

산란계의 생산성, 영양소 소화율 분의 암모니아 발생량 및 장내 미생물 변화에 대한 유산균의 급여 효과

김상호^{1,†} · 유동조¹ · 박수영¹ · 이상진¹ · 최철환¹ · 나재천¹ · 류경선²

¹축산기술연구소 가금과, ²전북대학교 동물자원과학과

Effects of Dietary Supplementation of *Lactobacillus* on Performance, Nutrient Digestibility, Intestinal Microflora, and Fecal NH₃ Emission in Laying Hens

S. H. Kim^{1,†}, D. J. Yu¹, S. Y. Park¹, S. J. Lee¹, C. H. Choi¹, J. C. Na¹ and K. S. Ryu²

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

²Department of Animal Resources and Biotechnology, Chonbuk National University, 664-14 Dukjin-dong 1Ga, Chonju, Chonbuk 561-756, South Korea

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the influence of feeding various *Lactobacillus* on production performance, nutrients digestibility, intestinal microflora, and fecal NH₃ gas emission in laying hens. Three hundred and sixty ISA Brown layers, 21 weeks of age, were randomly allotted to nine treatments, with four replicates per treatment. Nine treatments consisted of Control(no *Lactobacillus*), *Lactobacillus crispatus* avibro1(LCB: KFCC-11195), *Lactobacillus reuteri* avibro2(LRB: KFCC-11196), *Lactobacillus crispatus* avihen1(LCH: KFCC-11197), *Lactobacillus vaginalis* avihen2(LVH: KFCC-11198). Each *Lactobacillus* was added at two levels (10⁴ and 10⁷ cfu/g diets). Egg production, and egg weight were measured daily. A metabolism trial was conducted following the 12-week feeding trial, during which egg qualities, intestinal microflora and fecal NH₃ gas emission were examined.

Egg production and daily egg mass improved significantly by the addition of various *Lactobacillus*(P<0.05), of which effect was more notable during the latter part of the feeding trial. But, no significant differences were found among *Lactobacillus* strains and between two levels of supplementation. Egg weight and feed intake showed no difference among all treatments. Feed conversion ratio of birds fed *Lactobacillus* was significantly improved compared to that of the Control(P<0.05), but not different among *Lactobacillus* treatments. Digestibility of crude protein, ether extract and crude ash improved significantly in *Lactobacillus* treatments(P<0.05). However, there were not statistically different by adding levels and strains. Total counts of *Lactobacillus* spp. in ileum of layers fed *Lactobacillus* were significantly higher than that of the control, but no consistent trend was found in cecum. There were no significant differences in intestinal yeast and anaerobes counts among all treatments. The *Lactobacillus* supplementation did not exert any effect on the eggshell quality and Haugh unit. Fecal NH₃ gas emission decreased significantly in *Lactobacillus* treatments, and showed no difference between the two supplementation levels.

From the result of this study, it could be concluded that dietary supplementation of *Lactobacillus*, regardless of their species, improves the laying performance and decreases the fecal ammonia gas emission. The proper level of supplementation appears to be 10⁴ cfu/g of diet.

(Key words : *lactobacillus*, hen, performance, intestinal microflora, digestibility)

서론

가축의 건강성을 유지시키기 위한 방법으로 흔히 사용하는 것이 항생제의 사용이다. 항생제는 연변의 방지와 성장촉진에 매우 유익하다(Armstrong, 1984; 1986; Parker and Arm-

strong, 1987). 그러므로 현재도 여러 가지의 항생제가 지속적인 개발과 이용이 되고 있는데, 항생제의 사용은 가축의 장내에서 항생물질에 대한 저항성이 강한 미생물의 유도(Linton et al., 1988)와 축산물에 대한 잔류 가능성과 인간에 있어 병원성 미생물의 항생제에 대한 저항성 증진 등에 대

[†] To whom correspondence should be addressed : shkim@rda.go.kr

한 문제가 야기된다(Mee, 1984; Hanson, 1985). 이러한 문제 때문에 선진국에서는 가축사료에 대한 항생제의 남용을 적극적으로 차단하고 있으며, 앞으로도 그 규제가 심화될 전망이다. 그러므로 항생제를 대체할 수 있는 물질 개발이 자연적으로 대두되는데 천연항생물질 및 생균제 등이 항생제 대체제로서 부각되고 있다.

가축의 생균제로서 가장 많이 이용되고 있는 미생물 중 하나가 유산균이다. 유산균은 Nummi and Rantala(1973)에 의하여 경쟁적 배제(Competitive exclusion)의 예로서 소개된 이후 많은 보고(Dubos, 1963; Savage et al., 1968; Fuller and Brooker, 1974)에서 장내미생물의 균형에 영향을 미치는 것으로 알려졌다. 장내미생물에 영향을 미치는 요인으로서 Tagg et al.(1976)과 Juven et al.(1991)은 유산균이 acidophilin, acidolin(reuterin), nicin 등과 같은 항생물질을 생산한다 하였으나 소장에서 활성 여부가 불분명하며 많은 연구자들에 의해서 받아들여지고 있는 유해 미생물 억압능력은 유기산과 H₂O₂의 작용이다.

유산균은 소장내에서 amine 생산을 감소시켰는데 이러한 것은 amine을 생산하는 *E. coli*가 유산균에 의하여 억제되었기 때문이다(Hill et al., 1970a, 1970b). 또 유산균 등 생균제의 급여는 urease를 생산하는 미생물의 억압으로 소장내 urease 활성을 낮출 수 있으며(Kim and Kim, 1992; Yeo, 1992), Isshiki(1980)는 *Lactobacillus casei*를 급여하여 혈중 비단백태 질소화합물(uric acid, ammonia, urea)의 감소를 보고하였다.

