

*Lactobacillus reuteri*의 급여가 육계의 성장 특성, 장내미생물 변화, 혈청 성상 및 사육환경에 미치는 영향

김상호[†] · 박수영¹ · 이상진 · 류경선²

축산기술연구소 가금과, ¹농협중앙회 축산연구소, ²전북대학교 농업과학기술연구소

Effect of Feeding *Lactobacillus reuteri* to Broiler on Growing Performance, Intestinal Microflora and Environmental Factor

S. H. Kim[†], S. Y. Park¹, S. J. Lee and K. S. Ryu²

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

¹Livestock Research Institute, National Agricultural Cooperative Federation,

²Institute of Agricultural Science and Technology, Chonbuk National University, Korea 561-756

ABSTRACT : A feeding trial was carried out to evaluate the effects of feeding *Lactobacillus reuteri* culture(LRC) on the performance, nutrients digestibility, intestinal microflora, serum metabolites, ammonia generation and litter dampness in broiler chicks. Four hundred eighty, one day old male chicks were fed into none, 0.1, 0.2 and 0.4% of LRC supplementation for seven weeks. Basal diets excluded antibiotics contained ME 3,100, 3,100 kcal/kg, and CP 22.0, 20.0% for starter and grower, respectively.

Weight gain of chicks fed LRC was significantly higher than no supplemental group in overall period($P<0.05$). Feed intake was the highest in the 0.1% LRC, but not statistically different from other treatments. Feed conversion showed no significance among treatments. Viable *Lactobacillus* spp. number of chicks fed 0.2 and 0.4% LRC was significantly higher in cecum at seven weeks of age compared to the none($P<0.05$). The tendency of anaerobes number was similar to *Lactobacillus* spp in ileum and cecum. Total number of *E. coli* and *Salmonella* were no difference in all treatments. In serum metabolites, feeding LRC increased triglyceride, and inorganic phosphorus, but no different total protein, albumin, total cholesterol, glucose, blood urea nitrogen and Ca. Nutrients digestibility improved significantly in 0.4% LRC compared to that of none($P<0.05$). Fecal NH_3 gas generation was greatly decreased in the LRC supplemental groups($P<0.05$). Moisture contents of bedding was also significantly decreased in LRC feeding group.

It was concluded from the present study that feeding *Lactobacillus reuteri* culture improved the growth performance and nutrients digestibility of broiler chicks and minimize the fecal noxious gas emission.

(Key words: *Lactobacillus reuteri* culture, broiler, performance, intestinal microflora, NH_3 gas)

서 론

현대의 축산업은 가축의 유전능력 개량, 시설의 현대화, 질병방역 기술 향상 및 사료 가공기술 향상 등 생산성 향상 기술 개발과 더불어 가축분뇨에 의한 환경오염 최소화, 가축의 복지 및 축산물의 고품질화 등도 동시에 선결과제로 대두되고 있다. 이러한 과제 해결의 가장 기본적인 것은 가축의 건강성 유지이다. 건강한 상태는 생산성 향상뿐만 아니

라, 영양소 이용을 최대화하여 배출되는 오염인자를 감소시킬 수 있으며, 품질의 고급화 및 궁극적으로 가축의 복지 증진까지 도모할 수 있다. 닭에서 건강을 유지하기 위한 가장 쉽고 효과적인 방법은 항생제의 사용으로 항생제는 연변을 방지하고 성장을 촉진하지만(Amstrong, 1984; 1986; Parker와 Armstrong, 1987), 가축의 장내에서 이러한 항생물질에 대한 저항성이 강한 미생물의 유도(Linton 등, 1988; Hedges와 Linton, 1988)와 축산물에 대한 잔류문제를 야기하며 사람에서

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

병원성 미생물이 항생제에 대한 저항성을 높여주는 역할을 한다(Mee, 1984; Hanson, 1985). 그러므로 최근에 가축에서 이러한 항생제를 대체할 수 있는 사료첨가제로서 생균제에 대한 연구는 활성화 되어 왔다.

생균제(Probiotics)는 Lilly와 Stillwell(1965)이 그 역할의 중요성을 보고한 이후 Parker(1974), Mitsuoka (1975), Crawford (1979), Fuller(1989) 그리고 Havenaar 등(1992)의 많은 연구자에 의하여 개념이 정립되어 왔다. 생균제는 가축의 장내 미생물총의 특성을 개선하여 사료의 이용성을 높여 주며 숙주에 유익한 작용을 하는 미생물이라고 정의되어 왔으며, 최근에는 살아있는 미생물이 포함되지 않은 미생물의 배양물이 포함된 Direct-fed-microbials (DFMs)로 인식된다.

