

Beta-Glucan과 MOS의 복합제(Safmannan[®])와 복합 생균제(World-Labs[®])가 육계의 생산성과 영양소 이용율, 소장내 미생물 균총 및 면역 체계에 미치는 영향

우경천 · 정병윤 · 이문구 · 백인기[†]
중앙대학교 산업과학대학 동물자원과학과

Effects of Supplementary Safmannan[®](Beta-Glucan & MOS) and World-Labs[®](Multiple Probiotics) on the Performance, Nutrient Availability Small Intestinal Microflora and Immune Response in Broiler Chicks

K. C. Woo, B. Y. Jung, M. K. Lee and I. K. Paik[†]

Department of Animal Science and Technology, College of Industrial Science, Chung-Ang University

ABSTRACT In order to study the effects of supplementary Safmannan[®] (Beta-glucan & MOS complex) and World-Labs[®] (multiple probiotics) on the performance, nutrient availability, small intestinal microflora and immune response in broiler chicks, one thousand hatched broilers (Ross[®]) were assigned to 4 treatments: control(basal diet), BMD[®], Safmannan[®] and World-Labs[®]. There were no significant differences in the performance and in serum IgG, ND titre. However parameters of leukocytes and erythrocytes were significantly different among treatments ($p < 0.05$). Leukocytes and RBC of World-Labs[®] and Safmannan[®] were mostly lower than BMD[®] and control whereby MCH and MCHC of World-Labs[®] and Safmannan[®] were higher than other treatments. The cfu of intestinal microflora had no significant differences among treatments. The BMD[®] treatment was higher than others in amino acid and crude fat availability and World-Labs[®] was higher than others in crude fiber availability. It was concluded that supplements used in the present experiment did not significantly affect the production parameters. However, significant impact on blood parameters, especially on leucocytes, may need further investigation.

(Key words: Beta-glucan, MOS, probiotics, BMD[®], Safmannan[®], World-Labs[®], broilers)

서 론

가축의 생산성 향상과 질병 예방 목적으로 항생제를 가축 사료에 사용하여 왔으나, 최근 축산물내의 항생제 잔류 문제나 병원균의 내성 문제가 사회적으로 문제가 되어 사료에 첨가할 수 있는 항생제수가 농림부고시 제 2004-72호에 의하여 53종에서 25종으로 축소되었다. 따라서 기존 항생제를 대체할 수 있는 사료 첨가용 생산성 개선제의 개발에 많은 관심이 집중되고 있다.

효모의 세포벽에서 추출한 고분자 다당류인 Beta-glucan은 바이러스 증식 억제 물질인 T-cell interferon gamma 수준을 증진시킨다(Xiao 등, 2004). 병아리 사료에 첨가하면 면역 조절제로서 *Salmonella*를 예방할 수 있다(Lowry 등, 2005).

Mannan-oligosaccharides(MOS)의 mannose는 *E. coli*, *Salmonella* 등의 세포벽에 있는 lectin과 결합하여 이들 병원성 세균이 장상피 세포막에 부착하지 못하게 하는 기능을 갖고 있으며(Spring 등, 2000), MOS를 육계에 급여하면 맹장에서 *S. enteritidis*를 억제하고 *Bifidobacterium* spp.와 *Lactobacillus* spp.를 증가시키고(Fernandez 등, 2002) 암모니아 농도를 감소시키며 acetic acid와 butyric acid와 같은 VFA 농도를 증진시킨다(Zdunczyk 등, 2004).

생균제인 *Lactobacillus casei*를 육계에 급여하여 생산성을 향상시켰다는 보고들(김상호 등, 2000; 박수영 등, 2001)은 주로 장내 유익균총의 증가, 병원성 미생물의 억제(Baba 등, 1991; Line 등, 1998)에 기인한다는 보고가 있었다. 그러나 Watkins와 Kratzer(1983), Maiolino 등(1992)은 육계에

[†] To whom correspondence should be addressed : ikpaik@cau.ac.kr

서 유산균 계통의 생균제를 급여한 효과가 일정하게 나타나지 않는 것은 미생물의 부정확한 배양, 유산균의 차이, 유산균의 활력, 급여 수준, 환경적 차이 등에 기인한다고 하였다.

육계에 *Bacillus subtilis* 제제를 0.1%를 첨가하면 생산성에 영향은 없었지만 사료 요구율, 질소 이용율이 개선되었고 복강지방과 혈중 cholesterol 함량을 낮게 하였으며 (Santos, 1995), Mohan 등(1996)은 혼합 생균제인 *Bifidobacterium*, *L. acidophilus*, *L. casei* 와 *Aspergillus oryzae*를 육계에 급여하면 증체량과 질소 축적량이 증가한다고 보고하였다.

