

## 육계 생산성 및 맹장내 미생물에 대한 유산균의 첨가 효과

김상호 · 박수영 · 유동조 · 나재천 · 최철환 · 박용윤 · 이상진 · 류경선<sup>1</sup>

축산기술연구소 대전지소, <sup>1</sup> 전북대학교 동물자원학과

## Effects of Supplemental *Lactobacillus* spp. on Performance and Cecum Microflora in Broiler

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

Daejeon Branch, National Livestock Research Institute, 253 Gyesan-dong, Yusung-gu, Daejeon, Korea 305-365

<sup>1</sup>Department of Animal Resource and Biotechnology, Chonbuk National University

**ABSTRACT :** This study was carried out to examine the effects of supplemental *Lactobacillus* spp. on performance and cecal microflora in broiler chicks. Eight diets consisting of basal diet (C), C+*Lactobacillus reuteri* BC5 (T1), C+*Lactobacillus crispatus* BC7 (T2), C+*Lactobacillus reuteri* BC9 (T3), C+*L. reuteri* BC5+*L. crispatus* BC9 (T4), C+*L. reuteri* BC5 (T1)+*L. reuteri* BC9 (T5), C+*L. crispatus* BC7+*L. reuteri* BC9 (T6) and C+*L. reuteri* BC5+*L. crispatus* BC7+*L. reuteri* BC9 (T7), were fed to Ross male broiler chicks for 5 weeks. The level of supplemented *Lactobacillus* spp. was 107 cfu/g diet. Body weight and feed intake were measured every week, and cecal microflora was counted at 1 and 5 weeks for *Lactobacillus* and yeast. Body weight increased significantly in supplemental *Lactobacillus* treatments from 2 weeks of age ( $P<0.05$ ). Chicks in T2, T5 and T7 of treatments were heavier than those of other treatments at 5 weeks of age ( $P<0.05$ ). Viability was not different significantly. Feed intake and feed conversion also were not different, although feed conversion improved slightly in supplemental *Lactobacillus* treatments. *Lactobacillus* spp. of cecal content was increased in supplemental *Lactobacillus* treatments at 1 week, but no significance was found. The number of yeast in cecum was not different from that of supplemental *Lactobacillus*. In conclusion, *Lactobacillus*, *L. crispatus* BC7 and *L. reuteri* BC9 from broiler cecum could contribute to the increase in body weight with supplemented mono- or mixing of di-lactobacilli. The results indicate that *Lactobacillus* feeding can benefit to intestinal lactobacillus at early growing broiler.

(Key words: *Lactobacillus*, *L. crispatus*, *L. reuteri*, broiler, body weight, cecum)

## 서 론

일반적으로 가금은 부화 직후부터 주로 주변환경을 통하여 소화기관의 미생물이 구성된다. 유익한 장내 미생물은 영양소의 소화작용, 병원성 유기체의 집락방지 등의 작용을하게 된다. 그러나 육계사양시 발생하는 혹서, 과밀, 예방접종 등 여러 가지 스트레스 요인에 의하여 정상적인 미생물균형을 상실하게 된다. 이 같은 상태를 방지하기 위해 현재 이용되는 방법이 항생제와 생균제의 이용이다. 항생제의 사용은 양계산물내 잔류 및 저항성 유기체 생성문제 등으로 인하여 논란이 되고 있는데 항생제의 대용으로 제시되는 것이 생균제의 이용이다. Fuller (1989)는 생균제가 장내미생물균형을 개선함으로써 숙주동물에 유익한 영향을 주는 살아있는 미생물 첨가제라고 하였다. 생균제는 소화기관내 유익한 미생물의 유지, 사료섭취량 증가, 소화율 개선, 성장촉진 등

