

# 면역기능 조절제(MOS, Lectin)와 유기산제(Organic acid F, Organic acid G)가 산란계의 생산성, 혈액성상과 소장내 미생물 균총 및 면역체계에 미치는 영향

우경천 · 김찬호 · 백인기  
중앙대학교 산업과학대학 동물자원과학과

## Effects of Supplementary Immune Modulators(MOS, Lectin) and Organic Acid Mixture(Organic acid F, Organic acid G) on the Performance, Profile of Leukocytes and Erythrocytes, Small Intestinal Microflora and Immune Response in Laying Hens

K. C. Woo, C. H. Kim and I. K. Paik

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

### ABSTRACT

An experiment was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of MOS, lectin and organic acid mixture (Organic acid F, Organic acid G) on the egg production, egg quality, profile of leukocytes and erythrocytes, small intestinal microflora and immune response in laying hens. A total of 900 Hy-line Brown<sup>®</sup> laying hens of 48 wks old were assigned to one of the following 6 dietary treatments: control (C), C+Avillamycin<sup>®</sup> 6ppm, C+MOS 250ppm, C+lectin 12.5ppm, C+Organic acid F (formic acid 35.4%, formate 34.6%, potassium 30.0%) 0.3% and C+Organic acid G (fumaric acid 23%, calcium formate 14%, potassium sorbate 5%, calcium propionate 7%) 0.06%. Each treatment was replicated five times with thirty birds per replicate, housed in 2 bird cages. Feeding trial lasted for 6 wks under 16 hours lighting regimen. All supplemental groups were higher than the control in 6 wks hen-day and hen-housed egg production showing the highest with MOS treatment (P<0.05). Soft & broken egg productions were lower in supplemental groups than in the control except lectin treatment (P<0.05). Egg yolk color of supplemental groups was higher than that of the control except Organic acid G treatment (P<0.05). The values of RBC, HB, MCHC were highest in lectin treatment and lowest in MOS treatment (P<0.05). The numbers of intestinal microflora were not significantly different among the treatments. Serum IgG levels of all supplemental groups were higher than those of the control (P<0.05). In conclusion, for supplementation of antibiotics, immune modulators and organic acid mixture improved production parameters in general. Among the supplements, MOS showed the best performance in egg production and egg yolk color.

**(Key words)** : Immune modulators, Organic acid mixture, Performance, Immune response, Laying hens)

---

Corresponding author : I. K. Paik, Department of Animal Science and Technology, Chung Ang University, Ansung-si, Kyunggi-Do, Korea.  
Tel : 031-670-3028, E-mail : ikpaik@cau.ac.kr

## I. 서 론

항생제는 가축의 질병예방, 치료는 물론 영양소 이용율을 증진시켜 생산성에 효과가 있기 때문에 가장 경제적인 가축사료의 첨가제로 널리 이용되어 왔다. 그러나 최근 항생제의 오남용으로 가축이 특정 항생제에 대한 내성을 갖게 되었고 축산물의 항생제 잔류문제로 인한 식품의 안전성이 사회적 문제로 대두되었다. EU는 사료첨가제로서 생산성 개선용 항생제의 사용을 금지 하였으며 국내에서도 사료에 첨가할 수 있는 항생제가 농림부 고시 제 2004-72호에 의해 53종에서 25종으로 축소되었다. 특히 산란계사료는 계란의 항생제 잔류문제로 사용이 전면 금지되어 있다. 따라서 최근 산란계 농장은 친환경 사양관리 방식을 도입하여 유기농사료와 계란내 항생제가 없는 브랜드계란 생산에 대해 많은 관심을 갖게 되었다. 따라서 최근 항생제를 대체할 수 있는 첨가제의 개발에 대한 관심이 고조되고 있는데 면역조절제인 Mannan-oligosaccharides, lectin, 유기산이 항생제 대체제로 주목을 받고 있다.

*Saccharomyces cerevisiae*의 세포벽에서 추출한 Mannan-oligosaccharide는 장내에서 *E. coli*, *Salmonella* 등의 병원균과 결합하여 장상피 세포막에 부착하지 않고 함께 배출되는 기능을 갖고 있다 (Springe 등, 2000). 칠면조에 급여하면 맹장에서 *E. coli* 수를 감소시키고 (Zdunczyk 등, 2005). Aflatoxin B1에 감염된 산란계에 MOS를 급여하면 Aflatoxin B1 흡수를 억제하여 계란의 품질을 향상시키고 (Zaghini 등, 2005), IBD virus에 감염된 육용종계에 급여하면 항체 반응이 높다 (Shashidhara 등, 2003). Mannan-Binding Lectin은 체액성 항체가 생기기 전에 IB virus 활동을 억제한다 (Juul-Madsen 등, 2003). Coccidiosis에 감염된 닭에서 효과적인 면역조절제와 성장촉진제 역할을 하고 (Dalloul 등, 2006) 산란계에서 *Salmonella* 균에 대한 억제효과가 있으며 (심, 2003) ND와 IB 항체 역가를 상승시켜 체액성 면역을 증진시킨다 (김 등, 2004).