본 실험에서는 Beta-glucan과 MOS 복합제인 Safmannan[®]과 *Lactobacillus casei*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae*, *Streptomyces griseus* 등의 복합 생균제인 World-Labs[®]를 항생제 BMD[®] (Bacitracin Methyl Disalicylate)와 비교하기 위해서 사료에 첨가 시 육계의 생산성, 영양소 이용율 소장 내 미생물 균총 및 면역 체계에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 시험 사료

NRC 사양 표준(1998)에 준하여 CP 22%, ME 3,100 kcal/kg인 육계 전기 사료와 CP 19%, ME 3,150 kcal/kg인 육계 후기 사료를 제조하여 대조구로 사용하였다(Table 1). 처리구에 첨가한 제제의 배합비와 조성분 함량은 Table 2와 같다.

2. 시험 설계 및 사양

시험구는 대조구, BMD[®] premix(Bacitracin Methylene Disalicylate 2.5%) 0.1% 처리구, Safmannan[®] 0.1% 처리구 그리고 World-Labs[®] 0.1% 처리구 등 4처리구로 두었다. 사양 시험을 위하여 갓 부화한 육계(Ross[®]종) 1,000수(암·수 각각 500수)를 공시하여 4처리 5반복, 반복 당 암·수 동수로 50수씩을 floor pen(가로: 2.0 m, 세로: 2.4 m)에 완전임의 배치하였다. 사양 시험은 35일간 실시하였으며 시험 기간 동안 물과 사료를 자유 채식시켰고 24시간 점등하였다.

3. 증체량, 사료 섭취량, 사료 요구율, 생산 지수

체중과 사료 섭취량은 전기(0~3주), 후기(4~5주)로 나누어 처리구별로 측정하였으며 사료 요구율을 (사료 섭취량 / 증체량)으로 산출하였다. 생산 지수는 (평균 체중 × 육성율 / 출하일령 × 사료 요구율) × 100으로 해서 산출하였다.

4. 대사 시험 및 영양소 이용율 측정

영양소 이용율을 측정하기 위하여 대사 실험을 실시하였다. 육계 병아리 40수를 20개의 대사 케이지에(가로: 35.5 cm,

Table 1. Formula and composition of basal diet

	Broiler starter	Broiler grower
	(0~3wk)	(4~5wk)
	----- % -----	
Corn(USA)	51.92	54.67
Soybean meal(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
DCP	1.86	1.59
Limestone(fine)	1.00	1.00
Salt	0.22	0.25
Choline 50%	0.06	0.04
Methionine 99%	0.11	0.11
Lysine 78%	0.14	0.11
D-Broiler-premix ¹	0.14	0.12
Ustinmix ²	0.10	0.10

Calculated composition		
ME(kcal/kg)	3,100	3,150
Crude protein(%)	22.00	19.00
Crude fat(%)	6.80	6.70
Crude fiber(%)	3.50	3.40
Crude ash(%)	5.80	5.30
Ca(%)	1.00	0.92
A. P(%)	0.51	0.45
Lysine(%)	1.20	1.02
Met + Cys(%)	0.87	0.75

¹ Contains per kg : vit A, 12,000,000 IU; vit D₃, 2,500,000 IU; vit E, 20,000 IU; vit K₃, 1,800 mg; vit B₁, 2,000 mg; vit B₂, 6,000 mg; vit B₆, 3,000 mg; vit B₁₂, 20,000 μg; 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.

² Premix of salinomycin(0.6%); product of CTC Bio Co., Ltd.

세로: 45 cm, 높이: 55 cm)에 4처리 5반복으로 반복당 2수 (암·수 각 1수씩)씩 배치하여 사양 시험 4주령에 배치하여 3일간 적응기간이 경과한 후 3일간 전분 채취법으로 실시하였다. 시험 원료와 분뇨 내 일반 성분 함량은 AOAC (1990) 방법에 의해 측정하였다. 시험 원료와 아미노산 함량은 샘플을 36시간 동안 110°C에서 6N HCl로 가수 분해한 후 원료와 분뇨의 아미노산을 column(HITACHI ion exchange column)으로 분리한 다음 ninhydrin 시약과 반응시켜 amino acid analyzer (L- 8800 High speed amino acid analyzer, HITACHI)로 분석하였다. 각 영양소 이용율은 $\{(섭취 건물중량 \times \% \text{영양소 함량} - \text{분뇨 건물중량} \times \text{분뇨 영양소 함량}) / (\text{섭취 건물중량} \times \% \text{영양소 함량})\} \times 100$ 으로 계산하였다.

