

## 혼합 또는 단일 생균제가 산란계와 육계의 생산성, 소장내 미생물 균총 및 면역 체계에 미치는 영향

김찬호<sup>1</sup> · 우경천<sup>1</sup> · 김근배<sup>1</sup> · 박용하<sup>2</sup> · 백인기<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>중앙대학교 동물자원과학과, <sup>2</sup>영남대학교 응용미생물학과

### Effects of Supplementary Multiple Probiotics or Single Probiotics on the Performance, Intestinal Microflora, Immune Response of Laying Hens and Broilers

Chan Ho Kim<sup>1</sup>, Kyung Chun Woo<sup>1</sup>, Geun-Bae Kim<sup>1</sup>, Yong Ha Park<sup>2</sup> and In Kee Paik<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Science and Technology, Chung-Ang University, Ansong 456-756, Korea

<sup>2</sup>Department of Applied Microbiology and Biotechnology, Yeung-Nam University, Gyengsan 712-749, Korea

**ABSTRACT** This study was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of multiple probiotics on the performance, small intestinal microflora and immune response in laying hens and broilers. In Exp.1, a total of 800, 82 wk old Hy-line Brown<sup>®</sup> laying hens were assigned to one of the following five dietary treatment; Control, Antibiotics (avilamycin 6 ppm), Probiotics; PB-M (Micro-ferm<sup>®</sup> 0.2%), PB-L (Lacto-sacc<sup>®</sup> 0.1%), PB-Y (Y University probiotics 0.2%). Each treatment was replicated eight times with 20 birds in each replicate and two birds were housed in each cage. Twenty birds units were arranged according to completely randomized block design. Feeding trial lasted 6 wk under 16 h lighting regimen. The Exp. 2, was conducted with a total of 1,000 broilers chicks (Ross<sup>®</sup>). They were divided into five treatments, same as those of Exp. 1. Birds were fed starter (0~3 wk) and grower (4~5 wk) diets. Each treatment was replicated four times with 50 birds per pen comprising of deep litter. In Exp. 1, egg production parameters, such as hen-day and hen-house egg production, egg weight, broken and soft shell egg production, feed intake and feed conversion were not significantly different among treatments. However, strength and thickness of eggshell were significantly ( $P<0.05$ ) different. Among the probiotics, PB-Y showed the highest strength and thickness of eggshell. Eggshell color, egg yolk color and Haugh unit were not significantly influenced. In Exp. 2, overall weight gain (0~5 wk) and mortality were not significantly different among treatments. However, weight gain of birds from PB-Y treatment during starter (0~3 wk) was significantly lower than the birds from Control and Antibiotic treatment. During the whole period (0~5 wk), birds from Antibiotics treatment had higher feed intake and Production Index (PI) and lower feed conversion than birds from Control treatment. Probiotics treatments were not significantly different from the Control on feed intake and feed conversion. In Exp.1, there were significant ( $P<0.05$ ) differences in leukocytes parameters, such as white blood cell (WBC), heterophil (HE), lymphocytes (LY), monocyte (MO), eosinophil (EO) and stress index (SI; HE/LY) in the blood of layers. Birds from Antibiotics and probiotics treatments tended to increase these parameters. In Exp. 2, however, only SI was significantly ( $P<0.05$ ) decreased in Antibiotics treatments. Concentration of serum immunoglobulin (IgG) were higher ( $P<0.05$ ) in PB-M and PB-Y treatments when compared with Control treatment in Exp. 1. The population of *E. coli* significantly ( $P<0.05$ ) decreased in birds from Antibiotics, PB-L and PB-Y treatments when compared with birds from Control treatment in Exp. 1. Metabolizability of crude fat decreased significantly ( $P<0.05$ ) in birds from probiotic treatments in Exp. 2. It was concluded that the response of probiotics on the productivity of layers and broilers were different. Probiotics increased strength and thickness of eggshell in layers, and decreased feed conversion and increased PI in broilers. Leukocytes and IgG tended to increase by supplementation of antibiotics and probiotics in layers. Intestinal *E. coli* tended to decrease in layers. Digestibility of crude fat of diet decreased in probiotics treatments broilers. Parameters of blood and microbial were more sensitive in layers than broilers.

(Key words : probiotics, antibiotics, layers, broilers, leukocytes, intestinal microflora)

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : ikpaik@cau.ac.kr

## 서 론

생균제(Probiotics)는 Parker(1974)에 의해 장내 미생물 균형에 도움을 주는 미생물이나 물질들로 정의되었다. 1980년대 후반부터 가축의 생산성을 개선시킬 목적으로 *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis* 등이 주로 연구되고 이용되어 왔다(Fuller, 1989; Martin et al, 1995). 생균제는 소화관 내에서 이상적인 미생물의 균형을 이루는데 기여하는 미생물로서 탄수화물로부터 많은 양의 유산을 생산하는 능력을 가지고 있으며, 보통 다른 미생물에게는 치명적인 고 산도에서 견디는 능력을 가지고 있다(Fuller, 1989). 또한 항생물질이 가지고 있는 내성 발현이나 잔류 문제점을 가지고 있지 않으며, 장내에서 유익 세균을 우점케 하여 질병 예방 및 성장 촉진을 위해 생균제의 이용이 증가되는 추세이다. 생균제로서 가장 많은 연구가 진행된 *Lactobacillus spp.*는 lactase와 같은 소화 효소를 생산하며, 장내 유익한 미생물 수를 증가시킨다(Fuller, 1989). Chiang and Hsieh(1995)는 *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Enterococcus* 등을 혼합한 생균제를 여러 수준으로 육계에 급여시 증체량 향상과 사료 요구율이 개선된다고 보고하였다. Tortuero(1973)는 *Lactobacillus acidophilus*를 배양하여 육계에 급여한 결과, 맹장과 대장내의 미생물 균총에 유익균을 증가시키고 유해균은 감소시키는 영향을 준다고 보고하였다. 가축 사료에 *Lactobacillus spp.*의 급여는 장내에서 *E. coli*를 억제하고(Baba et al., 1991), Jin et al.(1998)은 *Lactobacillus spp.*를 배양하여 육계에 급여한 결과 성장 개선에 효과가 있다고 보고하였으나, 육계에 유산균 계통의 생균제를 급여한 효과가 일정하게 나타나지 않는 이유는 미생물의 부적합한 배양, 유산균의 차이, 유산균의 활력, 급여 수준, 환경적 차이에 기인한다(Whatkins et al., 1983; 류경선 등, 2001). 류경선 등(1999)은 *Bacillus subtilis*가 산란계에서 유익균을 증대시키고 산란율과 사료 요구율 등에 효과가 있다고 보고하였다. 건강한 동물의 소화기에는 혐기성 세균이 우점하고 있으며, 소화기 상부에는 *L. acidophilus*, 중부에는 *B. subtilis*, 하부에는 *S. faecium*이 정착하기 알맞기 때문에 이를 고려하여 혼합 생균제를 이용하면 그 효과를 증진시킬 수 있다고 하였다(백인기, 1989). 최근에는 단일 생균제의 연구보다는 다양함 기능을 가진 균들을 혼합하여 사용시 다양한 효과를 한번에 기대할 수 있는 혼합 생균제의 연구가 다양하게 진행되고 있다.

본 시험에서도 가축에서 다양한 효과를 나타내는 다양한 생균제들을 혼합하여 사용시 그 효과를 알아보고자 시험하였다. *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus spp.*, Yeast의 혼합 생균제

인 Micro-ferm<sup>®</sup>(Byard Co., Ltd. Korea)과 *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium*, *Saccharomyces cerevisiae* 등의 복합 생균제인 Lacto-sacc<sup>®</sup>(Alltech Korea Co., Ltd)과 *Lactobacillus spp.* 단일 생균제인 Y대학교에서 만든 PB-Y를 사료에 처리하여 산란계와 육계의 생산성 및 혈액성상, 장내 미생물 균총, IgG에 미치는 영향을 평가하기 위해 비교 사양 시험을 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 동물 및 설계

시험 1에서는 82 주령의 산란계(Hy-Line Brown<sup>®</sup>) 800수를 A형 2단 케이지에 대조구를 포함하여 총 5처리구로 구성하여 처리당 8반복, 반복당 10수, 케이지당 2수씩 수용하여 완전 임의 배치하였다.