유산균은 탄수화물 소화에 기여하는데 Champ et al.(1983)은 닭의 소장에서 분리한 유산균에서 amylolytic activity가 있음을 관찰하였고, 또 Jonsson and Hemmingsson(1991)은 β -glucan의 분해력이 있음을 보고하였다. Parker(1990)는 유산균이 숙주동물의 brush border 효소의 활성을 증가시킨다고 하였는데, 실제로 돼지에서 유산균과 항생제의 급여는 lactase와 sucrase의 활성을 증가시켰다(Collington et al., 1990). 이러한 것은 유산균이 효소활성 증가에 직접적으로

관여했다기보다는 유해미생물의 대사물을 감소시켰기 때문인 것으로 나타났다.

유산균의 산란계에 대한 급여 시험에서 산란계의 생산성 향상효과가 있는 것으로 보고되었는데(김상호 등, 2000a; Nahashon et al., 1994; Tortuero and Fernandez, 1995; Haddadin et al., 1996), 이러한 것은 유산균이 실제로 소화기관에서 위와 같은 역할을 하였기 때문이다. 그러나 유산균 급여에 의한 부정적인 효과도 보고되고 있는데(Watkins and Kratzer, 1984; Cerniglia et al., 1983; Goodling, 1987), 이러한 이유를 Jin et al.(1996)은 올바른 균주의 선발 및 정확한 배양 그리고 충분한 유효 생균수의 급여의 차이라고 하였다.

김상호 등(2000a)은 가금에서 분리한 유산균이 산란계의 능력향상에 효과가 있음을 보고하였는데 본 연구에서는 산란계에 대하여 유산균의 유효 급여수준과 유산균주간 차이를 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험기간

본 시험의 공시계는 21주령된 ISA Brown 360수를 가지고 12주간 축산기술연구소 가금과에서 실시하였다.

2. 유산균주

본 연구에 이용된 유산균은 축산기술연구소 가금과에 보관중인 균주로 *Lactobacillus crispatus* avibro1(LCB: KFCC-11195), *Lactobacillus reuteri* avibro2(LRB: KFCC-11196)와 *Lactobacillus crispatus* avihen1(LCH: KFCC-11197), *Lactobacillus vaginalis* avihen2(LVH: KFCC-11198) 이었다. 4종의 유산균은 축산기술연구소 가금과에서 실시한 연구(김상호 등, 2000c, 2000d)에서 동일 맹장의 타 유산균에 비하여 내산성과 내담즙성이 우수한 것으로 나타났다.

Table 1. Experimental design

Strains ¹⁾	None	LCB	LRB	LCH	LVH	LCB	LRB	LCH	LVH
<i>Lactobacillus</i> (cfu/g feed)	-	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷
Replicates					4				
Birds/replicate					10				

¹⁾ LCB : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LRB : *Lactobacillus reuteri* avibro2, LCH : *Lactobacillus crispatus* avihen1, LVH : *Lactobacillus vaginalis* avihen2.

3. 시험설계

시험설계는 Table 1에서 보는 바와 같이 대조구로서 무침 가구와 위의 유산균 4종을 각각 사료 g당 10^4 cfu의 수준으로 급여한 4개의 처리구와 사료 g당 10^7 cfu의 수준으로 급여한 4개의 처리구로 하였다. 각 처리당 4반복, 반복당 10수씩을 완전임의 배치하였다.

4. 시험사료

시험사료는 옥수수과 대두박 위주의 사료를 이용하였으며, 조단백질과 대사에너지함량은 각각 16%와 2,800 kcal/kg으로 하였다(Table 2).

5. 사양관리

Table 2. Formula and chemical composition of basal diet

Ingredients;	%
Yellow corn	68.32
Soybean meal (CP 44%)	17.83
Corn gluten meal (CP 60%)	3.60
Limestone	8.40
Tricalciumphosphate	0.93
DL-Methionine (50%)	0.09
L-Lysine (80%)	0.08
Vit.-min. premix*	0.50
Salts	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

*Supplied followings per kg of the premix: 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.

공시계는 1수용 3단 철제 케이지에서 사육하였으며, 시험 사료는 입추 이후 시험이 끝날 때까지 자유채식시켰다. 물은 자유로이 마시도록 하였다. 시험 계사는 양 측면이 윈치커텐이 설치된 개방식 계사였으며, 점등은 17시간으로 하였다. 유산균 원액을 10^8 cfu 및 10^5 cfu/ml 수준으로 희석 즉시 기초사료와 배합하였다. 배합량은 처리당 매 1일분씩 칭량하여 희석액을 중량대비 10%로 하여 배합하였으며, 잔량이 많이 남은 처리구는 제거하여 신선한 사료를 섭취토록 하였다. 유산균을 사료에 혼합 후 Rogosa agar plate에서 조사한 결과 유산균은 시험설계에 준한 균수를 유지하였다.

6. 조사방법

계란은 매일 오후 3시에 채란하여 난중 및 산란율을 조사하였고, 사료섭취량은 매 2주마다 조사한 후 난생산 사료효율(사료섭취량/난중)을 계산하였다.

난각질 및 난질분석은 24주령, 28주령 및 32주령에 각 반복별로 난중이 비슷한 5개씩의 계란을 선발하여 실시하였다. 난각파열강도 및 난각두께는 FHK¹⁾를 이용하여 측정하였으며, 계란 내부 품질인 Haugh unit은 QCM²⁾를 이용하여 측정하였다.

시험 종료시 장내 미생물을 조사하기 위하여, 각 처리구 별로 4수씩을 경골탈퇴법으로 희생시켰다. 회장내용물은 Meckel's diverticulum 부위에서 아래쪽으로 5 cm 정도 절단하여 채취하였다. 맹장 내용물은 두 개의 맹장에서 무균적으로 채취하였다. 각각의 장내용물들은 생리적 식염수를 이용하여 10^{-11} 까지 계단희석하였다. *Lactobacillus* spp., 효모, 혐기성 세균의 수를 측정하기 위하여 평판배지에 희석액 중 10^{-5} , 10^{-7} , 10^{-9} , 10^{-11} 을 0.02 ml씩 분주하여 접종하였다. *Lactobacillus* spp.은 Rogosa agar를, 효모는 yeasts morphology agar, 혐기성 세균은 anaerobic agar를 이용하였다. *Lactobacillus*와 anaerobes는 37°C CO₂ incubato⁴⁾에서 24시간, 효모는 호기배양기³⁾에서 48시간 배양한 후, colony 수를 조사하였다.