5. 혈액 성분 분석 및 Newcastle Disease (ND) Titer, IgG 측정

사양 시험과 동시에 대사 케이지에 수용된 육계 병아리 40수에게 ND 백신(NOABILIS® NEWCAVAC, Intervet, Holland)을 시험 개시 후 2주와 4주에 각각 0.4 mL, 0.5 mL씩 다리 근육에 접종하였다. 각 처리는 사양 시험 처리구와 동일 하되 대조구만 ND 백신 무접종의 negative 대조구(C-1)를 별도로 두었다. 35일령에 모두 도계하여 즉시 심장에서 혈액 5 mL씩 EDTA가 처리된 vacutainer에 채혈한 후 24시간 안에 혈액 분석기(HEMACYTE; OSI, Oxford Science, Inc., USA)를 이용하여 혈액 성상을 분석하였고, 1,500 rpm으로 30분간 원심 분리한 후 혈청을 따로 분리하여 ND Titer과 IgG 분석 전까지 냉동 보관하였다. ND titer는 닭 ND 항체 검사용 진단 키트(CHEILBIO Co. Ltd., Korea)를 사용하여 ELISA reader (SEAC SIRIO S, Italy)로 측정하였다. IgG 분석은 Chicken IgG ELISA Quantitation Kit(BETHYL Laboratories, Inc., USA)를 이용하여 측정하였다.

6. 장내 미생물 분석

사양 시험 종료 처리당 10수씩 경추 탈골에 의해 도제한 후 ileocecal junction의 상부 10 cm씩 일정하게 절개하여 그 안에 있는 모든 내용물을 멸균된 용기에 담아 분석 전까지 -50°C에 보관하였다. 채취한 장내용물 약 1 g을 멸균된 15 mL test tube에 담고 멸균된 증류수 9 mL를 첨가하여 희석 (10^{-1})시킨 후 10^{-2} ~ 10^{-8} 까지 단계적으로 희석하였다. 세 종류의 선택 배지 평판에 희석된 샘플을 1 mL씩 접종시키고 혐기적(GasPak System, BBL Microbiology System, Becton Dickinson & Co., Cockeysville, MD 2130, USA) 또는 호기적

으로 배양하였다. 선택 배지 및 배양 조건은 Table 3에 나타난 바와 같다. 배양 후 미생물의 수를 각 평판의 colony-forming unit (CFU)로 계산 후 \log_{10} 으로 환산하였다.

7. 통계 분석

자료를 SAS (1995) 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.

Table 2. Chemical composition of Safmannan® and World-Labs®

	Safmannan®	World-Labs®
Moisture(%)	3.48	7.48
Crude protein(%)	12.52	0.28
Crude fat(%)	1.36	0.83
Crude fiber(%)	1.10	0.52
Crude ash(%)	4.95	88.76
Calcium(%)	0.20	1.05
Phosphorus(%)	0.87	0.08
Beta-glucan(%)	0.03	
MOS(%)	0.03	
<i>Lactobacillus casei</i> (CFU/kg)		1×10^{11}
<i>Bacillus subtilis</i> (CFU/kg)		1×10^9
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (CFU/kg)		1×10^8
<i>Aspergillus oryzae</i> (CFU/kg)		1×10^8
<i>Streptomyces griseus</i> (CFU/kg)		1×10^8

Safmannan® and World-Labs® are products of CTC Bio Co. Ltd., Korea.

Table 3. Media and culturing conditions of microorganisms

Microorganism	Selective media	Incubating condition	Incubation time(hours)
<i>Lactobacilli</i>	MRS agar ¹	Aerobic	48
<i>E. coli</i>	MacConkey agar ²	Aerobic	24
<i>Cl. perfringens</i>	TSC agar ³	GasPak® System	24

¹ *Lactobacilli* selective agar(DIFCO, USA).

² *Escherichia coli* selective agar(DIFCO, USA).

³ Tryptose Sulfite Cycloserine agar(Scharlau, EU).

