

복합생균제의 급여가 산란계의 생산성에 미치는 영향

나재천^{1*} · 김태호¹ · 서옥석¹ · 유동조¹ · 김학규¹ · 이상진¹ · 김상호¹ · 하정기² · 김재황²

¹축산기술연구소 가금과, ²경상대학교 축산학부

Effects of Dietary Supplementation of Complex Probiotics on Performance in Laying Hens

J. C. Na^{1*}, T. H. Kim¹, O. S. Seo¹, D. J. Yu¹, H. K. Kim¹, S. J. Lee¹, S. H. Kim¹, J. K. Ha² and J. H. Kim²

¹Division of Poultry, National Livestock Research Institute, 253 Gyeasan-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-365,

²Division of Applied Life Science, Institute of Agriculture & Life Science,
Gyeongsang National University, 900 Gaja-dong, Jinju, Gyeongnam 660-701, Korea

ABSTRACT : A feeding trial was carried out to investigate the effect of dietary complex probiotics on performance, egg qualities and intestinal microflora in laying hens. Three hundred twenty ISA Brown laying hens, 34 weeks of age, were randomly allotted to four dietary treatments containing 0, 0.1, 0.2 and 0.4% complex probiotics for 12 weeks. There were four replicates per treatment.

Total egg production, soft and broken egg number tended to improve as dietary complex probiotics increased, but was not significantly different. Average egg weight was significantly higher in the 0.1% and 0.2% complex probiotics than the control ($P < 0.05$). Daily egg mass also increased by adding complex probiotics compared to that of control, but was not statistically different. No significant difference was found in feed intake and feed conversion ratio. Eggshell breaking strength and thickness were not significantly different, whereas yolk color was significantly lower in the supplemental 0.2% probiotics than the control at 12 weeks of age ($P < 0.05$). There was no significant difference in Haugh unit. Total number of cecum *Lactobacillus* and naerobes were significantly higher in the complex probiotics than control ($P < 0.05$). However, the number of ileal *Lactobacillus* and naerobe were not significantly different.

It was concluded that dietary complex probiotics could improve the egg weight and intestinal beneficial microbes.

(Key words : complex probiotics, laying hens, *lactobacillus*, performance, intestinal microflora)

서 론

1950년대부터 사료첨가제로서 항생제의 급여효과는 널리 인식되어 어린 가축의 성장촉진과 사료효율의 향상을 위하여 항생제의 이용이 보편화되었다.

그러나 가축에 항생제의 사용은 장내에서 항생물질에 대한 저항성이 강한 미생물의 유도(Linton 등, 1988)와 장내 미생물의 감소로 인하여 영양소 흡수가 저해될 수 있으며(Timms, 1968), 잔류와 내성 등의 제반 문제를 야기한다. 그렇기 때문에 전 세계적으로 항생제의 사용을 규제하는 추세로서, 항생제를 대체할 수 있는 사료첨가제로서 부작용이 없으며, 기관이나 조직에 축적되지 않고, 내성을 유발하지 않

는 생균제 등이 부각되고 있다.

가금은 육성시에 생리, 환경적 스트레스로 인하여 정상적인 장내 미생물간의 균형이 파괴되어 성장율과 사료 이용성 감소 등의 경제적 손실을 초래하게 된다. 그러므로 이러한 장내 미생물 균형의 개선을 위하여 숙주에 유익한 작용을 하는 미생물 사료첨가제로 알려져 있는 생균제는 스트레스로 인하여 발생하는 장내 미생물총의 불균형을 방지하며, 항상 유익한 미생물들이 우위를 갖도록 도와주는 역할을 한다(Fuller, 1989).

가축에 *Lactobacillus* 급여가 스트레스를 낮게 하였다는 연구결과는 지속적으로 보고되어 왔으며(Dubos, 1963; Tortuero, 1973), 가축의 사료에 생균제를 급여함으로써 가축의 장내에

* To whom correspondence should be addressed : jena6730@rda.go.kr

서 *E. coli*를 억제하고(Fuller, 1973; Baba 등, 1991), *Salmonella*와 *Campyrobacter*의 증식을 조절하는 기능을 가지며(Weinack 등, 1985), 가축의 성장을 촉진하고(Tortuero, 1973; Jin 등, 1996; 1998; Yeo와 Kim, 1997), 장내 유익한 미생물의 수를 증가시킨다고 보고하였다. 이외에도 Arends(1981)는 *L. acidophilus*를 음수투여하여 성장과 사료효율이 개선되었다고 보고하였으며, 김상호 등(2000) 역시 유산균을 단일 또는 혼합 급여함으로써 체중이 유의적으로 증가하고, 사료요구율이 개선되는 경향을 보였다고 하였다. 그러나 육계와 산란계에 생균제의 급여효과가 없다는 결과도 보고되었다(Watkins와 Kratzer, 1983; 1984; Maiolino 등, 1992).