유기산제를 급여하면 소나가 산성화되어

pepsinogen의 peptide bond가 분열되어 pepsin으로의 전환을 촉진하여 단백질 소화율이 증진된다 (Glick 등, 1982). 장내 pH농도가 4.0이면 *Cl. perfringens*와 *E. coli* 수를 감소시킨다 (Chaveerach 등, 2002; Margarita 등, 2004). 초생추에 formic acid, propionic acid를 첨가하면 *Salmonella*의 수를 감소를 시키고 (AL-Tarazi 등, 2003) 초생추에게 음수로 급여해도 상피세포의 손상이 없이 *Campylobacter*를 효과적으로 억제한다 (Chaveerach 등, 2004). Propionic acid를 육계에 급여하면 생산성에는 효과가 없었으며 단지 십이지장에서 *E. coli*의 수만 감소되었고 (Izat 등, 1990) 소나과 모래주머니에서만 pH 농도가 낮아지고 소장내의 pH 농도는 변화가 없었다 (Thomson과 Hinton, 1997)는 상반된 보고가 있다. 따라서 본 시험은 항생제 대체물질로서 면역조절제인 Mannan-oligosaccharides, lectin, 유기산을 첨가하여 산란계의 생산성 및 혈액성상, 혈청 IgG, 그리고 장내 미생물 균총에 미치는 영향을 비교하기 위해 사양시험을 실시하였다.

## II 재료 및 방법

### 1. 시험동물 및 시험설계

본 시험의 사양시험을 위해 48주령의 산란계 (Hy-Line Brown<sup>®</sup>) 900수를 선별하여 A형 2단 케이지에 대조구를 포함 총 6처리구로 구성하여 처리당 5반복, 반복당 30수, 케이지당 2수씩 수용하여 randomized block design으로 배치하였다. 시험에 사용된 처리구는 Table 1과 같다.

본 시험에 사용된 항생제는 Avillamycin<sup>®</sup> 2%를 함유한 Avillamix<sup>®</sup> (CTC BIO Co., Ltd.)를 0.03% 사용하여 6ppm을 첨가하였으며 MOS는 BIO-MOS<sup>®</sup> (Alltech Korea Co., Ltd.) 25%를 0.1% 사용하여 250ppm을 첨가하였으며 lectin은 Mannanose-specific lectin을 함유한 Immuno-fance<sup>®</sup> (Bioaid Co.Ltd., Korea.) 2.5%를 0.05% 사용하여 12.5ppm을 첨가하였으며 Organic acid F는 formic acid 35.4%, formate 34.6%, potassium 30.0% 혼합제인 FORMI<sup>®</sup> (BASF Korea Co., Ltd.)를 0.3% 첨가하였으며 Organic acid G는

Table 1. Treatment of experimental diets

Treatment	Content
Control	Control diet (C)
Antibiotics	C + Avillamycin 6ppm
MOS	C + MOS 250ppm
Lectin	C + Mannose-spepecific lectin 12.5 ppm
Organic acid F	C + (formic acid 35.4%, formate 34.6%, potassium 30.0%) 0.3%
Organic acid G	C + (fumaric acid 23%, calcium formate 14%, potassium sorbate 5%, calcium propionate 7%) 0.06%

Control : control diet, Antibiotics : control diet + Avillamycin<sup>®</sup> 6ppm, MOS: control diet + BIO-MOS<sup>®</sup> 250ppm, Lectin: control diet + 12.5ppm lectin by Immunofence<sup>®</sup>, Organic acid F: control diet + FORMI<sup>®</sup> 0.3%, Organic acid G: control diet + GALLACID<sup>®</sup> 0.06%.

fumaric acid 23%, calcium formate 14%, potassium sorbate 5%, calcium propionate 7% 혼합제인 GALLACID<sup>®</sup> (Morning Bio Co.,Ltd.)를 0.06% 첨가하였다. 본 시험의 첨가량은 제조회사에서 경제성을 고려한 권장량을 참고로 하였다.

## 2. 시험사료 제조 및 사양관리

대조구사료는 CP 18%, ME 2800 kcal/kg인 산란계사료를 제조하여 급여하였다. 대조구사료의 배합비와 영양소 함량은 Table 2와 같다. 사양시험은 대학부속 산란계 시험농장에서 2006년 3월 8일부터 4월 18일까지 6주간 실시하였고 시험기간 동안 물과 사료는 자유 섭취하게 하였으며 일반적인 점등관리(16 hr)를 실시하였다.

## 3. 조사항목 및 분석방법

(1) 산란율, 난중, 연파란율, 사료섭취량, 사료요구율

산란율(hen-day egg production, hen-housed production), 평균난중(Egg weight), 연파란율(Soft & broken egg production)은 매일 오후 5시에 측정하여 주별 평균을 계산하였고 사료섭취량(Feed intake)은 주 1회 조사하여 사료요구율

Table 2. Formula and composition of experiment basal diet

Ingredients	%
Corn (USA, No. 3)	55.391
Soybeanmeal (local)	11.000
Soybeanmeal (import)	11.694
Corn gluten-61% (local)	1.122
Corn gluten-61% (import)	1.400
Animal fat	2.500
Fullfat-soybean	5.000
DCP	1.722
Limestone	9.675
Salt	0.250
Choline-Cl-50%	0.050
Methionine-99%	0.950
Premix <sup>1)</sup>	0.100
	100.00
Calculated composition	
ME (kcal/kg)	2,800
Crude protein (%)	18.00
Ca (%)	4.00
Available phosphorus (%)	0.40
lysine (%)	0.90
Met + Cys (%)	0.70