결과 및 고찰

1. 생산성

사양 시험 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 0~3주, 4~5주 및 0~5주 간의 증체량, 사료 섭취량, 사료 요구율, 폐사율 및 생산 지수는 처리간에 유의한 차이가 없었다. 생산성을 종합적으로 평가하는 생산 지수의 경우 BMD[®] 처리구가 330.2로 가장 높고 다음으로 Safmannan[®] 처리구가 327.4, World-Labs[®] 처리구가 326.8이었으며 대조구가 323.5로 가장 낮았다. 박대영 등(2002)은 기초 사료의 영양소 함량이 양호할 때에는 항생제 첨가 효과가 뚜렷하게 나타나지 않았다고 보고하였다. Zdunczyk 등(2004)과 Sims 등(2004)은 칠면조에게 항생제인 Flavomycin, BMD[®]와 MOS를 급여시 항생제와 MOS 복합 처리구, 항생제 처리구, MOS 처리구 순으로 증체량이 높다고 보고하였고 Mohan 등(1996)은 항생제와 생균제 육계 실험에서 항생제와 생균제의 혼합 첨가구가 증체량이 가장 높았으며 다음은 항생제 처리구, 생균제 처리구, 무처리구 순으로 증체량이 높았고 Zulkifli 등(2000)은 *Lactobacillus cultures*가 항생제인 oxytetracycline보다 3주 후부터 증

체량 및 사료 섭취량이 증가하였으나 사료 효율은 감소한다고 보고한 바 있다.

2. 혈중 IgG 농도와 ND titre

육계의 혈중 IgG 농도와 ND titre를 보면 Table 5와 같다. IgG 농도를 모든 처리구간에 유의한 차이가 없었다. ND titre의 경우 접종하지 않은 C-1은 ND 접종한 모든 처리구들보다 유의하게 낮았다. ND 접종구들 간에는 유의한 차이가 없었으나 대조구가 2,093으로 가장 높고 다음이 BMD[®] 처리구로 1,722였으며, Safmannan[®] 처리구와 World-Labs[®] 처리구가 각각 1,492와 1,468이었다.

Zulkifli 등(2000)은 항생제인 oxytetracycline, 생균제인 *Lactobacillus cultures* 처리구과 무처리구의 육계 비교실험에서 ND 항체의 경우 *Lactobacillus cultures*의 처리구의 항체가가 가장 높았다고 보고하였으며 Shashidhara 등(2003)은 MOS를 육용종계에 급여하면 Infectious bursal disease virus(IBDV)의 항체 반응이 더 높게 나왔다고 보고한 바 있다.

3. 혈액 분석

Table 4. Weight gain, feed intake, feed conversion efficiency, mortality and production index of broiler chickens fed experimental diets for 5 weeks

Parameter	wks	Treatments ¹				SEM
		C	BMD [®]	Safmannan [®]	World-Labs [®]	
Weight gain(g/ bird)	0~3	848.1	856.2	833.4	830.7	10.53
	4~5	1101.7	1095.7	1113.2	1120.0	13.60
	0~5	1949.8	1951.9	1946.6	1950.7	12.77
Feed intake(g/ bird)	0~3	1287.6	1297.7	1285.8	1277.8	12.36
	4~5	1998.2	1970.7	1976.5	1995.0	23.67
	0~5	3285.9	3268.4	3262.3	3272.8	25.50
Feed conversion	0~3	1.51	1.52	1.54	1.54	0.01
	4~5	1.81	1.80	1.78	1.78	0.02
	0~5	1.69	1.67	1.68	1.68	0.01
Mortality(%)	0~3	1.32	1.48	0.74	0.74	0.65
	4~5	1.48	0.74	0.74	0.74	0.60
	0~5	1.85	1.11	1.11	1.48	0.63
Production index	0~5	323.5	330.2	327.4	326.8	

¹C: control diet, BMD[®]: C + BMD[®] premix 0.1%, Safmannan[®]: C + Safmannan[®] 0.1%, World-Labs[®]: C + World-Labs[®] 0.1%.

Table 5. IgG concentration and ND titre of blood from broiler chickens fed experimental diets

Parameter	Treatments ¹					SEM
	C-1	C	BMD [®]	Safmannan [®]	World-Labs [®]	
IgG (μ g/mL serum)	229.1	214.9	207.1	237.0	285.7	31.82
ND Titer	122 ^b	2093 ^a	1722 ^a	1492 ^a	1468 ^a	307.8

¹ C-1: negative control (no ND vaccine), C: control diet, BMD[®]: C + BMD[®] premix 0.1%, Safmannan[®]: C + Safmannan[®] 0.1%, World-Labs[®]: C + World-Labs[®] 0.1%.