시험 2에서는 갓 부화한 육계(Ross<sup>®</sup>)를 감별 후 1,000수를 공시하여, 5처리 4반복, 반복당 50수씩 (암, 수 동수)을 20개의 floor pen(가로: 2.0 m, 세로: 2.4 m)에 완전 임의 배치하였다.

본 시험에서는 대조구(Control; negative control), 항생제구(Antibiotics; positive control), 생균제 (Probiotics; PB) PB-M구 0.2%, PB-L구 0.1%, PB-Y구 0.2% 첨가구였다. 항생제로는 avilamycin 3% 제제인 Avilamycine<sup>®</sup>을 0.02% 또는 avilamycin 6 ppm을, PB-M구(Micro-ferm<sup>®</sup> Byard Co., Ltd)를 0.2%를 첨가하였으며, PB-L구(Lacco-sacc<sup>®</sup> Alltech Korea Co., Ltd)는 0.1%, PB-Y구는 Y대학에서 생산한 단일 생균제 0.2%를

**Table 1.** Composition of Lacto-sacc<sup>®</sup>, Micro-ferm<sup>®</sup> and Probiotics Y<sup>®</sup>

|  | <sup>1</sup> Lacto-sacc <sup>®</sup> | <sup>2</sup> Micro-ferm <sup>®</sup> | <sup>3</sup> Probiotics Y <sup>®</sup> |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| <i>Lactobacillus acidophilus</i> (cfu/g) | 1×10 <sup>7</sup>                    |                                      |  |
| <i>Enterococcus faecium</i> (cfu/g)      | 1×10 <sup>7</sup>                    |                                      |  |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (cfu/g)  | 2×10 <sup>9</sup>                    |                                      |  |
| <i>Bacillus subtilis</i> (cfu/g)         |                                      | 2.2×10 <sup>8</sup>                  |  |
| <i>Lactobacillus spp.</i> (cfu/g)        |                                      | 6.7×10 <sup>8</sup>                  |  |
| Yeast (cfu/g)                            |                                      | 2.9×10 <sup>5</sup>                  |  |
| <i>Lactobacillus spp.</i> (cfu/g)        |                                      |                                      | 1×10 <sup>7</sup>                      |

<sup>1</sup>Lacto-sacc; Product of Alltech Korea Co., Ltd.

<sup>2</sup>Micro-ferm: Product of Byard Co., Ltd.

<sup>3</sup>Probiotics Y: Product of Y University.

사용하였다. 생균제의 첨가 수준은 각 생균제 제조회사의 적정 또는 최저 수준을 사용하였다.

2. 시험 사료 제조 및 사양 관리

시험 1의 대조구 사료는 NRC(1994) 요구량에 준하여 CP 18%, ME 2,800 kcal/kg인 산란계 사료를 제조하여 급이하였다. 대조구 사료의 배합비와 영양소 함량은 Table 2와 같다. 사양 시험은 총 6주간 실시하였고, 시험 기간 동안 물과 사료는 자유 섭취하게 하였고, 계사 안의 온도는 18~26 °C를

Table 2. Composition of basal layer diet (Exp. 1)

| Composition              | Amount    |
|--------------------------|-----------|
| Ingredient               | --- % --- |
| Corn, USA (No. 3)        | 55.39     |
| Soybean meal (44%)       | 21.69     |
| Corn gluten meal (61%)   | 2.52      |
| Animal fat               | 2.50      |
| Full-fat soy (ground)    | 5.00      |
| Dicalcium-P              | 1.73      |
| Limestone                | 9.82      |
| Salt                     | 0.25      |
| Choline-Cl (50%)         | 0.05      |
| Met, 99%                 | 0.95      |
| Premix <sup>1</sup>      | 0.10      |
| Total                    | 100.00%   |
| Composition <sup>2</sup> |           |
| ME (kcal/kg)             | 2,800     |
| Crude protein (%)        | 18.00     |
| Crude fat (%)            | 4.70      |
| Ca (%)                   | 4.00      |
| Available P (%)          | 0.40      |
| Lys (%)                  | 0.90      |
| Met + Cys (%)            | 0.70      |

<sup>1</sup>Contains per kg : vit A, 12,000,000IU; vit D<sub>3</sub>, 2,500,000IU; vit E, 20,000 IU; vit K<sub>3</sub>, 1,800 mg; vit B<sub>1</sub>, 2,000mg; vit B<sub>2</sub>, 6,000 mg; vit B<sub>6</sub>, 3,000 mg; vit B<sub>12</sub>, 2,000 mg; Ca-pantothenic acid, 10,000 mg; folic acid, 1,000 mg; oxyzero, 6,000 mg; niacin, 25,000 mg; biotin, 50 mg; I, 1,000 mg; Fe, 50,000 mg; Mn, 65,000 mg; Zn, 65,000 mg; Cu, 5,000 mg; Co, 250 mg; Se, 150 mg.

<sup>2</sup>Calculated composition.

유지하였으며, 일반적인 점등 관리(자연 일조 + 조명= 16 hr)를 실시하였다.

시험 2의 대조구 사료는 NRC(1994) 요구량에 준하여 CP 22%, ME 3,100 kcal/kg 인 육계 전기(0~3주)와 CP 19%, ME 3,150 kcal/kg인 육계 후기(4~5주) 사료를 제조하여 사용하였다. 대조구 사료의 배합비와 영양소 함량은 Table 3과 같다.

Table 3. Composition of basal broiler diets (Exp. 2)

| Composition                 | Broiler starter (0~3 wks) | Broiler grower (4~5 wks) |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Ingredients                 | ----- % -----             |                          |
| Corn USA (No. 3)            | 51.92                     | 54.67                    |
| Soy bean (local)            | 28.10                     | 23.00                    |
| Wheat                       | 5.00                      | 10.00                    |
| Corn gluten (63%)           | 3.84                      | 2.01                     |
| Fish meal (local)           | 4.00                      | 3.50                     |
| Animal fat                  | 3.50                      | 3.50                     |
| Dicalcium P                 | 1.86                      | 1.59                     |
| Limestone (fine)            | 1.00                      | 1.00                     |
| Salt                        | 0.22                      | 0.25                     |
| Choline-Cl (50%)            | 0.06                      | 0.04                     |
| Met (99%)                   | 0.11                      | 0.11                     |
| Lys-HCl (78%)               | 0.14                      | 0.11                     |
| Broiler-premix <sup>1</sup> | 0.14                      | 0.12                     |
| Ustinmix <sup>® 2</sup>     | 0.10                      | 0.10                     |
| Total                       | 100.00                    | 100.00                   |
| Composition <sup>3</sup>    |                           |                          |
| ME (kcal/kg)                | 3,100                     | 3,150                    |
| Crude protein (%)           | 22.00                     | 19.00                    |
| Crude fat (%)               | 3.60                      | 3.80                     |
| Ca (%)                      | 1.00                      | 0.92                     |
| Available P (%)             | 0.51                      | 0.45                     |
| Lys (%)                     | 1.20                      | 1.02                     |
| Met+Cys (%)                 | 0.87                      | 0.75                     |

<sup>1</sup>Contains per kg : vit A, 12,000,000 IU; vit D<sub>3</sub>, 2,500,000 IU; vit E, 20,000IU; vit K<sub>3</sub>, 1,800 mg; vit B<sub>1</sub>, 2,000 mg; vit B<sub>2</sub>, 6,000 mg; vit B<sub>6</sub>, 3,000 mg; vit B<sub>12</sub>, 2,000 mg; Ca-pantothenic acid, 10,000 mg; folic acid, 1,000 mg; oxyzero, 6,000 mg; niacin, 25,000 mg; biotin, 50 mg; I, 1,000 mg; Fe, 50,000 mg; Mn, 65,000 mg; Zn, 65,000 mg; Cu, 5,000 mg; Co, 250 mg; Se, 150 mg.

