotic feed mixture 0.5%). <sup>2)</sup>Mean values ± standard error. <sup>a,b,c</sup>p<0.05.

대로 사료요구율은 유의하게 낮았다( $p < 0.05$ ). 본 연구에서 사료용 복합 생균제가 브로일러의 면역능력 증진 및 소화관 내 유해한 미생물의 성장을 억압하였고 유의한 균주의 성장을 자극하여 줌으로써 체중 증가로써 생산성을 개선한다는 사실을 발견하였다[12]. 사료용 복합 생균제가 브로일러의 사료섭취량 자극 및 영양소의 대사능력을 개선시켜[20] 증체량이 향상된 것으로 볼 수 있다. 양계산업에서 생균제는 면역능력 증진 및 소화관 미생물 균형을 통한 성장촉진제로써 항생제를 대체하여 사용할 수 있다[21]. 브로일러에게 *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Scytalidium acidophilum*를 각각 급여하거나 또는 사료용 복합 생균제를 급여하였을 때 성장을 촉진시켜 체중 증가를 통한 생산성 향상이 보고되었다[12, 13, 22].

### 3.2. 도체율, 면역세포 발육 및 혈액 면역물질

도체율, 간, 면역 기관인 F낭(bursa of Fabricius), 흉선, 비장의 무게는 Table 3과 같다. 혈청으로부터 면역물질을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 도체율과 간 무게는 처리구 사이의 차이가 없었다. F낭은 CON과 비교할 때 PFM3, PFM5 및 CP3가 유의하게 높았으나( $p < 0.05$ ) PFM3, PFM5 및 CP3 사이의 차이는 없었다. 흉선과 비장은 CON과 비교할 때 PFM3, PFM5 및 CP3가 높았고 PFM3, PFM5는 CP3에 비해 유의하게 증가하였으나( $p < 0.05$ ) PFM3와 PFM5 사이의 차이는 없었다. IgG 함량은 CON과 비교할 때 PFM3, PFM5 및 CP3가 높았고 PFM3, PFM5는 CP3에 비해 유의하게 증가하였으나( $p < 0.05$ )

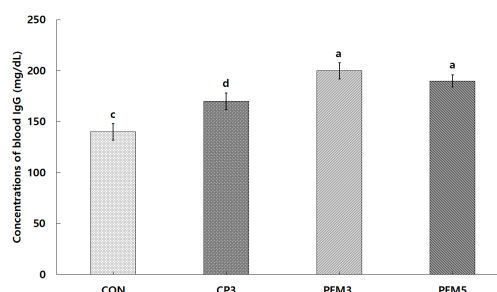


Fig. 1. Changes in IgG concentration from broiler chickens fed a probiotic feed mixture. CON; control, CP3; commercial probiotics 0.3%, PFM3; probiotic feed mixture 0.3%, PFM5; probiotic feed mixture 0.5%. Bars present standard error of mean values. <sup>a,b,c</sup> $p < 0.05$ .

PFM3와 PFM5 사이의 차이는 없었다. 결과에서 사료용 복합 생균제가 조류의 면역기관인 F낭, 흉선, 비장 세포발육을 자극하여 줌으로써 혈액 중 IgG 수준을 높이는 것으로 나타났다[23, 24]. 이러한 결과는 사료용 복합 생균제가 사료로부터 섭취된 영양소 흡수 및 이용율을 개선하여 줌으로써 면역세포 발육을 자극하고 면역기관의 무게를 증가시킨데 기인한 것으로 볼 수 있다[25]. 사료용 생균제는 브로일러의 F낭, 흉선, 비장의 무게를 증가시키는 것으로 알려졌다[26, 27]. 브로일러에게 *Bacillus subtilis* 급여 시 F낭은 증가하지만 비장은 차이가 없다는 보고도 있다[28]. 사료용 생균제의 급여가 브로일러의 도체율 및 간 무게에 영향을 주지 않은 반면에[29, 30] 도체율