생균제로서 가장 많이 이용되는 미생물은 유산균으로서 생체내 작용기전은 Nurmi와 Rantala(1973)가 발표한 경쟁적 배제(Competitive exclusion : CE)를 배경으로 연구가 활성화 되었다. 유산균은 소화기관의 상피세포에서 부착된 상태로 집락을 형성하여 활동하면서(Barrow 등, 1980; Fuller, 1977; Starvic 등, 1987), 장내미생물에 영향을 미치는 여러 종류의 대사산물인 산, H₂O₂ 및 acidophilin, acidolin(reuterin), nicin 등과 같은 물질을 분비하여(Tagg 등, 1976; Juven 등, 1991) coliforms, *Salmonella*, *Clostridia* 등과 같은 미생물의 독소작용을 억제한다. 또한 Parker(1990)는 유산균이 숙주동물의 brush border에서 효소의 활력을 높여준다고 하였으며, Champ 등(1983)은 닭의 소장에서 분리한 유산균은 amyolytic activity가 있으며, Jonsson과 Hemmingsson (1991)은 β-glucan을 분해하고, Collington 등(1990)은 lactase와 sucrase의 활성을 증대하였다고 하였다. Fuller와 Turvey(1971)가 닭에서 유산균에 대한 급여가 효과적이라고 보고한 이후 많은 연구에서 가금에서 유산균이 유익한 역할에 대하여 보고 되어왔다(Dilworth와 Day, 1978; Watkins 등, 1982; Jin 등, 1996; Mohan 등, 1996; Yeo와 Kim, 1997; Nahashon 등, 1993; Tortuero와 Fernandez, 1995; Haddadin 등, 1996; Francis 등, 1978). 이러한 연구결과에서 일반적으로 유산균은 가축의 성장촉진, 장내 유익균 증가 및 유해균 억제, 영양소 이용성 개선, 암모니아 생산 억제 및 콜레스테롤 감소하는 작용을 하였다. 이러한 보고와는 반대로 유산균의 급여에 의한 육계 증체향상 효과가 없었다는 보고도 있는데(Watkins와 Kratzer, 1983; Maiolino 등, 1992), 이러한 차이를 Jin 등(1998)은 미생물의 종과 급여물의 이상으로 생균제적인 가치가 상실되었기 때문이라고 분석하였다. 이러한 문제를 방지하기 위하여 Lyons(1987)는 생균제의 급여효과를 향상시키는 요인으로 두가지를 제시하였는데, 첫째는 Jin 등(1998)이 제시한 방법

과 동일하게 살아있는 생균상태의 정확한 균수이며 둘째는 장내 미생물 균형을 파괴하고 동시에 가축의 성장 저하를 유발하는 stress라고 하였다.

유산균은 형태, 당발효 양상, 성장온도, 생산된 유산의 형태, 산, 염기 저항성 등에 의해 *Lactobacillus*, *Lueconostoc*, *Pediococcus*, *Enterococcus*속으로 분류되는데, 지금까지 보고된 자료에서 육계의 생산성을 향상시키는 *Lactobacillus*속 계열의 유산균은 *Lactobacillus acidophilus*(Tortuero, 1973; Dilworth와 Day, 1978; Watkins 등, 1982; Jin 등, 1996; Mohan 등, 1996; Yeo와 Kim, 1997), *Lactobacillus sporegenes*(한인규 등, 1984a,b) 및 *Lactobacillus casei*(Isshiki, 1979) 등이 있다. 이러한 종은 가축용 사료에 급여할 수 있는 생균제로서 충분한 가치를 입증되어 산업적으로 이용되어 왔다. 한편, 포유동물과 가금의 장내에서 공통적으로 존재하는 *Lactobacillus reuteri*는 항균작용(Axelsson 등, 1989; Chung 등, 1989)과 가금에 급여시 생균제로서 능력개선 등(Casas 등, 1998)의 연구 보고도 있다. 그러나 많은 유산균이 생균제로서 이용되고 있음에도 불구하고 생균제가 성장 특성에 미치는 영향을 기반으로 연구된 결과는 미진한 실태이다.

그러므로 본 연구에서는 이전의 연구에서(김상호 등, 2001) 가금 장내에 존재하여 유익한 역할을 한다고 보고된 *Lactobacillus reuteri*의 생균제적 가치를 구명하기 위하여 육계에 급여시에 증체, 사료효율, 장내미생물 변화, 영양소 이용성, 혈액성상 및 암모니아 가스 발생 등에 미치는 영향을 고찰하였다.

재료 및 방법

1. 공시계 및 시험기간

본 연구의 공시계는 육계 Abor Acre 수평아리 480수로서, 평사에서 6월 13일부터 7월 31일까지 7주간 사양시험을 실시하였다. 체중은 1일령에 개체별로 측정하여 모든 처리구가 비슷하도록 배치하였다.

2. 유산균주 및 시험설계

본 연구에 사용된 유산균주는 이전에 김상호 등(2001)이 육계 장내에서 분리한 *Lactobacillus reuteri*로서 상품화되었는데 시제품은 유산균을 발효조(Bestkorea 5L, 한국)에서 충분히 발효한 후 배양액을 농축 및 동결건조하여 유당과 혼합제조하였는데, 유산균 수는 10⁷cfu/g 이었다.

시험설계는 유산균 배양물을 첨가하지 않은 대조구와 유

산균 배양물을 사료에 0.1, 0.2, 0.4%를 첨가한 처리구로 나누었다. 각 처리구는 4반복으로 하였고 반복당 30수씩 공시하였다.

3. 사양관리

공시계가 수용된 계사는 원치커텐과 콘크리트 바닥이 설치된 개방식계사였으며, 각 pen의 크기는 2×3m(6m²)였다. 깔짚은 왕겨를 이용하였으며 각 pen당 사용량은 37kg 정도로서 약 5cm 두께였다. 점등은 입추후 3일간 24시간 점등을 실시하였고, 이후 7일령까지 23시간 점등 : 1시간 소등으로 하였으며 8일령부터 시험 종료시까지 야간간헐점등을 1L : 2D로 실시하였다. 광도는 시험 전 기간 10~15 Lux 였다.

백신은 1일령에 ND+IB 혼합백신을 점안접종하였으며, 7일령에 IBD, 14일령에 ND+IB, 21일령에 IBD를 음수 접종하였다.