<sup>2</sup>Coccidiostat : CTC BIO Co., Ltd.

<sup>3</sup>Calculated composition.

사양 시험은 5주간 실시하였으며, 시험 기간 동안 물과 사료를 자유 섭취케 하였고, 온도와 습도는 육계의 일반 사양 관리 수준에서 유지하였으며 24시간 점등하였다.

### 3. 조사 항목 및 분석 방법

#### 1) 시험 1의 산란 생산성

산란계의 생산성 조사를 위하여 산란율(Hen-day egg production, Hen-house egg production), 평균 난중, 연·파란율(Soft & broken egg production)은 매일 오후 4시에 측정하여 주별 평균으로 계산하였고, 사료 섭취량은 주 1회 조사하여 사료 요구율(사료 섭취량/100 g 계란 중량)을 산출하였다. 계란의 품질 검사를 위하여 매주 임의적으로 반복당 10개씩, 처리당 80개, 총 400개의 계란을 채취하여 난각 강도, 난각 색, 난각 두께, 난황색, Haugh unit 등의 품질 검사를 실시하였다. 난각 강도와 난각 두께는 계란의 침단부, 둔단부 그리고 중간 부위 등 세 곳의 난각 샘플을 Texture Analyser(Stable Micro System, UK)와 Dial Pipe Gauge(Model 7360, Mitutoyo Co, Kwasaki 213, Japan)를 이용해 측정하여 평균치를 구하였다. 난각색과 난황색은 Color Fan(eggshell: Samyang Co, Korea, egg yolk: Roche Co, Switzerland)을 이용해 측정하였다. Haugh unit(HU)는 난중(W; g)과 농후난백고(H; mm)를 측정하여  $HU=100 \times \log \{H - (1.7 \times W^{0.37} + 7.57)\}$  공식(Eisen et al., 1962)에 의해서 계산하는데 Haugh Unit 측정기(Haugh unit measuring instrument, Ames, Waltham, MA, USA.)를 사용하였다.

#### 2) 시험 2의 육계 생산성

증체량과 사료 섭취량은 전기(0~3주), 후기(4~5주)로 나누어 처리구별로 측정하였으며, 사료 요구율은 (사료 섭취량/증체량)으로 산출하였다. 생산지수는 (출하시 평균 체중×생존율/출하 일령×사료 요구율)×100으로 해서 산출하였다.

영양소 이용률을 측정하기 위하여 4주령에 대사 시험을 실시하였다. 처리당 4 반복, 반복당 2수(암, 수 각 1수)씩 대사 케이지(가로: 35.5 cm, 세로: 45 cm, 높이: 55 cm)에 배치하고 3일간 적응 기간을 둔 후 3일간 전분 채취법으로 실시하였다. 시험 원료의 분내 일반 성분 함량은 AOAC(1990) 방법에 의하여 측정하였으며, 각 영양소 이용률은 {(섭취 건물중량×영양소 함량%) - 분 건물중량×분 영양소 함량} / (섭취 건물중량×영양소 함량%)×100으로 계산하였다.

#### 3) 혈액성상 분석 및 혈청내 면역 글로불린 측정 (IgG)

시험 1과 시험 2의 사양 시험 종료 직후 처리당 8수씩(총

40수) 선발하여 본 대학 동물시험 윤리위원회 규정에 의거하여 경추탈골시킨 후 심장에서 혈액을 채취하였으며, EDTA가 처리된 진공채혈관(vacutainer)에 5 mL씩 담아 혈액의 응고를 방지하였다. 24시간 안에 혈구 분석기(HEMACYTE; OSI, Oxford Science, Inc)를 이용하여 혈구 조성(leukocytes 및 erythrocytes)을 분석하였고, 25,000×g으로 20 min 원심분리한 후 혈장을 따로 분리하여 IgG 분석 전까지 냉동 보관하였다. 혈청내 IgG의 농도는 Mancini et al.(1965)에 의해 개발된 single immuno-diffusion test(SID test)법에 준하여 ELISA reader(Bio-Rad #Model-680, Hercules, California)에서 흡광도 450 nm로 측정하였다. IgG standard reference 값은 Chicken IgG(Koma Biotech. Co. Ltd., ELISA Chicken IgG Core kit)를 1,000, 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.12 ng/mL로 각각 희석하여 측정하였고, 분석 시마다 각각의 회귀 방정식을 사용하여 값을 계산하였다.

#### 4) 장내 미생물

상기 닭들의 ileo-cecal junction 부위의 상부 10 cm씩을 일정하게 절개하여 그 안에 있는 모든 내용물을 멸균된 용기에 담아 분석전까지 -50 °C에 보관하였다. 채취한 장 내용물 1 g을 멸균된 15 mL 시험관에 담고 멸균된 증류수 9 mL를 첨가하여 희석( $10^{-1}$ )시킨 후  $10^{-2} \sim 10^{-8}$ 까지 단계적으로 희석하였다. 세 종류의 평판 선택 배지에 희석된 샘플은 1 mL씩 접종시키고 혐기적(Gaspak System, BBL Microbiology System, Becton Dickinson & Co., Cockeysville, MD, USA) 또는 호기적으로 배양하였다. 선택 배지 및 배양 조건은 Table 4에 나타난 바와 같다. 배양 후 미생물의 수를 각 평판의 colony-forming unit(CFU)으로 계산 후  $\log_{10}$ 으로 환산하였다.

#### 5) 통계 분석

시험에서 얻어진 자료들은 SAS<sup>®</sup>(1996) GLM(General Linear Model) Procedure를 이용하여 분석하였으며, *F*-test 결과 유의성( $P < 0.05$ )이 있을 경우 처리구 평균간의 차이를 Duncan's multiple range test로 검정하였다(Steel and Torrie, 1980).

## 결과 및 고찰

### 1. 산란계 및 육계의 생산성

시험 1의 산란 생산성 결과는 Table 5에 요약하였다. 일계 산란율(hen-day egg production)과 산란지수(hen-house egg production)는 6주 평균에서 모든 처리구 간에 유의적인 차이는 나지 않았다. 난중과 연파란율 그리고 사료 섭취량은 항생제

**Table 4.** Media and culturing conditions of microorganism

| Microorganism          | Selective media             | Incubating condition | Incubation time (h) |
|------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|
| Lactobacilli           | MRS agar <sup>1</sup>       | Aerobic              | 48                  |
| <i>E. coli</i>         | MacConkey agar <sup>2</sup> | Aerobic              | 24                  |
| <i>Cl. perfringens</i> | TSC agar <sup>3</sup>       | Gaspak system        | 24                  |

<sup>1</sup>Lactobacilli selective agar (DIFCO, USA).

<sup>2</sup>*E. coli* selective agar (DIFCO, USA).

<sup>3</sup>Tryptose sulfite cycloserine agar (Scharlau, EU).

