

## 유산균과 버지니아마이신의 급여가 육계의 생산성 및 장내 미생물에 미치는 영향

김상호 · 박수영 · 유동조 · 이상진 · 류경선<sup>1</sup>

축산기술연구소 가금과, <sup>1</sup>전북대학교 동물자원과학과

### A Comparison of Feeding *Lactobacillus* and Virginiamycin Influence on Performance and Intestinal Microflora of Broiler Chicks

S. H. Kim, S. Y. Park, D. J. Yu, S. J. Lee and K. S. Ryu<sup>1</sup>

Division of Poultry, National Livestock Research Institute, 253 Gyesan-dong, Yuseong-gu, Daejeon, Korea 305-365

<sup>1</sup>Department of Animal Resources and Biotechnology, Chunbuk National University

**ABSTRACT** : This experiment was conducted to investigate the effect of feeding two strains of *Lactobacillus* and virginiamycin on performance, nutrients digestibility and intestinal microflora of broiler chicks (Abor acres × Abor Acres) were randomly allocated into six treatments with four replications for five weeks. Control (no supplement), 0.05% virginiamycin (VM), *Lactobacillus crispatus* avibro1 (LC), *Lactobacillus reuteri* avibro2 (LR), LC+0.05% VM (LC+VM), LR+0.05% VM (LR+VM) were supplemented into basal diets, which contained ME 3,100 kcal/kg and CP 22.0, 20.0% for starting and finishing period, respectively. Weight gain, feed intake and feed conversion (FC) were weekly measured. Nutrients digestibility, intestinal microflora and fecal noxious gas were examined at the end of experiment. Weight gain of chicks fed *Lactobacillus* or VM was significantly higher than control (P<0.05). Feed intake increased significantly in those supplemental groups (P<0.05). FC of chicks fed *Lactobacillus* or VM significantly lower than control (P<0.05). Digestibility of crude protein, calcium, and phosphorus improved significantly in alone or combined *Lactobacillus* treatments (P<0.05). Whereas DM, crude fat and ash digestibility were not statistically different. Feeding *Lactobacilli* tended to increase the total *Lactobacillus* spp. in ileum at one and three weeks of age (WOA) and showed significantly higher in cecum than control at 5 WOA. Total yeast were not shown difference at 1 and 3 WOA, but significantly increased at 5 WOA (P<0.05). The ileal and cecal anaerobes were started to increase from the first WOA. Fecal NH<sub>3</sub> gas tended to decrease in *Lactobacillus* treatments compared to that of other treatments.

(Key words : broiler chicks, *Lactobacillus*, virginiamycin, performance, intestinal microflora, NH<sub>3</sub> gas)

### 서 론

정상적인 태아기의 동물은 무균상태이지만, 탄생과정에서부터 외계에 노출됨에 따라 모체와 주위 환경으로부터 수많은 종류의 세균들이 침입되어 장내세균총을 형성하게 되며 (Jayne-Williams와 Fuller, 1971; Fuller, 1989; 윤용덕, 1997; Roderick 등, 1999). 탄생 3시간 이내에 장내에서 미생물이 검출되기 시작한다 (Savage, 1977; Ducluzeau,

1983). 이러한 장내 미생물총은 장관에 정착, 증식하여 다른 병원성 미생물들의 증식을 억제하는 작용한다. 가축의 정상 장내 미생물총은 장관내로 들어온 사료 등을 분해하여 숙주가 쉽게 소화·흡수할 수 있는 형태로 바꾸어 주거나 숙주가 체내에서 합성할 수 없는 vitamin이나 amino acid를 합성하여 주므로 숙주에게 큰 도움을 줄 뿐 아니라, 어린 가축의 장관 면역기관을 자극하여 면역기능의 발달을 촉진시키기도 한다. 이러한 정상 장내 미생물총은 생리적(사료의

변화, 항생제 투여 등), 환경적(밀사, 고온, 다습, 수송, 환기, 소음 등) stress에 의하여 그 균형이 깨어질 수 있다(Fuller, 1989).

동물이 스트레스를 받게 되면 장내세균총에 변화가 일어나는데, *Lactobacillus*가 스트레스에 의한 악영향을 줄여 줄 수 있다는 것은 이미 널리 알려진 사실이다(Dubos, 1963; Savage 등, 1968; Tortuero, 1973; Fuller와 Brooker, 1974). 소농과 회장에서 채취된 유산균은 소농에 부착하는 능력을 가지며, 이것을 투여한 계군에서는 연변이 방지되고, 총배설량의 폐쇄가 일어나지 않았으며(Adler와 DaMassa, 1980), 유산균제를 급여함으로써 가축의 장내에서 *Escherichia Coli*와 *Salmonella* 등의 병원성 미생물을 억제하는 기능을 가지며(Fuller, 1973; Baba 등, 1991; Dunham 등, 1993), 가축의 성장을 촉진하고(Tortuero, 1973; Dilworth와 Day, 1978; Watkins 등, 1982; Jin 등, 1998; Yeo와 Kim, 1997), 장내 유익한 미생물의 수를 증가시키며(Fuller, 1989), 혈청 콜레스테롤을 감소시켰다는 많은 보고가 있었다(Tortuero 등, 1975; Abdulrahim 등, 1996).

1950년대 후반 사료첨가제용 terramycin의 시판이 개시된 이래 항생제의 첨가효과가 널리 인식되어 가축의 질병예방과 사료효율의 향상을 위하여 사료첨가제로서 항생제의 첨가가 보편화되었으며, 병아리 및 일부 산란계 사료에도 첨가되고 있다. 항생제는 미생물에 의해 생산되는 항체의 형성을 유도할 수 있는 물질로 정의되며, 유해한 역할을 하는 병원성 미생물을 억제하고 가축의 질병예방 및 증체율을 개선하기 위하여 개발되어졌다. 따라서 가축의 장내의 세균을 억제시켜서 그 효과를 나타내며, 항생제의 종류에 따라서 그 항균 스펙트럼이 다르며, 작용방식도 다르게 나타난다(Vissek, 1978). 근래에는 화학적으로 합성되어 생산된 물질도 항생제와 같은 작용을 하는 것이 많이 있어서 인체 또는 동물에 사용되고 있다.