이러한 연구결과의 차이는 주로 미생물의 부정확한 배양과 관계가 있다고 하였으며(Gilliland, 1987), 첨가되는 균주의 종류와 첨가방법에 따라서도 차이가 날 수 있다고 하였다(Jin 등, 1998). 이외에도 일반적으로 우수한 사육 환경에서는 스트레스 요인이 적어짐에 따라 생균제의 급여효과가 적은 것으로 알려져 있다.

그러므로 본 연구에서는 복합생균제의 수준별 급여가 산란계의 생산성, 난질 및 장내 미생물 변화에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험기간

본 시험은 34주령의 갈색 산란계(ISA Brown) 320수를 이용하여 2002년 6월 26일부터 2002년 9월 19일까지 12주간 실시하였다.

2. 시험설계

본 시험은 복합생균제의 급여가 산란계의 생산성에 미치는 효과를 구명하기 위해 Table 1과 같이 대조구와 복합생균제를 각각 0.1%, 0.2% 및 0.4% 수준으로 첨가한 4개의 시험

Table 1. Experimental design

Items	Supplementation levels of complex probiotics(%)			
	Control	0.1	0.2	0.4
Birds / replicate	20	20	20	20
No. of replication	4	4	4	4
Total no. chicken	80	80	80	80

구를 두었으며, 처리구당 4반복, 반복당 20수씩 총 320수를 공시하여 완전임의 배치하였다.

3. 시험사료 및 복합생균제

복합생균제의 성분함량과 화학적 조성은 Table 2에서 보는 바와 같으며, 시험사료는 조단백질과 대사에너지 함량이 각각 16%와 2,800 kcal/kg인 옥수수과 대두박 위주의 사료를 이용하였다(Table 3).

Table 2. The number of microflora population and chemical composition of complex probiotics

Item	Contents
Number of microflora(cfu/g)	
<i>Lactobacillus</i> spp.	5.0×10 ⁸
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2.5×10 ⁷
<i>Enterococcus faecallis</i>	5.0×10 ⁸
Phototrophic bacteria	2.5×10 ⁸
<i>Bacillus</i> spp.	2.5×10 ⁷
Chemical composition(DM basis)	
Dry matter(%)	82.53
Crude protein(%)	16.14
Ether extract(%)	15.23
Crude fiber(%)	5.64
Crude ash(%)	8.76
Pb(ppm)	3.56
As(ppm)	2.18
Cr(ppm)	9.42
F(ppm)	52.33
Cd	nd*
Hg	nd
Aflatoxin	nd

* nd = not detectable.

4. 사양관리

공시계는 니플이 장착된 2수용 3단 케이지에 2수씩 수용되었다. 사료는 신선한 균을 급여하기 위하여 매주 첨가수준 별로 충분히 혼합하여 급여하였고, 물은 신선한 것으로 자유롭게 섭취할 수 있도록 하였으며, 점등은 04:00시부터 19:00시까지 17시간 동안 실시하였다.

5. 조사항목 및 조사방법

1) 난중 및 사료섭취량

Table 3. Formula and chemical composition of basal diet

Item	%
Ingredients composition	
Corn	68.33
Soybean meal (CP 44%)	17.82
Corn gluten meal (CP 60%)	3.60
Soybean oil	
Limestone	8.40
Tricalcium phosphate	0.93
DL-Methionine (50%)	0.09
L-Lysine (80%)	0.08
Vit.-min. premix*	0.50
Salt	0.25
Total	100.00
Chemical composition**	
ME, kcal/kg	2,800
CP, %	16.0
Ca, %	3.40
Available P, %	0.275
Methionine, %	0.76
Lysine, %	0.33

* Contained followings per kg of diet: vit. A, 1,600,000 IU; vit. D₃, 300,000 IU; vit. E, 800 IU; vit. K₃, 132 mg; vit. B₂, 1,000 mg; vit. B₁₂, 1,200mg; 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; iodine, 250mg.