**Table 5.** Performance of laying hens fed diets supplemented with antibiotics and probiotics diets (Exp. 1)

| Parameter                               | Treatment <sup>1</sup> |                     |                     |                     |                    | SEM   |
|---|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------|
|   | Control                | Antibiotics         | Probiotics-M        | Probiotics-L        | Probiotics-Y       |       |
| <b>Performance</b>                      |                        |                     |                     |                     |                    |       |
| Hen-day production (%)                  | 64.05                  | 64.77               | 64.68               | 63.58               | 65.92              | 2.635 |
| Hen-house production (%)                | 63.88                  | 64.76               | 64.57               | 63.33               | 65.64              | 2.647 |
| Egg weight (g)                          | 66.06                  | 67.16               | 67.28               | 67.90               | 66.62              | 0.987 |
| Broken & soft egg (%)                   | 2.86                   | 2.17                | 2.40                | 2.80                | 2.70               | 0.691 |
| Feed intake (g/day)                     | 103.9                  | 109.6               | 113.9               | 108.4               | 112.1              | 4.74  |
| Feed conversion (feed, g/100g egg mass) | 2.46                   | 2.61                | 2.62                | 2.51                | 2.56               | 0.109 |
| <b>Egg quality</b>                      |                        |                     |                     |                     |                    |       |
| Eggshell strength (kg/cm <sup>2</sup> ) | 3.50 <sup>ab</sup>     | 3.54 <sup>ab</sup>  | 3.72 <sup>a</sup>   | 3.35 <sup>b</sup>   | 3.50 <sup>ab</sup> | 1.061 |
| Eggshell thickness (mm)                 | 0.396 <sup>bc</sup>    | 0.398 <sup>bc</sup> | 0.404 <sup>ab</sup> | 0.398 <sup>bc</sup> | 0.406 <sup>a</sup> | 0.305 |
| Eggshell color                          | 11.15                  | 11.58               | 11.43               | 11.20               | 10.98              | 0.255 |
| Egg yolk color                          | 9.70                   | 9.56                | 9.63                | 9.50                | 9.50               | 0.118 |
| Haugh unit                              | 69.60                  | 72.91               | 69.77               | 72.08               | 72.47              | 1.831 |

<sup>1</sup>Control: Control diet, Antibiotics: avilamycine 6 ppm, Probiotics-M: Micro-ferm<sup>®</sup> 0.2%, Probiotics-L: Lacto-sacc<sup>®</sup> 0.1%, Probiotics-Y: Y University probiotics 0.2%.

<sup>a-c</sup>Means with the different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).

와 생균제 첨가구들이 대조구보다 높았으나, 유의적인 차이는 없었으며 사료 요구율에서도 유의적인 차이는 나지 않았다. Nahashson et al.(1993, 1994)은 생균제 첨가시 사료 섭취량을 증가시켰다고 보고하였으며, Tortuero and Fernandez(1995)는 산란율, 사료 요구율, 난중 및 난백의 품질 개선이 있다고 보고하였고, Lim(1992)은 효모 배양물 급여시 사료 효율을 개선시킨다고 보고하였다. 본 시험에서는 항생제구와 생균제 처리구의 산란 생산성은 대조구와 비교하여 유의한 차이가 없었는데, 이러한 원인은 본 시험 농장의 조건과 기초 사료의 영양소 함량이 양호하여 처리구간에 큰 차이가 나타나

지 않았던 것으로 사료된다. Bird(1969)는 기초 사료가 양호할 때에는 항생제 첨가 효과가 잘 나타나지 않는다고 하였다. 시험 2의 육계 생산성 결과는 Table 6에 요약하였다. 증체량은 전기(0~3주) 동안 유의적인 차이가 있었는데, 생균제 처리구들이 대조구나 항생제 처리구에 비해 낮은 경향을 보였다( $P<0.05$ ). 전 기간(0~5주) 동안에는 유의적인 차이는 나지 않았지만 항생제 첨가구가 가장 높았고 생균제 첨가구들은 낮은 경향이 있었다. 사료 섭취량은 항생제 첨가구가 대조구에 비해 유의하게 낮았고( $P<0.05$ ), 사료 요구율도 항생제 첨가구가 유의하게 낮았으며, 생균제 첨가구들과 대조

**Table 6.** Performance of broiler fed diets supplemented with antibiotics and probiotics on weight gain, feed intake, feed conversion and mortality (Exp. 2)

| Parameter            | Wks | Treatments <sup>1</sup> |                      |                       |                       |                       | SEM   |
|----------------------|-----|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
|                      |     | Control                 | Anti-biotics         | Probiotics-M          | Probiotics-L          | Probiotics-Y          |       |
| Weight gain (g/bird) | 0~3 | 832.9 <sup>a</sup>      | 840.3 <sup>a</sup>   | 820.9 <sup>ab</sup>   | 810.7 <sup>ab</sup>   | 782.6 <sup>b</sup>    | 12.26 |
|                      | 4~5 | 867.3                   | 889.6                | 843.9                 | 869.0                 | 864.1                 | 24.08 |
|                      | 0~5 | 1,700.3                 | 1,729.9              | 1,664.8               | 1,679.7               | 1,649.7               | 21.80 |
| Feed intake (g/bird) | 0~3 | 1,114.8                 | 1,054.2              | 1,083.3               | 1,072.0               | 1,099.6               | 16.41 |
|                      | 4~5 | 1,784.3                 | 1,726.4              | 1,717.4               | 1,745.6               | 1,726.4               | 26.91 |
|                      | 0~5 | 2,899.1 <sup>a</sup>    | 2,780.6 <sup>b</sup> | 2,800.7 <sup>ab</sup> | 2,817.6 <sup>ab</sup> | 2,826.0 <sup>ab</sup> | 30.41 |
| Feed conversion      | 0~3 | 1.34 <sup>ab</sup>      | 1.26 <sup>b</sup>    | 1.33 <sup>b</sup>     | 1.32 <sup>b</sup>     | 1.41 <sup>a</sup>     | 0.024 |
|                      | 4~5 | 2.06                    | 1.94                 | 2.04                  | 2.01                  | 2.01                  | 0.048 |
|                      | 0~5 | 1.70 <sup>a</sup>       | 1.61 <sup>b</sup>    | 1.68 <sup>a</sup>     | 1.68 <sup>a</sup>     | 1.71 <sup>a</sup>     | 0.016 |
| Mortality (%)        | 0~3 | 1.00                    | 1.00                 | 1.00                  | 1.50                  | 1.50                  | 0.791 |
|                      | 4~5 | 3.51                    | 0.51                 | 0.00                  | 0.53                  | 0.00                  | 1.185 |
|                      | 0~5 | 4.51                    | 1.51                 | 1.00                  | 2.53                  | 1.50                  | 1.423 |
| Production index     |     | 270.7 <sup>b</sup>      | 290.6 <sup>a</sup>   | 281.1 <sup>ab</sup>   | 284.7 <sup>ab</sup>   | 276.8 <sup>ab</sup>   | 3.92  |

<sup>1</sup>Control: Control diet, Antibiotics: avilamycine 6 ppm, Probiotics-M: Micro-ferm<sup>®</sup> 0.2%, Probiotics-L: Lacto-sacc<sup>®</sup> 0.1%, Probiotics-Y: Y University probiotics 0.2%.

<sup>a,b</sup>Means with the different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

구간에는 유의한 차이가 없었다. Santoso et al.(1995)은 *Bacillus subtilis*를 육계에 급여하여 42일 동안 사양 시험한 결과 증체량은 차이가 없었으나 사료 효율은 유의하게 개선된다고 보고하였다. 생산지수는 항생제 첨가구가 대조구와 비교하여 유의하게 높았고, 생균제 첨가구들은 유의하지는 않았으나 높은 경향을 보여 주었다. 김인호와 김춘수 (1988)과 Shin et al.(1990)은 육계에서 효모 배양물이나 생균제 급여시 증체량과 사료 섭취량의 증가에 관계가 있는 것으로 보아 이들이 사료의 품질을 개선시킨 것으로 추론하였다. 본 육계 시험에서 항생제 첨가구에서는 사료 요구율과 생산지수에서 유의한 개선 효과가 있었으나, 생균제의 첨가 효과는 유의하지 않았다. 이는 타 연구 보고들과는 다소 차이가 있는데 Jin et al.(1998)의 보고와 같이 첨가되는 균주의 종류와 첨가방법의 차이에 의해 달라질 수 있고, 품종의 차이, 스트레스 요인, 환경적 요인, 생균제의 활력 및 급여 수준 등에 따라서 달라질 수 있다고 사료된다.