Virginiamycin은 De Sommer와 Van dijck(1955)에 의하여 처음 분리되었으며, *Streptomyces virginiae*의 돌연변이주에서 생성되는 항생물질로 Gram-positive microorganism에 대한 항생작용을 갖는 것으로 알려져 있다. 가금사료에 virginiamycin 첨가로 증체, 사료효율 개선, 도체율 증가 및 질병 및 독성에 대한 저항성 증가 등의 수많은 보고가 있었는데(Eyssen 등, 1962; Eyssen과 De Somer, 1963; Nelson 등, 1963; Foster, 1972; March 등, 1981; Miles 등, 1984b; Harms 등, 1986; Waibel 등, 1991), 이러한 효과는 사료내 영양소 및 에너지가 효율적으로 이용됨에 의하여 나타나는 것으로 생각된다.

그러나 오늘날 항생제의 사용으로 인한 축산물내에 잔류 문제와 세균의 내성 증가 등이 문제로 대두되고 있다. 따라서, 항생제의 사용을 규제하는 추세가 전세계적으로 나타나고 있으며, 항생제를 대체할 수 있는 것으로서 생균제가 부각되고 있다. 생균제는 항생제와는 달리 부작용을 일으키지 않고, 기관이나 조직에 축적되지 않으며, 병원성 미생물의 내성을 일으키지 않는다. 생균제의 성장촉진 효과는 각종 스트레스 환경하에서 저하되고 있는 가축의 건강상태를 조절하여 건강한 동물이 갖는 본래의 유전적인 발육능력을 최대한으로 발현할 수 있도록 도와줌으로 인하여 나타나는 자연적인 작용이라 할 수 있다.

Francis 등(1978)은 생균제와 항생제를 비교실험한 결과 유산균제 급여구에서 증체량 개선, 장내 호기성균 및 대장균의 감소가 더 크게 나타났다고 보고하였으며, 한인규 등(1984a, b)은 *Lactobacillus sporogenes*와 *Clostridium butyricum* ID를 각각 0.04%, 0.05% 급여시 대조구보다 증체량 사료효율이 유의적으로 개선되었으며, Zn-bacitracin을 0.05% 급여한 처리구에 비해서는 유의성을 없었으나 개선되는 경향을 나타내었다고 보고하였다. 그러나 노선호 등(1994)은 항생제 또는 설파제를 급여한 처리구가 생균제를 급여한 처리구보다 증체량이 개선된다고 보고하였으며, 이상진 등(1993)은 항생제 및 생균제 첨가구 모두 증체량, 사료섭취량, 사료요구율에서 대조구와 차이가 없었지만, 도체율은 증가하고 복강지방은 감소하였다고 하였다.

따라서 본 연구는 유산균 및 항생제의 단독 및 혼합급여가 육계의 생산성, 영양소 이용성, 장내미생물 및 계분암모니아 발생량에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시축 및 시험설계

공시축으로서 육계 Arbor Acres 1일령 병아리 720수를 이용하였으며, 축산기술연구소 가금과 평사시험계사에서 5주간 사양시험을 실시하였다. 유산균은 축산기술연구소 가금과에 보관중인 균주로 육계의 맹장에서 유래한 *Lactobacillus crispatus* avibro 1(LC), *Lactobacillus reuteri* avibro 2(LR)를 이용하였으며, 항생제는 virginiamycin (VM)을 이용하였다. 시험설계는 무항생제 사료를 급여한 대조구(None)와 0.05% VM 첨가구(VM), 무항생제 사료에 2종의 유산균을 각각 첨가한 처리구(LC, LR), 0.05% VM과 유산균을 함께 급여한 처리구(LC+VM, LR+VM)로 나

누어 반복당 30수씩 4반복으로 완전임의배치법으로 실시하였다.

## 2. 기초사료 및 유산균 첨가방법

기초사료의 배합비는 Table 1에서 보는 바와 같이 옥수수, 대두박을 위주로 한 항생제 사료와 무항생제 사료로 나누어 제조하였으며, 각 사료는 매 일주일 간격으로 수직형 배합기로 4분씩 배합하였다. 영양소 함량은 NRC(1994) 권장수준에 준하여 전기(0~3주)와 후기(4~5주)로 구분하여 전기는 ME 3,100 kcal/kg, CP 22.0%였으며, 후기는 각각 3,100 kcal/kg, 20.0%로 조절하였다.

유산균은 김상호 등(2000)의 방법을 이용하여 배양 및 분리하였으며, 분리된 유산균을  $10^8$ cfu/ml로 희석하여, 즉시 사료에 10%씩 혼합하여 급여하였다. 신선한 생균을 급여하기 위하여 매 2일마다 유산균을 혼합하여 1일분은 바로 급여하였고, 나머지 1일분은 37°C의 incubator에 보관

후 익일에 급여하였으며, 사료급여시 잔량은 제거하였다.

## 3. 사양관리

점등은 입추시부터 3일령까지는 24시간 점등, 4일령부터 7일령까지는 23시간 점등 : 1시간 소등, 이후부터 시험 종료시까지 야간간헐점등을 1L:2D로 실시하였다. 백신은 1일령에 ND+IB 혼합백신을 점안접종하고, 2주령에는 ND+IB를 음수접종하였으며, 1, 3주령에 IBD 백신을 음수접종하였으며, 기타사양관리는 축산기술연구소 가금과의 관행방법에 준하여 실시하였다.

## 4. 생산성

체중은 개시시와 매주령별로 칭량하였으며, 반복별 전 개체를 측정하여 주령별 평균체중 및 주간 증체량으로 나타내었다. 사료섭취량은 매주 조사되었는데 유산균첨가구는 2~3일 간격으로 급여시의 잔량제거시의 사료수분함량

Table 1. Ratio and chemical composition of basal diets

Ingredients(%)	Starter(0 to 3wk)		Grower(4 to 5wk)	
	No added antibiotics	Added antibiotics	No added antibiotics	Added antibiotics
Corn	53.31	53.19	61.64	61.54
Soybean meal(CP 44%)	33.91	33.93	27.88	27.91
Corn gluten meal(CP 60%)	4.00	4.00	4.00	4.01
Corn oil	4.73	4.77	3.06	3.09
DL-methionine(50)	0.27	0.27	0.08	0.07
L-lysine(80)	0.01	0.01	0.05	0.05
Limestone	2.00	2.00	1.23	1.22
TCP	1.02	1.02	1.31	1.32
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25
Vitamin-mineral premix <sup>1</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50
Virginiamycin	-	0.05	-	0.05
Chemical composition <sup>2</sup>				
ME(kcal/kg)	3,100	3,100	3,100	3,100
CP(%)	22.00	22.00	20.00	20.00
Ca(%)	1.00	1.00	0.90	0.90
NPP(%)	0.50	0.50	0.35	0.35
Methionine(%)	0.50	0.50	0.38	0.38
Lysine(%)	1.10	1.10	1.00	1.00