유산균의 급여가 영양소 소화율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 사양시험 종료 후 처리당 4수씩 36수를 전분채취법으로 대사시험을 실시하였다. 평균체중과 비슷하고 정상적인 산란을 유지하며 정상적인 분을 배설하는 개체를 선발하여 1수용 대사케이지에 수용하고 케이지 적응을 고려하여

¹⁾ Fujihara Co. LTD, Saitama, Japan.

²⁾ Technical Services and Supplies, York, England.

³⁾ JISICO-MIC2, Seoul, South Korea.

⁴⁾ Forma 311, Marjetta, USA.

3일간 자유채식시킨 후 3일동안 매일 시험사료를 250 g씩 급여하여 배분량과 사료섭취량을 조사하였다. 수집된 분은 균질기로 충분히 섞은 후 65°C로 고정된 송풍건조기에서 3~4일간 건조 후 칭량하였다. 송풍건조된 분은 다시 분쇄하여 분석 전까지 -20°C 냉동고에서 밀폐용기에 담아 보관하였다.

일반성분 분석은 AOAC(1995) 방법에 준하여 분석하였다. 각 영양소의 소화율은 총섭취량에서 총배설량을 감하여 다시 총섭취량으로 나누어 계산하였다.

분내 암모니아 가스 발생량을 조사하기 위하여 처리당 3수씩 신선한 계분을 1일간 곤충의 침입을 배제한 상태에서 채취하여 충분히 혼합한 후 500 ml 유리용기에 70g씩 담아 호기적으로 보관하면서 가스검지기⁵⁾와 NH₃ gas검지관⁵⁾을 이용하여 7일 동안 매일 발생량을 조사하였다.

7. 통계분석

본 시험에서 수집된 자료의 분석은 GLM(SAS Institute, 1996)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 처리별 유의성 분석은 Duncan's new multiple range test를 이용하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 생산성

유산균주별, 첨가수준별 산란생산성, 사료섭취량 및 사료 요구율은 시험전기간 동안의 성적을 Table 3에 나타내었다. 12주간 평균 산란율은 유산균 첨가구 모두 무첨가구에 비하여 향상되었다(P<0.05). 유산균주 비교에서도 모든 유산균

Table 3. Effects of supplementation of four *Lactobacillus* strains at two levels on performance during 21 to 32 weeks of age

<i>Lactobacillus</i> ¹⁾ (cfu/g diet)	Egg production (%)	Egg weight (g/egg)	Daily egg mass (g/bird)	Feed intake (g/d/hen)	Feed/egg
None	94.1 ^b	59.0 ^{abc}	55.5 ^c	121.2 ^{abc}	2.182 ^a
LCB 10 ⁴	96.4 ^a	59.8 ^a	57.7 ^a	118.8 ^{bcd}	2.065 ^c
LRB 10 ⁴	97.7 ^a	59.1 ^{abc}	57.8 ^a	120.2 ^{abcd}	2.081 ^{de}
LCH 10 ⁴	96.4 ^a	59.8 ^a	57.7 ^a	121.6 ^{ab}	2.097 ^{cd}
LVH 10 ⁴	96.8 ^a	59.4 ^a	57.5 ^a	119.8 ^{bcd}	2.101 ^{cd}
LCB 10 ⁷	97.4 ^a	59.7 ^{ab}	58.2 ^a	122.5 ^a	2.108 ^{cd}
LRB 10 ⁷	97.3 ^a	57.6 ^d	56.1 ^{bc}	120.5 ^{abcd}	2.150 ^b
LCH 10 ⁷	96.4 ^a	58.5 ^{bcd}	56.4 ^{bc}	118.1 ^d	2.097 ^{cd}
LVH 10 ⁷	97.1 ^a	58.3 ^{cd}	56.6 ^b	119.9 ^{abcd}	2.116 ^c
SEM	0.293	0.210	0.296	0.652	0.010
None	94.1 ^h	59.0 ^{fg}	55.5 ^g	121.2	2.182 ^f
LCB	96.9 ^{fg}	59.7 ^f	57.9 ^f	120.7	2.086 ^g
LRB	97.5 ^f	58.4 ^g	56.9 ^f	120.4	2.116 ^g
LCH	96.4 ^g	59.2 ^{fg}	57.1 ^f	119.6	2.097 ^g
LVH	97.0 ^{fg}	58.8 ^{fg}	57.1 ^f	119.9	2.110 ^g
None	94.1 ^y	59.0	55.5 ^y	121.2	2.182 ^x
10 ⁴	96.8 ^x	59.5	57.7 ^x	120.0	2.084 ^z
10 ⁷	97.1 ^x	58.5	56.8 ^x	120.3	2.118 ^y

^{a-d}Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

^{e-h}Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

^{y-z}Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

¹⁾LCB : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LRB : *Lactobacillus reuteri* avibro2, LCH : *Lactobacillus crispatus* avihen1, LVH : *Lactobacillus vaginalis* avihen2.

⁵⁾ Gastec, Kanagawa, Japan.

첨가가 무첨가 대비 2.3~3.4%정도 향상되었는데, 시험기간이 산란전기임을 고려하면 크게 증가한 것을 알 수 있다. 첨가수준별 비교에서는 10⁴ cfu과 10⁷ cfu모두 무첨가에 비하여 3%정도 향상한 것으로 나타났으나, 10⁴ cfu과 10⁷ cfu 첨가수준간 차이는 없었다.

산란율이 증가하면 난중이 상대적으로 감소하지만 유산균 첨가가 난중은 유지되면서 산란율을 증가시키는 것으로 나타났다. 이런 결과는 유산균 첨가 효과일 것이라 생각된다.