## 2. 계란 품질(시험 1)

난각 강도, 난각 두께는 처리구간에 유의한 차이가 있었

으나, 난각색, 난황색, Haugh unit는 처리간에 유의한 차이가 없었다. 난각 강도는 PB-Y구가 3.72 kg/cm<sup>2</sup>으로 대조구 3.35 kg/cm<sup>2</sup>보다 유의하게 높았으며, 항생제 첨가구와 PB-M구 그리고 PB-L 첨가구가 대조구에 비해 높은 경향이 있었다. 난각 두께도 PB-Y구가 0.406 mm으로 대조구 0.396 mm보다 유의하게 두꺼웠으며, PB-M구, PB-L구 그리고 항생제 첨가구들이 대조구에 비해 두꺼운 경향을 보였다. Nahashon et al.(1996)은 생균제의 첨가가 난각 두께가 유의적으로 증가한다는 보고와 본 시험이 같은 결과를 보여주었다. Rovinson(1977)은 유산균에서 분비된 Ca와 P의 흡수를 증진시켜 결과적으로 이들의 축적이 많아져 난각질을 개선할 수 있을 것이라고 보고하였는데, 본 시험에서도 생균제의 첨가가 난각질의 품질에 영향을 미친 것으로 사료된다. 난황색과 난각색에서는 처리구간에 유의한 차이가 나타나지 않았으나, Haugh unit은 항생제구와 생균제 처리구들이 대조구에 비해 높은 경향을 보였다.

## 3. 혈액성상

산란계의 혈중 백혈구 수치와 적혈구 분석 자료 그리고 혈

청 IgG 수준은 Table 7에 요약하였다. Melvin(1984)에 의하면 가금에서 혈액 중 leukocytes와 erythrocytes의 정상범위는 백혈구(white blood cell; WBC) 12~30 K/ $\mu$ L, 호중구(heterophil; HE) 3~6 K/ $\mu$ L, 림프구(lymphocytes; LY) 7~15 K/ $\mu$ L, 단핵구(monocyte; MO) 0.2~2.0 K/ $\mu$ L, 호산구(eosinophil; EO) 0.0~1.0 K/ $\mu$ L, 호염구(basophil; BA) 0.0~0.3 K/ $\mu$ L, 적혈구(red blood cell; RBC) 2.5~3.5 K/ $\mu$ L, 헤모글로빈(hemoglobin; Hb) 7.0~13.0 M/ $\mu$ L, 적혈구 용적(hematocrit; HCT) 22.0~35.0 g/dL, 평균 적혈구 용적(mean corpuscular volume; MCV) 90~140 fL, 평균 적혈구 혈색소량(mean corpuscular hemoglobin; MCH) 25~37 pg, 평균 적혈구 색소 농도(mean corpuscular hemoglobin concentration; MCHC) 21~39 g/dL라고 하였다. 산란계의 경우 leukocyte와 관련하여, 초기 염증시 증가하는 것으로 알려진 WBC는 처리간에 유의한 차이가 있었는데( $P<0.05$ ) 항생제와 생균제 첨가구들이 정상 범위 안에

서 높은 경향을 보여주었다. 염증시 증가하는 것으로 알려진 HE, 급성 감염증 회복기에 증가하는 LY, 화농성 질환이나 조직괴사 시 증가하는 MO, 기생충 감염이나 면역성 과민 반응시 증가되는 EO, Stress indicator (SI; HE/LY)는 모두 유의적 차이가 있었는데( $P<0.05$ ), 대체적으로 항생제 및 생균제 첨가구들이 정상 범위 안에서 높은 경향을 보여주었다. SI 지수가 첨가구들에서 높게 나온 것에 대한 해석은 앞으로 더 많은 시험 자료가 축적된 후 가능한 것으로 사료된다. EO와 공조하며 유사한 반응을 보이는 BA는 처리구간에 유의한 차이는 나지 않았다. Erythrocyte와 관련하여서 모든 항목들, 즉 RBC, Hb, HCT 또는 PCV, MCV, MCH 그리고 MCHC는 대조구와 모든 처리구 간에 유의한 차이가 나지 않았다. 산란계의 혈청 IgG 수준은 처리구간에 유의한 차이가 있었는데( $P<0.05$ ), PB-M구, PB-Y구, PB-L구, 항생제구 순으로 첨가구들이 대조구보다 높은 결과를 보여주었다. 시험 2에서 육

**Table 7.** The level of leukocytes, erythrocytes and IgG in blood of laying hens fed experimental diets (Exp.1)

| Parameter                 | Treatments <sup>3</sup> |                    |                      |                    |                     | SEM                 |       |
|---------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------|
|                           | Control                 | Antibiotics        | Probiotics-M         | Probiotics-L       | Probiotics-Y        |                     |       |
| Leukocytes <sup>1</sup>   | WBC (K/ $\mu$ L)        | 11.43 <sup>c</sup> | 20.41 <sup>abc</sup> | 30.67 <sup>a</sup> | 26.93 <sup>ab</sup> | 17.44 <sup>bc</sup> | 4.643 |
|                           | HE (K/ $\mu$ L)         | 1.19 <sup>b</sup>  | 4.46 <sup>ab</sup>   | 6.76 <sup>a</sup>  | 6.06 <sup>a</sup>   | 3.70 <sup>ab</sup>  | 1.671 |
|                           | LY (K/ $\mu$ L)         | 7.21 <sup>c</sup>  | 13.85 <sup>ab</sup>  | 19.33 <sup>a</sup> | 16.90 <sup>ab</sup> | 11.32 <sup>bc</sup> | 2.435 |
|                           | SI (HE/LY)              | 0.14 <sup>b</sup>  | 0.28 <sup>ab</sup>   | 0.33 <sup>a</sup>  | 0.32 <sup>a</sup>   | 0.24 <sup>ab</sup>  | 0.062 |
|                           | MO (K/ $\mu$ L)         | 1.08 <sup>c</sup>  | 2.71 <sup>abc</sup>  | 3.89 <sup>a</sup>  | 3.38 <sup>ab</sup>  | 2.01 <sup>bc</sup>  | 0.675 |
|                           | EO (K/ $\mu$ L)         | 0.05 <sup>b</sup>  | 0.47 <sup>ab</sup>   | 0.62 <sup>a</sup>  | 0.50 <sup>ab</sup>  | 0.33 <sup>ab</sup>  | 0.189 |
|                           | BA (K/ $\mu$ L)         | 0.01               | 0.07                 | 0.08               | 0.09                | 0.08                | 0.039 |
| Erythrocytes <sup>2</sup> | RBC (M/ $\mu$ L)        | 3.35               | 3.63                 | 3.73               | 3.56                | 3.33                | 0.166 |
|                           | Hb (g/dL)               | 10.83              | 11.63                | 11.90              | 11.63               | 10.85               | 0.452 |
|                           | HCT (%)                 | 36.24              | 39.13                | 40.64              | 38.96               | 35.94               | 2.056 |
|                           | MCV (fL)                | 107.8              | 107.8                | 108.9              | 109.4               | 107.7               | 1.95  |
|                           | MCH (pg)                | 32.39              | 32.27                | 31.87              | 32.71               | 32.52               | 1.717 |
|                           | MCHC (g/dL)             | 30.16              | 29.97                | 29.24              | 29.91               | 30.23               | 0.773 |
| IgG (mg/mL serum)         | 5.07 <sup>b</sup>       | 5.65 <sup>ab</sup> | 6.02 <sup>a</sup>    | 5.70 <sup>ab</sup> | 6.01 <sup>a</sup>   | 0.225               |       |

<sup>1</sup>Leukocytes: WBC; white blood cell, HE; heterophil, LY; lymphocytes, SI; heterophil/ lymphocytes, MO; monocyte, EO; eosinophil, BA; basophil.