<sup>1</sup>, Contained per kg diet : Vit. A 1,600,000IU, Vit. D<sub>3</sub> 300,000IU, Vit. E 800IU, Vit. K<sub>3</sub> 132mg, Vit. B<sub>2</sub> 1,000mg, Vit. B<sub>12</sub> 1,200mcg, niacin 2,000mg, pantothenate calcium 800mg, folic acid 60mg, choline chloride 35,000mg, DL-methionine 6,000mg, iron 4,000mg, copper 500mg, manganese 12,000mg, zinc 9,000mg, cobalt 100mg, BHT 6,000mg, iodide 250mg.

<sup>2</sup>, Calculated values.

을 측정 한 후 대조구와 같은 수준으로 보정하여 누적사료 섭취량으로 나타내었다. 사료요구율 역시 누적 사료요구율로 나타내었다.

## 5. 영양소 이용성

영양소 이용성은 시험종료시 처리별로 평균체중에 근사한 4수씩을 1수용 대사케이지에 옮겨서 3일간 적응기간을 준 후, 3일 동안 매일 전분을 채취하였다. 채취된 분은 충분히 교반한 다음 65°C에서 3일간 송풍건조후 칭량하고 분석하였다. 일반성분을 AOAC(1995)방법에 따라 분석하였으며, Ca와 P은 ICP(Inductively Coupled Plasma) emission spectrophotometer를 이용하여 측정하였다. 각각의 분석치는 평균 사료섭취량과 배설량을 이용하여 건물값으로 소화율을 계산하였다.

## 6. 계분의 암모니아가스 발생량

사양시험 종료시 정상적으로 배분하는 개체를 처리별 3수씩 선발하여 분을 수집하였다. 수집된 분은 충분히 혼합한 후 유리용기에 70g씩 담아 37°C incubator에서 호기적으로 보관하며, Gastek과 gas 검지관(Gastek, Japan)을 이용하여 7일 동안 측정하였다.

## 7. 장내미생물 조사

장내미생물의 변화를 조사하기 위하여 1, 3, 5주령에 평균체중과 비슷한 개체를 4수씩 자격법으로 희생시켜, 회장과 맹장의 내용물을 채취하여 유산균, 효모 및 혐기성균의 수를 조사하였다. 회장의 내용물은 회장 상부인 Meckel's diverticulum에서부터 5cm의 내용물을 채취하였으며, 맹

장은 양쪽의 내용물을 채취하여 혼합하였다. 채취된 장내용물은 Phosphorus Buffered Saline(PBS)을 이용하여 중량대 부피로 10배 희석한 후, 다시  $10^{-11}$ 까지 10배 계단 희석을 하였다. 희석액을 Rogosa agar(유산균), Anaerobic agar(혐기성균) 및 Yeast morphology agar(효모, Difco®) plate에 각각 접종하였다. 유산균과 혐기성균은 혐기적인 조건을 위하여 CO<sub>2</sub> incubator에서 37°C로 24시간 배양하였으며, 효모는 호기적인 조건으로 37°C에서 24시간 배양 후 colony를 계수하였다.

## 8. 통계분석

수집된 자료는 SAS package(SAS Institute, 1996)의 GLM procedure로 분산분석을 실시하고, Duncan's new multiple range test를 이용하여 95% 수준에서 유의성 분석을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 생산성

체중변화에 대한 결과는 Table 2와 3에 나타내었다. 시험개시후 1주령부터 대조구에 비하여 모든 처리구에서 체중이 증가하였으며(P<0.05), 종료시 체중은 대조구 1,399g에 비하여 모든 처리구가 100g이상의 증가를 나타내었다(P<0.05). 종료시 체중에서 VM과 유산균 단독 급여에 비하여 두 가지를 혼합급여구가 더 무거운 것으로 나타났다. 이러한 것은 Table 6의 주간중체량에서 보는바와 같이 사

Table 2. Effects of supplemental *Lactobacillus* and virginiamycin on body weight

Treatments <sup>1</sup>	Weeks of age					
	1 day	1	2	3	4	5
	----- (g) -----					
None	42.0	119.9 <sup>b</sup>	308.3 <sup>b</sup>	633.4 <sup>b</sup>	1,005 <sup>b</sup>	1,399 <sup>c</sup>
VM	41.7	130.1 <sup>ab</sup>	342.1 <sup>a</sup>	702.4 <sup>a</sup>	1,118 <sup>a</sup>	1,539 <sup>ab</sup>
LC	41.7	126.2 <sup>ab</sup>	323.5 <sup>ab</sup>	668.6 <sup>ab</sup>	1,105 <sup>a</sup>	1,526 <sup>b</sup>
LR	42.4	126.3 <sup>ab</sup>	333.3 <sup>a</sup>	697.5 <sup>a</sup>	1,101 <sup>a</sup>	1,512 <sup>b</sup>
LC+VM	41.9	133.8 <sup>a</sup>	341.7 <sup>a</sup>	692.8 <sup>a</sup>	1,114 <sup>a</sup>	1,587 <sup>a</sup>
LR+VM	42.3	134.9 <sup>a</sup>	343.1 <sup>a</sup>	701.0 <sup>a</sup>	1,092 <sup>a</sup>	1,565 <sup>ab</sup>
SEM	0.662	7.063	15.324	33.305	45.318	32.205

<sup>1</sup>, VM : virginiamycin, LC : *Lactobacillus crispatus* avibro 1, LR : *Lactobacillus reuteri* avibro 2.

<sup>a-c</sup>, Means with different superscripts in the same column are significantly different at P<0.05.