** Calculated values.

계란은 매일 오후 3시에 집란하여 난중 및 산란율을 조사하였고, 사료섭취량은 매주마다 조사하여 난생산 사료요구율(사료섭취량/난중)을 계산하였다.

2) 난 질

난각과 난질 분석은 4주령, 8주령 및 12주령에 각 반복별로 난중이 비슷한 10개씩의 계란을 선발하여 조사하였다. 난각강도 및 난각두께는 FHK(Fujihara Co. LTD, Saitama, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 계란 내부 품질인 Haugh unit와 난황색은 QCM+(Technical Services and Supplies, York, England)를 이용하여 측정하였다.

3) 장내미생물 수

장내 미생물을 조사하기 위하여, 시험 종료시 각 처리구

별로 4수씩을 경골탈퇴법으로 희생시켰으며, 회장내용물은 Meckel's diverticulum 부위에서 아래쪽으로 5 cm 정도 절단하여 채취하였다. 맹장은 두 개의 맹장내용물 전체에서 장내용물을 무균적으로 채취하였다. 각각의 장내용물들은 생리식염수를 이용하여 10~11까지 계단희석하였다. *Lactobacillus* spp.와 혐기성 미생물의 수를 측정하기 위하여 평판배지에 희석액 중 10~5, 10~7, 10~9 및 10~11을 0.02 mL씩 분주하여 접종하였다.

Lactobacillus spp.은 Rogosa agar(Difco)를, 혐기성 미생물은 anaerobic agar를 각각 이용하였다. *Lactobacillus*와 혐기성 세균은 37°C CO₂ incubator (Forma 311, Marjetta, USA)에서 24시간, 효모는 호기배양기 (JISICO-MIC2, Seoul, Korea)에서 48시간 배양한 후, 각각의 colony 수를 조사하였다.

6. 통계분석

본 연구에서 얻어진 시험 결과들은 Excel(2000)과 SAS package(SAS Institute, 1996)의 GLM procedure로 분산분석을 실시하고, 처리간 유의차 검정은 Duncan's new multiple range test를 이용하여 5% 수준에서 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율, 난중, 1일 산란량, 사료섭취량 및 사료요구율
복합생균제의 첨가수준이 산란 생산성에 미치는 영향은 Table 4와 Table 5에서 보는 바와 같다. 12주간의 평균 산란율과 정상산란율은 생균제 첨가가 대조구에 비하여 다소 향상되는 경향이었으나, 통계적 유의차는 인정되지 않았다.

Table 4. Effects of dietary of complex probiotics on performance of laying hens

Treatments*	Total egg production (%)	Normal egg production (%)	Soft & broken egg production (%)	Egg weight (g)
Control	84.3	82.9	1.43	60.4 ^b
0.1	87.8	85.9	1.92	61.6 ^a
0.2	85.7	84.3	1.37	61.5 ^a
0.4	89.5	88.2	1.26	60.4 ^b
SEM**	1.074	0.998	0.300	1.193

^{a,b} Values with different superscripts in the same columns differ significantly(P<0.05).

* Supplementation levels of complex probiotics(%).

** Standard error of the mean.

Table 5. Effects of dietary of complex probiotics on performance of laying hens

Treatments*	Daily egg mass(g/hen)	Feed intake (g/d/hen)	Feed conversion
Control	51.0	120.6	2.36
0.1	54.1	121.2	2.24
0.2	52.7	124.4	2.36
0.4	54.1	121.2	2.24
SEM**	0.687	1.177	0.031

* Supplementation levels of complex probiotics(%).

** Standard error of the mean.

연·파란율은 전 시험구간에 차이가 없었으며, 이러한 결과는 Goodling(1987)이 유산균 발효물을 산란계에 급여시 산란율이 개선되지 않았다는 보고와 동일하였다.

난중은 0.1%와 0.2% 첨가구가 대조구에 비하여 유의하게 높았지만(P<0.05), 0.4% 첨가구는 대조구와 차이를 보이지 않았다.