4. 기초사료의 조성 및 배합

기초사료의 영양소 함량은 CP를 제외하고 NRC(1994) 권장수준에 준하여 옥수수과 대두박 위주로 제조하였다(Table 1). 영양소 수준을 전기(0~3주령)와 후기(4~7주령)로 구분하여 배합하였으며, ME는 전 기간 3,100 kcal/kg, CP는 사육 전기와 후기에 각각 22.0, 20.0%였다.

5. 조사항목 및 조사방법

1) 생산성 조사

체중은 1일령과 주령별로 측정하였는데, 반복별 전체 체중을 개체수로 나누어 평균체중을 계산하였다. 사료섭취량은 주간별로 조사하였으며, 누적사료섭취량으로 계산하였다. 사료요구율은 사료섭취량을 증체량으로 제하여 주간별 누적 사료요구율로 계산하였다.

2) 장내미생물 조사

장내미생물은 회장과 맹장 내용물에서 3, 5, 7주령에 처리구당 4수씩 희생하여 조사하였다. 회장소화물은 Meckel's diverticulum 부위의 하단부를 5cm 정도 절단하여 채취하였고, 맹장 내용물은 전체 맹장에서 채취하였다. 내용물은 채취직후 PBS로 계단희석하여 Rogosa SL agar(유산균; Difco 2011001), Anaerobic agar(혐기성균; Difco 1283000), McConkey plate(*E. coli*; Difco 1262002), SS agar(*Salmonella*; Difco 1354006)에 접종하였다. Rogosa SL agar와 Anaerobic agar plate는 CO₂ incubator(Forma 311, USA)에서 37℃로 48시간

Table 1. Composition of basal diets

	Starter (0~3 week)	Grower (4~5 week)
Ingredients(%)		
Corn	53.29	61.65
SBM(CP, 44%)	33.91	27.88
CGM(CP, 60%)	4.01	4.00
Soybean oil	4.73	3.06
Tricalcium phosphate	0.27	0.07
Limestone	0.01	0.05
DL-Methionine 50	2.00	1.22
L-Lysine 80	1.02	1.31
Salts	0.25	0.25
Vit-Min premix ¹	0.50	0.50
Chemical composition ²		
ME, kcal/kg	3,100	3,100
CP, %	22.00	20.00
Ca, %	1.00	0.90
Non-phytate phosphate, %	0.45	0.35
Lysine, %	1.10	1.00
Methionine, %	0.50	0.38

¹ Contained per kg diet : Vit. A 1,600,000IU, Vit. D₃ 300,000IU, Vit. E 800IU, Vit. K₃ 132mg, Vit. B₂ 1,000mg, Vit. B₁₂ 1,200mcg, niacin 2,000mg, pantothenate calcium 800mg, folic acid 60mg, choline chloride 35,000mg, DL-methionine 6,000mg, iron 4,000 mg, copper 500mg, manganese 12,000mg, zinc 9,000mg, cobalt 100mg, BHT 6,000mg, iodide 250mg.

² Calculated values.

배양하였으며, MacConkey와 SS agar는 37℃로 조정된 호기적 incubator(Jisico-MIC2, 한국)에서 24시간 배양 후 colony를 조사하였다.

3) 영양소 이용성

영양소 이용성을 조사하기 위하여 사양실험 종료후 처리구당 4수씩 전분채취법으로 대사시험을 실행하였다. 평균체중을 유지하고 정상적인 분을 배설하는 개체를 선발하여 1수용 대사케이지에 수용하였는데, 케이지 적응을 고려하여 3일간 시험사료를 자유채식토록 하였으며, 그 후 3일간 매일 사료섭취량과 배설량을 수집하여 칭량하였다. 수집된 분은 Homogenizer(SMT, Japan)로 충분히 섞은 후 60℃로 조정된

송풍건조기(Kijeong, 한국)에서 3일 동안 건조하였으며, 건조 후 실온에서 1일 보관후 칭량하였다. 송풍 건조된 분은 분쇄하여 분석전까지 밀폐용기로 보관하였다.

일반성분과 Ca, P 분석은 AOAC(1995)방법에 준하여 분석하였으며 각각의 분석치는 평균 사료섭취량과 배설량을 이용하여 건물값으로 소화율을 계산하였다.

4) 바닥재 수분함량 및 계분 암모니아 가스량 조사

계사내 사육환경변화를 조사하기 위하여 바닥재의 수분함량과 계분의 암모니아 가스 발생량을 조사하였다. 정확한 바닥재의 수분함량을 조사하기 위하여 각 pen의 바닥을 비닐로 덮은 후 왕겨로 피복하였고 사양시험기간에 처리구간에 계분 및 바닥재가 혼입되지 않도록 하였다. 바닥재의 수분은 입주시와 주령별로 조사하였는데, 각 pen당 가장자리와 중앙의 5개 부위로부터 시료를 채취하여 혼합하였다. 채취된 시료는 즉시 135℃로 조정된 건조기를 이용하여 수분함량을 측정하였다. 계분의 암모니아 가스 발생량은 각각의 처리구에서 3수씩 무작위로 선발하여 실행하였다. 계분은 신선한 상태로 채취하였으며, 균질화한 후 500ml 유리용기에 50g씩 담아 30℃로 조정된 Incubator(Jisico-MIC2, 한국)에서 호기적으로 보관하면서 NH₃ gas 검지관(Gastek, Japan)을 이용하여 21일간 매일 발생량을 조사하였다.