<sup>1)</sup> Contains per kg : vit A, 12,000,000 IU; vit D<sub>3</sub>, 3,000,000 IU; vit E, 15,000 IU; vit K<sub>3</sub>, 2,000 mg; vit B<sub>1</sub>, 1,500 mg; vit B<sub>2</sub>, 4,000 mg; vit B<sub>6</sub>, 3,000 mg; vit B<sub>12</sub>, 15,000 mg; Ca-pantothenic acid, 8,000 mg; Folic acid, 500 mg; Oxyzero, 6,000 mg; Niacin, 20,000 mg; Biotin, 100 mg; I, 1,000 mg; Fe, 50,000 mg; Mn, 65,000 mg; Zn, 65,000 mg; Cu, 9,000 mg; Co, 100 mg; Se, 150 mg.

(Feed conversion rate)을 산출하였다.

## (2) 난각강도, 난각색, 난황색, 난각두께, Haugh unit

주 1회씩 총 6회 (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 week)에 걸쳐 반복당 20개 처리당 100개 총 600개의 계란으로 난각강도, 난각색, 난황색, 난각두께, Haugh unit 등의 품질검사를 실시하였다. 난각강도와 난각두께는 Texture Analyser (Stable Micro System, UK)와 Dial Pipe Gauge (Model 7360, Mitutoyo Co., Kwasaki 213., Japan)를 이용해 측정하였다. 난각색과 난황색은 Color fan (eggshell; Samyang Co., Korea, egg yolk; Roche Co., Switzerland)을 이용해 측정하였다. 난백고를 측정하여 난중을 대비한 Haugh unit 수치를 구하였다 (FHK 卵白測定臺, FHK Co., Japan).

## (3) 혈액성상 분석 및 IgG 측정

사양시험 종료 직후 처리당 8수씩 심장에서 혈액 5ml씩 EDTA가 처리된 vacutainer에 채혈한 후 24시간 안에 혈액분석기 (HEMACYTE; OSI, Oxford Science, Inc., USA)를 이용하여 혈액성상을 분석하였고, 1,500 rpm으로 30분간 원심분리한 후 혈청을 따로 분리하여 IgG 분석전까지 냉동보관하였다. IgG 분석은 Chicken IgG ELISA Quantitation Kit (BETHYL Laboratories, Inc., USA)를 이용하여 측정하였다.

## (4) 장내 미생물 분석

사양시험 종료시 처리당 10수씩 경추탈골에 의해 도계한 후 ileocecal junction의 상부 10cm씩 일정하게 절개하여 그 안에 있는 모든 내용

물을 멸균된 용기에 담아 분석 전까지  $-50^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다. 채취한 장내용물 약 1g을 멸균된 15ml test tube에 담고 멸균된 증류수 9ml을 첨가하여 희석( $10^{-1}$ )시킨 후  $10^{-2}$ ~ $10^{-8}$ 까지 단계적으로 희석하였다. 세 종류의 선택 배지 평판에 희석된 샘플을 1ml씩 접종시키고 혐기적 (GasPak System, BBL Microbiology System, Becton Dickinson & Co., USA) 또는 호기적으로 배양하였다. 선택배지 및 배양 조건은 Table 3에 나타난 바와 같다. 배양 후 미생물의 수를 각 평판의 colony-forming unit(CFU)으로 계산 후  $\log_{10}$ 으로 환산하였다.

## (5) 통계분석

자료는 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.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 산란율, 난중, 연파란율, 사료섭취량, 사료 요구율

처리에 따른 생산성 결과는 Table 4에 요약하였다. 6주 동안의 산란율 (hen-day and hen-house egg production)에서는 처리간에 유의한 ( $P < 0.05$ ) 차이가 있었는데 MOS 처리구가 87.0%로 가장 높은 산란율을 보였으며 다음으로 Organic acid F 처리구, lectin 처리구, Organic acid G 처리구, 항생제 처리구, 대조구 순으로

Table 3. Media and culturing conditions of microorganism

Microorganism	Selective media	Incubating condition	Incubation time (hours)
<i>Lactobacilli</i>	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 <sup>®</sup> 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 4. Laying performance during the 6wks experiment

Parameter	Treatments						SEM
	Control	Anti biotics	MOS	Lectin	Organic acid F	Organic acid G	
<b>Performance</b>							
Hen-day production(%)	86.06 <sup>b</sup>	86.33 <sup>ab</sup>	87.00 <sup>a</sup>	86.61 <sup>ab</sup>	86.76 <sup>ab</sup>	86.58 <sup>ab</sup>	0.195
Hen-house production(%)	85.99 <sup>b</sup>	86.33 <sup>ab</sup>	87.00 <sup>a</sup>	86.61 <sup>ab</sup>	86.76 <sup>ab</sup>	86.47 <sup>ab</sup>	0.196
Egg weight(g)	65.07	65.40	65.94	66.22	65.87	65.43	0.449
Soft & broken (%)	0.17 <sup>ab</sup>	0.02 <sup>c</sup>	0.07 <sup>bc</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.10 <sup>bc</sup>	0.06 <sup>bc</sup>	0.033
Feed intake (g)	130.30	131.75	129.00	128.09	130.69	128.86	1.235
Feed conversion	2.26	2.23	2.16	2.20	2.21	2.17	0.035
<b>Egg quality</b>							
Egg shell strength(kg/cm <sup>2</sup> )	3,293	3,342	3,272	3,300	3,266	3,476	67.3
Eggshell color	12.03	12.25	12.20	12.28	12.13	12.05	0.133
Egg yolk color	11.27 <sup>bc</sup>	11.48 <sup>ab</sup>	11.61 <sup>a</sup>	11.38 <sup>abc</sup>	11.41 <sup>abc</sup>	11.16 <sup>c</sup>	0.081
Egg shell thickness	41.77	41.84	41.82	41.71	41.64	42.06	0.262
Haugh unit	85.80	86.47	86.42	87.93	85.70	86.71	0.605