Nahashon et al.(1994)은 산란계 사료에 유산균 첨가시 난중과 산란량이 증가한다고 하였으며, 사료섭취량과 사료요구율은 차이가 없었다고 하였다. Haddadin et al.(1996)은 유산균 첨가시 유산균수가 많은 구에서 산란율과 사료요구율이 무첨가구보다 증가하였다고 하였으며, Krueger et al. (1977)도 비슷한 보고를 하여 본 연구와 일치하였다. 1일 산

란량은 산란율이 증가한 유산균첨가구가 무첨가구에 비하여 향상된 것으로 나타났다(P<0.05). 유산균주 및 첨가수준간 차이는 없었다. Tortuero and Fernandez(1995)는 사료내 *Lactobacillus acidophilus*와 *Lactobacillus casei*의 첨가는 산란율과 난중을 증가하는 효과가 있었다고 보고하였다. 반면에 Goodling(1987)은 유산균 발효물을 산란계에 급여시 산란율이 개선되지 않았으며 사료효율과 난중에도 효과가 없었다는 상반된 보고를 하였다. 이와 같은 차이를 Siriwar(1977)는 특정 유산균이 특정한 숙주 동물에 유익하게 작용하기 때문이라 하였으며, Jin et al.(1998)은 첨가균수의 차이 때문이라 하였다. 그러므로 유산균을 가축사료에 이용시 그 균주가 대상 축종에 부합되는지 여부와 적정 급여수준에 대한 구명이 선행되어야 유익한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

유산균 첨가는 무첨가구에 비하여 산란량은 증가하였으나 사료섭취량은 차이가 없었다. 따라서 난생산 사료효율은

Table 4. Effects of supplementation of four *Lactobacillus* strains and levels on nutrient digestibility of laying hens

<i>Lactobacillus</i> ¹ (cfu/g diet)	Dry matter	Crude protein	Ether extract	Crude ash
-----(% , DM basis)-----				
None	79.96 ^{bc}	53.58 ^{bc}	76.39 ^{bc}	73.99
LCB10 ⁴	80.45 ^{bc}	60.28 ^{ab}	78.89 ^{abc}	80.36
LRB10 ⁴	75.24 ^c	43.33 ^c	75.24 ^c	73.49
LCH10 ⁴	82.32 ^{ab}	59.81 ^{ab}	84.08 ^a	78.09
LVH10 ⁴	86.78 ^a	72.25 ^a	83.86 ^a	85.81
LCB10 ⁷	84.34 ^{ab}	64.79 ^{ab}	82.49 ^{ab}	85.37
LRB10 ⁷	82.03 ^{ab}	63.17 ^{ab}	84.66 ^a	74.61
LCH10 ⁷	84.59 ^{ab}	69.87 ^{ab}	84.17 ^a	85.03
LVH10 ⁷	83.25 ^{ab}	64.53 ^{ab}	85.02 ^a	82.21
SEM	3.505	10.427	3.664	7.771
None	79.96 ^e	53.58 ^e	76.39 ^e	73.88 ^e
LCB	82.39 ^{fg}	62.53 ^{fg}	80.43 ^{fg}	82.87 ^{fg}
LRB	78.60 ^e	53.25 ^e	81.52 ^{fg}	74.05 ^e
LCH	83.45 ^{fg}	64.84 ^{fg}	84.12 ^f	81.56 ^{fg}
LVH	85.01 ^f	68.39 ^f	84.52 ^f	84.01 ^f
None	79.96	53.58	76.39 ^y	73.99 ^y
10 ⁴	81.18	58.92	81.07 ^x	79.44 ^{xy}
10 ⁷	83.55	65.59	84.19 ^x	81.80 ^x

^{a-c} Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

^{f,g} Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

^{x-y} Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

¹LCB : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LRB : *Lactobacillus reuteri* avibro2, LCH : *Lactobacillus crispatus* avihen1, LVH : *Lactobacillus vaginalis* avihen2.

유산균 첨가구가 모두 개선된 결과를 보였으며($P < 0.05$), 유산균 첨가 수준간에는 10^4 cfu 첨가구가 10^7 cfu 첨가구보다 유의적으로 개선된 결과를 얻었다. 이와 같은 유산균의 난생산 사료효율 개선효과는 여러 연구자들(Abdulrahim et al., 1996; Tortuero and Fernandez, 1995; Haddadin et al., 1996; 김상호 등, 2000a)의 보고와 유사하다고 하겠다.

2. 영양소 소화율

Table 4에서는 각 영양소의 소화율을 나타내었다. 건물 소화율은 LVH첨가구가 무첨가구에 비하여 향상되었으며($P < 0.05$) 다른 유산균주는 무첨가에 비해 수치는 증가하였지만 유의성은 인정되지 않았다. 조단백질, 조지방 및 조회분 소화율 모두 비슷한 결과로 나타났다. 첨가수준간 역시 무첨가에 비하여 첨가구가 영양소 소화율이 향상되는 것으로 나타났다으며, 10^4 cfu 및 10^7 cfu 간에는 차이가 없었다. 전반적으로 산란계 유래 유산균이 육계 유래 유산균보다 조단백질과 조지방 소화율이 더 좋은 경향을 보였다.

Nahashon et al.(1994)은 유산균을 사료에 첨가하면 식욕을 증진하고 지방, 질소, 칼슘, 인 및 구리 등의 이용율을 증진시킨다고 하였다. 이러한 유산균의 영양소 이용성 개선효과를 산란생산성 및 사료섭취량과 함께 고려해 보면 유산균 첨가는 영양소 이용성을 향상시켜 사료섭취량의 증가 없이 생산성을 향상시킴으로서 난생산 사료효율을 개선시키는 것으로 사료된다. 본 시험과 동일한 유산균을 육계에 급여한 보고(박수영 등, 2001)에서도 본 연구결과와 비슷한 결과를 보였다.

3. 장내 미생물 변화

Table 5와 6에서는 회장 및 맹장내 미생물 변화를 나타낸 것이다. 회장내 유산균은 LCH구를 제외한 유산균 첨가구가 무첨가에 비하여 전반적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 그 중에 LRB 104 첨가구가 가장 많았다($P < 0.05$). 효모는 LRB구가 무첨가에 비하여 감소하였고($P < 0.05$), 다른 유산균주는 처리간 차이가 없었다. 혐기성 균은 처리간 차이가 없었다. 맹장내 유산균, 효모 및 혐기성 미생물은 유산균 첨가로 인한 변화는 나타나지 않았다. 이러한 차이는 회장의 경우 섭취된 사료의 직접적인 영향을 받기 때문인 것으로 판단된다.