^{a,b} Mean with the different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

Table 6. Leukocytes and erythrocytes profile of chickens fed experimental diets

Parameter ¹	Treatments ²					SEM	
	C-1	C	BMD [®]	Safmannan [®]	World-Labs [®]		
WBC(K/uL)	33.31 ^a	31.10 ^a	32.17 ^a	22.40 ^b	17.71 ^b	1.76	
NE(K/uL)	12.74 ^a	12.67 ^a	13.14 ^a	8.95 ^b	7.20 ^b	0.77	
LY(K/uL)	13.15 ^a	11.11 ^b	11.67 ^{ab}	8.16 ^c	6.49 ^c	0.65	
Leukocytes	SI(NE/LY)	0.97 ^b	1.14 ^a	1.14 ^a	1.10 ^{ab}	1.13 ^a	0.05
MO(K/uL)	4.78 ^a	4.23 ^a	4.36 ^a	3.16 ^b	2.53 ^b	0.26	
EO(K/uL)	1.98 ^a	2.22 ^a	2.18 ^a	1.52 ^b	1.10 ^b	0.15	
BA(K/uL)	0.68 ^{ab}	0.88 ^a	0.82 ^{ab}	0.61 ^{bc}	0.40 ^c	0.08	
RBC(M/uL)	3.41 ^a	3.05 ^{ab}	3.06 ^{ab}	2.72 ^{bc}	2.53 ^c	0.12	
HB(g/dL)	12.16	12.51	12.63	12.85	13.03	0.53	
Erythrocytes	HCT(%)	41.20 ^a	37.33 ^{ab}	37.03 ^{ab}	32.89 ^{bc}	31.11 ^c	1.49
MCV(fL)	120.82	122.25	121.10	121.40	123.18	1.14	
MCH(pg)	36.04 ^c	41.25 ^b	41.61 ^b	47.11 ^a	51.94 ^a	1.78	
MCHC(g/dL)	29.91 ^c	33.79 ^{bc}	34.39 ^b	39.09 ^a	42.16 ^a	1.44	

¹ C-1: negative control (no ND vaccine), C: control diet, BMD[®]: C + BMD[®] premix 0.1%, Safmannan[®]: C + Safmannan[®] 0.1%, World-Labs[®]: C + World-Labs[®] 0.1%.

² WBC: White blood cell, NE: Neutrophil, LY: Lymphocyte, SI: Stress indicator, MO: Monocyte, EO: Eosinophil, BA: Basophil, RBC: Red blood cell, HB: Hemoglobin, HCT: Hematocrite, MCV: Mean corpuscular volume, MCH: Mean corpuscular hemoglobin, MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration.

^{a-c} Means with the different superscripts within a row differ significantly ($p < 0.05$).

Table 6에서는 혈액 내 백혈구와 적혈구 관련 분석 결과를 보여주고 있다. 초기 염증시 증가하는 것으로 알려진 백혈구 (WBC) 수와 급·만성 염증시 증가하는 것으로 알려진 호중구 (NE)의 경우, C-1, 대조구 및 BMD[®] 처리구보다 Safmannan[®] 처리구와 World-Labs[®] 처리구가 유의하게 낮았다.

자가 면역 질환이나 급성 감염증 회복기에 증가하는 림프구 (LY)의 수도 Safmannan[®] 처리구와 World-Labs[®] 처리구가

타 처리구들에 비해 유의하게 낮았다. 반면 stress indicator로 알려진 NE/LY는 C-1에서 가장 낮았다.

화농성 질환이나 조직 괴사시 증가하는 단핵구(MO), 기생충 감염이나 면역성 과민 반응시 증가하는 호산구(EO), 그리고 호산구와 공조하며 유사한 반응을 보이는 호염구(BA)에 있어서도 Safmannan[®] 처리구와 World-Labs[®] 처리구가 가장 낮았는데 전반적으로 World-Labs[®] 처리구가 가장 낮았다.

따라서 Safmannan[®] 과 World-Labs[®]는 면역 기능에 있어서 상당히 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다.