**Table 3.** Effects of supplemental *Lactobacillus* and virginiamycin on body weight gain by week

Treatments <sup>1</sup>	Weeks of age				
	1	2	3	4	5
	----- (g) -----				
None	78.0 <sup>b</sup>	188.4 <sup>b</sup>	325.1 <sup>b</sup>	371.7 <sup>c</sup>	394.3 <sup>c</sup>
VM	88.4 <sup>ab</sup>	212.0 <sup>a</sup>	360.3 <sup>a</sup>	415.5 <sup>ab</sup>	420.7 <sup>b</sup>
LC	84.5 <sup>ab</sup>	197.3 <sup>ab</sup>	345.0 <sup>a</sup>	436.4 <sup>a</sup>	420.9 <sup>b</sup>
LR	84.0 <sup>ab</sup>	207.0 <sup>a</sup>	364.2 <sup>a</sup>	403.3 <sup>b</sup>	411.2 <sup>bc</sup>
LC+VM	91.9 <sup>a</sup>	207.9 <sup>a</sup>	351.2 <sup>a</sup>	421.1 <sup>ab</sup>	473.4 <sup>a</sup>
LR+VM	92.6 <sup>a</sup>	208.2 <sup>a</sup>	357.9 <sup>a</sup>	390.9 <sup>bc</sup>	473.4 <sup>a</sup>
SEM	6.905	9.279	12.323	18.749	15.018

<sup>1</sup>, VM : virginiamycin, LC : *Lactobacillus crispatus* avibro 1, LR : *Lactobacillus reuteri* avibro 2.

<sup>a-c</sup>, Means with different superscripts in the same column are significantly different at P<0.05.

**Table 4.** Effect of supplemental *Lactobacillus* and virginiamycin on feed intake

Treatments <sup>1</sup>	Weeks of age				
	0 to 1	0 to 2	0 to 3	0 to 4	0 to 5
	----- (g/chick) -----				
None	98.4 <sup>b</sup>	369.3 <sup>b</sup>	853.9 <sup>b</sup>	1578 <sup>c</sup>	2675 <sup>c</sup>
VM	111.1 <sup>a</sup>	408.0 <sup>a</sup>	901.5 <sup>a</sup>	1666 <sup>b</sup>	2713 <sup>bc</sup>
LC	100.7 <sup>ab</sup>	397.8 <sup>a</sup>	906.9 <sup>a</sup>	1796 <sup>a</sup>	2733 <sup>bc</sup>
LR	99.4 <sup>ab</sup>	400.7 <sup>a</sup>	924.2 <sup>a</sup>	1817 <sup>a</sup>	2754 <sup>bc</sup>
LC+VM	104.5 <sup>ab</sup>	408.1 <sup>a</sup>	923.7 <sup>a</sup>	1848 <sup>a</sup>	2837 <sup>a</sup>
LR+VM	103.4 <sup>ab</sup>	405.1 <sup>a</sup>	930.5 <sup>a</sup>	1809 <sup>a</sup>	2778 <sup>ab</sup>
SEM	7.424	18.193	25.516	34.740	47.712

<sup>1</sup>, VM : virginiamycin, LC : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LR : *Lactobacillus reuteri* avibro2.

<sup>a-c</sup>, Means with different superscripts in the same column are significantly different at P<0.05.

육후기에 혼합급여구의 증체효과가 더 크게 나타났기 때문이다.

수당 사료섭취량(Table 4)은 체중이 증가한 처리구가 2주령부터 유의적으로 많이 섭취한 것으로 나타났는데 (P<0.05), 5주간 전체 섭취량은 체중증가량이 많았던 혼합급여구가 가장 많았다(P<0.05). 사료요구율은 Table 5에서 보는 바와 같이 4주까지는 VM을 제외하고 차이를 보이지 않았으나 5주간 전체적으로는 무첨가구보다 처리구 모두 유의적으로 개선되었는데(P<0.05), 이러한 것은 사육후기의 증체량이 처리구가 많았기 때문이다.

이 연구의 결과로 보아 유산균과 VM을 각각 단독급여하는 것도 효과가 있으나 유산균과 VM을 혼합급여하는 것이 육계의 생산성에 더 효과적인 것으로 나타났다. 한인규 등(1984a, b)은 생균제와 항생제의 비교실험을 통하여 생균

제 급여구에서 대조구보다 증체량과 사료효율이 유의적으로 개선되었으며, 생균제와 항생제 급여구간에는 유의차가 없었다는 본 연구와 유사한 결과를 보고했다. Francis 등(1978)은 유산균제와 항생제를 비교시험한 결과 유산균제 급여구에서 증체가 개선되었다고 하였으며, 노선호 등(1994)은 항생제 또는 설파제를 급여한 처리구가 생균제를 급여한 처리구보다 증체량이 개선되었다고 보고하였다. 또한, 이상진 등(1993)은 항생제 및 생균제 첨가구 모두 증체량, 사료섭취량, 사료요구율에서 대조구와 차이가 없었다고 보고하여 본 연구와 상반되는 결과를 보고하였다. 이처럼 비슷한 연구에서 상이한 결과가 나타나는 이유는 사용되는 항생제의 종류에 따라 차이가 있기도 하지만 김상호 등(2000)의 보고에 나타난 바와 같이 생균제에 이용된 미생물의 활력, 생균수 및 균종간의 차이와 사양과정에

**Table 5.** Effects of supplemental *Lactobacillus* and virginiamycin on feed conversion

Treatments <sup>1</sup>	Weeks of age				
	0 to 1	0 to 2	0 to 3	0 to 4	0 to 5
None	1.261 <sup>a</sup>	1.387 <sup>ab</sup>	1.443 <sup>a</sup>	1.639 <sup>a</sup>	1.972 <sup>a</sup>
VM	1.261 <sup>a</sup>	1.360 <sup>b</sup>	1.364 <sup>b</sup>	1.548 <sup>b</sup>	1.812 <sup>b</sup>
LC	1.195 <sup>b</sup>	1.412 <sup>a</sup>	1.447 <sup>a</sup>	1.690 <sup>a</sup>	1.842 <sup>b</sup>
LR	1.185 <sup>abc</sup>	1.377 <sup>ab</sup>	1.411 <sup>ab</sup>	1.717 <sup>a</sup>	1.874 <sup>b</sup>
LC+VM	1.139 <sup>bc</sup>	1.362 <sup>b</sup>	1.420 <sup>a</sup>	1.725 <sup>a</sup>	1.836 <sup>b</sup>
LR+VM	1.117 <sup>c</sup>	1.347 <sup>b</sup>	1.413 <sup>ab</sup>	1.723 <sup>a</sup>	1.825 <sup>b</sup>
SEM	0.048	0.027	0.033	0.056	0.039

<sup>1</sup>, VM : virginiamycin, LC : *Lactobacillus crispatus* avibro 1, LR : *Lactobacillus reuteri* avibro 2.