5) 혈청 성분 분석

사양시험 도중 3, 5, 7주령에 처리별로 체중이 비슷한 개체를 20수를 선발하여 익정맥에서 혈액을 채취하였다. 채취된 혈액을 37℃에서 하루정도 보관후 2,500rpm으로 원심분리하여 혈청을 분리하였으며, -70℃에서 보관하였다. 혈청은 자동생화학분석기(Cibacoring, USA)를 이용하여 total protein, albumin, total cholesterol, triglyceride, glucose, blood urea nitrogen, calcium, inorganic phosphorus를 분석하였다.

6. 통계분석

수집된 자료는 SAS package(SAS Institute, 1996)의 GLM procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 처리구별 통계적인 차이는 Duncan's new multiple range test를 이용하였으며 신뢰수준은 모두 95% 수준으로 하였다.

결 과

1. 증체량 및 사료효율

Table 2. Effect of feeding *Lactobacillus reuteri* culture on body weight, weight gain, feed intake and feed conversion of broiler chicks for 7 week of age

Treatments (%)	Body weight (g)	Weight gain (g)	Feed intake (g)	Feed conversion
0	1,802 ^c	1,762 ^c	4,158 ^b	2.36
0.1	2,013 ^a	1,973 ^a	4,509 ^a	2.29
0.2	1,884 ^{bc}	1,844 ^{bc}	4,316 ^{ab}	2.34
0.4	1,971 ^{ab}	1,931 ^{ab}	4,323 ^{ab}	2.24
SEM	30.933	30.954	33.830	0.022

^{a-c} Means with different superscripts in the same column differ significantly ($P < 0.05$).

LR의 수준별 급여가 의한 증체량과 사료섭취량 및 사료 요구율에 미치는 영향은 Table 2에 나타났다. 증체량은 Fig. 1에서 사육 전 기간에 비교하였는데 3주령 이후 LR 첨가구가 실험 종료시까지 무첨가구에 비하여 증가하였다($P < 0.05$). 7주까지의 증체량은 LR 0.1과 0.4% 급여구에서 무첨가구에 비하여 유의적으로 향상되었으며($P < 0.05$), LR 0.2% 첨가구에서 증체량은 무첨가구와 통계적 유의성이 인정되지 않았으나 82g으로 높았다. 본 연구에서 평균체중이 일반적으로 사육된 7주령의 육계에 비하여 낮은 경향을 보였는데, 이러한 결과는 사육 환경온도가 30℃ 이상이었으며, 습도가 약 85%로서 고온다습한 환경아래에서 사육환경에 따른 스트레스가 작용하였기 때문으로 판단된다. 사료섭취량은 LR 0.1%구가 무첨가구에 비하여 유의적으로 증가하였으나($P < 0.05$), LR 0.2와 0.4%구는 무첨가구에 통계적 차이가 없었다. 사료 요구율은 통계적 유의성은 없었지만 LR 0.1%구가 가장 낮게 나타났다.

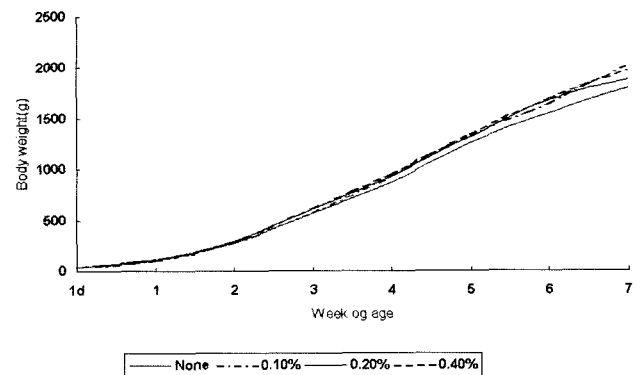


Fig. 1. Effect of feeding *Lactobacillus reuteri* culture on body weight of broiler chicks.

2. 장내 미생물 변화

Table 3에서는 회장과 맹장내 미생물 변화를 나타냈다. 유산균수는 유산균 배양물 급여구에서 증대되었다(P<0.05). 회장 및 맹장내 유산균은 대체적으로 LR 급여구가 무첨가구에 비하여 높았지만, 7주령에는 맹장에서 유의적인 증가를 나타내었다. 혐기성균 역시 유산균의 변화 비슷한 경향을 보였다.

*E. coli*는 1 주령에 유산균 배양물 급여구에서 무첨가구에 비하여 현저하게 낮았지만(P<0.05), 이후 처리구간에 차이가 없었다. 회장 및 맹장내 *Salmonella*수는 처리구별 성장단계별 차이가 없는 것으로 나타났다.

3. 혈청내 생화학 물질 변화

Table 4는 3, 5, 7주령의 혈청성상을 비교한 결과를 수록하였다. Total protein과 albumin함량은 3주령과 7주령에 각각 LR 0.1% 급여구에서 가장 높게 나타났으며(P<0.05), total cholesterol은 처리구간에 일관성이 없었다. Triglyceride는 3주령에 LR 0.1%, 5주령에는 LR 0.1, 0.2% 급여구가 무첨가구에 비하여 높게 나타났으며(P<0.05) 7주령에서는 처리구간에 차이가 없었다. Glucose, blood urea nitrogen 그리고 calcium은 실험 전 기간에 처리구간에 비슷하였으며, inorganic phosphate는 7주령에 LR 0.2, 0.4% 급여구에서 무첨가구에

Table 3. Effect of feeding *Lactobacillus reuteri* culture on the *Lactobacillus* spp., anaerobes, *E. coli*, *Salmonella* in Ileum and cecum of broiler chicks at 3, 5, and 7 weeks of age