한편 적혈구와 관련된 항목들의 분석 결과를 보면 적혈구 혈색소(HB) 함량이나 평균 적혈구 용적(MCV)은 처리간에 유의한 차이가 없었다. 적혈구(RBC) 수와 적혈구 용적(HCT 또는 PCV)에서는 처리 간에 유의한 차이가 있었는데 World-Labs[®] 처리구가 가장 낮고, 다음으로 Safmannan[®] 처리구였으며, C-1구가 가장 높았다. 반면에 평균 적혈구 혈색소량(MCH)과 평균 적혈구 혈액소 농도(MCHC)는 Safmannan[®] 처리구와 World-Labs[®] 처리구가 타 처리구에 비해 유의하게 높았다. 이는 대조구와 비교할 때 Safmannan[®] 처리구와 World-Labs[®] 처리구에서 적혈구의 수는 적은 반면 적혈구내 혈색소의 농도는 높아 결과적으로 혈액 내 전체 혈색소의 함량에는 차이가 없음을 보여주며 이에 대한 임상학적 의의는 추후 심도 있게 검토되어야 할 것으로 사료된다.

4. 장내 미생물

장 내용물을 가지고 분석한 장내 미생물의 수는 Table 7에 나타내었다. *Lactobacilli*, *Cl. perfringens*, *E. coli* 수는 처리간에 유의한 차이가 없었으나, 괴사성 장염을 유발하는 *Cl. perfringens*가 World-Labs[®] 처리구에서는 검출되지 않았다는 것은 흥미로운 결과이다. 생균제를 급여하면 소장 내 *Cl. perfringens* 수를 감소시킨다는 박대영 등(2002)의 보고와 일치하였다. Sims 등(2004)은 칠면조 실험에서 BMD[®] 처리구와 MOS 처리구가 *Cl. perfringens* 수를 감소시킨다고 보고하였다. 통계적 유의차는 없었으나 Safmannan[®] 처리구와 BMD[®] 처리구가 *E. coli* 수가 적었는데 Fairchild 등(2001)은 특히 어린 병아리가 *E. coli*에 감염되었을 때 Flavomycin과 MOS를 사료내 급여하면 생산성을 향상시킨다고 보고하였다.

Spring 등(2000)과 Zdunczyk 등(2005)은 MOS가 맹장에서 대장균의 수치를 일부 감소시켰지만 의미 있는 수치 감소는 없었다고 보고하였고 또한 유산균의 수치에도 효과가 없었

다고 보고하였다.

5. 영양소 이용율

영양소 이용율 분석 결과는 Table 8에서 보는 바와 같다. 조성분 중 조지방과 조섬유의 이용율에서만 처리간에 유의한 차이가 있었는데 조지방의 이용율 경우는 BMD[®] 처리구가 가장 높고 World-Labs[®] 처리구가 가장 낮았으며 조섬유의 이용율에서는 World-Labs[®] 처리구가 가장 높고 대조구가 가장 낮았다. 종합 생균제인 World-Labs[®] 처리구에서 조섬유의 이용율이 높은 것은 당연한 결과로 보인다. 조섬유 이용율은 생균제 0.1% 처리구가 대조구보다 4.2%가 향상되었다는 김재황 등(2001)의 보고와 일치하였다.

총 평균 아미노산 이용률에 있어서는 처리간에 유의한 차이가 없었으나 BMD[®] 처리구가 가장 높았다. 아미노산 중 glycine, alanine, isoleucine 그리고 methionine의 이용율은 처리 간에 유의한 차이를 보였는데 BMD[®] 처리구가 전반적으로 높은 이용율을 보였고, isoleucine을 제외한 나머지 아미노산들에 있어서는 World-Labs[®] 처리구가 낮았다.

이상의 결과를 종합해 보면 면역 증강제로 간주되는 Safmannan[®]이나 복합 생균제인 World-Labs[®]가 항생제 BMD[®] 첨가구나 대조구에 비해 생산성에 있어 유의한 차이를 보이지 않았으나 백혈구와 적혈구 성장에 유의한 영향을 미치므로 임상학적인 의의에 대한 추가적인 검토가 필요하다고 사료된다.

적 요

본 실험은 Beta-glucan과 MOS의 복합제 Safmannan[®]과 복합생균제 World-Labs[®]가 육계의 생산성과 영양소 이용율, 소장내 미생물 균총 및 면역 체계에 미치는 영향을 측정하기 위해 대조구에 BMD[®] 처리구, Safmannan[®] 처리구 그리고

Table 7. Microbial population in the lower small intestinal content of broiler chickens at 5 weeks of age

Parameter	Treatments(CFU log ₁₀ /kg) ¹					SEM
	C-1	C	BMD [®]	Safmannan [®]	World-Labs [®]	
<i>Lactobacilli</i>	8.73	8.78	8.31	8.32	8.30	0.201
<i>Cl. perfringens</i>	0.30	0.37	0.56	0.23	0.00	0.186
<i>E. coli</i>	4.40	5.22	4.18	3.96	5.26	0.650

¹ C-1: negative control (no ND vaccine), C: control diet, BMD[®]: C + BMD[®] premix 0.1%, Safmannan[®]: C + Safmannan[®] 0.1%, World-Labs[®]: C + World-Labs[®] 0.1%.