의 효과가 있는 것으로 알려지고 있으며, 유산균은 생균제의 일종으로서 광범위하게 이용되고 있으나 그 효과에 대해서는 연구보고마다 차이가 있다. Tortuero (1973)는 육계에게 유산균 급여시 중체가 개선되었다고 보고하였으며, Dilworth 와 Day (1978), Watkins 등(1982), Jin 등 (1996; 1998), Mohan 등 (1996) 그리고 Yeo와 Kim (1997)도 비슷한 효과를 보고하였다. 그러나 중체에 대한 유산균의 급여효과가 없었다는 연구도 보고되고 있다 (Watkins와 Kratcher, 1983; 1984; Maiolino 등 1992). Gilliland (1987)는 이러한 차이점은 주로 생균미생물의 부정확한 배양과 관계된다고 하였는데, 숙주동물의 장내 pH, bile salt 분비량, 통과율, 미생물의 영양소 이용성도 함께 중요하다고 사료된다. Jin 등 (1998)은 유산균의 종류와 첨가하는 방법에 따라서도 효과의 차이가 있다고 하였다. 한편, 유산균 급여시 장내 유익한 미생물의 증가와 경쟁적 배타작용에 의한 병원성 미생물의 감소 효과에 대해서도 보고되고 있다 (Fuller, 1977; Watkins와

Kratcher, 1983; Jin 등, 1998).

이상과 같은 보고에서 유산균이 육계에 대해서 유익한 영향을 주는 생균제적 조건을 갖추기 위해서는 하부 소화기관 까지 살아있는 형태로 이동되어야 하며, 이를 위해서 기본적으로 선위의 낮은 pH와 담즙산에 대한 저항성이 있어야 한다. 육계 맹장내에서 채취한 유산균 11종은 각각 내산성과 내담즙성이 차이가 있는 것으로 나타났는데 (김상호 등, 1999), 본 연구에서는 그 가운데 생균제적 가치를 지니고 있다고 판단되는 3종을 육계사료에 첨가 굽여하였을 때 생산성 및 맹장내 유익한 미생물의 변화를 구명하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시축 및 사험설계

공시축은 육계 Ross 수평아리 800수였으며 축산기술연구소 대전지소 평사에서 5주간 실시되었다. 첨가된 육계 맹장 유래 유산균은 축산기술연구소 대전지소에서 보관중인 *Lactobacillus reuteri* BC5 (LR5), *Lactobacillus crispatus* BC7 (LC7), *Lactobacillus reuteri* BC9 (LR9)였다. 처리는 대조구 (C)와 각각 유산균을 첨가한 LR5 (T1), LC7 (T2), LR9 (T3) 와 혼합군인 LR5+LC7 (T4), LR5+LR9 (T5), LC7+LR9 (T6) 그리고 LR5+LC7+LR9 (T7)로 하였다. 첨가 유산균의 수준은 사료 g당  $10^7$ cfu 이었으며, 각 처리당 3반복, 반복당 25수씩 배치하였다.

### 2. 사료급여 및 유산균 첨가방법

기초사료의 배합비 및 영양소 함량은 Table 1에서 보는 바와 같이 Starter (0~21일)와 Grower (22일~35일)를 굽여 하였다. Starter의 ME는 3,106 kcal/kg, CP는 22.02%였으며, Grower는 각각 3,102, 20.01였다. 기초사료는 전기간 항생제를 첨가하지 않았으며, 수직형 배합기를 이용하여 4분씩 배합하였다.

유산균은 MRS broth (Difco)에 접종하여 37°C에서 20시간 정도 배양되었으며, 배양후 2,000 × g로 10분간 원심분리를 하고 상층액은 제거하였다. 첨전물의 유산균은 g당 10<sup>13</sup>cfu 수준이었는데, 0.2% MSG가 첨가된 증류수에 100배로 1차 희석하여 충분히 교반하였다. 각 유산균의 1차 희석액을 T1, T2, T3는 1,000배로, T4, T5, T6는 각 유산균을 500배로 희석하여 혼합하였고, T7은 각 333배로 희석하여 혼합하여 2차 희석액을 만들었다. 2차 희석액은 ml당 10<sup>8</sup>cfu이었으며, 희석 즉시 사료에 10%씩 혼합하여 굽여하였다. 동일

Table 1. Ratio and chemical composition of basal diet

	Starter (1~21 days)	Grower (22~35 days)
Ratio(%)		
Corn	53.93	60.60
Soybean meal(CP 44%)	32.78	29.48
Corn gluten meal	4.70	3.02
Soybean oil	4.55	3.50
Limestone	1.22	1.32
Tricalcium phosphate	1.74	1.21
DL-methionine50	0.28	0.09
L-Lysine80	0.05	0.03
Vit-min complex <sup>1</sup>	0.50	0.50
Salts	0.25	0.25
Sum	100	100
Chemical composition <sup>2</sup>		
ME, kcal/kg	3,106	3,102
CP, %	22.02	20.01
Ca, %	1.01	0.90
Available P, %	0.45	0.35
Methionine, %	0.51	0.38
Lysine, %	1.12	1.01

<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 9,000 mg, cobalt 100mg, BHT 6,000mg, iodide 250mg.