Control : control diet, Antibiotics : control diet + Avilamycine<sup>®</sup> 6 ppm, MOS: control diet + BIO-MOS<sup>®</sup> 250 ppm, Lectin: control diet + 12.5 ppm lectin by Immunofence<sup>®</sup>, Organic acid F: control diet + FORMI<sup>®</sup> 0.3%, Organic acid G: control diet + GALLACID<sup>®</sup> 0.06%

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

대조구가 86.06%로 가장 낮았다. 난중은 모든 첨가구가 대조구 보다 무거운 경향이 있었다. 연파란율은 항생제 처리구가 0.02%로 가장 낮았으며 lectin 처리구가 0.26%로 가장 높았다. Lectin 처리구를 제외한 모든 첨가구가 대조구 보다 연파란율이 낮았다(P<0.05). 사료섭취량은 대조구와 모든 첨가구간에 유의차가 없었으나 사료요구율은 MOS 처리구가 가장 낮았으며 대조구가 가장 높았다. 모든 첨가구가 대조구에 비해 사료요구율이 낮은 경향이 있었다. 산란계 실험에서 MOS 처리구, Avillamycin<sup>®</sup> 처리구, 대조구 순으로 산란율이 높았다는 Bozkurt 등 (2002)의 보고와 crude lectin이 주성분인 감태 0.1% 급여시 대조구에 비해 난중이 무거웠다는 심(2003)의 보고와 산란계에 MOS를 급여하면 산란율이 개선되고 사료 섭취량과 사료 요구율은 차이가 없었다는 Dimovelis 등 (2003)의 보고와 일치하였다. Stanley 등 (2000)은 산란계에

MOS 급여시 산란율, 난중, 계란의 비중이 개선되었다고 보고하였다. 산란계에 유기산 0.2% 급여시 egg mass는 개선되었으나 사료요구율은 유의적인 차이가 없었다는 박 등 (2002)의 보고와 일치하였으나 천연유기산의 일종인 목초액을 산란계에 급여시 egg mass와 사료요구율이 개선되었다는 이 등 (2001)의 보고와는 일치하지 않았다.

## 2. 난각강도, 난각색, 난황색, 난각두께, Haugh unit

난각강도, 난각색, 난각두께는 대조구와 모든 처리구 간에 유의차가 없었다. 단, 난각색은 대조구가 가장 낮았고 lectin 처리구가 가장 높았으며 모든 첨가구가 대조구에 비해 비교적 높은 경향이 있었다. 난황색은 11.61로 MOS 처리구가 가장 높았으며 Organic acid G 처리구는

11.16으로 가장 낮았으며 Organic acid G 처리구를 제외한 모든 첨가구들이 대조구에 비해 높았다( $P<0.05$ ).

Haugh unit는 lectin 처리구가 87.93, organic acid G 처리구가 86.71, 항생제 처리구가 86.47, MOS 처리구가 86.42, organic acid F 처리구가 85.70, 대조구가 85.50 순이었다. 모든 첨가구가 대조구에 비해 높은 경향을 보였다. 박 등 (2002)은 산란기에 유기산 0.2%를 급여하면 Haugh unit는 증가하였고 난각강도, 난황색에는 유의적인 차이는 없었다는 보고와 일치하였다. 심(2003)은 crude lectin이 주성분인 감태 0.1% 급여 시 대조구에 비해 난각강도, 난각두께, Haugh unit에는 영향을 미치지 않았으나 난황색은 대조구에 비해 다소 높은 경향이 있었다고 보고하였다. Dimovelis 등 (2003)은 산란기에 MOS를 급여하면 난각두께가 증가한다고 하였고 김 등 (2006)은 천연유기산의 일종인 목초액 함유 황성탄을 산란기에 급여시 Haugh unit, 난황계수, 난황색이 대조구에 비해 유의하게 개선되었다고 하였다. 면역조절제인 MOS와 lectin는 면역력을 개선하여 생산성을 개선하며 유기산은 소화기내의 pH농도를 낮추어 병원성 미

생물을 억제하고 pepsinogen의 peptide bond가 분열되어 pepsin으로의 전환을 촉진하여 단백질 소화율이 증진하여 생산성을 개선한 것으로 사료된다.