Treatments (%)	Ileum			Cecum		
	3wk	5wk	7wk	3wk	5wk	7wk
<i>Lactobacillus</i> spp.	log 10 cfu/g content					
0	8.86 ^a	7.99	8.64	9.05	8.71	8.86 ^b
0.1	9.09 ^a	8.69	7.98	9.90	9.99	9.27 ^{ab}
0.2	9.47 ^a	8.44	9.15	9.78	9.74	9.98 ^a
0.4	8.53 ^{ab}	8.18	9.02	10.23	9.45	9.94 ^a
SEM	0.152	0.133	0.228	0.215	0.179	0.162
Anaerobes						
0	8.85	8.92 ^b	9.05	9.61	9.79 ^b	9.78 ^{ab}
0.1	8.70	11.79 ^a	8.16	10.32	11.25 ^a	9.10 ^b
0.2	9.28	9.12 ^b	8.90	9.97	10.42 ^{ab}	9.72 ^{ab}
0.4	8.70	10.18 ^{ab}	8.69	9.74	10.92 ^{ab}	10.10 ^a
SEM	0.088	0.300	0.197	0.215	0.210	0.136
<i>E. coli</i>						
0	5.51	5.73	6.31	6.94 ^{ab}	7.00	7.50
0.1	5.64	5.72	5.96	7.62 ^{ab}	7.30	7.12
0.2	6.13	5.27	6.63	6.91 ^{ab}	7.31	7.59
0.4	6.03	5.96	6.48	7.65 ^{ab}	6.80	7.28
SEM	0.246	0.133	0.219	0.167	0.112	0.212
<i>Salmonella</i>						
0	5.44	5.58 ^{ab}	5.86	6.64	6.55	6.63
0.1	5.33	6.02 ^a	6.05	6.87	6.64	6.47
0.2	5.75	5.16 ^b	6.27	7.33	6.67	6.64
0.4	5.98	5.58 ^{ab}	6.25	7.62	6.60	6.55
SEM	0.268	0.110	0.178	0.226	0.050	0.241

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

Table 4. Effect of feeding *Lactobacillus reuteri* culture on serum metabolites of broiler at 3, 5 and 7 week of age

Treatments (%)	TP	ALB	TCH	TG	GLU	BUN	Ca	IP
3 week	g/dl			mg/ml				
0	2.53	1.06	155	92.8 ^b	182	0.60	12.0	5.21
0.1	2.43	1.03	146	103.0 ^{ab}	160	0.67	11.8	5.68
0.2	2.43	0.97	150	117.0 ^a	168	0.79	11.5	5.84
0.4	2.49	1.06	149	87.3 ^b	165	0.84	11.3	5.92
SEM	0.019	0.013	1.578	2.555	3.002	0.046	0.106	0.109
5 week								
0	2.53	1.06	112	73.3 ^b	176	0.35	10.8 ^a	6.37
0.1	2.57	1.05	121	89.3 ^a	181	0.30	10.6 ^a	6.20
0.2	2.53	1.01	114	91.8 ^a	187	0.33	10.4 ^{ab}	6.76
0.4	2.56	1.05	121	76.2 ^b	181	0.21	10.1 ^b	6.77
SEM	0.021	0.012	1.321	1.907	2.182	0.017	0.089	0.106
7 week								
0	2.88 ^{ab}	1.13 ^b	113	82.1	152 ^{ab}	0.19	9.6	6.04 ^b
0.1	3.06 ^a	1.27 ^a	109	84.7	157 ^{ab}	0.33	10.0	6.38 ^{ab}
0.2	2.86 ^b	1.13 ^b	115	81.8	137 ^b	0.32	9.7	6.80 ^a
0.4	2.72 ^b	1.14 ^b	107	78.3	160 ^a	0.30	9.8	6.81 ^a
SEM	0.027	0.014	1.694	1.848	2.939	0.021	0.064	0.089

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

TP : total proetin, ALB : albumin, TCH : total cholesterol, TG : triglicerides, GLU : glucose, BUN : blood urea nitrogen, IP : inorganic phosphate.

비하여 함량이 높게 나타났다(P<0.05).

Table 5. Effect of feeding *Lactobacillus reuteri* culture on digestibility of dry matter, crude protein, ether extracts, ash, calcium, phosphorus of boiler chicks

Treatments (%)	DM	CP	EE	Ash	Ca	P
 % , DM basis					
0	77.6 ^b	63.3 ^b	70.4 ^b	41.3 ^b	53.3 ^b	50.7 ^c
0.1	81.0 ^b	70.1 ^{ab}	75.0 ^{ab}	49.5 ^{ab}	59.4 ^b	60.8 ^b
0.2	79.4 ^b	65.3 ^{ab}	74.4 ^{ab}	41.1 ^b	54.9 ^b	64.3 ^{ab}
0.4	86.3 ^a	78.0 ^a	80.7 ^a	63.4 ^a	69.0 ^a	72.8 ^a
SEM	0.085	1.540	0.945	2.128	1.789	2.333

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

4. 영양소 소화율

영양소 소화율은 Table 5에 수록하였다. 건물소화율, 단백질

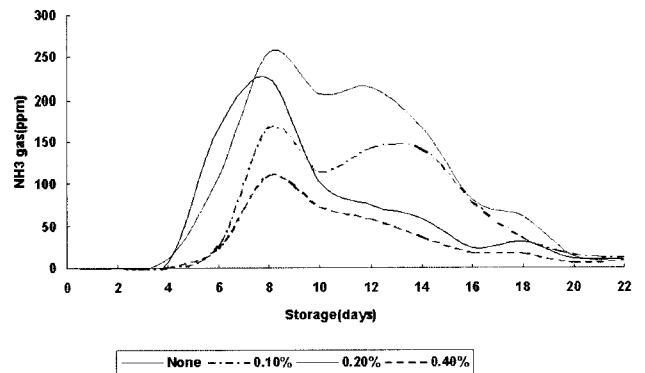


Fig. 2. A comparison of fecal ammonia gas emission under aerobic storage condition of broiler fed *Lactobacillus reuteri* culture.