Jin et al.(1996)은 10일령의 육계에 사료 g당 10^9 cfu의 *Lactobacilli*를 첨가시 장내의 *Lactobacillus* spp.가 증가한다고 하였으며, 김상호 등(2000a)은 맹장 내용물의 유산균수는 유산균 급여구가 무첨가구보다 증가하였다고 보고하였다. 남

Table 5. Effects of supplementation of four *Lactobacillus* strains and levels on ileal microflora of laying hens

<i>Lactobacillus</i> ¹⁾ (cfu/g diet)	<i>Lactobacillus</i> spp.	Yeasts	Anaerobes
----- log ₁₀ cfu/g content -----			
None	8.128 ^d	9.636	11.227 ^{ab}
LCB 10 ⁴	9.077 ^c	9.239	12.373 ^a
LRB 10 ⁴	10.21 ^{3a}	9.017	11.336 ^{ab}
LCH 10 ⁴	8.602 ^{cd}	9.640	10.925 ^{bc}
LVH 10 ⁴	8.867 ^{cd}	9.505	10.073 ^c
LCB 10 ⁷	9.103 ^c	9.335	11.145 ^{bc}
LRB 10 ⁷	9.396 ^{bc}	9.373	11.496 ^{ab}
LCH 10 ⁷	8.667 ^{cd}	9.309	10.094 ^c
LVH 10 ⁷	9.975 ^{ab}	8.938	12.033 ^{ab}
SEM	0.129	0.758	0.957
None	8.128 ^h	9.636 ^f	11.227
LCB	9.090 ^g	9.297 ^{fg}	11.759
LRB	9.998 ^f	8.934 ^g	11.416
LCH	8.766 ^{gh}	9.479 ^{fg}	10.510
LVH	9.277 ^g	9.461 ^{fg}	11.053
None	8.128 ^y	9.636	11.227
10 ⁴	9.190 ^x	9.384	11.177
10 ⁷	9.288 ^x	9.278	11.192

^{a-d}Means with different superscripts within columns differ significantly($P < 0.05$).

^{f-h}Means with different superscripts within columns differ significantly($P < 0.05$).

^{x,y}Means with different superscripts within columns differ significantly($P < 0.05$).

¹⁾LCB : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LRB : *Lactobacillus reuteri* avibro2, LCH : *Lactobacillus crispatus* avihen1, LVH : *Lactobacillus vaginalis* avihen2.

궁환 등(1986)과 Jin et al.(1998)은 육계에서 생균제를 급여시 *Lactobacillus* spp.가 증가하고 *E. coli*는 감소하였다고 본 시험과 비슷한 보고를 하였다.

이와 같이 유산균의 급여로 인한 장내 유익한 균의 증가는 과산화수소, 유기산 및 각종 항생물질을 생성하여 장내에서 병원성 미생물의 성장 및 집락화를 억제하며(White et al., 1969; Juven et al., 1991), 단백질 및 지방 분해효소를 생성하여 영양소의 소화 및 흡수를 증진시켜주는 역할을 하는 것으로 보인다 (March, 1979; Sissons, 1989; Barnes and Impey, 1972). 따라서 유산균의 급여로 인해 장내 유익한 미생물의 증가로 영양소 이용성이 개선된다고 여겨진다.

Table 6. Effects of supplementation of four *Lactobacillus* strains and levels on cecal microflora of laying hens

<i>Lactobacillus</i> ¹⁾ (cfu/g diet)	<i>Lactobacillus</i> spp.	Yeasts	Anaerobes
----- log ₁₀ cfu/g content -----			
None	10.546 ^{ab}	9.761	11.299 ^{ab}
LCB 10 ⁴	10.670 ^{ab}	9.263	12.281 ^a
LRB 10 ⁴	10.600 ^{ab}	9.291	12.238 ^a
LCH 10 ⁴	10.335 ^{ab}	9.311	11.665 ^b
LVH 10 ⁴	10.477 ^{ab}	9.826	11.583 ^{ab}
LCB 10 ⁷	10.260 ^b	9.232	12.288 ^a
LRB 10 ⁷	10.552 ^{ab}	9.642	10.753 ^b
LCH 10 ⁷	10.658 ^{ab}	9.817	12.306 ^a
LVH 10 ⁷	10.796 ^a	9.721	12.304 ^a
SEM	0.053	0.471	0.010
None	10.546	9.761	11.299
LCB	10.465	9.248	12.284
LRB	10.574	9.516	11.496
LCH	10.438	9.400	11.985
LVH	10.672	9.798	11.944
None	10.546	9.761	11.299
10 ⁴	10.521	9.396	11.942
10 ⁷	10.566	9.601	11.913

^{ab}Means with different superscripts within columns differ significantly ($P < 0.05$).

¹⁾LCB : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LRB : *Lactobacillus reuteri* avibro2, LCH : *Lactobacillus crispatus* avihen1, LVH : *Lactobacillus vaginalis* avihen2.

4. 계란의 품질

계란의 품질은 시험 개시 후 4주차, 8주차 및 12주차 (Table 7)에 조사되었는데 난각강도는 12주차에 약간의 차이는 있었지만 처리간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 난각후도 역시 처리간 차이가 없었다. 일반적으로 산란율이 증가하면 전체적으로 난각질이 감소하지만 본 연구에서는 유산균에 의한 산란율이 증가되었음에도 난각질에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났다.

Haugh unit은 4, 12주차에는 처리간 차이가 없었으며 8주차에 유산균 첨가구가 무첨가구에 비하여 감소한 것으로 나타났다.