<sup>a-c</sup>, Means with different superscripts in the same column are significantly different at P<0.05.

**Table 6.** Effects of supplemental *Lactobacillus* and virginiamycin on digestibility

Treatments <sup>1</sup>	Weeks of age					
	Dry matter	Crude protein	Ether extract	Crude ash	Ca	P
	----- (% , DM basis) -----					
None	80.1	68.9 <sup>b</sup>	80.0	51.4	69.3 <sup>ab</sup>	62.1 <sup>b</sup>
VM	80.9	69.5 <sup>b</sup>	80.2	51.2	58.9 <sup>b</sup>	66.5 <sup>ab</sup>
LC	85.5	75.4 <sup>a</sup>	86.0	54.3	74.0 <sup>a</sup>	64.4 <sup>b</sup>
LR	82.0	69.1 <sup>b</sup>	82.9	58.5	75.3 <sup>a</sup>	69.7 <sup>a</sup>
LC+VM	85.7	78.3 <sup>a</sup>	83.1	55.0	69.5 <sup>ab</sup>	70.0 <sup>a</sup>
LR+VM	83.1	73.4 <sup>ab</sup>	80.2	53.1	66.3 <sup>ab</sup>	65.8 <sup>ab</sup>
SEM	3.450	3.354	3.645	3.974	3.349	2.548

<sup>1</sup>, VM : virginiamycin, LC : *Lactobacillus crispatus* avibro 1, LR : *Lactobacillus reuteri* avibro 2.

<sup>ab</sup>, Means with different superscripts in the same column are significantly different at P<0.05.

서 스트레스 요인이 있을 경우 그 효과가 다르게 나타나기 때문으로 생각된다.

## 2. 영양소 이용성

영양소 이용성에 대한 결과를 Table 6에 나타내었다. 건물소화율은 대조구와 처리구간에 유의성은 없었으나 처리구에서 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 단백질소화율의 경우는 LC 급여구에서 유의적인 증가가 나타났으며 (P<0.05), VM만 첨가시에는 대조구와 차이가 없었으나 유산균과 함께 급여한 처리구에서는 개선되는 것으로 나타났다(P<0.05). 조지방 및 조회분 소화율 역시 통계적 차이는 나타나지 않았으나 비슷한 경향을 보였고, Ca 소화율은 대조구와 유의적인 차이는 없었으나 유산균 첨가구에서 약간 증가하고 VM 첨가구에서는 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 또한, 인 소화율은 처리간에 다소 차이가 있었

지만, 유산균과 VM 단독 혹은 혼합급여구 모두 개선되는 경향을 보였다.

본 연구의 영양소 이용성의 결과를 종합하였을 때, 유산균과 VM을 혼합급여하는 것이 효과적이며, 이는 유산균과 VM의 혼합급여가 상승효과를 나타내는 것으로 생각된다.

Schneitz 등(1998)은 건강한 성계의 맹장 내용물에서 선발한 32종의 미생물을 혼합하여 제조한 생균제를 육계의 사료에 첨가하여, 유기물의 소화율이 1% 증가하였으며, 질소의 이용율 역시 1.5~3.0% 증가하였다고 하였다. Nahashon 등(1994a,b)도 생균제를  $4.4 \times 10^7$  cfu/g 또는  $8.8 \times 10^7$  cfu/g 첨가하여 사양시험을 실시한 결과 질소와 칼슘은 이용율이 증가하였으며, 인의 경우에는  $8.8 \times 10^7$  cfu/g을 첨가시 그 이용율이 증가하였다고 보고하여 본 연구의 결과와 비슷하였다.

또한, VM의 첨가가 사료내 인 이용의 증가 및 뼈의 회분

**Table 7.** Effects of supplemental *Lactobacillus* and virginiamycin on NH<sub>3</sub> gas emission from manure

Treatments <sup>1</sup>	0h	24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
	(ppm)							
None	ND	ND	31.7 <sup>b</sup>	217 <sup>b</sup>	1,175 <sup>a</sup>	1,225 <sup>a</sup>	1,150 <sup>a</sup>	863 <sup>a</sup>
VM	ND	ND	209 <sup>a</sup>	563 <sup>a</sup>	975 <sup>b</sup>	1,000 <sup>b</sup>	875 <sup>bc</sup>	675 <sup>b</sup>
LC	ND	ND	ND	45 <sup>c</sup>	365 <sup>c</sup>	788 <sup>c</sup>	925 <sup>b</sup>	900 <sup>a</sup>
LR	ND	ND	12.5 <sup>c</sup>	173 <sup>b</sup>	888 <sup>b</sup>	838 <sup>c</sup>	725 <sup>cd</sup>	875 <sup>a</sup>
LC+VM	ND	ND	ND	1 <sup>c</sup>	68 <sup>d</sup>	185 <sup>d</sup>	625 <sup>d</sup>	875 <sup>a</sup>
LR+VM	ND	ND	2.7 <sup>d</sup>	1 <sup>c</sup>	100 <sup>d</sup>	225 <sup>d</sup>	413 <sup>e</sup>	775 <sup>ab</sup>
SEM	0	0	0	40.04	83.23	104.91	121.54	95.12

<sup>1</sup>, VM : virginiamycin, LC : *Lactobacillus crispatus* avibro 1, LR : *Lactobacillus reuteri* avibro 2.

<sup>a-e</sup>, Means with different superscripts in the same column are significantly different at P<0.05.