1일 산란량은 0.1% 첨가구와 0.4% 첨가구가 대조구에 비하여 3.0 g 정도 많았으나 통계적인 차이를 보이지 않았으며, 수당 사료섭취량은 복합생균제 첨가구에서 높은 경향이 있었지만 통계적인 차이는 없었고, 사료요구율은 처리구간에 일관성이 없었다. 이러한 결과는 Nahashon 등(1994)이 산란계 사료에 유산균 첨가시 사료섭취량과 사료요구율은 차이가 없었다고 보고한 것과 일치하였으나, Haddadin 등(1996)이 유산균 첨가시 사료요구율이 무첨가구보다 증가한다고 한 것과는 상이하였는데 이러한 차이는 사육환경, 공시축의 주령 등의 요인 때문으로 사료된다.

위와 같이 유산균의 급여 효과가 차이를 보이는 이유를 Jin 등(1998)은 첨가균수의 차이 때문이라 하였다. 그러므로 유산균을 가축사료에 이용시 그 균주가 대상 축종에 부합되는지 여부와 적정 급여수준에 대한 구명이 선행되어야 유의한 결과를 얻을 수 있을 것이라 사료된다.

2. 난각강도, 난각두께, 난황색 및 Haugh unit

복합생균제 첨가에 의한 4, 8 및 12주령의 난질변화는 Table 6, Table 7, Table 8 및 Table 9에 나타내었다. 난각강도는 주령이 증가하면서 점차 낮아졌으며, 12주령에서 생균제 첨가구에서 높은 경향을 보였지만 유의차는 인정되지 않았고 전체적으로 일정한 경향이나 유의차를 보이지 않았다. 난각두께 역시 처리간 일정한 결과를 나타내지 않았다. 본 실험의 결과 생균제의 첨가는 난각질에 미치는 영향이 없었으

Table 6. Effects of dietary of complex probiotics on eggshell breaking strength in laying hens

Treatments*	Weeks of feeding test diets		
	4	8	12
	----- kg/cm ² -----		
Control	4.19	3.96	3.67
0.1	4.09	3.84	3.76
0.2	4.09	3.65	3.72
0.4	3.78	3.50	3.77
SEM**	0.092	0.092	0.093

* Supplementation levels of complex probiotics(%).

** Standard error of the mean.

Table 7. Effects of dietary of complex probiotics on eggshell thickness in laying hens

Treatments*	Weeks of feeding test diets		
	4	8	12
	----- μm-----		
Control	376	417	427
0.1	366	423	415
0.2	374	412	420
0.4	372	410	410
SEM**	2.635	3.076	3.352

* Supplementation levels of complex probiotics(%).

** Standard error of the mean.

Table 8. Effects of dietary of complex probiotics on yolk color in laying hens

Treatments*	Weeks of feeding test diets		
	4	8	12
	----- Roche-----		
Control	8.45	6.95 ^{ab}	7.00 ^a
0.1	8.30	7.15 ^a	6.60 ^{ab}
0.2	8.30	7.25 ^a	6.35 ^b
0.4	8.15	6.70 ^b	6.70 ^{ab}
SEM**	0.065	0.07 ⁰	0.091

^{a,b} Values with different superscripts in the same columns differ significantly(P<0.05).

* Supplementation levels of complex probiotics(%).

** Standard error of the mean.

며 이러한 결과는 Rovinson(1977)이 유산균에서 분비된 유산이 Ca과 P의 흡수를 증진시켜 결과적으로 난각질을 개선할 수 있을 것이라는 보고와는 상이하였지만, Haddadin 등

Table 9. Effects of dietary of complex probiotics on Haugh unit of eggs in laying hens

Treatments*	Weeks of feeding test diets		
	4	8	12
Control	91.3 ^a	83.9	86.5 ^{ab}
0.1	82.5 ^b	86.4	83.0 ^b
0.2	91.5 ^a	89.1	89.2 ^a
0.4	84.7 ^{ab}	84.4	86.8 ^{ab}
SEM**	1.407	1.611	1.023

^{a,b} Values with different superscripts in the same columns differ significantly(P<0.05).

* Supplementation levels of complex probiotics(%).