Rovinson(1977)은 유산균에서 분비된 유산이 Ca과 P의 흡수를 증진시켜 결과적으로 물질축적이 많아질 것이라 하였으나, 본 연구에서는 그러한 개선 효과가 입증되지 않았으며, Haddadin et al.(1996)과 Nahashon et al.(1994)의 결과에서

도 본 연구와 비슷하였다.

5. 계분의 암모니아 가스 발생량

유산균의 첨가가 계분내 암모니아 가스 발생량에 미치는 영향은 Table 8에서 보는 바와 같다. 계분의 암모니아 가스 농도가 매우 높은 것은 신선 계분을 포집통에 보관하면서 측정하였기 때문이다. 배분후 1일차까지는 가스가 발생되지 않았으며 2일차부터 급격히 암모니아가스 발생량이 높아졌다. 3일차부터 가스 발생량이 최대로 나타나 6일차까지 유지되었다. 이 시기에 처리간 차이를 비교해 보면 유산균 첨가구가 무첨가구에 비하여 가스발생량이 다소 차이는 있지만 50% 이상 감소되는 것으로 나타났다($P < 0.05$). 유산균주 및 첨가수준간 차이는 나타나지 않았다.

유산균의 급여에 의한 암모니아 가스 발생을 감소시키는 가능 요인은 세가지가 있다. 먼저 사료내 질소의 이용성을 향상시켜 배설되는 질소의 함량을 낮추는 것이다. 본 연구에서도 유산균 급여에 의한 단백질의 소화율이 향상된 결과를 보였다. 둘째로 유산균의 급여가 연변을 발생시키는 유해균을 억제함으로써 분내 수분함량을 감소시켜 암모니아 가스 제거를 향상시킬 수 있는데 박수영 등(2001)은 유산균 급여가 연변발생 감소로 바닥재 수분함량이 감소한다고 하여 본 가설을 뒷받침한다. 셋째로 유산균이 urease와 같은 암모니아 발생을 증가시키는 효소를 분비하는 유해균을 억제하는 것이다. 실제로 유산균 등 생균제의 급여는 urease를 생산하는 미생물의 억압으로 소장내 urease 활성을 낮출 수 있다고 보고되고 있다(Kim and Kim, 1992; Yeo, 1992). 또 Chiang and Hsieh(1995)은 유산균과 *Bacillus*가 함유된 생균제 급여 시 계분과 바닥재의 암모니아 생성을 감소시킨다는 보고를 하였으며 비슷한 보고 역시 다수 있다(Reece et al., 1980; Caveny et al., 1981; Attar and Brake, 1989).

적 요

본 연구는 산란계에 대한 유산균주 및 첨가수준 효과를 구명하기 위하여 실시되었다. 21주령된 ISA Brown 360수를 공시하여 12주동안 사양하면서 산란 생산성, 영양소 이용성, 회장 및 맹장내 미생물 변화, 계란 품질 변화 및 계분내 암모니아 가스 발생량을 조사하였다.

첨가된 유산균은 LCB(*Lactobacillus crispatus* avibro1: KFCC-11195), LRB(*Lactobacillus reuteri* avibro2: KFCC-11196), LCH(*Lactobacillus crispatus* avihen1: KFCC-11197),

Table 7. Effects of supplementation of four *Lactobacillus* strains and levels on egg qualities of laying hens at 24, 28 and 32 weeks of age

<i>Lactobacillus</i> ¹⁾ (cfu/g diet)	Eggshell breaking strength (week, kg/cm ²)			Eggshell thickness (week, μ m)			Haugh unit (week)		
	24	28	32	24	28	32	24	28	32
	None	4.23	4.31 ^{ab}	4.33 ^{ab}	432	436	448	81.0	87.8 ^a
LCB 10 ⁴	4.32	4.51 ^a	4.31 ^{ab}	426	444	455	80.6	85.6 ^{ab}	82.0 ^{ab}
LRB 10 ⁴	4.16	4.26 ^{ab}	4.13 ^{abc}	423	447	444	83.3	85.6 ^{ab}	80.5 ^{ab}
LCH 10 ⁴	4.09	4.20 ^{ab}	4.19 ^{abc}	436	451	454	83.2	83.7 ^{ab}	81.0 ^{ab}
LVH 10 ⁴	4.25	4.23 ^{ab}	3.94 ^{bc}	428	437	450	81.4	83.7 ^{ab}	85.8 ^a
LCB 10 ⁷	4.35	4.25 ^{ab}	3.84 ^{bc}	434	438	435	80.7	86.2 ^{ab}	79.3 ^{ab}
LRB 10 ⁷	4.19	4.03 ^{ab}	4.52 ^a	429	427	441	85.4	83.6 ^{ab}	81.9 ^{ab}
LCH 10 ⁷	4.50	4.35 ^{ab}	4.18 ^{abc}	424	442	433	83.5	85.4 ^{ab}	79.2 ^{ab}
LVH 10 ⁷	4.19	3.93 ^b	3.71 ^c	437	435	440	82.7	82.6 ^b	79.1 ^{ab}
SEM	0.086	0.067	0.083	2.944	3.483	3.377	0.785	0.966	0.842
None	4.23	4.31	4.33 ^f	432	436	448	81.0	87.8 ^f	78.3
LCB	4.34	4.38	4.07 ^{fg}	430	441	445	80.6	85.9 ^{fg}	80.7
LRB	4.17	4.15	4.32 ^f	426	437	443	84.3	84.6 ^{fg}	81.2
LCH	4.28	4.28	4.19 ^{fg}	430	446	443	83.3	84.5 ^{fg}	80.1
LVH	4.22	4.08	3.83 ^g	432	436	445	82.1	83.1 ^g	82.4
None	4.23	4.31	4.33	432	436	448	81.0	87.8 ^x	78.3
10 ⁴	4.21	4.30	4.15	428	445	451	82.1	84.6 ^y	82.3
10 ⁷	4.30	4.14	4.05	431	435	437	83.1	84.4 ^y	79.9

^{a,b}Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

^{f,g}Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

¹⁾LCB : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LRB : *Lactobacillus reuteri* avibro2, LCH : *Lactobacillus crispatus* avihen1, LVH : *Lactobacillus vaginalis* avihen2.