**Table 8.** Effects of supplemental *Lactobacillus* and virginiamycin on intestinal *Lactobacillus* spp.

Treatments <sup>1</sup>	Ilium			Cecum		
	1 week	3 week	5 week	1 week	3 week	5 week
	(log 10cfu/g content)					
None	6.917 <sup>d</sup>	7.646 <sup>bc</sup>	7.556 <sup>b</sup>	8.721 <sup>b</sup>	8.926 <sup>ab</sup>	8.593 <sup>ab</sup>
VM	7.221 <sup>d</sup>	7.301 <sup>c</sup>	8.799 <sup>ab</sup>	10.529 <sup>a</sup>	8.755 <sup>b</sup>	9.287 <sup>ab</sup>
LC	9.578 <sup>a</sup>	10.021 <sup>a</sup>	8.003 <sup>b</sup>	10.703 <sup>a</sup>	9.301 <sup>ab</sup>	8.409 <sup>b</sup>
LR	7.300 <sup>cd</sup>	9.115 <sup>abc</sup>	7.540 <sup>b</sup>	10.383 <sup>a</sup>	9.859 <sup>a</sup>	8.124 <sup>b</sup>
LC+VM	8.333 <sup>bc</sup>	9.482 <sup>ab</sup>	8.525 <sup>ab</sup>	10.312 <sup>a</sup>	9.508 <sup>ab</sup>	8.352 <sup>b</sup>
LR+VM	8.726 <sup>ab</sup>	8.519 <sup>abc</sup>	9.548 <sup>a</sup>	10.548 <sup>a</sup>	9.548 <sup>ab</sup>	10.218 <sup>a</sup>
SEM	0.630	1.052	0.871	0.393	0.553	0.834

<sup>1</sup>, VM : virginiamycin, LC : *Lactobacillus crispatus* avibro 1, LR : *Lactobacillus reuteri* avibro 2.

<sup>a-d</sup>, Means with different superscripts in the same column are significantly different at P<0.05.

을 증가시킨다는 (Buresh 등, 1985) 보고와는 유사한 결과를 보였으나, 단백질과 함유황 아미노산의 이용이 증가 (Miles, 1982; Douglas 등, 1982; Miles 등, 1984a; Buresh 등, 1986)된다는 보고와는 다르게 나타났다.

### 3. 계분 암모니아 발생량

계분의 NH<sub>3</sub> gas의 발생량에 대한 결과를 Table 7에 나타내었다. 24시간까지는 모든 처리에서 NH<sub>3</sub> gas의 발생이 검출되지 않았고, 48시간째에는 조금씩 나타났으며, 96시간정도부터 피크를 나타냈다. 이때의 NH<sub>3</sub> gas 발생량은 대조구에 비하여 모든 처리구에서 유의적인 감소를 보였으며, 특히 LC, LC+VM, LV+VM처리구에서 크게 감소한 것을 알 수 있다(P<0.05). 이것은 앞에서 설명한 단백질 소화율 자료와 관련하여 질소의 이용성의 증가에 따라 배설되는 질소의 양이 감소함으로써 나타나는 결과로 생

각된다.

### 4. 장내 미생물의 변화

회장과 맹장내 1, 3, 5주령 유산균의 변화는 Table 8에서 보는 바와 같다. 유산균의 수는 처리구에 따라 약간의 차이는 있지만, VM 단독급여구를 제외한 모든 처리에서 초기에 대조구에 비하여 유의적으로 높게 나타났으며, 후기로 갈수록 그 차이가 없어지는 것으로 나타났다. 이는 초기에 장내 미생물총이 완전히 확립되지 않은 상태에서 유산균을 급여함으로써 장내에 유산균이 우점을 하였으나, 후기에는 장내 미생물총의 확립에 따라 타 미생물들과의 공생관계에 의하여 나타나는 결과로 생각된다.

Table 9는 효모의 주령별 변화에 대한 결과를 나타내고 있다. 효모의 경우 회장에서 1주령에 검출되지 않는 처리도 있는 것으로 보아 이 시기까지는 효모가 장내세균총의

Table 9. Effects of supplemental *Lactobacillus* and virginiamycin on intestinal yeast

Treatments <sup>1</sup>	Ilium			Cecum		
	1 week	3 week	5 week	1 week	3 week	5 week
	----- (log 10cfu/g content) -----					
None	ND	7.161	9.979 <sup>cd</sup>	7.774 <sup>b</sup>	7.191 <sup>c</sup>	8.954 <sup>c</sup>
VM	7.712	8.054	9.266 <sup>d</sup>	7.912 <sup>b</sup>	7.597 <sup>bc</sup>	9.603 <sup>bc</sup>
LC	9.000	7.560	11.175 <sup>a</sup>	10.151 <sup>ab</sup>	8.593 <sup>abc</sup>	11.025 <sup>a</sup>
LR	ND	8.308	10.987 <sup>ab</sup>	10.994 <sup>a</sup>	9.700 <sup>a</sup>	11.244 <sup>a</sup>
LC+VM	7.000	7.270	10.393 <sup>abc</sup>	9.226 <sup>ab</sup>	9.253 <sup>a</sup>	10.835 <sup>ab</sup>
LR+VM	9.000	7.338	10.290 <sup>bc</sup>	10.168 <sup>ab</sup>	8.926 <sup>ab</sup>	10.923 <sup>ab</sup>
SEM	0	1.387	0.461	1.232	0.875	0.652

<sup>1</sup>, VM : virginiamycin, LC : *Lactobacillus crispatus* avibro 1, LR : *Lactobacillus reuteri* avibro 2.

<sup>a-d</sup>, Means with different superscripts in the same column are significantly different at P<0.05.

Table 10. Effects of supplemental *Lactobacillus* and virginiamycin on intestinal anaerobes

Treatments <sup>1</sup>	Ilium			Cecum		
	1 week	3 week	5 week	1 week	3 week	5 week
	----- (log 10cfu/g content) -----					
None	7.259 <sup>c</sup>	7.575 <sup>b</sup>	8.586 <sup>c</sup>	7.783 <sup>c</sup>	8.401 <sup>b</sup>	9.128 <sup>b</sup>
VM	7.897 <sup>bc</sup>	8.632 <sup>ab</sup>	9.244 <sup>bc</sup>	10.154 <sup>ab</sup>	8.807 <sup>ab</sup>	9.196 <sup>b</sup>
LC	11.259 <sup>ab</sup>	8.800 <sup>ab</sup>	10.719 <sup>ab</sup>	9.975 <sup>b</sup>	9.084 <sup>ab</sup>	11.335 <sup>a</sup>
LR	11.954 <sup>a</sup>	9.219 <sup>ab</sup>	10.464 <sup>ab</sup>	10.826 <sup>ab</sup>	9.886 <sup>a</sup>	11.070 <sup>a</sup>
LC+VM	8.239 <sup>bc</sup>	9.560 <sup>a</sup>	10.832 <sup>a</sup>	10.575 <sup>ab</sup>	9.648 <sup>a</sup>	11.216 <sup>a</sup>
LR+VM	9.389 <sup>abc</sup>	9.167 <sup>ab</sup>	10.339 <sup>ab</sup>	12.049 <sup>a</sup>	9.551 <sup>a</sup>	10.966 <sup>a</sup>
SEM	1.300	0.936	0.844	1.002	0.629	0.321

<sup>1</sup>, VM : virginiamycin, LC : *Lactobacillus crispatus* avibro 1, LR : *Lactobacillus reuteri* avibro 2.

