

## Oligosaccharides 계열 생균제가 산란계의 생산성, 장내 미생물 및 혈청 면역 글로불린 함량에 미치는 영향

김찬호 · 신광석 · 우경천 · 백인기<sup>†</sup>  
중앙대학교 산업과학대학 동물자원과학과

### Effect of Dietary Oligosaccharides on the Performance, Intestinal Microflora and Serum Immunoglobulin Contents in Laying Hens

C. H. Kim, K. S. Shin, K. C. Woo and I. K. Paik<sup>†</sup>

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

**ABSTRACT** This study was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of mannan-oligosaccharides (MOS) and fructo-oligosaccharides (FOS) on the performance, immune response and small intestinal microflora in laying hens. A total of 960 Hy-Line Brown<sup>®</sup> laying hens of 27 wks old, housed in 2 bird cages, were assigned in a completely randomized block design into one of the following 6 dietary treatments: control, antibiotic (6 ppm avilamycine), 0.025% MOS, 0.05% MOS, 0.25% FOS, and 0.5% FOS. Each treatment had 4 replicates of 40 birds and was fed *ad libitum* for 6 wks under 16 h lighting regimen. There were significant differences among treatments in hen-day and hen-housed egg production. Hen-day egg production in 0.025% MOS was significantly higher than that of control. Hen-housed egg production in antibiotic-treated group was significantly higher compared with control. Egg weight, feed intake and feed conversion were not significantly different among treatments. Egg shell thickness was highest in 0.25% FOS, but was not significantly different among the rest of treatments. There were no significant differences among treatments in egg shell strength, egg shell color, egg yolk color and Haugh unit. IgG concentrations in serum were not significantly different among treatments. On the other hand, IgA concentrations of the treated birds tended to be increased compared with control. Dietary treatments tended to decrease *Cl. perfringens* and *E. coli*, and to increase *Lactobacillus* spp. The result of this experiment showed that dietary supplementation of MOS and FOS in laying hens tended to improve egg production comparable to the supplementation of antibiotics. The level of serum IgA and small intestinal microflora were also significantly affected by the treatments.

(Key words : oligosaccharides, MOS, FOS, immunoglobulin, microflora, laying hens)

## 서 론

지금까지 항생제가 거의 모든 어린 가축의 성장 촉진 및 사료 효율 개선에 효과가 있는 것으로 인정되어 널리 사용되어 왔으나, 최근 선진 각국에서는 축·수산업의 항생제 사용이 인체에서 내성 증가에 미칠 수 있는 영향을 고려하여 성장 촉진 목적의 항생제 사용을 금지시키는 추세이며, 국내에서도 농림부고시 제2004-72호에 의하여 2004년에 53종에서 25종으로 축소시켰고, 2007년 12월부터는 다시 18종(항록시톱제 9종, 성장 촉진용 9종)으로 제한하였으며, 2012년에 가서는 성장 촉진용 항생제 사용은 사용이 전면 금지될 예

정이다. 따라서 항생제를 대체할 수 있는 성장 촉진용 첨가제에 대한 연구가 광범위하게 실시되어 왔다. 항생제 대체제들 중 올리고당은 prebiotics라고 불리우는데 이들은 체내의 장에 존재하는 유산균을 선택적으로 성장시키고 장내 유해균의 성장을 막아주는 역할을 한다. 많은 올리고당 중 가축 사료에 가장 많이 쓰이는 것은 mannan-oligosaccharides(MOS)와 fructo-oligosaccharides(FOS)이다. MOS는 항병력이 있어 가축의 성장에 기여하는 것으로 알려져 오래 전부터 유럽에서 이용되어 왔다. 이는 효모의 세포벽에서 추출한 mannan을 주성분으로 하며, 특정 미생물에 대한 선택적 결합으로 병원성 미생물을 억제하고(Ofek등, 1977), 장내에서 *E. coli*, *Sal-*