Table 3. Effect of a probiotic mixture on carcass rate, liver, F-sac, thymus and spleen in broiler chickens for 35 days (g/100 g BW)

Items	Groups <sup>1)</sup>			
	CON	CP3	PFM3	PFM5
Carcass rate, %	71.18 ± 2.29 <sup>2)</sup>	71.55 ± 4.18	71.80 ± 3.14	71.38 ± 4.02
Liver	2.19 ± 0.80	2.25 ± 0.31	2.23 ± 0.55	2.55 ± 0.34
F-sac	0.07 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.11 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.12 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.11 ± 0.02 <sup>a</sup>
Thymus	0.13 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.17 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.21 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.02 <sup>a</sup>
Spleen	0.12 ± 0.03 <sup>c</sup>	0.16 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.01 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>CON (control), CP3 (commercial probiotics 0.3%), PFM3 (probiotic feed mixture 0.3%), PFM5 (probiotic feed mixture 0.5%). <sup>2)</sup>Mean values ± standard error. <sup>a,b,c</sup> $p < 0.05$ .

이 증가한다는 보고도 있다[21, 22]. 이와 같이 사료용 생균제 급여효과가 차이를 보이는 점은 사료용 생균제에 포함된 균주 종류가 서로 다르고 사육 환경 변이성의 결과로 판단된다.

### 3.4. 장내 미생물

맹장 미생물 변화는 Table 4에 나타났다. *Lactobacillus* 균수는 CON과 비교할 때 PFM3, PFM5 및 CP3가 높았고 PFM3, PFM5는 CP3에 비해 유의하게 증가하였으나( $p < 0.05$ ) PFM3, PFM5 사이의 차이는 없었다. *E. coli*, *Salmonella*, coliforms, 총호기성 균수는 CON과 비교할 때 PFM3, PFM5 및 CP3가 낮았고 PFM3, PFM5는 CP3에 비해 유의하게 감소하였으나( $p < 0.05$ ) PFM3, PFM5 사이의 차이는 없었다. 결과는 사료용 복합 생균제가 소화관 맹장 내 pH를 낮추어 줌으로써 유해균의 성장을 억제하고 유익균의 성장을 자극해주는 미생물 균형을 유지할 통하여 증체량을 개선하는데 기여하였을 것으로 보인다 [31-33]. 사료용 생균제는 브로일러의 맹장 내 *Lactobacillus*의 성장을 자극시킴과 동시에 *E.*

*coli*를 비롯한 유해세균의 증식을 억제하는 것으로 알려졌다[34]. 한편, 사료용 생균제가 브로일러의 맹장 내 *Salmonella*, coliforms에 영향을 미치지 않는다는 결과[35, 36]는 본 결과와 차이가 있다. 사료용 생균제는 소화기관의 상피세포에서 유해세균과 경쟁적으로 작용하여 병원균 부착 및 서식을 방지하며[37], 젖산을 분비시켜서 맹장 내 pH를 낮추고 유해세균의 성장을 억압한다[19].

### 3.5. 닭고기의 pH, 보수력

닭고기 가슴살에 대한 pH, 보수력을 측정된 결과는 Table 5와 같다. pH는 처리구 사이에 차이가 없었다. 보수력은 CON 및 CP3와 비교할 때 PFM3 및 PFM5가 높았으나( $p < 0.05$ ), PFM3와 PFM5 사이의 차이는 없었다. 본 연구에서 사료용 복합 생균제가 닭고기 보수력을 개선한다는 사실을 관찰하였다. 사료용 복합 생균제의 급여가 닭고기의 pH에 영향을 미치지 않은 점은 Zheng et al.[38]과 일치하며 닭고기 보수력을 개선한 사실은 이전의 보고[34, 38]와 일치한다. 닭고기 pH는 보수력의 변화에 영향을 미치는 것으로 알

Table 4. Effect of a probiotic mixture on changes in cecal microorganism in broiler chickens for 35 days ( $\log_{10}\text{cfu/g}$ , cecum content)