<sup>a-c</sup>, Means with different superscripts in the same column are significantly different at P<0.05.

로 완전히 확립하지 못하는 것으로 생각되며, 후기로 갈수록 그 수가 증가하며 대조구에 비하여 증가의 폭이 큰 것을 알 수 있다. 맹장의 경우 초기부터 효모의 수가 증가하는 것을 알 수 있으며, 회장과 마찬가지로 후기에서 그 차이가 더 크게 나타난다. 유산균을 급여한 처리구에서 효모의 증가가 크게 나타나는 것을 볼 수 있다(P<0.05). 육계에서 후기로 갈수록 효모의 수가 증가한다는 것은 김상호 등 (2000)의 보고와도 일치하는 결과이다.

혐기성균 변화는 Table 10에 나타난 결과와 같이 회장과 맹장에서 VM첨가구를 제외한 모든 처리구가 대조구에 비하여 초기부터 증가하여 후기까지 지속되는 경향을 보여준다.

이상과 같은 장내미생물총의 변화는 VM의 첨가에 따라 장내미생물총에 일어나는 변화를 같이 급여된 유산균에

의하여 완충 또는 유익한 미생물이 우점을 차지하도록 유도한 결과로 생각된다.

## 적 요

육계에 2종의 맹장 유래 유산균 *L. crispatus* avibro1 (LC)와 *L. reuteri* avibro 2(LR)와 virginiamycin (VM)을 단독 (VM, LC, LR) 혹은 혼합급여 (LC+VM, LR+VM) 한 결과는 다음과 같이 나타났다. VM과 유산균을 단독 혹은 혼합하여 급여하였을 때, 대조구에 비하여 모든 처리구의 체중이 100g이상 유의적으로 높았으며, LC와 VM을 혼합 급여하였을 때 체중이 가장 높은 것으로 나타났다 (P<0.05). 증체량과 사료섭취량도 체중과 비슷한 경향을



보였고, 사료요구율은 모든 처리구에서 유의적으로 개선되는 것으로 나타났다( $P < 0.05$ ). 단백질 소화율은 LC 급여구 및 VM과 유산균 혼합급여구에서 대조구보다 높게 나타났으며( $P < 0.05$ ), Ca 소화율은 유산균 급여구에서 증가하는 경향을 보였다.  $\text{NH}_3$  gas 발생량은 대조구와 VM을 첨가한 처리구에 비하여 유산균 급여구와 VM과 유산균 혼합급여구가 유의적인 감소를 보였으며( $P < 0.05$ ), 특히 유산균과 VM을 혼합급여한 처리구에서 크게 감소하였다. 장내미생물의 변화는 유산균은 초기에 VM 첨가구를 제외한 모든 처리구가 대조구에 비하여 증가하는 경향이 나타났는데, 후기로 가면서 대조구와 차이가 없어지는 것을 보였다. 효모의 경우에는 1주령에는 미확립된 상태를 보였으며, 역시 전반적으로 대조구에 비하여 VM 첨가구를 제외한 모든 처리구에서 증가하였고( $P < 0.05$ ), 후기로 감에 따라 그 차이가 명확히 나타났다. 혐기성균 역시 마찬가지로 VM 첨가구를 제외한 모든 처리구가 전기간 동안 대조구보다 높은 수준을 유지하였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 유산균과 VM의 단독 및 혼합급여는 생산성 증대 및 건강유지에 기여할 수 있으며, VM과 유산균을 혼합급여시 더 좋은 효과를 얻을 수 있다고 생각된다.

(색인어 : 육계, *Lactobacillus*, virginiamycin, 생산성, 장내미생물, 암모니아 가스)

## 인용문헌

- Abdulrahim SM, Haddadin SY, Hashlamoun EA, Robinson RK 1996 The influence of *Lactobacillus acidophilus* and bacitracin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk. Br Poult Sci 37:341-6.
- Adler HE, DaMassa AJ 1980 Effect of ingested *Lactobacilli* on *Salmonella infantis* and *Escherichia coli* and on intestinal flora, pasted vents, and chick growth. Avian Dis 24:868-78.
- AOAC 1995 Official methods of analysis 16th ed Association of official Analytical Chemists. Arlington VA USA.
- Baba E, Nagaishi S, Fukata T, Arakawa A 1991 The role of intestinal microflora on the prevention of *Salmonella* colonization in gnotobiotic chickens. Poult Sci 70:1902-7.
- Buresh RE, Miles RD, Harms RH 1985 Influence of virginiamycin on phosphorus utilization by broiler chicks. Poult Sci 64:757-758.
- Buresh RE, Hamrs RH, Miles RD 1986 A differential response in turkey poults to various antibiotics in diets designed to be deficient or adequate in certain essential nutrients. Poult Sci 65:2314-2317.
- De Sommer P, Van Dijck P 1955 A preliminary report on antibiotic number 899. Antibiot Chemother 5:632-639.
- Dilworth BC, Day EJ 1978 *Lactobacillus* cultures in broiler diets. Poult Sci 57:1101 (Abstr).
- Douglas CR, Miles RD, Harms RH 1982 Effects of virginiamycin on Leghorn-type pullets fed optimal and sub-optimal protein levels. Poult Sci 61:1453 (Abstr).
- Dubos RJ 1963 *Staphylococci* and infection immunity. Amer J Dis Child 105:643-5.
- Ducluzeau R 1983 Implantation and development of the gut flora in the newborn animal. Annales de recherches Veterinaires 14:354-359.
- Dunham HJ, William C, Edens FW, Casas IA, Dobrogosz WJ 1993 *Lactobacillus reuteri* immunomodulation of stressor-associated disease in newly hatched chickens and turkeys. Poult Sci 72(Suppl 1):103 (Abstr).
- Eyssen HV, De Sommer P 1963 Effect of antibiotics on growth and nutrient absorption of chicks. Poult Sci 42:1373-1379.
- Eyssen HV, De Prins, De Somer P 1962 The growth-promoting action of virginiamycin and its influence on the crop flora in chickens. Poult Sci 41:227-233.
- Foster WH 1972 A practical evaluation of five feed additives likely to be used as growth promoters in broiler rations. Br Poult Sci 13:123-131.
- Francis C, Janky DM, Arafa AS, Harms RH 1978 Interrelationship of *Lactobacillus* and zinc bacitracin in diets of turkey poults. Poult Sci 57:1687-1689.
- Fuller R 1973 Ecological studies on the *Lactobacillus* flora associated with the crop epithelium of the fowl. J Appl Bacteriol 36:131-139.