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

*monella* 등의 병원균과 결합하여 장상피 세포막에 부착하지 않고 함께 배출되는 기능을 갖고 있다고 한다(Spring 등, 2000). Savage 등(1996)은 0.1%의 MOS를 양계 사료에 첨가 시 혈장 내 IgG 그리고 담즙내 IgA가 증가하였다고 보고하였다. 우경천 등(2007)은 산란계 사료에 MOS 첨가 시 산란율과 난황 색도가 대조구에 비하여 유의하게 증가한다고 보고하였다. 육계에 MOS 급여 시는 소화기관에서 Aflatoxin B1의 체내 흡수를 억제하고(Zaghini 등, 2005), 괴사성 장염을 유발시키는 *Cl. perfringens*를 억제하여 폐사율을 감소시켰다(Dahiya 등, 2006). 칠면조에 급여하면 혈청 IgG와 IgA를 증가시켜 면역력을 증진시킴으로써 생산성을 향상시킨다고 하였다(Cetin 등, 2005). FOS는 설탕의 과당(fructose) 잔기에 1~3개의 과당이 결합된 당류의 혼합물로서 그 구성 성분은 1-Kestose(G2), Nystose(G3), 1-β-D Fructofuranosyl nystose(G4) 등으로 구성되어 있는데, 양과, 식용우엉, 보리, 귀리, 마늘, 바나나, 밀 등 식물체에 널리 존재하는 난소화성 탄수화물이다(Mitsuoka 등, 1987). FOS는 육계에 있어서 사료 효율, 도체의 지방을 감소, 도체울 향상에 효과가 있다고 보고되었으며(Ammerman 등, 1988a, b, 1989), 대장에 도달한 FOS는 *Lactobacillus*와 *Bifidobacterium* spp.와 같은 장내 유익한 세균총의 성장에 유익한 환경을 제공한다고 보고하였다(Hidaka 등, 1986; Mitsuoka 등, 1987). 육계에 *Salmonella* 접종 후 사료에 FOS를 첨가하면 대조구에 비해 증체량이 유의하게 개선되었으나, 사료 효율에는 유의한 차이가 없다고 보고하였다(Wadroun 등, 1993; 최규형 등, 1993,1994). 본 실험은 oligosaccharides 가운데 MOS와 FOS를 산란 사료에 첨가 시 산란계의 생산성 및 혈액 내 항체 수준 그리고 장내 미생물 균총에 미치는 영향을 무첨가 대조구(negative control) 및 항생제 대조구(positive control)와 비교 평가하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 동물 및 설계

본 실험을 위해 27주령의 산란계(Hy-Line Brown<sup>®</sup>) 960수를 선별하여 A형 2단 케이지에 대조구를 포함하여 총 6처리구로 구성하여 처리당 4반복, 반복당 40수, 케이지당 2수씩 수용하여 완전 임의 배치하였다. 시험에 사용된 처리는 대조구(Control; negative control), 항생제 첨가구(Antibiotics; positive control), MOS 0.025% 첨가구, MOS 0.05% 첨가구, FOS 0.25% 첨가구 그리고 FOS 0.5% 첨가구였다. 항생제로는 avilamycin 3% 제제인 Avilamycine<sup>®</sup>을 0.02% 또는 avilamycin 6

ppm을, MOS는 BIO-MOS<sup>®</sup>(MOS 25%제제)를 0.1% 또는 0.2%를, 그리고 FOS는 G2,G3 그리고 G4 함량이 97%인 삼양제넥스 Sun-Oligo<sup>®</sup>를 0.25% 또는 0.5%를 각각 첨가하였다. 항생제와 올리고당의 첨가 수준은 제조회사의 적정 또는 최저 수준을 사용하였다.

### 2. 시험 사료 제조 및 사양 관리

기초(대조구) 사료는 NRC(1994) 요구량에 준하여 CP 18%, ME 2,800 kcal/kg인 산란계 사료(Table 1)를 제조하여 급여하였다. 대조구 사료의 배합비와 영양소 함량은 Table 1과 같다. 사양 시험은 총 6주간 실시하였고 시험 기간 동안 물과 사료는 자유 섭취하게 하였으며 일반적인 점등 관리(자연

**Table 1.** Formula and composition of basal layer diet

Ingredients	%
Corn(US No 3)	57.69
Soybean meal-44%	24.44
Corn gluten-61%	3.36
Animal fat	2.50
DCP	1.66
Limestone	9.72
Salt	0.25
Cholin-Cl-50%	0.05
Lysine-78%	0.10
Methionine-99%	0.13
Vitamin-mineral premix <sup>1</sup>	0.10
Total	100.00
Calculated composition	
ME (kcal/kg)	2,800
Crude protein (%)	18.00
Ca (%)	4.00
Available P (%)	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>, 2,500,000 IU; vit E, 20,000 IU; 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>, 3,000mg; vit B<sub>12</sub>, 2,000 mg; Ca-pantothenate, 10,000 mg; Folic acid, 1,000 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; Oxyzero, 6,000 mg.