### 3. 혈액성상 분석

혈중 백혈구 및 적혈구 분석자료는 Table 5, 6에 요약하였다. 초기 염증시 증가하는 것으로 알려진 백혈구 (WBC), 급만성 염증시 증가하는 것으로 알려진 호중구 (NE), 자가면역 질환이나 급성 감염증 회복기에 증가하는 림프구 (LY) 또한 화농성 질환이나 조직괴사시 증가하는 단핵구 (MO)나 기생충 감염이나 면역성 과민 반응시 증가되는 호산구 (EO), 호산구 (EO)와 공조하며 유사한 반응을 보이는 호염구 (BA)의 경우 처리구들 간에 통계적 유의차가 없었다. 다만 stress indicator (NE/LY)는 lectin 처리구가 0.48로 가장 높았지만 나머지 처리구간에는 0.25~0.30으로 비슷한 수치를 보였다 ( $P<0.05$ ).

Erythrocytes와 관련된 수치들 중 적혈구 (RBC)에서는 lectin 처리구가 정상수치인 2.5~3.5를 초과하여 4.99로 가장 높았으며 나머지

Table 5. Leukocytes profile of laying hens fed experimental diets

Parameter	Treatments						SEM
	Control	Anti biotics	MOS	Lectin	Organic acid F	Organic acid G	
Leukocytes							
WBC (K/ul)	21.39	21.52	22.99	24.68	21.71	18.55	3.439
NE (K/ul)	3.94	4.03	5.00	6.41	3.74	3.61	0.958
LY (K/ul)	14.53	14.44	14.26	14.43	13.43	14.03	1.943
MO (K/ul)	2.41	2.09	2.53	2.37	2.07	2.20	0.542
SI (NE/LY)	0.26 <sup>b</sup>	0.30 <sup>b</sup>	0.27 <sup>b</sup>	0.48 <sup>a</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.25 <sup>b</sup>	0.062
EO (K/ul)	0.28	0.31	0.49	0.39	0.25	0.28	0.123
BA (K/ul)	0.06	0.07	0.11	0.07	0.05	0.06	0.030

Control : control diet, Antibiotics : control diet + Avilamycine<sup>®</sup> 6ppm, MOS: control diet + BIO-MOS<sup>®</sup> 250ppm, Lectin: control diet + 12.5ppm lectin by Immunofence<sup>®</sup>, Organic acid F: control diet + FORMI<sup>®</sup> 0.3%, Organic acid G: control diet + GALLACID<sup>®</sup> 0.06%.

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

WBC : White blood cell, NE : Neutrophil, LY : Lymphocyte, MO : Monocyte, SI : Stress indicator, EO : Eosinophil, BA:Basophil.

Table 6. Erythrocytes profile of laying hens fed experimental diets

Parameter	Treatments						SEM
	Control	Anti biotics	MOS	Lectin	Organic acid F	Organic acid G	
Erythrocytes							
RBC (M/ul)	2.80 <sup>b</sup>	3.05 <sup>b</sup>	2.51 <sup>b</sup>	4.99 <sup>a</sup>	2.92 <sup>b</sup>	2.94 <sup>b</sup>	0.411
Hb (g/dl)	10.20 <sup>ab</sup>	10.95 <sup>ab</sup>	8.93 <sup>b</sup>	12.28 <sup>a</sup>	10.27 <sup>ab</sup>	10.51 <sup>ab</sup>	0.853
HCT (%)	32.33	34.28	28.76	36.15	32.80	33.35	2.880
MCV (fl)	115.62 <sup>a</sup>	114.32 <sup>a</sup>	95.57 <sup>ab</sup>	82.27 <sup>b</sup>	115.52 <sup>a</sup>	112.82 <sup>a</sup>	9.573
MCH (pg)	36.62	36.77	29.68	27.60	36.37	35.80	2.994
MCHC (g/dl)	31.61 <sup>ab</sup>	32.20 <sup>ab</sup>	25.87 <sup>b</sup>	33.98 <sup>a</sup>	31.57 <sup>ab</sup>	31.78 <sup>ab</sup>	2.313

Control : control diet, Antibiotics : control diet + Avilamycine<sup>®</sup> 6 ppm, MOS: control diet + BIO-MOS<sup>®</sup> 250 ppm, Lectin: control diet + 12.5 ppm lectin by Immunofence<sup>®</sup>, Organic acid F: control diet + FORMI<sup>®</sup> 0.3%, Organic acid G: control diet + GALLACID<sup>®</sup>0.06%.

<sup>ac</sup> Means with the different superscripts differ significantly (P<0.05).

RBC:Red blood cell, HB:Hemoglobin, HCT:Hematocrit, MCV:Mean corpuscular volume, MCH:Mean corpuscular hemoglobin, MCHC: Mean corpuscular hemoglobin concentration.

처리구간에는 차이가 거의 없었다 (P<0.05). 헤모글로빈 (HB)은 모든 처리구가 정상범위내의 수치를 보였고 lectin 처리구가 12.28 (g/dl)로 가장 높았으며 MOS 처리구가 8.93 (g/dl)으로 가장 낮았다 (P<0.05). 적혈구 용적 (HCT)과 평균 적혈구 혈색소량 (MCH)은 처리구간에 유의차가 없었으며 평균 적혈구 색소농도 (MCHC)는 lectin 처리구가 33.98 (g/dl)로 가장 높았으며 MOS 처리구가 25.87로 가장 낮았다 (P<0.05). 닭의 leukocytes와 erythrocytes의 정상범위 수치는 WBC:12-30 (K/ul), NE:3-6 (K/ul), LY:7-15 (K/ul), MO:0.2-2.0 (K/ul) EO:0.0-1.0 (K/ul), BA: 0.0-0.3 (K/ul). RBC:2.5-3.5 (M/ul), Hb:7.0-13.0 (g/dl), HCT:22.0-35.0 (%), MCH:25-37 (pg), MCHC: 21-39(g/dl)(Melvin, 1984)이므로 본 시험에서 처리구간에 나타난 유의한 차이들에 대한 임상학적 의의는 추후 심도있게 검토되어야 할 과제다.