Item	Groups <sup>1)</sup>			
	CON	CP3	PFM3	PFM5
<i>Lactobacillus</i>	7.07±0.16 <sup>c2)</sup>	7.65±0.13 <sup>b</sup>	7.97±0.22 <sup>a</sup>	8.01±0.31 <sup>a</sup>
<i>E. coli</i>	4.52±0.28 <sup>a</sup>	3.97±0.03 <sup>b</sup>	3.71±0.02 <sup>c</sup>	3.68±0.08 <sup>c</sup>
<i>Salmonella</i>	4.80±0.17 <sup>a</sup>	3.97±0.06 <sup>b</sup>	3.55±0.23 <sup>c</sup>	3.57±0.06 <sup>c</sup>
Coliforms	6.52±0.22 <sup>a</sup>	6.11±0.27 <sup>b</sup>	5.07±0.26 <sup>c</sup>	5.07±0.27 <sup>c</sup>
Total aerobic bacteria	6.07±0.43 <sup>a</sup>	5.12±0.38 <sup>b</sup>	4.22±0.27 <sup>c</sup>	4.12±0.22 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>CON (control), CP3 (commercial probiotics 0.3%), PFM3 (probiotic feed mixture 0.3%), PFM5 (probiotic feed mixture 0.5%). <sup>2)</sup>Mean values±standard error. <sup>a,b,c</sup> $p < 0.05$ .

Table 5. Effect of a probiotic mixture on pH, water holding capacity in breast meat from broiler chickens for 35 days

Item	Groups <sup>1)</sup>			
	CON	CP3	PFM3	PFM5
pH, Breast meat	6.07±0.17	6.04±0.15	6.15±0.22	6.07±0.13
Water holding capacity	65.15±3.27 <sup>b2)</sup>	66.09±3.45 <sup>b</sup>	68.07±4.12 <sup>a</sup>	67.79±3.77 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>CON (control), CP3 (commercial probiotics 0.3%), PFM3 (probiotic feed mixture 0.3%), PFM5 (probiotic feed mixture 0.5%). <sup>2)</sup>Mean values±standard error. <sup>a,b,c</sup> $p < 0.05$ .

려져 있으나[39] 결과에서 처리구 사이의 pH 변화는 나타나지 않았다. 닭고기의 보수력이 낮으면 육즙이 흘러나와서 수용성 영양소와 풍미의 손실을 나타내기 때문에 맛이 없고 품질이 떨어지는 원인이 될 수 있다[40].

#### 4. 결론

브로일러에서 *Bacillus subtilis*, *Streptomyces galilaeus* 및 *Sphingobacteriaceae*를 포함하는 사료용 복합 생균제(PFM, probiotic feed mixture)가 성장능력 및 닭고기 품질향상에 미치는 효과 및 그 작용 메커니즘을 조사하였다. 병아리는 사료용 복합 생균제를 포함하지 않은 대조구(CON, control), 일반생균제(CP3, commercial probiotics 0.3%), 사료용 복합 생균제 3(PFM3, 사료용 복합 생균제 0.3%), 사료용 복합 생균제 5(PFM5, 사료용 복합 생균제 0.5%)로 구분하여 35일 간 사육하였다. 브로일러의 체중, F낭, 흉선, 비장 무게, 혈액 IgG 및 닭고기 보수력은 PFM3, PFM5가 CP3, CON에 비해서 높았다. 맹장 내 *Lactobacillus* 균수는 PFM3, PFM5가 CP3, CON에 비해서 높았으나 *E.coli*를 비롯한 유해균수는 이와 반대로 감소하였다. 전체적으로, CON과 비교할 때 PFM3, PFM5, CP3 순서로써 결과의 우수함을 관찰하였으나 PFM3, PFM5사이의 차이는 없었다.