일조+조명 ; 16 hr)를 실시하였다.

### 3. 조사 항목 및 분석 방법

#### 1) 생산성 조사(산란율, 평균 난중, 사료 요구율)

산란율(hen-day egg production, hen-housed egg production), 평균 난중은 매일 오후 4시에 측정하여 주 별 평균을 계산하였고 사료 섭취량은 주 1회 조사하여 사료 요구율(사료 섭취량/100 g 계란 중량)을 산출하였다.

#### 2) 계란의 품질 검사(난각 강도, 난각색, 난각 두께, 난황색, Haugh unit)

매주 임의적으로 반복당 20개씩 처리당 80개 총 480개의 계란을 채취하여 난각 강도, 난각색, 난각 두께, 난황색, Haugh unit 등의 품질 검사를 실시하였다. 난각 강도와 난각 두께는 계란의 첨단부, 둔단부 그리고 중간 부위 등 세 곳의 난각 샘플을 Texture Analyser(Stable Micro System, UK)와 Dial Pop 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 농후 난백고(H; mm)를 측정하여  $HU=100\log\{H-(1.7 \times W^{0.37} + 7.57)\}$  공식(Eisen et al., 1962)에 의해서 계산하는데 AMES (Waltham, MASS, U.S.A.)의 Haugh unit 측정기를 사용하였다.

#### 3) 혈청내 면역글로불린(IgG, IgA) 측정

사양 시험 종료 직후 처리당 8수씩(총 48수) 선발하여 본 대학 동물 실험 윤리위원회 규정에 의거하여 심장에서 혈액을 채취하였으며, EDTA가 처리된 vacutainer에 5 mL씩 담아 혈액의 응고를 방지하였다. 1,500 rpm으로 20분간 원심분리한 후 혈청을 따로 분리하여 IgG, IgA 분석 전까지 냉동 보관하였다. 혈청내 IgG, IgA의 농도는 Mancini(1965)에 의해 개발된 single immuno-diffusion test(RID test)법에 준하여 ELISA reader(Bio-Rad. #model-680, Hercules, California)에서 흡광도 450 nm로 측정하였다. IgG 및 IgA standard reference 값은 Chicken IgG 및 IgA(Koma Biotech. Co. Ltd.: ELISA chicken IgG 및 IgA core kit)를 1,000, 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.12 ng/mL 로 각각 희석하여 측정하였고, 분석시마다 각각의 희귀 방정식을 사용하여 값을 계산하였다.

#### 4) 장내 미생물

사양 시험 종료 직후 상기 규정에 의거 처리당 8수씩 경

추 탈골에 의해 희생시킨 후 ileocecal junction의 상부 10 cm 씩 일정하게 절개하여 그 안에 있는 모든 내용물을 멸균된 용기에 담아 분석 전까지  $-50^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다. 채취한 장내 물 1 g을 멸균된 15 mL test tube에 담고 멸균된 증류수 9 mL를 첨가하여 희석( $10^{-1}$ )시킨 후  $10^{-2} \sim 10^{-8}$ 까지 단계적으로 희석하였다. 세 종류의 선택 배지 평판에 희석된 샘플은 1 mL씩 접종시키고 혐기적(Gaspak System, BBL Microbiology System, Becton Dickinson & Co., Cockeysville, MD 2130, USA) 또는 호기적으로 배양하였다. 선택 배지 및 배양 조건은 Table 2에 나타난 바와 같다. 배양 후 미생물의 수를 각 평판의 colony-forming unit(CFU)으로 계산 후  $\log_{10}$ 으로 환산하였다.