#### 4. 혈중 IgG 농도

혈청 IgG 농도 분석자료는 Table 8에 요약하였다. 혈청 IgG 농도는 처리구간에 유의한 (P<0.05) 차이가 있었는데 MOS 처리구가 가장 높았고 다음으로 Organic acid F 처리구, Organic acid G 처리구, lectin 처리구, 항생제 처리구,

대조구 순이었다. 칠면조에 MOS를 급여하면 혈청 IgG 농도가 증가한다는 Cetin 등(2005)과 Savage 등 (1996)의 보고와 일치하였다. Shashidhara와 Devegowd (2003)은 육용종계에 MOS를 급여하면 IBDV에 대한 항체가 증가한다고 하였다. 육용종계에 lectin을 급여하면 IgG 농도가 증가한다는 Cotter (2000) 보고와 염증이 증가되면 mannan binding lectin이 혈청 IgG 농도를 증가시킨다고 한 Arnold 등 (2006)의 보고와 일치하였다. Partanen과 Moroz (1991)는 유기산을 급여하면 점막의 면역능력을 증진시킨다고 하였다. 본 시험에서도 모든 첨가구가 대조구에 비해 혈청 IgG 농도가 유의적으로 높아 면역증강 효과가 있는 것으로 사료된다.

#### 5. 장내 미생물

장내 미생물 분석자료는 Table 7에 요약하였다. *Lactobacilli* 수는 MOS 처리구가 가장 높았으며 그 다음으로 항생제 처리구, lectin 처리구, Organic acid F 처리구, Organic acid G 처리구, 대조구 순으로 처리구간에 유의적인 차이는 없었지만 모든 첨가구가 대조구보다 높은 경향이 있었다. 괴사성 장염을 유발하는 *Cl. perfringens* 수는 MOS 처리구가 가장 낮았으며 Organic

Table 7. Microbial population in the lower small intestinal content of laying hens at 53wks age

Parameter	Treatments (cfu log <sub>10</sub> /g)						SEM
	C	Antibiotics	MOS	Lectin	Organic acid F	Organic acid G	
<i>Lactobacilli</i>	7.42	8.26	8.51	8.08	8.00	7.97	7.889
<i>Cl. perfringens</i>	1.80	1.18	0.40	1.44	1.94	1.64	1.399
<i>E.coli</i>	4.32	4.69	3.57	4.46	5.05	4.71	4.619

Control : control diet, Antibiotics : control diet + Avilamycine<sup>®</sup> 6 ppm, MOS: control diet + BIO-MOS<sup>®</sup> 250 ppm, Lectin: control diet + 12.5 ppm lectin by Immunofence<sup>®</sup>, Organic acid F: control diet + FORMI<sup>®</sup> 0.3%, Organic acid G: control diet + GALLACID<sup>®</sup> 0.06%.

Table 8. IgG concentration of blood from Laying Hens fed experiment diets

Parameter	Treatments						SEM
	C	Antibiotics	MOS	Lectin	Organic acid F	Organic acid G	
IgG (ug/mlserum)	252.37 <sup>b</sup>	268.18 <sup>b</sup>	397.53 <sup>a</sup>	287.75 <sup>b</sup>	351.78 <sup>ab</sup>	321.17 <sup>ab</sup>	29.534

Control : control diet, Antibiotics : control diet + Avilamycine<sup>®</sup> 6 ppm, MOS: control diet + BIO-MOS<sup>®</sup> 250 ppm, Lectin: control diet + 12.5 ppm lectin by Immunofence<sup>®</sup>, Organic acid F: control diet + FORMI<sup>®</sup> 0.3%, Organic acid G: control diet + GALLACID<sup>®</sup> 0.06%.

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

acid F 처리구를 제외한 모든 처리구가 대조구보다 낮은 경향이 있었다. *E. coli* 수는 처리구 간 유의적인 차이는 없었다. MOS를 닭에게 급여하면 *Bifidobacterium spp.*와 *Lactobacillus spp.*의 수를 증가시키고 반면 *Enterobacteriaceae group*과 *S. enteritidis*의 수를 감소시킨다는 Fernandez 등 (2002)의 보고와 MOS를 육계에 급여하면 맹장에서 *E. coli*의 수가 감소하는 경향이 있다는 Spring 등 (2000)의 보고와 일치하였다. 김 등 (2004)은 육계에 *Salmonella*를 경구투여 하였을 때 lectin을 첨가한 처리구들은 대조구에 비해 폐사율이 유의하게 감소하는 것으로 보아 감태에서 추출한 crude lectin은 *Salmonella*에 대한 특이성이 있다고 하였다. 심 (2003)은 산란계에 *Salmonella*를 경구투여 하였을 때 crude lectin이 주성분인 감태를 급여한 처리구의 소장의 출현흔적이 대조구에 비해 적게 관찰되었다고 하였다. 육계의 acidified litter 시험에서는 맹장의 *Lactobacilli* 수가 높았고 회장에서 *Cl. perfringens* 수가 가장 적었다는 Margarita 등 (2004)의 보고가 있으나 propionic acid의 육계실험에서 *E. coli* 수가 유의적으로