Table 6. Effect of feeding *Lactobacillus reuteri* culture on moisture of rice hull for bedding of broiler for overall periods

Treatments (%)	Week					
	1	2	3	4	5	7
 %					
0	9.21 ^a	11.90	19.07 ^a	20.72 ^a	30.64 ^a	37.94 ^a
0.1	8.63 ^b	11.49	17.00 ^b	19.69 ^{ab}	30.21 ^a	34.76 ^{ab}
0.2	8.84 ^{ab}	11.39	17.09 ^b	17.68 ^b	26.63 ^b	30.98 ^b
0.4	8.73 ^b	12.07	18.28 ^{ab}	19.21 ^{ab}	28.49 ^{ab}	35.31 ^a
SEM	0.066	0.126	0.295	0.389	0.419	0.749

^{ab} Means with different superscripts in the same column differ significantly (P<0.05).

질, 지방, 회분의 소화율은 LR 0.4%구가 다른 처리구에 비하여 현저하게 높았다(P<0.05). 이러한 결과는 유산균 급여는 장내 유익균 수를 높여주며, 유익균의 섭취물을 분해하는 효소의 활성화를 촉진하기 때문으로 사료된다.

5. 암모니아 가스 발생 및 자리깃 수분함량

Fig. 2에서는 처리별 계분의 암모니아 발생량을 비교하였다. 암모니아 가스 발생은 보관 4일후부터 급격히 증가하는 양상을 보였으며 1차 피크 이후 감소하다가 다시 2차 피크 양상을 보였는데, LR 급여구에서 무첨가구에 비하여 유의적으로 감소되었다(P<0.05).

사육환경에 주로 영향을 미치는 요인으로 간주되는 자리깃의 수분함량은 Table 6에 나타내었다. 사육 초기에는 처리구간에 차이가 없었지만, 계분의 배설량이 증가되는 사육후반기에는 LR 0.2%구에서 무첨가구에 비하여 유의적으로 낮게 나타났다(P<0.05).

고 찰

육계는 사양과정 중에 부화직후 계류 및 수송, 과밀, 비정상적 온도, 과밀, 계사내 먼지, 자리깃, 암모니아 발생 등 많은 스트레스 등의 요인으로 성장이 지연되는데(Moberg, 1985; Regnier와 Kelly, 1981; Dantzer와 Kelly, 1989; Kelly와 Dantzer, 1991; Khansari 등, 1990; Edens와 Siegel, 1974; 1976; Siegel, 1980; Fuller, 1986; Fox, 1988; Sissons, 1989; Lawrence, 1980), 유산균의 급여는 이러한 성장지연의 인자들을 억제하

는 것으로 알려지고 있다(한인규 등, 1984a,b; Moham-Kumar와 Christopher, 1988; Kalbande 등, 1992; Jin 등, 1998; 김상호 등, 2000; 2001; 박수영 등, 2001). 가금에서 모든 유산균의 급여 결과는 다양하게 나타났는데, 이러한 원인은 유산균의 생균제적 가치 차이(Jin 등, 1998)와 적정 수효의 미공급(박수영 등, 2001; 김상호 등, 2002) 등과 닭의 사육환경의 차이에 따른 스트레스에(Lyons, 1987) 기인한다. *Lactobacillus*속 계열 가운데 *L. acidophilus*(Tortuero, 1973; Dilworth와 Day, 1978; Watkins 등, 1982; Jin 등, 1996; Mohan 등, 1996; Yeo와 Kim, 1997), *L. sporegenes*(한인규 등, 1984a,b) 및 *L. casei*(Isshiki, 1979) 등이 육계에서 증체를 개선할 수 있다고 하였다. 본 연구에 이용된 *Lactobacillus reuteri*(LR) 역시 이전에 김상호 등(2001)에 의하여 다른 유익한 균종과 동일하게 증체에 현저하게 영향을 미쳤다(P<0.05). 본 연구 결과는 Jin 등(1998)의 보고와 동일한 경향을 보였으며, 이전의 연구결과(김상호 등, 2001; 박수영 등, 2001)에 비하여 LR 처리구에서 무첨가구에 비하여 증체량이 더욱 높았던 원인은 사육환경이 고온 다습한 스트레스로 인하여 증체에 미치는 영향이 높아졌기 때문일 것으로 사료된다.

LR 0.2, 0.4% 급여구가 체중은 유의적으로 증가하였지만(P<0.05), 사료섭취량과 사료요구율에서 처리구간에 차이가 없는 결과는 다른 생균제와 차이가 있는 특징으로 생각된다. 이러한 원인은 유산균 급여로 소화효소를 분비하는 정상적인 소화기관 미생물 기능이 유지되었기 때문으로 사료된다. 이외에도 LR의 급여구에서 생산성이 개선된 결과는 이전의 연구보고(Casas 등, 1993; Edens 등, 1997; England 등, 1996)와 일치하였으므로 가금에서 LR이 생균제로서 우수한 종이 될 수 있음을 시사한다.