#### References

1. X. Zhou, Y. Wang, Q. Gu, W. Li, "Effect of dietary probiotic, *Bacillus coagulans*, on growth performance, chemical composition, and meat quality of Guangxi Yellow chicken", *Poult. Sci.*, Vol. 89, No. 3 pp. 588-593, (2010).
2. G. Abbas, M. A. Iqbal, M. Riaz, M. Sajid, O. Zahid, S. Abbas, A. I. Raza, M. Z. Ali, "Comparative effect of different levels of probiotics (protexin) on hematochemical profile in broilers", *Advanced Zoology Botany.*, Vol. 6, No. 3 pp. 84-87, (2018).
3. G. V. D. Silva, N. D. J. B. Machado, L. W. D. Freitas, M. F. D. Lima, R. H. Luchese, "Performance and carcass yield of female broilers fed with diets containing probiotics and symbiotics as an alternative to growth enhancers", *Acta Scientiarum. Anim. Sci.*, Vol. 40, pp. 1-6, (2018).
4. A. Alkhalf, M. Alhaj, I. Al-Homidan, "Influence of probiotic supplementation on blood parameters and growth performance in broiler chickens", *Saudi J. Biol. Sci.*, Vol. 17, No. 3 pp. 219-225, (2010a).
5. T. Inatomi, O. Konosuke, "Effect of dietary probiotics on the semen traits and antioxidative activity of male broiler breeders", *Scientific Reports.*, Vol. 8, No. 1 pp. 5874-5879, (2018).
6. M. Aalaei, A. Khatibjoo, M. Zaghari, K. Taherpour, M. Soltani, "Comparison of single- and multi-strain probiotics effects on broiler breeder performance, egg production, egg quality and hatchability", *Brit. Poult. Sci.*, Vol. 59, No. 5 pp. 531-538, (2018).
7. S. Yasar, E. Boselli, F. Rossetti, M. S. Gok, "Effect of Fermented Cereals, Probiotics, and Phytase on the Sensory Quality of Poultry Meat", *Scientia Agri. Bohemica.*, Vol. 49, No. 3 pp. 225-235, (2018).
8. S. R. Konstantinov, H. Smidt, A. D. Akkermans, L. Casini, P. Trevisi, M. Mazzoni, S. D. Filippi, P. Bosi, W. M. De Vos, "Feeding of *Lactobacillus sobrius* reduces *Escherichia coli* F4 levels in the gut and promotes growth of infected piglets", *FEMS Microbial. Ecol.*, Vol. 66, No. 3 pp. 599-607, (2008).
9. J. S. Yoo, J. H. Cho, Y. G. Chen, H. J. Kim, Q. Wang, Y. Hyun, T. G. Ko, C. S. Park, I. H. Kim, "The effects of environment-friendly diets on the growth performance, nutrient digestibility, fecal excretion, nitrogen excretion and emission gases in manure for growing pigs", *J. Anim.*