### 4. 통계 분석

시험에서 얻어진 자료의 통계 처리를 위하여 각 반복 당 주당 평균 생산성을 SAS<sup>®</sup>(1996) GLM(General Linear Model) Procedure를 이용하여 자료를 분석하였으며, *F*-test 결과 유의성( $P < 0.05$ )이 있을 경우 처리구 평균간의 차이를 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 생산성

처리에 따른 생산성 결과는 Table 3에 요약하였다. 일계 산란율(hen-day egg production)은 6주 평균에서 MOS 0.025% 처리구와 항생제 처리구가 대조구보다 유의적으로 높았으며, FOS 0.25% 처리 구를 제외한 다른 첨가구들도 대조구보다 높은 경향을 나타내었다. 산란지수(hen-housed egg production)에 있어서는 항생제구가 대조구와 FOS 0.25% 처리구에 비해 유의적으로 높았으며, 다른 첨가구와는 유의적 차이는 없었지만 전반적으로 첨가구들이 대조구보다 높은 경

**Table 2.** Media and culturing condition of microorganism

Microorganism	Selective media	Incubating condition	Incubation time (hrs)
<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 System	24

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

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

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

향을 나타내었다. 연·파란율에 있어서는 대조구가 다른 처리구들에 비해 높은 경향을 나타내었다. 난중, 사료 섭취량 및 사료 효율은 처리간에 유의한 차이가 없었다. 산란계에 MOS를 급여하면 산란율이 개선되었으며(Dimovelis 등, 2003; 우경천 등, 2007) 산란계 실험에서 MOS 처리구, Avilamycine<sup>®</sup> 처리구, 대조구 순으로 산란율이 높았다는 보고(Bozkurt 등, 2002)와 유사한 결과를 보여주었다. Stanley 등(2000)은 산란계에 MOS 급여 시 산란율뿐만 아니라 난중 및 계란의 비중도 개선된다고 보고한 바 있으며, 육계에 FOS를 급여하면 증체량과 사료 요구율이 향상되는 결과(Ammerman 등, 1988a,b, 1989; Bailey 등 1991)가 보고되었다.

## 2. 계란 품질

Table 3에서 보는 바와 같이 계란 품질에 있어서 난각의 두께는 처리간에 유의한 차이가 있었다. FOS 0.25% 첨가구가 가장 두꺼웠고 MOS 0.025% 첨가구가 가장 얇았으며 다른 처리구들 간에는 유의한 차이가 없었다. 난각 강도, 난각 색, 난황색 및 Haugh unit는 처리간에 유의한 차이가 없었다.

비록 유의성은 없었으나 난각 강도는 난각 두께가 가장 두꺼웠던 FOS 0.25% 첨가구가 가장 높았고, 난각 두께가 가장 얇았던 MOS 0.025% 첨가구가 가장 낮아 난각 두께와 난각 강도 간에는 상관관계가 있는 것으로 추정된다. Solomon (1997)에 의하면 난각의 강도는 난각 두께 외에도 mammillary layer의 구조, cuticle layer의 저항성, membrane fiber와 mammillary body와의 결합력, crack growth에 대한 저항성 등에 영향을 받는다고 하였다. Haugh unit에서는 첨가구 전체가 대조구에 비해 높은 경향이 있어 난백의 품질이 개선될 가능성이 있는 것으로 사료된다. Dimovelis 등(2003)은 산란계에 MOS를 급여 시 난황색이 좋아진다고 보고하였지만 현 시험에서는 처리에 따른 효과는 없었다.

## 3. 혈청내 면역글로불린의 농도

혈청내 IgG 및 IgA 농도 분석 자료는 Table 4에 요약하였다. 혈청내 IgG 농도에서는 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 FOS 0.25% 처리구가 9.71(mg/mL)로 가장 높았고 대조구가 9.37(mg/mL)로 가장 낮았다. 혈청내 IgA 농도에서는 처