<sup>2</sup>Erythrocytes: RBC; red blood cell, Hb; hemoglobin, HCT; hematocrit, MCV; mean corpuscular volume, MCH; mean corpuscular hemoglobin, MCHC; mean corpuscular hemoglobin concentration.

<sup>3</sup>Control: Control diet, Antibiotics: avilamycine 6 ppm, Probiotics-M: Micro-ferm<sup>®</sup> 0.2%, Probiotics-L: Lacto-sacc<sup>®</sup> 0.1%, Probiotics-Y: Y University probiotics 0.2%.

<sup>a-c</sup>Means with the different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).

계의 혈중 leukocytes와 erythrocytes의 분석 자료 그리고 혈청 IgG 수준은 Table 8에 요약하였다. Leukocytes와 관련하여 모든 항목에서 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 하지만 SI의 수치는 처리간에 유의한 차이가 있었는데( $P<0.05$ ) PB-L구를 제외한 나머지 생균제와 항생제 처리구들에서 대조구보다 낮게 나타나 산란계에서의 반응과 다른 결과를 보여주었는데, 이에 대한 해석은 앞으로 더 많은 연구 결과가 축적된 후 가능할 것으로 사료된다. Erythrocytes도 leukocytes와 마찬가지로 모든 항목에서 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 육계의 혈청 IgG 농도는 모든 처리구에서 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 산란계에서와 같이 모든 처리구가 대조구보다 높은 경향을 보여 주었다. 닭의 혈액 내에는 6가지 면역 단백질이 골수내 B-cell에서 만들어지는 것으로 알려져 있는데, 이 중 가장 농도가 높은 것이 IgG로 생체 내 면역력을 주로 담당한다. 본 시험의 결과는 육계에 효모 배양물 첨가

시 IgG 농도가 증가한다는 박대영 등(2002)의 보고와 일치하였다. 이러한 결과로 볼 때 생균제가 대조구보다 IgG 수준이 높은 경향을 보여 생균제가 면역 기능에 영향을 주는 것으로 사료된다. 가금에서 생균제 첨가에 시험에 따른 혈액 분석 자료는 희소한 편이다. 본 시험의 결과에서 나타난 유의한 차이들과 육계에 비해 산란계에서 처리에 대한 반응이 더 민감한데 대한 임상학적 의의는 추후 심도 있게 검토되어야 할 과제이다.

#### 4. 장내 미생물

시험 1의 산란계 소장내 미생물의 분석 자료는 Table 9에 요약하였다. *Cl. perfringens*는 처리구간에 유의적인 차이가 없었으며, 항생제와 첨가구들이 대조구와 비교하여 낮은 경향을 보였다. *E. coli*는 첨가구들 간에 유의한 차이가 있었는데( $P<0.05$ ), 항생제와 생균제 첨가구들이 대조구보다 낮았다.

**Table 8.** The level of leukocytes, erythrocytes and IgG in blood of broiler chickens fed experimental diets (Exp. 2)

| Parameter                          | Treatments <sup>3</sup> |                   |                    |                   |                    | SEM   |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|
|                                    | Control                 | Anti-biotics      | Probiotics-M       | Probiotics-L      | Probiotics-Y       |       |
| WBC (K/ $\mu$ L)                   | 34.68                   | 33.73             | 36.17              | 37.04             | 36.97              | 1.793 |
| HE (K/ $\mu$ L)                    | 13.42                   | 12.43             | 13.75              | 14.25             | 14.09              | 0.740 |
| LY (K/ $\mu$ L)                    | 13.83                   | 14.30             | 14.76              | 14.74             | 14.91              | 0.770 |
| Leukocytes <sup>1</sup> SI (HE/LY) | 0.97 <sup>a</sup>       | 0.87 <sup>b</sup> | 0.93 <sup>ab</sup> | 0.97 <sup>a</sup> | 0.95 <sup>ab</sup> | 0.033 |
| MO (K/ $\mu$ L)                    | 3.80                    | 3.68              | 4.05               | 4.18              | 4.27               | 0.238 |
| EO (K/ $\mu$ L)                    | 2.48                    | 2.31              | 2.53               | 2.67              | 2.55               | 0.177 |
| BA (K/ $\mu$ L)                    | 1.15                    | 1.00              | 1.09               | 1.20              | 1.15               | 0.093 |
| RBC (M/ $\mu$ L)                   | 3.60                    | 3.46              | 3.67               | 3.68              | 3.66               | 0.150 |
| Hb (g/dL)                          | 12.08                   | 11.53             | 11.99              | 12.60             | 11.99              | 0.429 |
| Erythrocytes <sup>2</sup> HCT (%)  | 39.65                   | 37.00             | 39.14              | 39.51             | 39.29              | 1.763 |
| MCV (fL)                           | 108.4                   | 114.3             | 106.6              | 107.6             | 107.3              | 73.90 |
| MCH (pg)                           | 33.75                   | 33.30             | 32.63              | 30.11             | 32.87              | 2.495 |
| MCHC (g/dL)                        | 31.18                   | 31.13             | 30.63              | 31.97             | 30.69              | 0.802 |
| IgG (mg/mL)                        | 5.19                    | 5.25              | 5.65               | 5.44              | 5.66               | 0.213 |

<sup>1</sup>Leukocytes: WBC; white blood cell, HE; heterophil, LY; lymphocytes SI; heterophil/lymphocytes, MO; monocyte, EO; eosinophil, BA; basophil.

<sup>2</sup>Erythrocyte: RBC; red blood cell, Hb; hemoglobin, HCT; hematocrit, MCV; mean corpuscular volume, MCH; mean corpuscular hemoglobin, MCHC; mean corpuscular hemoglobin concentration.

<sup>3</sup>Control: Control diet, Antibiotics: avilamycine 6 ppm, Probiotics-M: Micro-ferm<sup>®</sup> 0.2%, Probiotics-L: Lacto-sacc<sup>®</sup> 0.1%, Probiotics-Y: Y University probiotics 0.2%.

<sup>a,b</sup>Means with the different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ ).



**Table 9.** Microbial population in the small intestinal content of laying hens (Exp. 1)

| Parameter              | Treatments <sup>1</sup> (cfu log <sub>10</sub> /g) |                    |                    |                   |                   | SEM   |
|------------------------|--|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------|
|                        | Control  | Anti-biotics       | Probiotics-M       | Probiotics-L      | Probiotics- Y     |       |
| <i>Cl. perfringens</i> | 2.57   | 2.35               | 2.48               | 2.33              | 2.31              | 2.037 |
| <i>E. coli</i>         | 5.94 <sup>a</sup>                                  | 5.58 <sup>ab</sup> | 5.83 <sup>ab</sup> | 5.22 <sup>b</sup> | 5.42 <sup>b</sup> | 4.818 |
| <i>Lactobacillus</i>   | 7.93   | 8.06               | 8.34               | 8.42              | 8.30              | 7.040 |

<sup>1</sup>Control: Control diet, Antibiotics: avilamycine 6 ppm, Probiotics- M: Micro-ferm<sup>®</sup> 0.2%, Probiotics- L: Lacto-sacc<sup>®</sup> 0.1%, Probiotics- Y: Y University probiotics 0.2%.