- Sci. Technol.*, Vol. 49, No. 4 pp. 491–500, (2007).
10. J. Walter, “Ecological role of *Lactobacilli* in the gastrointestinal tract: implications for fundamental and biomedical research”, *App. Environ. Microbial.*, Vol. 74, No. 16 pp. 4985–4996, (2008).
  11. S. Sugiharto, T. Yudiarti, I. Isroli, E. Widiastuti, E. Kusumanti, “Dietary supplementation of probiotics in poultry exposed to heat stress—a review”, *Annals Anim. Sci.*, Vol. 17, No. 3 pp. 591–604, (2017).
  12. W. A. Awad, K. Ghareeb, S. Abdel-Raheem, J. Böhm, “Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens”, *Poult. Sci.*, Vol. 88, No. 1 pp. 49–56, (2009).
  13. K. Bai, Q. Huang, J. Zhang, J. He, L. Zhang, T. Wang, “Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis fmbJ* on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens”, *Poult. Sci.*, Vol. 96, No. 1 pp. 74–82, (2016).
  14. X. Wei, X. Liao, J. Cai, Z. Zheng, L. Zhang, T. Shang, Y. Fu, C. Hu, L. MA, R. Zhang, “Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* LFB112 in the diet on growth of broilers and on the quality and fatty acid composition of broiler meat”, *Anim. Prod. Sci.*, Vol. 57, No. 9 pp. 1899–1905, (2017).
  15. A. Seidavi, M. Dadashbeiki, M. H. Alimohammadi-Saraei, R. van den Hoven, R. Payan-Carreira, V. Laudadio, V. Tufarelli, “Effects of dietary inclusion level of a mixture of probiotic cultures and enzymes on broiler chickens immunity response”, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, Vol. 24, No. 5 pp. 4637–4644, (2017).
  16. NRC. Guide for the care and use of laboratory animals. Eighth Ed. The national academies press. Washington D.C. USA, (2011a).
  17. NRC. Nutrients requirements of poultry. 9th rev. National Academy Press, Washington DC, (2001b).
  18. C. Berri, J. Besnard, C. Relandeau, “Increasing dietary lysine increases final pH and decreases drip loss of broiler breast meat”, *Poult. Sci.*, Vol. 87, No. 3 pp. 480–484, (2008).
  19. D. Djenane, J. A. Beltrán, J. Camo, P. Roncalés, P. “Influence of vacuum-ageing duration of whole beef on retail shelf life of steaks packaged with oregano active film under high O<sub>2</sub>”, *J. Food Sci. Tech.*, Vol. 53, No. 12 pp. 4244–4257, (2016).
  20. T. W. Hahn, J. D. Lohakare, S. L. Lee, W. K. Moon, B. J. Chae, “Effects of supplementation of  $\beta$ -glucans on growth performance, nutrient digestibility, and immunity in weanling pigs”, *J. Anim. Sci.*, Vol. 84, No. 6 pp. 1422–1428, (2006).
  21. J. A. Patterson, K. M. Burkholder, “Application of prebiotics and probiotics in poultry production”, *Poult. Sci.*, Vol. 82, No. 4 pp. 627–631, (2003).
  22. A. Alçiçek, M. Bozkurt, M. Çabuk, “The effect of a mixture of herbal essential oils, an organic acid or a probiotic on broiler performance”, *South African J. Anim. Sci.*, Vol. 34, No. 4 pp. 217–222, (2004).
  23. C. M. Yang, G. T. Cao, P. R. Ferket, T. T. Liu, L. Zhou, L. Zhang, Y. P. Xiao, A. G. Chen, “Effects of probiotic, *Clostridium butyricum*, on growth performance, immune function, and cecal microflora in broiler chickens”, *Poult. Sci.*, Vol. 91, No. 9 pp. 2121–2129, (2012).
  24. M. M. Fathi, T. A. Ebeid, I. Al-Homidan, N. K. Soliman, O. K. Abou-Emera, “Influence of probiotic supplementation on immune response in broilers raised under hot climate”, *Brit. Poult. Sci.*, Vol. 58, No. 5 pp. 512–516, (2017).
  25. S. K. Singdevsachan, P. Auroshree, J. Mishra, B. Baliyarsingh, K. Tayung, H. Thatoi, “Mushroom polysaccharides as potential prebiotics with their antitumor