**Table 3.** Performance of laying hens fed experimental diets for 6 wk

Parameter	Treatment <sup>1</sup>						SEM
	Control	Anti-biotic	MOS 0.025%	MOS 0.05%	FOS 0.25%	FOS 0.5%	
<b>Performance</b>							
Hen-day egg production (%)	92.74 <sup>b</sup>	93.96 <sup>a</sup>	93.93 <sup>a</sup>	92.70 <sup>ab</sup>	92.41 <sup>b</sup>	93.64 <sup>ab</sup>	0.323
Hen-housed egg production (%)	92.15 <sup>b</sup>	93.96 <sup>a</sup>	93.47 <sup>ab</sup>	92.58 <sup>ab</sup>	92.41 <sup>b</sup>	93.53 <sup>ab</sup>	0.354
Broken & soft shelled egg (%)	0.25	0.08	0.11	0.05	0.19	0.09	0.048
Egg weight (g)	63.59	63.50	62.82	63.18	62.88	63.69	0.309
Feed intake (g/day)	115.39	115.08	115.17	115.78	112.41	115.49	1.027
Feed conversion (feed,g/100g egg mass)	1.96	1.93	1.95	1.98	1.94	1.94	0.017
<b>Egg quality</b>							
Eggshell strength (kg)	4.06	4.10	3.96	4.13	4.31	3.99	0.104
Eggshell thickness (mm)	0.391 <sup>ab</sup>	0.391 <sup>ab</sup>	0.388 <sup>b</sup>	0.392 <sup>ab</sup>	0.395 <sup>a</sup>	0.392 <sup>ab</sup>	0.016
Eggshell color	12.24	12.59	12.40	12.11	12.57	12.42	0.145
Egg yolk color	10.09	10.02	10.04	10.15	10.09	10.09	0.051
Haugh unit	94.98	95.77	96.04	96.20	96.13	95.78	0.422

<sup>1</sup>Control; negative control, Antibiotics; positive control-avilamycine<sup>®</sup> 0.02% or avilamycin 6 ppm, MOS 0.025%; BIO-MOS<sup>®</sup> 0.1%, MOS 0.05%; BIO-MOS<sup>®</sup> 0.2%, FOS 0.25%; Sun-Oligo<sup>®</sup> 0.25%, FOS 0.5%; Sun-Oligo<sup>®</sup> 0.5%.

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

**Table 4.** Serum immunoglobulin concentration of laying hens fed experimental diets

Parameter	Treatments <sup>1</sup> (mg/mL)						SEM
	Control	Antibiotic	MOS 0.025%	MOS 0.05%	FOS 0.25%	FOS 0.5%	
IgG (mg/mL)	9.37	9.49	9.56	9.48	9.71	9.61	0.129
IgA (mg/mL)	0.89 <sup>b</sup>	0.98 <sup>ab</sup>	1.04 <sup>ab</sup>	1.02 <sup>ab</sup>	1.06 <sup>a</sup>	0.99 <sup>ab</sup>	0.037

<sup>1</sup>Control; negative control, Antibiotics; positive control-avilamycine<sup>®</sup> 0.02% or avilamycin 6 ppm, MOS 0.025%; BIO-MOS<sup>®</sup> 0.1%, MOS 0.05%; BIO-MOS<sup>®</sup> 0.2%, FOS 0.25%; Sun-Oligo<sup>®</sup> 0.25%, FOS 0.5%; Sun-Oligo<sup>®</sup> 0.5%.

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

리간에 유의한 차이가 나타났는데 역시 FOS 0.25% 처리구가 1.06 (mg/mL)로 가장 높고 대조구(0.89 mg/mL)가 가장 낮았는데 전반적으로 첨가구들이 대조구에 비해 높은 경향을 보여주었다. 닭의 혈액 내에는 6가지의 면역 단백질이 골수내 B- cell에서 만들어지는 것으로 알려져 있는데, 이 중 가장 농도가 높은 것이 IgG로 생체내 면역력을 주로 담당한다. IgA는 IgG에 비해 혈중 농도가 낮으며 상처 부위에서 유해 미생물 침입 시 국소적 방어 기능을 수행하는 것으로 알려져 있다. 많은 연구에서 MOS가 면역성 및 면역 글로불린에 매우 긍정적인 효과를 발휘한다고 하였는데, 칠면조에 MOS를 급여하면 혈중 IgG 농도가 증가한다는 보고(Cetein 등, 2005)가 있었고 양계 사료에 0.1%의 MOS를 첨가 시 혈장 내 IgG, 닭즙 내 IgA가 증가한다는 보고(Savage 등, 1996)도 있었다. 우경천 등(2007)은 산란계 사료에 MOS 급여 시 혈청 내 IgG 농도가 유의하게 증가한다고 보고하였다. Shashidhara 등(2003)은 육용 종계에 MOS를 급여 시 Infectious bursal disease virus(IBDV)에 대한 항체가 증가한다고 하였다. Nakamura 등(2004)은 쥐에게 FOS 급여 시 공장, 회장, 결장에서 IgA 농도가 유의적으로 증가한다고 보고하였다. Swanson 등(2002)도 FOS급여 시 serum IgA 농도가 증가한다고 보고하였다. 이러한 결과들은 MOS와 FOS가 산란계 면역 체계에 긍