<sup>2</sup> Calculated values.

한 수분함량을 위하여 대조구는 증류수를 10%씩 혼합하였다. 신선한 생균을 굽여하기 위하여 매일 유산균을 혼합하여 굽여하였고 잔량은 사료교체시 제거하였다. 첨가된 유산균의 생존은 Rogosa agar (Difco) plate를 이용하여 주기적으로 측정하였다.

### 3. 조사내용 및 방법

사료섭취량은 매일 조사하여 전기간 수당 사료섭취량 (g)으로 나타내었고, 체중은 개시시와 주령별로 전 개체를 측정하여 표시하였다. 육계의 맹장내 미생물 조사는 유산균과 효모에 대하여 1주령과 5주령에 조사하였다. 처리당 4수씩 희생하여 맹장내용물을 채취한 후 PBS로 희석하여 유산균은 Rogosa agar plate, 효모는 Yeast morphology agar plate (Difco)상에서 colony를 계수하였다.

#### 4. 사양관리

점등은 1일령부터 3일령까지는 종야점등, 4일령부터 7일령까지는 1시간 소등, 7일령 이후는 야간간헐점등을 1L:2D로 실시하였다. 백신은 NDV, IBV, IBDV를 각각 3회 접종하였다. 기타사양관리는 축산기술연구소 대전지소에서 실시하는 관행방법에 준하여 실시하였다.

#### 5. 통계처리

수집된 자료는 SAS package (1996)의 GLM procedure로 분산분석을 실시하고 Duncan's new multiple range test로서 유의성 분석을 하였고 신뢰수준은 공히 95% 수준으로 하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 체중, 육성을, 사료섭취량, 사료요구율

단일 및 혼합유산균 급여에 의한 육계의 주령별 체중변화는 Table 2에서 보는 바와 같다. 급여후 1주령에 유산균 급여구가 대조구에 비하여 약간 무거운 경향이었지만 유의적인 차이는 없었다. 주령부터 체중의 차이는 유의성을 보였는데 ( $P<0.05$ ), 대조구에 비하여 10~25g 정도 무거운 것으로 나타났다. 5주령 종료시 체중은 단일균주 급여구인 T2, T3구와 T2, T3를 혼합하여 급여한 T5구가 대조구에 비하여 유의적으로 무거운 것으로 나타났다 ( $P<0.05$ ). 유산균 급여구 간 체중의 차이는 유의성이 없었다.

육성을, 사료섭취량, 사료요구율에 대한 유산균 급여효과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 육성을은 전처리구에서 매우 높게 나타났으며 처리간 차이가 없었다. 수당 사료섭취량은 대조구에 비하여 체중이 높았던 T2, T3, T5구가 약간 많았으나 유의성은 없었다. 사료요구율은 유산균 급여구가 대조구에 비하여 개선되는 양상을 보였지만 역시 통계적 유의성은 인정되지 않았다.

Jin 등 (1998)은 *Lactobacillus acidophilus*와 12종의 *Lact-*

Table 2. Effect on body weight of broiler fed various *Lactobacillus* by week<sup>1</sup>