World-Labs[®] 처리구 등 4처리구로 두었다. 실험의 결과를 종합해 보면 생산성에 있어서는 처리에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 그 동안에 밝혀진 선행 실험들의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 즉, 생산지수에서 BMD[®] 처리구가 가장 높고 다음으로 Safmannan[®] 처리구와 World-Labs[®] 처

리구였으며 대조구가 가장 낮았다.

IgG, ND titer 그리고 장내 균총들은 처리간에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 백혈구 및 적혈구 계통의 혈액 분석 결과는 매우 유의한 차이를 나타내었는데, World-Labs[®] 처리구와 Safmannan[®] 처리구들은 BMD[®] 처리구와 대조구에 비해 leukocytes와 RBC가 전반적으로 적었으며, 평균 적혈구 혈색소량(MCH)과 혈색소 농도(MCHC)는 높았다. 이렇게 뚜렷한 혈액 성분 분석치의 차이에 대한 임상 및 생리학적 의의는 앞으로 규명해야 할 과제이다. 장내 미생물의 결과는 통계적 유의차는 없었으나 괴사성 장염을 유발하는 *Cl. perfringens*가 World-Labs[®] 처리구에서는 검출되지 않았으며 영양소 이용율에서는 일부 아미노산과 조지방의 경우 BMD[®] 처리구가 가장 높았으며 조섬유의 경우 World-Labs[®] 처리구가 가장 높았다.

(색인어 : Beta-glucan, mannan-oligosaccharides, 생균제, BMD[®], Safmannan[®], World-Labs[®], 육계)

사 사

본 연구는 농림부 농림 기술 관리센터의 연구비 지원(# 20050182)과 (주) CTC 바이오의 협찬에 의해 수행되었기에 감사드립니다.

인용문헌

- Association of Official Analytical Chemists 1990 Official Methods of Analysis. 15th ed Association Official Analytical Chemists Washington DC.
- Baba E, Nagaishi S, Fukuta T, Arakawa A 1991 The role of intestinal microflora on the prevention of *Salmonella* colonization in gnotobiotic chickens. Poultry Sci 70:1902-1907.
- Fairchild AS, Grimes JL, Jones FT, Wineland MJ, Edends FW, Sefton AE 2001 Effects of hen, bio-mos, and flavomycin on poult susceptibility to oral *Escherichia coli* challenge. Poultry Sci 80:562-571.
- Fernandez F, Hinton M, Van Gils B 2002 Dietary mannan-oligosaccharides and their effect on chicken caecal microflora in relation to *Salmonella enteritidis* colonization. Avian Pathol 31(1)49-58.
- Line JE, Bailey JS, Cox NA, Stern NJ, Tompkins T 1998 Effect

Table 8. Nutrients availability of the experimental diets

Item	Treatments ¹				SEM
	C	BMD [®]	Safmannan [®]	World-Labs [®]	
		%			
DM	76.57	77.12	76.40	76.58	0.68
Crude protein	61.68	63.94	62.17	59.93	1.66
Crude fat	92.54 ^{ab}	93.75 ^a	90.39 ^{bc}	89.52 ^c	0.86
Crude fiber	0.72 ^b	5.70 ^{ab}	6.17 ^{ab}	9.89 ^a	2.17
Ash	24.64	27.30	26.63	22.81	1.81
NFE	85.83	85.54	85.82	85.93	0.42
Amino Acids					
Aspartic acid	82.81	84.20	82.70	82.71	0.80
Threonine	88.18	88.59	87.84	87.52	0.77
Serine	82.72	84.28	83.27	83.27	0.90
Glutamic acid	88.72	89.94	88.49	88.76	0.51
Glycine	58.58 ^a	57.76 ^a	58.10 ^a	42.00 ^b	3.50
Alanine	79.94 ^{ab}	82.51 ^a	78.60 ^b	80.02 ^{ab}	0.83
Valine	82.03	83.38	80.72	80.63	0.93
Isoleucine	83.58 ^{ab}	85.34 ^a	82.97 ^{ab}	82.80 ^b	0.76
Leucine	86.59	88.12	86.16	86.51	0.73
Phenylalanine	86.30	87.62	86.07	85.92	0.77
Lysine	86.18	87.69	86.52	85.98	0.75
Histidine	87.98	89.20	87.79	87.78	0.75
Arginine	91.05	91.37	91.37	90.46	0.76
Cystine	77.91	79.72	77.63	74.71	1.581
Methionine	89.61 ^{ab}	90.82 ^a	88.91 ^{ab}	88.19 ^b	0.685
Total means	83.48	84.50	83.14	81.82	2.34

¹ C: control diet, BMD: C + BMD[®] premix 0.1%, Safmannan: C + Safmannan[®] 0.1%, World-Labs: C + World-Labs[®] 0.1%.