정적인 영향을 미친다는 것을 시사한다.

#### 4. 장내 미생물

장내 미생물 분석 자료는 Table 5에 요약하였다. 피사성 장염을 유발하는 *Cl. perfringens* 수(cfu)는 처리 간에 유의한 차이가 있었는데, 전반적으로 oligosaccharides 처리구들이 낮았다. *E. coli* 수는 유의적 차이는 없었지만 모든 첨가구에서 대조구보다 낮은 경향을 보였다. *Lactobacilli* 수는 처리간에 유의한 차이가 있었는데 FOS 0.5% 처리구가 가장 높고 대조구가 가장 낮았으며 전체적으로 첨가구들이 대조구에 비하여 높았다. MOS를 닭에게 급여하면 *Bifidobacterium* spp.와 *Lactobacillus* spp.의 수를 증가시킨다는 Fernandez 등(2002)의 보고와 MOS를 육계에 급여하면 맹장에서 *E. coli*의 수가 감소하는 경향이 있다는 Spring 등(2000)의 보고와 일치하였다. 대장에 도달한 FOS는 *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* spp.와 같은 장내 유익한 세균종의 성장에 유익한 환경을 조성한다고 보고(Hidaka 등, 1986; Mitsuoka 등, 1987)하였고, Swanson 등(2002)은 개에게 FOS와 MOS 급여 시 *Lactobacillus* spp.는 증가시키고, *E. coli* 수는 감소한다고 보고한 바 있다.

이상의 결과를 종합적으로 고찰해 보면 첨가구들 중 특히

**Table 5.** Microbial population in the small intestinal content of laying hens at 32 wks of age

Parameter	Treatment <sup>1</sup> (cfu log <sub>10</sub> /g)						SEM
	Control	Antibiotic	MOS 0.025%	MOS 0.05%	FOS 0.25%	FOS 0.5%	
<i>Cl. perfringens</i>	2.90 <sup>a</sup>	2.87 <sup>a</sup>	2.24 <sup>b</sup>	1.83 <sup>b</sup>	2.57 <sup>ab</sup>	2.20 <sup>b</sup>	0.213
<i>E. coli</i>	5.37	4.96	4.48	4.30	4.40	5.22	0.476
<i>Lactobacillus</i>	7.54 <sup>c</sup>	7.93 <sup>bc</sup>	8.12 <sup>b</sup>	8.13 <sup>b</sup>	7.91 <sup>bc</sup>	8.37 <sup>a</sup>	0.072

<sup>1</sup>Control; negative control, Antibiotics; positive control-avilamycine<sup>®</sup> 0.02% or avilamycin 6 ppm, MOS 0.025%; BIO-MOS<sup>®</sup> 0.1%, MOS 0.05%; BIO-MOS<sup>®</sup> 0.2%, FOS 0.25%; Sun-Oligo<sup>®</sup> 0.25%, FOS 0.5%; Sun-Oligo<sup>®</sup> 0.5%.

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

항생제구가 대조구에 비해 산란 생산성이 높았다. 올리고당 처리구들 중 FOS 0.25%구를 제외하면 항생제 처리구와 유의한 차이가 없었으며 올리고당 종류나 수준 간에도 유의한 차이가 없었다. 올리고당 처리구들은 혈중 면역글로불린 특히 IgA를 증가시키며, 장내 유해 미생물(*Cl. perfringense* 와 *E. coli*)을 감소시키고, 유익 미생물(*Lactobacillus* spp.)을 증가시키는 경향이 있었다.