<sup>a,b</sup>Means with the different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

**Table 10.** Microbial population in the small intestinal content of broiler chickens at 5wk of age (Exp.2)

| Parameter              | Treatments <sup>1</sup> (cfu log <sub>10</sub> /g) |              |              |              |              | SEM   |
|------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
|                        | Control  | Anti-biotics | Probiotics-M | Probiotics-L | Probiotics-Y |       |
| <i>Cl. perfringens</i> | 2.35   | 2.09         | 2.32         | 1.89         | 2.21         | 1.872 |
| <i>E. coli</i>         | 5.82   | 5.62         | 5.78         | 5.75         | 5.69         | 5.296 |
| <i>Lactobacillus</i>   | 7.88   | 8.22         | 8.21         | 8.37         | 8.27         | 7.743 |

<sup>1</sup>Control: Control diet, Antibiotics: avilamycine 6 ppm, Probiotics-M: Micro-ferm<sup>®</sup> 0.2%, Probiotics-L: Lacto-sacc<sup>®</sup> 0.1%, Probiotics-Y: Y University probiotics 0.2%.

*Lactobacillus*는 처리구들간에 유의한 차이는 없었지만 생균제 첨가구들이 대조구와 비교하여 높은 경향을 보였다. 시험 2의 육계 장내 미생물의 분석 자료는 Table 10에 요약하였다. *Cl. perfringens*, *E. coli* 및 *Lactobacillus* 모두 유의적인 차이는 없었지만 시험 1과 같이 *Cl. perfringens*와 *E. coli*의 수는 대조구에 비해 항생제와 생균제 첨가구들에서 낮고 *Lactobacillus*는 높은 경향을 보였다. Jin et al.(1996)은 10일령의 육계에 10<sup>9</sup> cfu/g의 *Lactobacillus*를 사료에 첨가하였을때 장내의 *Lactobacillus*가 증가한다고 보고하였으며, 남궁 환 등(1986)도 육계에 생균제를 급여함으로써 소장내 *Lactobacillus*의 수가 증가하는 것으로 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보였다. *Enterococcus sp.*는 가금의 장내에 많이 분포하는 균주로서 탄수화물을 이용하여 주로 유산을 생성하며 유해세균을 억제하는 기능을 갖는다고 하였다(박종진 등, 1996) 이와 같이 유산균의 급여로 인한 유익균의 증가는 장내에서 유기산 생성에 의한 pH 저하 및 각종 항생 물질을 생성하여 병원성 미생물을 억제하는 기능을 한다 (White et al., 1969; Cranwell et al., 1976; Tagg et al., 1976). 사료내 생균제 첨가는 유익균의 증식을 도움으로서 유익균의 수를 증가시키고, 증가한 유익균은 경쟁적 배제에 의해서 *E. coli* 수를 감소시키고 *Cl. perfringens*의 수도 감소시키는 경향이 있는 것

으로 사료된다.

## 5. 영양소 이용률

시험 2에서 실시한 육계에서의 외관상 영양소 이용률 결과는 Table 11에 요약하였다. 조성분 중 조지방의 이용률에서만 처리구간에 유의적인 차이가 있었는데, 특히 생균제 첨가구들이 대조구에 비해 유의하게 낮았다( $P < 0.05$ ). 우경천 등(2006)은 육계에 생균제 급여 시 조지방 이용률이 낮아진다고 보고하여 본 시험과 유사한 경향을 나타내었다. 조단백질 이용률은 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, 생균제 첨가구들이 대조구에 비해 4.0~5.5% 정도 향상되는 결과를 보여주었다. Underdahl et al.(1982)는 생균제 첨가가 장관내 pH를 낮추어 유해균의 생성을 억제시키고, 유익균의 안정적인 정착으로 사료의 기호성이 증진될 뿐 아니라 영양소의 이용률이 향상된다고 보고한 바 있으나, 현 시험의 결과에서 보는 바와 같이 조지방의 이용률이 낮아지는 이유는 아직 불명확하다.

이상의 시험 결과를 요약해 보면 산란계에서는 항생제와 생균제 첨가가 난각의 품질을 향상시켰고, 백혈구수와 면역글로불린의 함량을 높였으며, 소장내 *E. coli*수를 감소시켰다. 한편, 육계에서는 항생제와 생균제의 첨가가 사료 요구

**Table 11.** The apparent metabolizability of nutrients of the experimental broiler diets (Exp. 2)

| Parameter     | Treatments <sup>1</sup> (%) |                     |                     |                    |                    | SEM   |
|---------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------|
|               | Control                     | Anti-biotics        | Probiotics-M        | Probiotics-L       | Probiotics-Y       |       |
| DM            | 81.70                       | 80.87               | 81.48               | 80.82              | 80.29              | 0.873 |
| Crude protein | 66.06                       | 67.28               | 68.97               | 69.67              | 68.83              | 1.826 |
| Crude fat     | 87.15 <sup>a</sup>          | 85.33 <sup>ab</sup> | 81.96 <sup>bc</sup> | 78.66 <sup>c</sup> | 80.04 <sup>c</sup> | 1.167 |
| Crude fiber   | 29.52                       | 30.36               | 28.38               | 29.78              | 19.48              | 3.127 |
| Ash           | 29.10                       | 28.57               | 27.54               | 28.53              | 24.04              | 2.580 |
| NFE           | 91.68                       | 90.51               | 90.90               | 90.40              | 90.08              | 0.592 |

<sup>1</sup>Control: Control diet, Antibiotics: avilamycine 6 ppm, Probiotics-M: Micro-ferm<sup>®</sup> 0.2%, Probiotics-L: Lacto-sacc<sup>®</sup> 0.1%, Probiotics-Y: Y University probiotics 0.2%.

<sup>a-c</sup>Means with the different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

율을 낮추고 생산지수를 높였으나 외관상 조지방 이용률은 생균제 첨가구들에서 감소하였다.

## 적 요

본 연구는 혼합 생균제의 첨가가 산란계와 육계의 생산성과 소장내 미생물, 면역체계에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시 하였다. 시험 1은 800수의 82주령 산란계(Hy-Line Brown<sup>®</sup>)를 5처리로 구성하여 실시하였다. 각각의 처리는 대조구, 항생제구(avilamycin 6 ppm), 생균제 PB-M(Micro-ferm<sup>®</sup>) 0.2% 구, PB-L (Lacto-sacc<sup>®</sup>) 0.1%구, PB-Y(Y University probiotics) 0.2%구로 구성하여, 8반복 반복당 20수씩 완전 임의 배치하여 자유 섭식케 하였으며, 일반적인 점등 관리(자연 일조 + 조명 = 16 h)를 실시하였다. 시험 2에서는 육계(Ross<sup>®</sup>) 1,000 수를 공시하여 시험 1과 같은 처리로 구성하여 35일간 전기(0~3주), 후기(4~5주)로 나누어 실시하였으며, 처리당 4반복을 두어 반복당 50수씩 나누어 배치하였다.

시험 1에서는 계란 생산지수들 즉 일계 산란율과 생산지수, 난중, 연파란율, 사료 섭취량, 사료 요구율은 처리구 사이에서 유의적인 차이가 없었다. 강도와 난각 두께는 유의적인 차이가 있었는데, 항생제구와 생균제 처리구에서 증가하는 경향이 있었다. PB-Y구는 난각 강도, 난각 두께, 난각색, 난황색, Haugh unit에서 가장 높았는데 유의한 영향은 미치지 못했다. 시험 2에서는 전기간(0~5주) 증체량 및 폐사율은 처리구 사이에서 유의적인 차이는 없었지만, 0~3주 기간 동안 PB-Y의 증체량이 대조구와 항생제구와 비교하여 낮게 나왔다. 전기간(0~5주)에서 항생제구의 사료 섭취량, 생산

지수는 가장 높았고, 사료 요구율은 대조구보다 낮게 나왔다. 생균제 처리구들은 대조구와 비교하여 사료 섭취량과 사료 요구율에서는 유의적인 차이가 없었다. 시험 1에서 백혈구 수치 즉, 백혈구, 호중구, 림프구, 단핵구, 호산구, 스트레스지수는 산란계에서 유의적인 차이가 있었다. 항생제구와 생균제구는 모든 수치에서 증가하는 경향을 보였다. 시험 2에서는 오직 스트레스지수에서만 항생제구에서 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 시험 1에서 IgG 농도는 PB-M과 PB-L구에서 유의적으로 증가하였다. *E. coli* 수는 항생제구, PB-L구, 그리고 PB-Y구에서 유의적으로 감소하였다. 시험 2에서 조지방 이용률이 생균제 처리구에서 유의적으로 감소하였다.