** Standard error of the mean.

(1996)과 Nahashon 등(1994)의 보고와는 동일하였다. 난황색은 12주령에 0.2% 첨가구가 오히려 대조구에 비하여 유의적으로 낮게 나타났으나(P<0.05), 첨가수준에 따른 경향은 없었다. Haugh unit는 실험 개시후 4주령에 0.1% 첨가구에서 대조구에 비하여 유의적으로 낮았으나(P<0.05), 실험 기간이 경과함에 따라서 생균제 첨가구와 대조구는 통계적인 차이를 보이지 않았다.

3. 장내미생물 수

회장과 맹장내 12주령의 장내 유산균과 혐기성 미생물수는 Table 10에서 보는 바와 같은데, 회장내의 유산균과 혐기성 미생물의 수는 처리구간에 통계적인 차이는 없었으나, 첨가구에서 대조구에 비하여 높은 경향을 나타냈다. 그러나 맹장내의 유산균과 혐기성 미생물의 수는 생균제의 첨가로 대조구에 비하여 현저하게 증가되었다(P<0.05). Jin 등(1996)은 10일령의 육계에게 사료 g당 10⁹cfu의 *Lactobacilli*를 첨가시 장내의 *Lactobacillus* spp.가 증가한다고 하였으며, 김상호 등(2000)은 맹장 내용물의 유산균수는 유산균 급여구가 무첨가구보다 증가하였다고 하였다. 이외에도 생균제의 급여로 장내 유익균의 증가는 과산화수소, 유기산 및 각종 항생물질을 생성하여 장내에서 병원성미생물의 성장과 집락화를 억제하며(White 등, 1969; Cranwell 등, 1976), 단백질과 지방 분해효소를 생성하여 영양소의 소화와 흡수를 증진시켜 주는 역할을 하는 것으로 보인다(March, 1979; Sissons, 1989). 생균제를 급여한 본 실험에서도 장내에 유익한 미생물이 증대되어 통계적인 차이는 보이지 않았으나, 생균제의 첨가에 의하여 생산성은 개선되는 경향을 보였다.

Table 10. Influence of dietary of complex probiotics on ileum and cecum microflora in laying hens at 12 weeks of feeding test diets

Treatments*	Ileum		Cecum	
	<i>Lactobacillus</i>	Anaerobe	<i>Lactobacillus</i>	Anaerobe
	----- log ₁₀ cfu/g content -----			
Control	8.002	8.699	8.695 ^b	10.165 ^b
0.1	8.818	10.643	9.993 ^a	11.403 ^a
0.2	8.625	11.524	10.050 ^a	11.088 ^a
0.4	8.180	11.625	10.042 ^a	11.308 ^a
SEM**	0.239	0.351	0.165	0.203

^{a,b} Values with different superscripts in the same columns differ significantly(P<0.05).

* Supplementation levels of complex probiotics(%).

** Standard error of the mean.

적 요

본 연구는 복합생균제의 급여가 산란계의 생산성, 계란 품질 및 장내미생물에 미치는 영향을 구명하고자 34주령의 갈색산란계 ISA Brown 320수를 공시하여 12주간 사양시험을 실시하였다.

복합생균제 급여에 의한 산란계의 12주간 평균산란율과 정상산란율은 생균제 첨가구 모두 대조구 비하여 다소 향상되는 경향이었으나 통계적 유의차는 인정되지 않았다. 연·파란율도 생균제 첨가구는 대조구에 비해 감소하는 경향이 있었다(P>0.05). 난중은 0.1% 첨가구와 0.2% 첨가구가 대조구에 비하여 유의적으로 높았으나(P<0.05), 0.4% 첨가구는 대조구와 차이를 보이지 않았다. 산란량은 산란율과 난중이 증가하면서 개선된 경향을 보였으나 처리구간에 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 사료섭취량은 생균제 첨가구가 대조구에 비하여 높은 경향이었고, 사료요구율은 처리구간에 일관성이 없었다.

난각강도와 난각두께는 처리구간에 차이가 없었으며, 난황색은 12주령에 0.2% 첨가구가 오히려 무첨가구에 비하여 유의적으로 낮게 나타났으며(P>0.05), 계란의 내부품질인 Haugh unit는 4주령에 0.1% 첨가구가 대조구보다 유의적으로 낮았으나(P>0.05), 주령이 경과함에 따라서 첨가구와 대조구간에 차이가 없었다. 사료내 생균제 첨가로 맹장내의 유산균과 혐기성 미생물의 수는 현저하게 증대되었지만(P<

0.05), 회장내 유산균과 혐기성 미생물의 수는 통계적 유의차가 인정되지 않았다.