## 적 요

본 실험은 mannan-oligosaccharide(MOS)와 fructo-oligosaccharides(FOS)가 산란계의 생산성과 소장 내 미생물 균총 및 혈액 내 항체 수준에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시하였다. 사양 시험은 27주령의 산란계(Hy-Line Brown) 960수를 선별하여 A형 2단 케이지에 대조구 포함 총 6처리구로 구성하여 처리당 4반복, 반복당 40수씩 randomized block design으로 배치하였다. 시험 기간 동안 물과 사료는 자유 섭취하게 하였으며, 일반적인 점등 관리(자연 일조+조명; 16 h)를 실시하였다. 실험은 대조구, 항생제구, avilamycin 6 ppm, MOS 0.025%구, MOS 0.05%구, FOS 0.25%구, FOS 0.5%구 등 총 6처리구를 두어 실시하였다. 일계 산란율과 hen-housed 산란율은 처리구간에 유의적 차이가 있었다. 일계 산란율과 hen-housed 산란율은 MOS 0.025% 처리구가 대조구와 비교하여 유의적으로 높았다. 난중, 사료 섭취량에서는 처리구간에 유의한 차이가 없었으나, FOS 0.25%구가 다른 첨가구와 대조구에 비해 낮은 경향을 보였다. 난각 두께에서는 FOS 0.25% 처리구가 MOS 0.025% 첨가구에 비해 유의적으로 높았다. 난각 강도, 난각 색깔 지수, 난황 색깔 지수에서는 처리구간에 유의적 차이가 나타나지 않았다. Haugh unit는 유의한 차이는 나타나지 않았지만 전반적으로 대조구에 비해 모든 첨가구들이 높은 경향을 보였다. 혈청 IgG 농도는 처리구간에 유의적인 차이는 없었지만 모든 첨가구들이 대조구에 비하여 높은 경향을 보여주었으며, 혈청 IgA 농도는 FOS 0.25% 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높았다. *Lactobacillus*는 첨가구에서 유의하게 증가하고, *Cl. perfringens*는 유의하게 감소하였으며, *E. coli*는 첨가구들에서 감소하는 경향이 있었다. 결론적으로 MOS와 FOS는 산란계에서 산란율을 증가시키는 경향이 있었고 혈중 IgA 및 장내 미생물 균총에도 유의한 영향을 미쳤다.

(색인어: 올리고당, MOS, FOS, 면역글로불린, 장내미생물, 산란계)

## 사 사

본 연구는 농림부 핵심 전략 기술 개발 과제(항생제 대체제)와 중앙대학교 우수연구자 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

## 인용문헌

- Ammerman E, Quarles E, Twining PV Jr 1988a Effect of dietary fructo-oligosaccharides on feed efficiency in floor-pen reared male broilers. *Poultry Sci.* 67(Suppl.1):1(Abstr.).
- Ammerman E, Quarles E, Twining PV Jr. 1988b Broiler response to the dietary fructo-oligosaccharides. *Poultry Sci* 67(Suppl.1):46(Abstr.).
- Ammerman E, Quarles E, Twining PV Jr. 1989 Evaluation of fructo-oligosaccharides on performance and carcass yield of male broilers. *Poultry Sci.* 68(Suppl.1):67(Abstr.).
- Bailey JS, Blankenship LC, Cox NA 1991 Effect of fructo-oligosaccharides on *Salmonella* colonization of the chicken intestine. *Poultry Sci* 70:2433.
- Bozkurt N, Guclu BK, Cetin E 2005 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.
- Cetin N, Guclu BK, Cetin E 2005 The effect of prebiotics and mannan-oligosaccharide on some haematological and immunological parameters in Turkey. *J Vet Med A* 52:263-267.
- Dahiya JP, Wilkie AG, Van K, Drew MD 2006 Potential strategies for controlling necrotic enteritis in broiler chicken in post-antibiotics area. *Animal Feed Science and Technology* 29:60-88.
- Dimovelis E, Christake A, Goussi T, Spais AB 2003 Effect of Bio-MOS on growth, egg production and egg quality of Lohmann Brown layer. Poster presented at Alltech 19th Annual Nutritional Biotechnology in the Feed and Industries, Lexington, Ky.
- Eisen EJ, Bohren BB, Mckean HE 1962 The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poultry Sci* 41:1461-1468.
- Fernandez F, Hinton M, Van GB 2002 Dietary mannan-oligosaccharides and their effect on chicken caecal microflora in