결론적으로 산란계에서는 생균제의 처리구들에서 난각 두께와 강도가 증가하였고, 육계에서는 생산 지수는 증가하고, 사료 요구율은 감소하였다. 백혈구 지수는 산란계에서 항생제와 생균제 처리구에서 증가하는 경향이 있었다. *E. coli*는 산란계에서 감소하는 경향을 보였으며, 육계에서는 생균제 처리구들이 조지방 이용률에서 감소하는 경향을 보였다. 혈액지수와 소장내 미생물은 육계보다 산란계에서 더 예민하게 반응하는 경향을 보였다.

(색인어 : 생균제, 항생제, 산란계, 육계, 백혈구, 미생물 균총)

## 사 사

본 연구는 2006-2008년도 농림수산식품부 핵심 전략 기술 개발 과제 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

## 인용문헌

- AOAC 1990 Official Method of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Baba E, Nagaishi S, Fukata T, Arakawa A 1991 The role of intestinal microflora on the prevention of *Salmonella* colonization in gnotobiotic chickens. Poultry Sci 70:1902-1907.
- Bird HR 1969 Biological basis for the use of antibiotics in poultry feed. Proc Symp NAS Washington DC USA.
- Chiang SH, Hsieh WM 1995 Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level. Asian-Australian J Anim Sci 8:159-162.
- Cranwell PD, Noakes DE, Hill KJ 1976 Gastric secretion and fermentation in the suckling pig. Br J Nutr 36:71.
- Eisen EJ, Bohren BB, Mckean HE 1962 The haugh unit as a measure of egg albumen quality. Poultry Sci 41:1461-1468.
- Fuller R 1989 Probiotics in man and animals. A review. J Appl Bacteriol 66:365-378.
- Jin LS, Ho YW, Avdullah N, Ali NA, Jalaludin S 1996 Influence of dried *Bacillus subtilis* and Lactobacilli cultures on intestinal microflora and performance in broilers. Asian-Australian J Anim Sci 9:397-403.
- Jin LS, Ho YW, Avdullah N, Ali NA, Jalaludin S 1998 Effects of adherent *Lactobacillus* cultures on growth, weight of organs and intestinal microflora and volatile fatty acid in broilers. Animal Feed Sci Technology 70:197-209.
- Lim DV 1992 Effect of Diet Quality and Yea-Sacc1026 on Performance of Commercial Layers. Biotechnology in the Feed Industry. Alltech Publ, Ky. p 412.
- Mancini G, Camonara AO, Heremans JF 1965 Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. Immunochemistry 2:235-254.
- Martin RG, Lyons TP, Jacques KA 1995 Probiotic feeding effect on performance and intestinal microflora of broiler chicks. p 371 In Biotechnology in the Feed Industry Proc 11th Annual Symp, Alltech Publ, KY, USA.
- Melvin JS 1984 Physiological properties and cellular and chemical constituents of blood. Dukes' Physiological of Domestic Animals 10th ed. Cornell University Press.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1993 Effect of direct-fed microbials on nutrient retention and production parameters of Single Comb White Leghorn Pullets. Poultry Sci 72 (Suppl. 1):87(abstract).
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1994 Phytase activity, phosphorus and calcium retention and performance of Single Comb White Leghorn layers fed diets containing two levels of available phosphorus and supplemented with direct-fed microbials. Poultry Sci 73:1552-1562.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1996 Nutrient retention and production parameters of Single Comb White Leghorn layers fed diets with varying crude protein levels and supplemented with direct-fed microbials. Anim Feed Sci Technol 61:17-26.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. National Research Council National Academy of Science Washington, D.C.
- Paker RB 1974 Probiotics: the half of the antibiotic story. An Nutr & health 29:4-8.
- Rovinson RK 1977 Yogurt and health. Br Nutr Foundation Bull 21:191-194.
- Santoso UM, Tanaka K, Ohtani S 1995 Effect of dried *Bacillus subtilis* culture on growth, body composition and hepatic lipogenic enzyme activity in female broiler chicks. Br J Nutr 74:523-529.
- SAS Institute 1996 SAS/STAT<sup>®</sup> User's Guide Release 6.12 Edition SAS Institute Inc Cary Nc USA.
- Shin HT, Bae ID, Chung KW, Kim YK, Shon JH, Lee SK 1990 Evaluation of live yeast culture as source of probiotics for broiler. 5th AAAP 3:1.
- Steel RGD, Torrie JH 1980 Principle and Procedures of Statistics. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw-Hill Publishing Co., New York, NY.
- Tagg JR, Dajant AS, Wannamaker LW 1976 Bacteriocins of Gram-positive bacteria. Bacteriol Rev 40:722.
- Tortuero F 1973 Influence of implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption of fats syndrome and intestinal flora. Poultry Sci 52:197.
- Tortuero F, Fernandez E 1995 Effect of inclusion of microbial cultures in barely-based diets fed to laying hens. Animal Feed Technol 53:255-265.
- Underdahl NR, Torres-Median A, Doster AR 1982 Effect of *Streptococcus faecium* C-68 in the control of *E. coli* induced diarrhea in gnotobiotic pigs. J Vet 43:227.
- Watkins BA, Kratzer FH 1983 Effect of oral dosing of *Lactobacillus* strains on gut colonization and liver biotin in broiler

- chickens. Poultry Sci 62:2088-2094.
- White F, Wenham G, Sharman GA, Jones AS, Rattray EA, MacDonald I. 1969 Stomach function in relation to a scour syndrome in the piglet. Br J Nutr 23:847-858.
- 김인호 김춘수 1988 활성효모(*Saccharomyces cerevisiae*) 급여가 브로일러의 육성성장에 미치는 영향. 한국가금학회지 15:277-280.
- 남궁 환 손익승 정진성 백인기 1986 생균제와 항생제가 병아리의 성장과 장내세균총에 미치는 영향. 한국가금학회지 13:49-55.
- 류경선 박홍석 류명선 박수영 김상호 송희중 1999 생균제의 급여가 산란계의 생산성과 장내 미생물의 변화에 미치는 영향. 한국가금학회지 26:253-259.
- 류경선 어영수 류명선 박홍석 김상호 2001 단일 및 혼합 생균제 급여가 육계의 생산성 및 장내 미생물에 미치는 영향. 한국가금학회지 28:41-47.
- 박대영 남궁 환 백인기 2002. Yeast Culture(*Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia pastoris*)가 육계의 생산성, 소장내 미생물 균총 및 혈청 IgG 농도에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 44:289-296.
- 박종진 변정수 조윤경 홍승서 이현수 1996 동물의 장에서 분리한 *Enterococcus* sp.의 특성 및 분말화. 산업미생물학회지 24:393-398.
- 백인기 1989 생균제(Probiotics)의 사용효과. 한국영양사료학회지 13:175-183.
- 우경천 정병윤 이문구 백인기 2006 Beta-glucan과 MOS의 복합제(Safmannan)와 복합생균제(World-labs)가 육계의 생산성과 영양소 이용률 소장내 미생물 균총 및 면역체계에 미치는 영향. 한국가금학회지 33:151-158.

(접수: 2010. 2. 24, 수정: 2010. 3. 13, 채택: 2010. 3. 14)