감소하였다는 Izat 등 (1990)의 보고와는 일치하지 않았다. 유기산이 장내의 미생물에 대한 효과가 일정하지 않는 이유는 유기산의 종류 및 첨가량에 따라 달라지고 특히 닭의 경우 소화기관이 짧아 소낭과 모래주머니에서만 pH의 농도가 낮아지고 소장내의 pH 농도는 변화가 어렵기 때문인 것으로 사료된다.

#### IV. 요약

본 시험은 대조구, 항생제 처리구: Avilamycin<sup>®</sup> 6 ppm, MOS 처리구: MOS 250 ppm, lectin 처리구: Mannose specific lectin 12.5 ppm, Organic acid F 처리구: FORMI<sup>®</sup> (formic acid 35.4%, formate 34.6%, potassium 30.0%) 0.3%, Organic acid G 처리구: GALLACID<sup>®</sup> 0.06% 등 6 처리구를 두고 이들 처리가 산란계에 미치는 영향을 비교 평가하기 위하여 생산성, 혈액성상, 혈청 IgG, 장내 미생물 균총을 조사하였다. 사양시험은 48주령의 산란계(Hy-Line Brown<sup>®</sup>) 900수를 선별하여 6처리, 5반복, 반복당 15케이지, 케이지당 2수씩 A형 2단 케이지



에 수용하고 randomized block design으로 배치하였다. 6주 동안의 산란율(hen-day, hen-house egg production)에서는 MOS 처리구가 가장 높은 산란율을 보였고 모든 첨가구가 대조구보다 산란율이 높았다 ( $P<0.05$ ). 난중은 lectin 처리구가 가장 높았으며 모든 첨가구들이 대조구보다 높은 경향이 있었다. 연파란율은 lectin 처리구를 제외한 모든 첨가구들이 대조구보다 낮았다 ( $P<0.05$ ). 난황색은 Organic acid G 처리구를 제외한 모든 첨가구들이 대조구보다 높았다 ( $P<0.05$ ). Haugh unit는 lectin 처리구가 가장 높았으며 모든 첨가구들이 대조구보다 높았다. Leukocytes 중 SI는 lectin 처리구가 가장 높았다 ( $P<0.05$ ). Erythrocytes 중 RBC, HB, MCHC는 lectin 처리구가 가장 높았으며 MOS 처리구가 가장 낮았다 ( $P<0.05$ ). 장내 미생물에서는 처리구간에 유의적인 차이는 없었으나 *Lactobacilli* 수는 대조구보다 첨가구들이 높은 경향이 있었고 *Cl. perfringens* 수는 Organic acid F를 제외한 모든 첨가구들이 대조구보다 낮은 경향이 있었다. 혈청 IgG 농도는 MOS 처리구가 가장 높았으며 모든 첨가구들이 대조구보다 유의적으로 높았다 ( $P<0.05$ ). 결론적으로 본 시험에서 사용된 면역조절제(MOS, Lectin)와 유기산제는 산란계에서 항생제(Avilamycin<sup>®</sup>)와 유사한 생산성을 나타내어 항생제 대체제로서 산란계의 생산성을 효과적으로 개선할 수 있으며 특히 이 중에서 MOS의 생산성 개선효과가 가장 높았다.

## V. 사 사

본 연구는 2005년도 농림부 핵심전략 기술개발과제 연구비 지원에 의해 수행되었기에 감사드립니다.