Fuller(1989)는 direct fed microbials란 숙주동물의 소화기관 미생물 균형을 개선하여 유익한 역할을 한다고 하였는데, 그 후 Jin 등 (1998)은 유산균 배양물 급여로 동일한 연구결과를 보고하였다. Francis 등(1978)과 Jin 등(1998)은 유산균 배양물 급여가 장내 유해미생물을 억제하여 그 수효가 감소한다고 하였는데 본 연구에서는 처리구간에 일관성을 보이지 않았다. 이러한 원인은 배지의 종류와 분석방법의 차이 때문인 것으로 판단된다.

Schneitz 등(1998)은 건강한 성계의 맹장 내용물에서 선발한 32종의 미생물을 혼합하여 제조한 생균제를 육계의 사료에 첨가하였을 때, 유기물 소화율이 1% 증가하였으며 질소의 이용율 역시 1.5~3.0% 증가하였다고 하였다. Nahashon 등(1994a,b)도 사료내 생균제를 4.4×10⁷ cfu/g 또는 8.8×10⁷ cfu/g 첨가하여 사양시험을 실시한 결과 질소와 칼슘은 이용

율이 증가하였는데 급여 수준간에는 차이가 없었으며, 사료 내 8.8×10^7 cfu/g 급여수준에서 인 이용율이 높아졌다고 하였다. 김상호 등(2001)과 박수영 등(2001) 역시 유산균의 급여로 영양소 이용율이 증대되었다고 하였는데, 이러한 결과는 섭취한 유산균이 장내에서 유익한 소화효소를 분비하여 사료의 이용효율을 높여주었기 때문으로 사료된다. 이외에도 유산균은 단백질을 분해하는 효소적인 기능을 가지며 (Barnes와 Impey, 1972), Champ 등(1983)은 amylolytic activity를 확인하였다. 김상호(2002)는 유산균의 수가 극대화되었을 때 amylase와 lipase의 작용도 최대에 이른다고 하였다. 영양소의 흡수에 직접적인 영향을 미치는 소장의 상피세포 점막과 용모의 발달은 김상호 등(2002)의 보고와 동일하게 유산균의 급여로 인하여 개선되었으며, 소화기관내 유익균과 그 대사물은 점막세포의 재생율도 개선되었는데 이러한 결과는 이전의 연구자들의 결과와 동일한 경향을 보였다 (Hampson, 1986; Miller 등, 1986; Cera 등, 1988).

암모니아 발생에 관여하는 효소는 urease와 ammonia-generating enzymes로서 *Bacteroides*, *Clostridia*, *Proteus*, *Klebsiella* 등의 많은 미생물은 urease를 생산하고 *E. coli*는 urease를 생산하지 않지만 ammonia-generating enzyme를 생산한다. 많은 소화기관의 미생물은 요산(Barnes와 Impey, 1974)과 요소(Stutz와 Metrokotsas, 1972)의 가수분해에 관여하며 그러한 효소활성을 조절하는 역할을 한다(Fujita, 1968). 그러나 대부분의 유산균은 urease와 ammonia-generating enzymes를 거의 생산하지 않으며(Phar와 Ruebner, 1956; Macbeth 등, 1965; Agostini 등, 1972), 생균제는 urease 활성을 감소시켜 쥐(Kim과 Kim, 1992)와 닭(Yeo, 1992)에서 소화기관내 암모니아 농도를 감소시키는 것으로 나타났다. Isshiki (1979)는 *Lactobacillus casei*를 급여하여 혈중의 비단백태 질소화합물(uric acid, ammonia, urea)이 감소된다고 하였다. Chiang과 Hsieh (1995)은 유산균과 *Bacillus*가 함유된 생균제를 급여시 계분과 바닥재의 암모니아 생성을 감소시킨다는 보고를 하였는데 유사보고도 다수 존재하는데(Reece 등, 1980; Caveny 등, 1981; Attar와 Brake, 1989), 본 연구결과에서도 유산균 급여로 계사의 사육환경이 효과적으로 개선되었다.

이상의 결과에서 *Lactobacillus reuteri*는 육계사료에 첨가제로서 급여시에 효모제와 같은 배양물 등이 함유된 생균제와는 다르게 사료내 적정균수가 포함되면 첨가수준으로 약 0.1%가 적정수준으로 사료되었으며, 생균제적 가치로서 이전에 가금에서 효과적으로 작용한 유산균과 동일하게 장내 소화기관 유익한 미생물의 작용을 높여 사료영양소의 이용

을 개선한 결과 생산성을 증대할 수 있을 것이다. 이외에도 *Lactobacillus reuteri*는 육계 사육환경에 영향을 미치는 암모니아 가스 및 자리깃의 수분함량도 현저하게 개선할 수 있을 것으로 사료되었다.

적 요

본 연구는 유산균의 급여가 육계의 생산성, 영양소 이용성, 장내미생물, 계사내 환경 요인 및 혈청내 생화학적인 변화에 대한 영향을 구명하고자 실시하였다. 사양실험은 1일령 육계 수평아리 480수를 평사로 7주간 실행하였다. 첨가된 유산균 배양물은 육계 맹장에서 유래한 *Lactobacillus reuteri*였으며, 첨가수준은 0, 0.1, 0.2, 0.4%였다.