	1day	1week	2weeks	3weeks	4weeks	5weeks
	g					
C	51.3±1.54	128.7±2.94	331.5±3.31 <sup>b</sup>	687.8±3.86 <sup>b</sup>	1,145±4.5 <sup>b</sup>	1,665±7.51 <sup>b</sup>
T1	52.1±1.60	135.7±2.66	355.3±3.30 <sup>a</sup>	727.0±4.72 <sup>a</sup>	1,204±5.0 <sup>ab</sup>	1,732±5.16 <sup>ab</sup>
T2	51.0±1.22	131.7±2.23	343.3±3.06 <sup>a</sup>	712.4±4.79 <sup>ab</sup>	1,207±6.9 <sup>ab</sup>	1,772±5.51 <sup>a</sup>
T3	51.2±1.45	132.4±1.63	353.1±2.90 <sup>a</sup>	726.2±5.29 <sup>a</sup>	1,221±4.38 <sup>a</sup>	1,750±4.58 <sup>a</sup>
T4	51.6±1.13	130.2±2.05	340.2±2.71 <sup>ab</sup>	716.7±2.79 <sup>ab</sup>	1,169±7.93 <sup>ab</sup>	1,718±6.95 <sup>ab</sup>
T5	51.4±1.35	135.1±2.71	348.7±3.71 <sup>a</sup>	716.3±5.55 <sup>ab</sup>	1,207±7.54 <sup>ab</sup>	1,741±8.31 <sup>a</sup>
T6	52.0±0.97	134.9±2.58	354.3±3.12 <sup>a</sup>	727.5±3.58 <sup>a</sup>	1,203±5.19 <sup>ab</sup>	1,736±7.20 <sup>ab</sup>
T7	50.7±1.46	129.3±2.59	344.2±3.05 <sup>ab</sup>	706.2±4.09 <sup>ab</sup>	1,185±4.03 <sup>ab</sup>	1,722±5.39 <sup>ab</sup>

<sup>a,b</sup> Values(Mean±SE) within columns with no common superscript differ significantly( $P<0.05$ ).

<sup>1</sup> C, none; T1, *L.reuteri*; T2, *L. crispatus*; T3, *L. reuteri*; T4, T1+T2; T5, T1+T3; T6, T2+T3 and T7, T1+T2+T3.

Table 3. Effect on livability, feed intake and feed conversion in broiler fed various *Lactobacillus*<sup>1</sup>

	Livability(%)	Feed intake(g/chick)	Feed conversion
C	99±1.41	2,803± 5.6	1.739±0.257
T1	100±0.00	2,790±13.4	1.661±0.327
T2	99±1.41	2,885± 9.7	1.659±0.231
T3	100±0.00	2,857± 8.2	1.682±0.209
T4	98±1.52	2,767± 7.2	1.662±0.247
T5	99±1.41	2,838±10.1	1.680±0.240
T6	99±1.41	2,811± 7.7	1.670±0.187
T7	97±2.45	2,758±12.0	1.651±0.270

<sup>1</sup> C, none; T1, *L.reuteri*; T2, *L. crispatus*; T3, *L. reuteri*; T4, T1+T2; T5, T1+T3; T6, T2+T3; and T7, T1+T2+T3.

*obacillus* 혼합물을 육계에게 급여하였을 때 대조구에 비하여 체중이 유의적으로 증가하였다고 하였다 ( $P<0.05$ ). 또 사료요구율 역시 유의적으로 개선되었다고 하였다. Issiki 등 (1980)도 *L. casei*를 급여한 시험에서 비슷한 결과를 보고하였으며, *L. sporegenes*를 이용한 연구에서도 동일하였는데 (Han 등, 1984; Mohan-Kumar와 Christopher, 1988; Kalbande 등, 1992), 본 연구결과에서도 비슷한 결과를 보였다. 그러나 유산균 급여에 의한 생산성 개선효과가 없었다는 몇몇 연구 보고도 있다 (Burkett 등, 1977; Watkins와 Kratcher, 1983; 1984; Maiolino 등, 1992). Lyons (1987)는 이러한 여러 가지 차이는 급여되는 균의 생존여부와 섭취하는 가축의 stress 정도에 의해서 나타난다고 하였으며, Jin 등 (1998) 역시 고온 스트레스일 때 유산균 급여효과가 있었다고 보고하였다.

이상의 결과에서 생균으로 급여되는 미생물은 일정한 수효의 살아있는 상태로 존재하여 급여되어야 하며, 스트레스 요인이 있을 때 급여효과가 더 크게 나타날 것으로 사료된다.