^{ab} Means with the different superscripts within a row differ significantly ($p < 0.05$).

- of yeast supplemented feed on *Salmonella* and *Campylobacter* population in broiler. *Poultry Sci* 77:405-410.
- Lowry VK, Farnell MB, Ferro PJ, Swaggerty CL, Bahl A, Kogut MH 2005 Purified beta-glucan as an abiotic feed additive up-regulates the innate immune response in immature chickens against *Salmonella enterica* serovar. *enteritidis*. *Int J Food Microbiol* 98(3):309-318.
- Maiolino R, Fioretti A, Menna LF, Meo C 1992 Research on the efficiency of probiotics in diet for broiler chickens. *Nutrition Abstracts and Reviews Series B* 62:482.
- Mohan B, Kadirvel R, Natarajan A, Bhaskaran M 1996 Effect of probiotics supplementation on growth, nitrogen utilisation and serum cholesterol in broilers. *Br Poultry Sci* 37(5):395-401.
- NRC 1998 Nutrient Requirements of Poultry. National Research Council National Academy of Science Washington DC.
- Santoso U, 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* 1995 Oct 74:523-529.
- SAS Institute 1996 SAS/STAT[®] User's Guide Release 6.12 Edition SAS Institute Inc Cary Nc USA.
- Shashidhara RG, Devegowda G 2003 Effect of dietary mannan oligosaccharide on broiler breeder production traits and immunity. *Poultry Sci* 82(8):1319-1325.
- Sims MD, Dawson KA, Newman KE, Spring P, Hoogell DM 2004 Effects of dietary mannan oligosaccharide, bacitracin methylene disalicylate, or both on live performance and intestinal microbiology of Turkey. *Poultry Sci* 83:1148-1154.
- Spring P, Wenk C, Dawson KA, Newman KE 2000 The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry Sci* 79(2):205-211.
- Watkins BA, Kratzer FH 1983 Effect of oral dosing of *Lactobacillus* strain on gut colonization and liver biotin in broiler chicks. *Poultry Sci* 62:2088-2094.
- Xiao Z, Trincado CA, Murtaugh MP 2004 Beta-glucan enhancement of T cell IFN gamma response in swine. *Vet Immunol Immunopathol* 8:102(3):315-320.
- Zdunczyk Z, Juskiewicz J, Jankowski J, Koncicki A 2004 Performance and caecal of turkey to diets without or antibiotic and with different levels of mannan-oligosaccharide. *Arch Anim Netr* 58(5):367-378.
- Zdunczyk Z, Juskiewicz J, Jankowski J, Koncicki A 2005 Metabolic response of the gastrointestinal tract of turkey to diets with different levels of mannan-oligosaccharide. *Poultry Sci* 84(6):903-909.
- Zulkifli I, Abdulllah N, Azrin NM, Ho YW 2000 Growth performance and immune response of two commercial broiler strains fed diets containing *Lactobacillus* cultures and oxytetracycline under heat stress conditions. *Br Poultry Sci* 41 (5):593-597.
- 김상호 박수영 유동조 나재천 최철환 박용운 이상진 류경선 2000 육계 생산성 및 맹장 내 미생물에 대한 유산균의 첨가효과. *한국가금학회지* 27:31-41.
- 김재황 김영민 김삼철 하홍민 고영두 김창현 2001 복합 생균제(Economix)의 사료내 첨가가 육계의 생산성 및 계사내 유해가스 감소에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 43(3):349-360.
- 박대영 남궁환 백인기 2002 Yeast Culture(*Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia pastoris*)가 육계의 생산성, 소장 내 미생물 균총 및 혈청 IgG 농도에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 44(3):289-296.
- 박수영 김상호 유동조 이상진 류경선 2001 유산균의 급여가 육계의 성장 능력에 미치는 영향. *한국가금학회지* 28(1):27-40.