- relation to *Salmonella enteritidis* colonization. Pathol 31: 49-58.
- Hidaka H, Eida T, Tokunaga T, Tashiro Y 1986 Effect of fructo-oligosaccharides on intestinal flora and human health. Bifidobacteria Microflora 5:37.
- Mancini G, Carnonara AO, Heremans JF 1965. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. Immunochemistry 2:235-254.
- Mitsuoka T, Hidaka H, Eida T 1987 Effect of fructo-oligosaccharides on intestinal microflora. Die Nahrung 31: 427-436.
- Nakamura Y, Nosaka S, Suzuki M, Nagafuchi S, Takahashi T, Yagima T, Takenouchi-Ohkubo N, Tiwase, Moro I 2004 Dietary fructo-oligosaccharides up-regulate immunoglobulin A response and polymeric immunoglobulin receptor expression in intestines of infant mice. Clin Exp Immunol 137(1): 52-58.
- NRC 1994 Nutrient Requirements of Poultry. National Research Council, National Academy of Science, Washington, DC.
- Ofek, I, Mirelman D, Sharon N 1977 Adherence of *Escherichia coli* to human mucosal cells mediated by mannose receptors. Nature 265:623-625.
- SAS Institute 1996 SAS/STAT<sup>®</sup> User's Guide Release 6.11 Edition SAS Institute Inc., Cary, Nc.
- Savage TF, Cotter PF, Zakrzewska, EI 1996 The effect of feeding a mannan-oligosaccharide on immunoglobulin plasma IgG and bile IgA of Wrolstad MW male turkey. Poultry Sci 75 (Suppl):143(Abstr.).
- Shashidhara RG, Devegowda G 2003 Effect of dietary mannan oligosaccharide on broiler breeder production traits and immunity. Poultry Sci 82:1319-1325.
- Solomon SE 1997 Egg & Eggshell Quality. Manson Publishing/The Veterinary Press, Iowa State University Press/Ames.
- Spring P, Wenk C, Dawson KA, Newman KE 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 79:205-211.
- Stanley VG, Brown C, Selfton T 2000 Single and combined effect of dietary protease and mannan-oligosaccharide on the performance of laying hen. Poultry Sci 79(suppl.1):62(Abstract).
- Swanson KS, Grieshop CM, Flickinger EA, Merchen NR, Fahy Jr GC 2002 Effect of supplemental fructo-oligosaccharides and mannan-oligosaccharides on colonic microbial populations, immune function and fecal odor components in the canine. J Nutr 132:1717-1719.
- Waldroup AL, Skinner JT, Hierholzer RE, Waldroup PW 1993 An evaluation of fructo-oligosaccharide in diets for broiler chickens and effects on *Salmonella* concentration of carcass. Poultry Sci 72:643.
- Zaghini A, Martelli G, Roncada P, Simioli M, Rizzi L 2005 Mannan-oligosaccharides and aflatoxin B<sub>1</sub> in feed for laying hens: Effect on egg quality, aflatoxin B<sub>1</sub> and M<sub>1</sub> residues in egg, and aflatoxin B<sub>1</sub> levels in liver. Poultry Sci 84: 825-832.
- 우경천 김찬호 백인기 2007 면역기능 조절제(MOS, Lectin) 과 유기산제(Organic acid F, Organic acid G)가 산란계의 생산성, 혈액성상, 소장내 미생물 균총 및 면역체계에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 49:481-490.
- 최규형 엄재상 백인기 1993 육계에 있어서 fruooligosaccharides와 oxytetracycline의 공급이 생산성과 장내 세균총에 미치는 영향. 한국영양사료학회지 17:118-127.
- 최규형 남궁 환 백인기 1994 Fructo-oligosaccharides 의 급여가 육계의 장내 *Salmonella typhimurium* 증식 억제에 미치는 효과. 한국동물자원과학회지 36:271-284.
- (접수: 2009. 4. 22, 수정: 2009. 6. 16, 채택: 2009. 6. 19)