## 2. 맹장내 유산균 및 효모의 변화

유산균 급여에 의한 맹장내 유산균과 효모의 변화는 Table 4에서 보는 바와 같다. 유산균의 경우 1주령에는 대조구에 비하여 유산균 급여구가 약간 증가하였으나 유의성은 인정되지 않았고, 5주령에서도 비슷한 결과를 나타내었다. 효모는 1주령과 5주령에서 처리간 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

Fuller (1989)는 생균미생물은 장내 미생물 균형을 숙주동물에게 유익하게 조정한다고 하였다. Jin 등 (1998)은 유산균

급여시 급여초기에 장내 유산균의 증가가 관찰되었고 사육 후기에는 차이가 없었다고 보고하여 본 연구결과와 비슷하였다. 본 연구에서는 병원성 미생물에 대한 조사를 실시하지 않았는데, Francis 등 (1978), Watkins 등 (1982), Jin 등 (1996)은 유산균 급여시 병원성 미생물이 감소된다고 하였다.

이상과 같은 결과에서 사료에 첨가되는 유산균은 소화기관 미생물의 구성이 이루어지는 성장초기에 유익한 미생물의 정착에 효과가 있는 것으로 여겨지며, 따라서 유산균을 생균으로 급여시 적정급여기간 및 시기에 대한 연구 역시 수행되어져 할 것으로 사료된다.

## 적 요

육계 맹장유래 유산균 3종 *L. reuteri* BC5 (LR5), *L. crispatus* BC7 (LC7), *L. reuteri* BC9 (LR9)을 각각 단일균주 (T1, T2, T3), 2종 혼합균 (T4, T5, T6)과 3종 혼합균 (T7)을 육계에게 5주간  $10^7$ cfu/g 수준으로 첨가 급여하여 생산성 및 맹장내 미생물 변화를 관찰하였다. 그 결과는 다음과 같다. 주령별 체중변화에서 유산균 급여구가 대조구에 비하여 2주령부터 무거워졌으며, 5주령 종료시 LC7, LC9을 각각 급여한 T2, T3와 혼합 급여한 T5가 대조구에 비하여 증체가 우수하였다 ( $p<0.05$ ). 육성율을 처리간 차이가 없었으며, 사료 섭취량은 T2, T3, T5가 약간 많았으나 유의성은 없었으며, 사료요구율은 유산균 급여구가 개선되는 경향이었지만 역시 유의성은 없었다. 맹장내 유산균은 1주령에서 유산균 급여구가 약간 많았으나 유의성은 없었으며 5주령 역시 차이가

Table 4. Influence of various supplemental *Lactobacillus* spp. on lactobacilli and yeast in cecum of broiler<sup>1</sup>

	<i>Lactobacillus</i> spp.		Yeast	
	1week	5weeks	1week	5weeks
----- log <sub>10</sub> cfu/g content -----				
C	8.565±0.771 <sup>b</sup>	8.044±0.881 <sup>ab</sup>	8.769±0.642 <sup>ab</sup>	10.108±0.555
T1	8.895±0.821 <sup>ab</sup>	8.195±0.865 <sup>ab</sup>	9.091±0.400 <sup>ab</sup>	10.182±0.712
T2	8.889±0.789 <sup>ab</sup>	7.869±0.639 <sup>ab</sup>	8.151±0.799 <sup>b</sup>	10.291±0.307
T3	8.776±0.390 <sup>ab</sup>	8.750±0.892 <sup>ab</sup>	8.628±0.190 <sup>ab</sup>	10.359±0.247
T4	9.468±0.276 <sup>a</sup>	9.046±0.949 <sup>a</sup>	8.452±1.032 <sup>ab</sup>	10.268±0.461
T5	8.734±0.731 <sup>ab</sup>	8.674±0.757 <sup>ab</sup>	8.804±0.461 <sup>ab</sup>	10.314±0.339
T6	9.324±0.549 <sup>ab</sup>	8.814±1.055 <sup>ab</sup>	9.491±0.199 <sup>a</sup>	10.229±0.748
T7	9.246±0.618 <sup>ab</sup>	7.675±0.535 <sup>b</sup>	9.278±0.324 <sup>ab</sup>	10.046±0.137

<sup>a,b</sup> Values(Mean±SE) within columns with no common superscript differ significantly( $P<0.05$ ).

C, none; T1, *L.reuteri*; T2, *L. crispatus*; T3, *L. reuteri*; T4, T1+T2; T5, T1+T3; T6, T2+T3 and T7, T1+T2+T3.