Table 8. Effects of supplementation of four *Lactobacillus* strains and levels on NH₃ gas emission from manure in laying hens

<i>Lactobacillus</i> ¹⁾ (cfu/g diet)	Storage(day)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	----- ppm -----							
None	0	0	717 ^a	1,300 ^a	1,300 ^a	1,100 ^a	1,133 ^a	210 ^{bc}
LCB 10 ⁴	0	0	640 ^a	850 ^b	933 ^b	867 ^b	733 ^b	233 ^{bc}
LRB 10 ⁴	0	0	435 ^{bc}	537 ^c	517 ^{cd}	517 ^{cd}	450 ^{cd}	307 ^{abc}
LCH 10 ⁴	0	0	188 ^{de}	240 ^{de}	307 ^d	400 ^{cd}	300 ^d	183 ^c
LVH 10 ⁴	0	0	292 ^{cd}	417 ^{cde}	420 ^d	500 ^{cd}	467 ^{cd}	327 ^{ab}
LCB 10 ⁷	0	0	287 ^{cd}	450 ^{cd}	490 ^{cd}	450 ^{cd}	433 ^{cd}	383 ^a
LRB 10 ⁷	0	0	452 ^{bc}	533 ^c	517 ^{cd}	333 ^d	317 ^d	257 ^{abc}
LCH 10 ⁷	0	0	470 ^b	867 ^b	700 ^c	800 ^b	867 ^b	273 ^{abc}
LVH 10 ⁷	0	0	110 ^e	200 ^e	433 ^d	533 ^c	533 ^c	257 ^{abc}
SEM	0	0	40.4	68.2	61.3	49.4	53.3	15.6
None	0	0	717 ^f	1,300 ^f	1,300 ^f	1,100 ^f	1,133 ^f	216
LCB	0	0	463 ^g	650 ^g	712 ^g	658 ^g	583 ^g	308
LRB	0	0	443 ^{gh}	531 ^{gh}	517 ^{gh}	425 ^g	383 ^g	282
LCH	0	0	329 ^{gh}	553 ^{gh}	503 ^{gh}	600 ^g	583 ^g	228
LVH	0	0	201 ^h	308 ^h	427 ^h	517 ^g	500 ^g	292
None	0	0	717 ^x	1,300 ^x	1,300 ^x	1,100 ^x	1,133 ^x	210
10 ⁴	0	0	389 ^y	511 ^y	544 ^y	571 ^y	488 ^y	263
10 ⁷	0	0	430 ^y	513 ^y	535 ^y	529 ^y	538 ^y	293

^{a-e}Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

^{f-h}Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

^{x,y}Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).

¹⁾LCB : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LRB : *Lactobacillus reuteri* avibro2, LCH : *Lactobacillus crispatus* avihen1, LVH : *Lactobacillus vaginalis* avihen2.

LVH(*Lactobacillus vaginalis* avihen2: KFCC-11198) 4종류였다. 처리구는 무첨가구와 유산균 4종을 균주별로 사료 g당 10^4 및 10^7 cfu 수준으로 첨가한 9개 처리로 배치하였으며, 처리구당 4반복, 반복당 10수씩 공시하였다.

산란율은 유산균첨가구가 무첨가구에 비하여 현저하게 증가하였으며, 급여기간이 길수록 더욱 차이가 크게 나타났다($P<0.05$). 유산균주 및 첨가수준간 차이는 나타나지 않았으며, 평균난중은 처리간 차이를 보이지 않았다. 1일 산란량은 유산균 첨가구가 모두 무첨가구에 비하여 향상되었으며($P<0.05$), 유산균주 및 첨가수준간 차이는 나타나지 않았다.

사료섭취량은 처리간 차이가 없었으며, 난생산 사료효율은 유산균 급여로 인하여 현저하게 개선되었지만($P<0.05$), 유산균 계통별, 첨가수준별 차이는 없었다.

건물, 조단백질, 조지방, 조회분 등의 영양소 소화율은 LVH첨가구가 무첨가에 비하여 증가하였고($P<0.05$) 다른 처리는 대조구와 차이가 없었다.

4주 단위로 조사한 난각질과 Haugh unit은 처리간에 차이가 없었다. 회장내 유산균 수는 유산균 급여구들이 대조구보다 현저하게 높았다($P<0.05$). 회장내 호모와 혐기성 미생물 및 맹장내 미생물의 수는 처리구간에 비슷한 경향을 나타냈다.

계분내 암모니아 가스 발생량은 배분후 3일부터 6일까지 최대로 발생하였는데, 이 기간 중에 유산균 급여구는 대조구보다 발생량이 현저하게 낮아서 약 50% 감소하였다($P<0.05$).

본 연구 결과 산란계에게 유산균의 급여는 산란 생산성을 향상시키고 계분의 암모니아 가스 발생량을 감소시키는 것으로 나타났다. 유산균을 사료 g당 10^4 및 10^7 cfu 수준으로 첨가한 바, 대조구보다 생산성을 높게 하였지만 첨가 수준간에 차이는 없었으므로, 적정 유산균 첨가수준은 사료내 약 10^4 cfu/g 으로 판단된다.