(색인 : 복합생균제, 산란계, 유산균, 생산성, 장내 미생물)

인용문헌

- Arends LG 1981 Influence of *L. acidophilus* administered via the drinking water on broiler performance. Poultry Sci 60:1617(abstract).
- Baba E, Nagaishi S, Fukata T, Arakawa A 1991 The role of intestinal microflora on the prevention of *Salmonella* colonization in gnotobiotic chickens. Poultry Sci 70:1902-1907.
- Cranwell PD, Nokes DE, Hill KJ 1976 Gastric secretion and fermentation in the suckling pig. Br J Nutr 36:71.
- Dubos RJ 1963 Staphylococci and infection immunity. Amer J Dis Child 105:643-645.
- 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 66:365-378.
- Gilliland SE 1987 Influence of bile tolerance in *Lactobacilli* used as dietary adjunct. In Biotechnology in the Feed Industry Lyons, TP 149-155. Kentucky USA: Alltech Feed Co.
- Goodling AC 1987 Production performance of White Leghorn layers fed *Lactobacillus* fermentation products. Poultry Sci 66:480-486.
- Haddadin MSY, Abdulrahim SM, Hashilamoun EAR, Robinson RK 1996 The effect of *Lactobacillus acidophilus* on the proproduction of hens eggs. Poultry Sci 18:491-494.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Jalaludin S 1996 Influence of dried *Bacillus subtilis* and *Lactobacilli* cultures on intestinal microflora and performance in broilers. Asian-Australasian J Anim Sci 9:397-403.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Jalaludin S 1998 Growth performance, intestinal microbial populations, and serum cholesterol of broilers fed diets containing *Lactobacillus* cultures. Poultry Sci 77:1259-1265.
- Linton AH, Hedges AJ, Bennet BM 1988 Monitoring of resistance during the use of olaquinox as a feed additive on commercial pig farms. J Appl Bact 64:311.
- Maiolino R, Fioretti A, Menna LF, Meo C 1992 Research on the efficiency of probiotics in diets for broiler chickens. Nutrition Abstracts and Reviews Series B 62:482.
- March BE 1979 The host and its microflora: an ecological unit. J of Animal Sci 49:857-867.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1994 Performance of Single Comb White Leghorn layers fed a diet supplemented with a live microbial during the growth and egg laying phases. Animal Feed Science Technology 57:25-38.
- Rovinson RK 1977 Yogurt and health. Br. Nutr. Foundation Bull 21:191-194.
- SAS Institute 1996 SAS/STAT® User's Guide, Release 6.12 Edition. SAS Institute Inc. Cary NC USA.
- Sissons JW 1989 Potential of probiotic organisms to prevent diarrhea and promote digestion in farm animals: A review. J Sci Food Agric 49:1-13.
- Timms L 1968 Observations on the bacterial flora of the alimentary tract in three groups of normal chickens. Br Vet J 124:470-477.
- 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.
- Watkins BA, Kratzer FH 1983 Effect of oral dosing of *Lactobacillus* strains on gut colonization and liver biotin in broiler chicks. Poult Sci 62:2088-2094.
- Watkins BA, Kratzer FH 1984 Drinking water treatment with a commercial preparation of a concentrated *Lactobacillus* culture for broiler chickens. Poult Sci 63:1671-1673.
- Weinack OM, Snoeyenbos GH, Soerjadi-Liem AS 1985 Further studies on competitive exclusion of *Salmonella typhimurium* by *Lactobacilli* in chickens. Avian Dis 29:1273-1276.
- White F, Wenham G, Sharman GA, Jones AS, Rattray EA, McDonald I 1969 Stomach function in relation to a scour syndrome in the piglet. Br J Nutr 23:847-858.
- Yeo J, Kim KI 1997 Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks. Poult Sci 76:381-385.
- 김상호 박수영 유동조 나재천 최철한 박용윤 이상진 류경선 2000 육계 생산성 및 맹장내 미생물에 대한 유산균의 첨가 효과. 한국가금학회지 27:37-41.