없었다. Yeast는 기간 및 처리별 차이가 나타나지 않았다. 이 같은 결과로부터 육계 사료에 유산균의 단일 및 혼합 첨가 급여는 체중증가에 효과가 있는 것으로 나타났으며, 성장초기 장내 유산균을 증가시킬 수 있다고 사료된다.

(색인어 : *Lactobacillus*, *L. crispatus*, *L. reuteri*, 육용계, 체중, 맹장)

### 인용문헌

- Burkett RF, Thayer RH, Morrison RD 1977 Supplementing market broiler rations with *Lactobacillus* and live yeast cultures. In : Animal science agricultural research report. Oklahoma State University and USDA. USA.
- Dilworth BC, Day EJ 1978 *Lactobacillus* cultures in broiler diets. Poultry Sci 57: 1101.
- Francis C, Janky DM, Arafa AS, Harms RH 1978 Interrelationship of *Lactobacillus* and zinc bacteriocin in diets of turkey poult. Poultry Sci 57: 1687-1689.
- Fuller R 1989 Probiotics in and animals. J Appl Bacteriol 66: 365-378
- Fuller R 1977 The importance of lactobacilli in maintaining normal microbial balance in crop. Br Poult Sci 18: 85-94.
- Gilliland SE 1987 Importance of bile tolerance in lactobacilli used as dietary adjunct. In Biotechnology in the Feed Industry ed. Lyons TP pp149-155. Kentucky, USA: Alltech Feed Co.
- Han IK, Lee SC, Lee KK, Lee JC 1984 Studies on the growth promoting effects of probiotics. 1. The effects of *Lactobacillus sporegenes* on the growing performance and the changes in microbial flora of the feces and intestinal contents of the broiler chicks. Korean J Anim Sci 26:150-157.
- Isshiki Y, Tanaka H, Toda H, Nakahiro Y 1980 Effect of lactobacilli in the diet on the growth rate and the digestion of feed in chickens. Nutr Abst Rev Series B51: 698.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Ali MA, Jalauddin S 1996 Influence of dried *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus* cultures on intestinal microflora and performance in broilers. Asian-Australian J Anim Sci 9: 397-404.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Ali MA, Jalauddin S 1998 Effects of adherent *Lactobacillus* cultures on growth, weight of organs and intestinal microflora and volatile fatty acid in broilers. Anim Feed Sci Techn 70: 197-209.
- Kalbande VH, Gaffar MA, Deshmukh SV 1992 Effect of probiotic and nitrofurin on performance of growing commercial pullets. Indian J Poultry Sci 27:116-117.
- Mohan-Kumar OR, Christopher KJ 1988 The role of *Lactobacillus sporegenes* (probiotic) as feed additive. Poultry Guide 25: 37-40.
- Lyons TP 1987 Probiotics: an alternative to antibiotics. Pig News Info 8:157-164.
- Maiolino R, Fioretti A, Menna LF, Meo C 1992 Research on the efficiency of probiotics in diets for broiler chickens. Nutr Abst Rev Series B 62, 482.
- Mohan B, Kadirvel R, Natarajan A, Bhaskaran M 1996 Effect of probiotic supplementation on growth, nitrogen utilization and serum cholesterol in broilers. Br Poult Sci 37: 395-401.
- Tortuero F 1973 Influence of implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption of fats syndrome and intestinal flora. Poultry Sci 52:197-203.
- Watkins BA, Miller BF, Neil DH 1982 In vivo effects of *Lactobacillus acidophilus* against pathogenic E. coli in gnotobiotic chicks. Poultry Sci 61:1298-1308.
- Watkins BA, Kratcher FH 1983 Effect of oral dosing of *Lactobacillus* strains on gut colonization and liver biotin in broiler chicks. Poultry Sci 62:2088-2094.
- Watkins BA, Kratcher FH 1984 Drinking water treatment with commercial preparation of a concentrated *Lactobacillus* culture for broiler chicken. Poultry Sci 63: 1671-1673.
- Yeo J, Kim K 1997 Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or Yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks. Poultry Sci 76:381-385.
- 김상호 류경선 박수영 유통조 이상진 1999 육계소화기 관내 유산균의 성장단계별 변화와 특성에 관한 연구. 한국가금학회 Proceedings pp 81-82.