(색인어 : 유산균, 산란계, 생산성, 장내미생물변화, 소화율)

인용문헌

- Abdulrahim SM, Haddadin MSY, Hashlamoun EAR, Rovinson 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 37:341-346.
- AOAC 1995 Official methods of analysis 16th ed Association of Official Analytical Chemists Washington DC USA.
- Armstrong DG 1984 Antibiotics as feed additives for ruminant livestock in Antimicrobials and Agriculture. M Woodbine ed Butterworths London. p331-347.
- Armstrong DG 1986 Gut-active growth promoters in Control and Manipulation of Animal Growth. PJ Buttery, D Lindsay and NB Haynes eds Butterworths London. p21-37.
- Attar AJ, Brake J 1989 An economic analysis of the effects of ammonia and its control in broiler houses. Poultry Sci 68(Suppl. 1):167(Abstr.).
- Barnes EM, Impey CS 1972 Some properties of the nonsporing anaerobes from poultry caeca. J Appl Bacteriol 35(2): 241-51.
- Caveny DD, Quarles CL, Greathous GA 1981 Atmospheric ammonia and broiler cockerel performance. Poultry Sci 60: 513-516.
- Cerniglia GJ, Goodling AC, Hervert JA 1983 The response of layers to feeding *Lactobacillus* fermentation products. Poultry Sci 62:1339(Abtract).
- Champ M, Szyllit O, Raibaud P, Ait-Abdelkader N 1983 Amylase production by three *Lactobacillus* strains isolated from chicken crop. J Appl Bacteriol 55:487.
- Chiang SH, Hsieh WM 1995 Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level. Asian-Aust. J of Anim Sci 8:159-162.
- Collington GK, Parker DS, Armstrong DG 1990 The influence of inclusion of either an antibiotic or a probiotic in the diet on the development of digestive enzyme activity in the pig. Br J Nutr 64:59-70.
- Dubos RJ 1963 Staphylococci and infection immunity. Am J Dis Child 105:643-645.
- Fuller R, Brooker BE 1974 Lactobacilli which attach to the crop epithelium of the fowl. Am J Clin Nutr 27:1305- 1312.
- Goodling AC 1987 Production performance of White Leghorn layers fed *Lactobacillus* fermentation products. Poultry Sci 66:480-486.
- Haddadin MSY, Abdulrahim SM, Hashlamoun EAR, Robinson RK 1996 The effect of *Lactobacillus acidophilus* on the production of hens eggs. Poultry Sci 18:491-494.
- Hanson DJ 1985 Human health effects of animal feed drugs unclear. Chem Eng News 63(7):7.
- Hill IR, Kenworthy R, Porter P 1970a Studies of the effect of

- dietary lactobacilli on intestinal and urinary amines in pigs in relation to weaning and post-weaning diarrhea. *Res Vet Sci* 11:320-326.
- HHill IR, Kenworthy R, Porter P 1970b The effect of dietary lactobacilli on in-vitro catabolic activities of the small-intestinal microflora of newly weaned pigs. *J Med Microbiol* 3:593-605.
- 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 Absr Rev Series B*. 51. 698.
- 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.
- Juven BJ, Meinersmann RJ, Stern NJ 1991 Antagonistic effects of lactobacilli and pediococci to control intestinal colonization by human enteropathogens in live poultry. *J Appl Bacteriol* 70:95-103.
- Kim TW, Kim KI 1992 Effects of feeding diets containing probiotics or antimicrobial agent on urease activity and ammonia production in the intestinal contents of rats. *Korean J Anim Sci* 34:167-173.
- Krueger WF, Bradley JW, Patterson RH 1977 The interaction of gentian violet and *Lactobacillus* organism in the diets of leghorn hens. *Poultry Sci* 56:1729-1736.
- 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.
- March BE 1979 The host and its microflora: an ecological unit. *J of Animal Sci* 49:857-867.
- Mee BJ 1984 The selective capacity of pig feed additives and growth promotants for coliform resistance in antimicrobials in agriculture(M. Woodbine ed). Butter worths London p349-358.
- 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.
- Nurmi E, Rantala M 1973 New aspects of *Salmonella* infection in broiler production. *Nature* 241:210-211.
- Parker DS 1990 Manipulation of the functional activity of the gut by dietary and other means (antibiotics/probiotics) in ruminants. *J Nutr* 120:639-643.
- Parker DS, Armstrong DG 1987 Antibiotic feed additives and livestock production. *Proc. Nutr. Soc.* 46:415.
- Reece FN, Lott BD, Deaton JW 1980 Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. *Poultry Sic* 59:486-488.
- 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.
- Savage DC, Dubos R, Schaedler RW 1968 The gastrointestinal epithelium and its autochthonous bacterial flora. *J Exp Med* 127:67-76.
- Siriwar D 1977 Effect of probiotic feeding on the performance of broiler chicks. MS thesis Poultry Sci Dept Mississippi State Univ.
- 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.
- Tagg JR, Dajani AS, Wannamaker LW 1976 Bacteriocins of gram-positive bacteria. *Bacteriological Reviews* 40:722-756.
- Tortuero F, Fernandez E 1995 Effects of inclusion of microbial cultures in barley-based diets fed to laying hens. *Anim Feed Technol* 53:255-265.
- Watkins BA, Kratzer FH 1984 Drinking water treatment with commercial preparation of a concentrated *Lactobacillus* culture for broiler chicken. *Poultry Sci* 63:1671-1673.
- 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* 23:847-58.
- Yeo J 1992 Effects of feeding diets containing antibiotics, probiotics or yucca extract on daily gain and feed conversion ratio, and urease activity and ammonia production in the intestine of broilers. MS thesis Cheju National University Korea. p1-31.
- 김상호 박수영 유동조 이상진 강보석 최철환 류경선 2000a 유산균의 첨가 급여가 산란 생산성, 소화기관 미생물 변화 및 계란 품질에 미치는 영향. *한국가금학회지* 27:235-

242.

김상호 박수영 유동조 나재천 최철환 박용운 이상진 류경선
2000b 육계 생산성 및 맹장내 미생물에 대한 유산균의
첨가효과. 한국가금학회지 27:37-41.

김상호 박수영 유동조 장병귀 최철환 박용운 이상진 류경선
2000c 육계 맹장 유산균의 성장특성에 관한 연구. 한국
가금학회지 27(1):31-35.

김상호 박수영 유동조 이상진 나재천 최철환 류경선 2000d

산란계 맹장 유산균의 특성에 관한 연구. 한국가금학회
지 27(3):227-233.

남궁환 손익환 정진성 백인기 1986 생균제와 항생제가 병아
리의 성장과 장내세균총에 미치는 영향. 한국가금학회지
13:49-55.

박수영 김상호 유동조 이상진 류경선 2001 유산균의 급여가
육계의 성장능력에 미치는 영향. 한국가금학회지 28(1):
27-40.