## VI. 인 용 문 헌

1. AL-Tarazi, Y. H. and Alshwabkeh, K. 2003. Effect of dietary formic acid and propionic acid on *salmonella pullorum* shedding and mortality in layer chicks after experimental infection. *Vet. Public Health* 50(3):112-117.
2. Arnold, J. N., Dwek, R. A., Rudd, P. M. A. and Sim, R. B. 2006. Mannan binding lectin and its interaction with immunoglobulin in health and in disease. *Immunol. Lett.* 106(2):103-110.
3. Bozkurt, M. and Baser, K. H. C. 2002. The effect of antibiotics, mannan oligosaccharides and essential oil mixture on laying hen performance. 1st European Symposium, Bioactive Secondary Plant Products in Veterinary Medicine, Vienna, Austria.
4. Cetin, N., Guclu, B. K. and Cetin, E. 2005. The Effect of Probiotics and Mannan-oligosaccharide on some Haematological and Immunological Parameters in Turkey. *J. Vet. Med. A* 52:263-267.
5. Chaveerach, P., Keuzenkamp, D. A., Lipman, L. J. and Van Knapen, F. 2002. *In vitro* study on the effect of organic acid on *Campylobacter jejuni/coli* population in mixtures of water and feed. *Poultry Sci.* 81(5):621-628.
6. Chaveerach, P., Keuzenkamp, D. A., Lipman, L. J. and Van Knapen, F. 2004. Effect of organic acid in drinking water for young broilers on *Campylobacter* infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological cell changes. *Poultry Sci.* 83(3):330-334.
7. Cotter, P. T. 2000. Analysis of chicken bile by gel precipitation reaction using a lectin in the place of antibody. *Poultry Sci.* 79(9):1276-1281.
8. Dalloul, R. A., Lillehoj, H. S., Lee, J. S., Lee, J. S. and Chung, K. S. 2006. Immunopotentiating effect of a *Fomitella fraxinea*-derived lectin on chicken immunity and resistance to coccidiosis. *Poultry Sci.* 85:446-451.
9. Dimovelis, E., Christake, A., Goussi, T. and Spais, A. B. 2003. Effect of Bio-MOS<sup>®</sup> on growth, egg production and egg quality of Lohmann brown layer. Poster presented at Alltech' 19<sup>th</sup> Annual Nutritional Biotechnology in the Feed and Industries, Lexington, Ky.
10. Fernandez, F., Hinton, M. and 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.
11. Glick, D. M., Valler, M. J., Rowlands, C. C., Evans, J. C. and Kay, J. 1982. Activation of spin labeled chicken pepsinogen. Biochemistry. 1982 Aug 3:21(16):3746-3750.
  12. Izat, A. L., Adams, M. H., Cabel, M. C., Colberg, M., Reiber, M. A., Skinner, J. T. and Waldroup, P. W. 1990. Effect of formic acid or calcium formate in feed on performance and microbiological characteristics of broiler. Poultry Sci. 69(11):1876-82.
  13. Jull-Madsen, H. R., Munch, M., Handberg, K. J., Sorensen, P., Johnson, A. A. and Jorgensen, P. H. 2003. Serum levels of mannan-binding lectin in chickens prior to and during experimental infection with avian infectious bronchitis virus. Poultry Sci. 82:235-241.
  14. Margarita, N. G., Magne, S., Hanne, O. and Henning, S. 2004. Acidified litter benefits the intestinal flora balance of broiler chickens. Appl. Environ. Microbiol 70(9):5208-5213.
  15. Melvin, J. S. 1984. Physiological Properties & Cellular & Chemical Constituents of Blood. Dukes' Physiology of Domestic Animals. 10<sup>th</sup> Ed.
  16. Partanen, K. H. and Mroz, Z. 1991. Organic acid for performance enhancement in pig diet. Nutr. Res. Rev. 117-145.
  17. SAS Institute. 1996. SAS/STAT<sup>®</sup> User's Guide. Release 6.12 Ed. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA.
  18. Savage, T. F., Cotter, P. F. and Zakrzewska, E. I. 1996. The effect of feeding a mannan-oligosaccharide on immunoglobulin plasma IgA and bile IgA of male turkey. Poultry Sci.(Suppl.1):143.
  19. Shashidhara, R. G. and Devegowda, G. 2003. Effect of dietary mannan-oligosaccharide on broiler breeder production traits and immunity. Poultry Sci. 82:1319-1325.
  20. Spring, P., Wenk, C., Dawson, K. A. and Newman, K. E. 2000. The effects of dietary mannan-oligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. Poultry Sci. 79(2):205-211.
  21. Stanley, V. G., Brown, C. and Selfton, T. 2000. Single and combined effects of dietary protease and mannan-oligosaccharide on the performance of laying hen. Poultry Sci. 79(Suppl.1): 62(Abstract).
  22. Thompson, J. L. and Hinton, M. 1997. Antibacterial activity of formic acid and propionic acid in the diet of hen on Salmonellas in the crop. Br. Poultry Sci. 38(1):59-65.
  23. Zaghini, A., Martelli, G., Roncada, P., Simioli, M. and Rizzi, L. 2005. Mannan-oligosaccharides and Aflatoxin B1 in feed for laying hens : Effects on egg quality, Aflatoxin B1 and M1 residues in egg, and Aflatoxin B1 levels in liver. Poultry Sci. 84:825-832.
  24. Zdunczyk, Z., Juskiewicz, J., Jankowski, J. and 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.
  25. 김관응, 유선중, 안병기, 조태수, 안병준, 최돈하, 강창원. 2006. 목초액 함유 활성탄 급여가 산란계에서 계란의 품질과 화학적 조성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 48(1):59-68.
  26. 김성권, 유선중, 안병기, 박근규, 이훈택, 송창선, 허익, 강창원. 2004. 사료내 감태 및 감태로부터 추출한 crude protein의 첨가가 육계의 생산성 및 면역반응에 미치는 영향. 한국가금학회지 제 21차 정기총회 및 학술발표회. 23-25.
  27. 박재홍, 박강희, 류경선. 2002. 유기산제와 효모 배양물의 급여가 산란계의 생산성 및 품질에 미치는 영향. 한국가금학회지 29(2):109-115.
  28. 심재민. 2003. 감태와 감태부산물의 영양적 가치 평가와 사료 내 첨가가 양계의 내병성 및 생산성에 미치는 영향에 관한 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문.
  29. 이홍룡, 류경선. 2001. 산란계 사료에 목초액의 첨가 급여가 생산성 및 계란품질에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 43(5):655-662.
- (접수일자 : 2007. 1. 8. / 채택일자 : 2007. 8. 20.)