- Fuller R 1989 Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol* 66:365-78.
- Fuller R, Brooker BE 1974 *Lactobacilli* which attach to the crop epithelium of the fowl. *Am J Clin Nutr* 27:1305-12.
- Harms RH, Ruiz N, Miles RD 1986 Influence of virginiamycin on broiler fed four levels of energy. *Poult Sci* 65:1984-1986.
- Jayne-Williams DJ, Fuller R 1971 The influence of the intestinal microflora on nutrition. In *Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl* (DJ Bell and BM Freeman eds). Academic Press London UK p 74-92.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Ali MA, Jalaludin S 1996 Antagonistic effects of intestinal *Lactobacillus* isolates on pathogens of chicken. *Letters in Applied Microbiology* 23:67-71.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Jalaludin S 1998 Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broilers fed diets containing *Lactobacillus* cultures. *Poult Sci* 77:1259-65.
- March BE, Soong R, MacMillan C 1981 Growth rate, feed conversion and dietary metabolizable energy in response to virginiamycin supplementation of different diets. *Poult Sci* 57:1346-1350.
- Miles RD 1982 The protein sparing ability of virginiamycin. pp14-16 in *Proc. 41st Annu Florida Poult Inst.*
- Miles RD, Douglas CR, Harms RH 1984a Influence of virginiamycin in pullets and broilers fed diets containing suboptimal protein and sulfur amino acid levels. *Nutr Rep Int* 30:983-989.
- Miles RD, Janky DM, Harms RH 1984b Virginiamycin and broiler performance. *Poult Sci* 63:1218-1221.
- Nahashon SN, Nnkaue HS, Mirosh LW 1996a Nutrient retention and production parameters of Single Comb White Leghorn layers fed diets with varying crude protein levels and supplemented with direct-fed microbials. *Animal Feed Science and Technology* 61:17-26.
- Nahashon SN, Nnkaue HS, Mirosh LW 1996b Performance of Single Comb White Leghorn layers fed a diet with a live microbial during the growth and egg laying phases. *Animal Feed Science and Technology* 57:25-38.
- National Research Council 1994 Nutrient requirements of poultry 9th ed National Academy Press. Washington DC USA.
- Nelson FE, Jensen LS, McGinnis J 1963 Studies on the stimulation of growth by dietary antibiotics. *Poult Sci* 42:906-909.
- Roderick I mackie, Abdelgnani Sghir, H Rex Gaskins 1999 Developmental microbial ecology of the neonatal gastrointestinal tract. *Am J Clin Nutr* 69(suppl):1035S-45S.
- SAS Institute 1996 SAS/STAT® Software for PC. Release 6.12. SAS Institute Inc Cary NC USA.
- Savage DC 1977 Microbial ecology of the gastrointestinal tract. *Annual Reviews of Microbiology* 31:107-133.
- Savage DC, Dubos R, Schaedler RW 1968 The gastrointestinal epithelium and its autochthonous bacterial flora. *J Exp Med* 127:67-76.
- Schneitz C, Kiiskinen T, Toivonen V, Näsi M 1998 Effect of BROILACT® on the physicochemical conditions and nutrient digestibility in the gastrointestinal tract of broilers. *Poult Sci* 77:426-432.
- Tortuero F 1973 Influence of the implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption of fats syndrome and intestinal flora. *Poult Sci* 52:197-203.
- Tortuero F, Brenes A, Rioperez J 1975. The influence of intestinal (cecal) flora on serum and egg yolk cholesterol levels in laying hens. *Poult Sci* 54:1935-8.
- Visek WJ 1978 The mode of growth promotion by antibiotic. *J Ani Sci* 46:1447-1469.
- Waibel PE, Halvorson JC, Noll SL, Hoffbeck SL 1991 Influence of virginiamycin on growth and feed efficiency of Large White turkeys. *Poult Sci* 70:837-847.
- Watkins BA, Miller BF, Neil DH 198. *In vivo* effects of *Lactobacillus acidophilus* against pathogenic *Escherichia coli* in gnotobiotic chicks. *Poult Sci* 61:1298-1308.
- Yeo JM, Kim KI 1997. Effect of feeding diets contain-

- ing an antibiotic, a probiotic, or yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks. *Poult Sci* 76:381-5.
- 김상호 박수영 유동조 나재천 최철한 박용운 이상진 류경선 2000 육계 생산성 및 맹장내 미생물에 대한 유산균의 첨가 효과. *한국가금학회지* 27:37-41.
- 노선호 이찬호 최윤제 한인규 1994. 항생제, 효소제, 효모제, 생균제 및  $\beta$ -agonist가 육계의 성장과 영양소 이용에 미치는 효과. *한국축산학회지* 36:630-638.
- 윤용덕 1997 송아지 세균성 설사증. *대한수의학회지* 춘계 심포지움 제37권 1호 pp 2-4.
- 이상진 김삼수 서옥석 나재천 이상현 정선부 1993. 사료에 항생제 및 생균제 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향. *농업논문집* 35:539-548.
- 한인규 이상철 이지희 이금기 이정치 1984a 생균제제의 성장촉진 효과에 관한 연구. I. 브로일러에 대한 *Lactobacillus sporogenes*의 성장촉진효과와 분변 및 장내 세균총의 변화에 미치는 영향. *한축지* 26:150-157.
- 한인규 이상철 이진희 김정대 정필근 이정치 1984b 생균제제의 성장촉진 효과에 관한 연구. II. 브로일러에 대한 *Clostridium butyricum* ID의 성장촉진 효과와 분변 및 장내 세균총의 변화에 미치는 영향. *한축지* 26:158-165.