- and immunomodulating properties: A review”, *Bioact. Carbohydr. Diet. Fibre.*, Vol. 7, No. 1 pp. 1–14, (2016).
26. A. Alkhalaf, M. Alhaj, I. Al-Homidan, “Influence of probiotic supplementation on immune response of broiler chickens”, *Egypt. Poult. Sci.*, Vol. 30, No. 1 pp. 271–280, (2010b).
  27. D. M. T. Jwher, S. K. Abd, A. G. Mohammad, “The study of using effective microorganisms (EM) on health and performance of broiler chicks”, *Iraqi J. Vet. Sci.*, Vol. 27, No. 2 pp. 73–78, (2013).
  28. J. H. Park, I. H. Kim, “Supplemental effect of probiotic *Bacillus subtilis* B2A on productivity, organ weight, intestinal *Salmonella* microflora, and breast meat quality of growing broiler chicks”, *Poult. Sci.*, Vol. 93, No. 8 pp. 2054–2059, (2014).
  29. H. A. Kaoud, “Functional food supplementation and health of broilers”, *Nature Sci.*, Vol. 8, No. 5 pp. 181–189, (2010).
  30. M. Toghyani, M., Toghyani, S. A. Tabeidian, “Effect of probiotic and prebiotic as antibiotic growth promoter substitutions on productive and carcass traits of broiler chicks”, *Int. Conf. Food Eng. Biotechnol.*, Vol. 9, pp. 82–86, (2011).
  31. G. M. Chu, S. J. Lee, H. S. Jeong, S. S. Lee, “Efficacy of probiotics from anaerobic microflora with prebiotics on growth performance and noxious gas emission in growing pigs”, *Anim. Sci. J.*, Vol. 82, No. 2 pp. 282–290, (2011).
  32. S. Mookiah, C. C. Seo, K. Ramasamy, N. Abdullah, Y. W. Ho, “Effects of dietary prebiotics, probiotic and synbiotics on performance, caecal bacterial populations and caecal fermentation concentrations of broiler chickens”, *J. Sci. Food Agri.*, Vol. 94, No. 2 pp. 341–348, (2014).
  33. Z. F. Zhang, I. H. Kim, “Effects of multistrain probiotics on growth performance, apparent ileal nutrient digestibility, blood characteristics, cecal microbial shedding, and excreta odor contents in broilers”, *Poult. Sci.*, Vol. 93, No. 2 pp. 364–370, (2014).
  34. X. Lei, X. Piao, Y. Ru, H. Zhang, A. Péron, H. Zhang, “Effect of *Bacillus amyloliquefaciens*-based direct-fed microbial on performance, nutrient utilization, intestinal morphology and cecal microflora in broiler chickens”, *AAJAS.*, Vol. 28, No. 2 pp. 239–246, (2015).
  35. K. C. Mountzouris, P. Tsirtsikos, E. Kalamara, S. Nitsch, G. Schatzmayr, K. Fegeros, “Evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, and *Pediococcus* strains in promoting broiler performance and modulating cecal microflora composition and metabolic activities”, *Poult. Sci.*, Vol. 86, No. 2 pp. 309–317, (2007).
  36. H. M. Salim, H. K. Kang, N. Akter, D. W. Kim, J. H. Kim, M. J. Kim, J. C. Na, H. B. Jong, H. C. Choi, O. S. Suh, W. K. Kim, “Supplementation of direct-fed microbials as an alternative to antibiotic on growth performance, immune response, cecal microbial population, and ileal morphology of broiler chickens”, *Poult. Sci.*, Vol. 92, No. 8 pp. 2084–2090, (2013).
  37. S. Y. Kim, H. Kim, H. J. Chae, “Selection of probiotic yeasts from soil, characterization and application for feed additives”, *J. App. Biol. Chem.*, Vol. 47, No. 1 pp. 20–26, (2004).
  38. A. Zheng, J. Luo, K. Meng, J. Li, S. Zhang, K. Li, G. Liu, H. Cai, W. L. Bryden, B. Yao, B. “Proteome changes underpin improved meat quality and yield of chickens (*Gallus gallus*) fed the probiotic *Enterococcus faecium*”, *BMC Genomics.*, Vol. 15, No. 1 pp. 1167–1180, (2014).

39. J. F. Young J. Stated S. K. Jensen A. H. Karlsson P. Henckel "Ascorbic acid,  $\alpha$ -tocopherol, and oregano supplements reduce stress-induced deterioration of chicken meat quality", *Poult. Sci.*, Vol. 82, No. 8 pp. 1343-1351, (2003).
40. B. S. Park, "Effect of dietary cinnamon powder on savor and quality of chicken meat in broiler chickens", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, Vol. 37, No. 5 pp. 618-624, (2008).