체중은 1주령부터 유산균 배양물 급여구에서 대조구에 비하여 높았으며, 7주령에는 82~212g이 현저하게 높았다 ($P < 0.05$). 사료섭취량은 0.1% 첨가구가 가장 높았으며 및 사료요구율은 처리구간에 통계적인 차이가 없었다. 소화기관내 미생물 변화에서 유산균 배양물의 첨가구가 무첨가 대비 유산균의 수는 회장과 맹장에서 증가하는 경향을 보였으며, 7주령에 맹장에서는 유의적으로 높게 나타났으며($P < 0.05$), 혐기성 미생물도 비슷한 경향을 보였다. *E. coli*와 *Salmonella*는 처리구간에 차이가 없었다. 혈청내 total protein과 albumin의 함량은 LR 0.1%구가 각각 3주령과 7주령에 가장 높게 나타났으며($P < 0.05$), total cholesterol은 처리구간에 일관적인 차이가 나타나지 않았다. Triglyceride는 3주령과 5주령에서 LR급여구가 대조구에 비하여 높게 나타났으며($P < 0.05$), glucose, blood urea nitrogen 그리고 calcium은 전 기간에 걸쳐 처리간 비슷하게 나타났다. inorganic phosphate는 7주령에서 LR 0.2%와 LR 0.4% 급여구가 대조구에 비하여 함량이 높은 것으로 나타났다($P < 0.05$).

영양소 이용율에서 건물소화율은 LR 0.4% 급여구가 대조구에 비하여 증가하였으며($P < 0.05$), 단백질, Ca 이용율도 전체적으로 향상되었다($P < 0.05$). 계분내 NH_3 gas 발생량은 LR 급여구에서 현저하게 감소하여 1/3~1/2의 수준을 유지하였다($P < 0.05$). 자리깃(왕겨)의 수분함량은 유산균 급여구가 무첨가 대비 감소되는 경향을 보였다.

이상의 결과에서 유산균 배양물의 급여는 육계의 생산성 향상과 사육환경 개선에 효과적으로 작용하였다고 판단된다.

(색인 : 유산균 배양물, 육계, 생산성, 장내 미생물, 암모니아)

인용문헌

- Agostini L, Down PF, Murison J, Wrong OM 1972 Fecal ammonia and pH during lactulose administration in man : comparison with other cathartics. Gut 13:859-866.
- AOAC 1995 Official methods of analysis 16th ed Association of official Analytical Chemists. Arington VA. 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 ed 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(Abstract).
- Axelsson L, Chung TC, Dobrogosz WJ, Lindgren SE 1989 Production of a broad spectrum antimicrobial substance by *Lactobacillus reuteri*. Microbial Ecol Health Dis 2:131-136
- Barnes EM, Impey CS 1972 Some properties of the nonsporing anaerobes from poultry caeca. J Appl Bacteriol 35(2):241-51.
- Barnes EM, Impey CS 1974 The occurrence and properties of uric acid decomposing anaerobic bacteria in the avian cecum. J Appl Bacteriol 37:393-409.
- Barrow PA, Brooker BE, Fuller R, Newport MJ 1980 The attachment of bacteria to the epithelium of the pig and its importance in the microecology of the intestine. J Appl Bact 48:147.
- Casas IA, Edens FW, Dobrogosz WJ, Parkhurst CR 1993 Performance of GAIA feed and GAIA spray: A *Lactobacillus reuteri*-based probiotics for poultry. In: Prevention and Control of Potentially Pathogenic Microorganisms in Poultry and Poultry Meat products, Proceedings 12, FLAIR No 6 Probiotics and Pathogenicity(Jensn JF, Hinton MH, and Mulder RWA eds), DLO centre for poultry Research and Informational Services. Beekbergen The Netherlands pp. 63-71.
- Casas IA, Salminen S, Wright AV 1998 Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects(Edited by Salminen S and von Wright A) p475-518, *Lactobacillus reuteri* : An effective probiotic for poultry and other animal. Marcel Dekker New York.
- Caveny DD, Quarles CL, Greathous GA 1981 Atmospheric ammonia and broiler cockerel performance. Poultry Sci 60: 513-516.
- Cera KR, Mahan DC, Cross RF, Reinhart GA, Whitmoyer RE 1988 Effect of age weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. J Anim Sci 66:574.
- Champ M, Szylyt 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 WH 1995 Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level. Asian-Australian Journal of Animal Science 8:159-162.
- Chung TC, Axelsson L, Lindgren SE, Dobrogosz WJ 1989 *In vitro* studies on reuterin synthesis by *Lactobacillus reuteri*. Microbial Ecol Health Dis 2:137-144.
- 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.
- Crawford JS 1979 Probiotics in animal nutrition. proc Arkansas Nutrition Conf 45-50.
- Dantzer R, Kelly KW 1989 Stress and immunity: An integrated view of relationships between the brain and the immune system. Life Sci 44:1995-2008.
- Dilworth BC, Day EJ 1978 *Lactobacillus* cultures in broiler diets. Poultry Sci 57:1101.
- Edens FW, Siegel HS 1974 Reserpine modification of blood pH, pCO₂, and pCO₂, of chickens in high ambient temperature. Poultry Sci 53:279-284.
- Edens FW, Parkhurst CR, Casas IA, Dobrogosz WJ 1997 Principles of exovo competitive exclusion and in ovo administration of *Lactobacillus reuteri*. Poultry Sci 76:179-196.
- England JA, Watkins, SE, Saleh E, Waldroup PW, Casas I, Burnham D 1996 Effect of *Lactobacillus reuteri* on live performance and intestinal development of male turkeys. J Appl Poultry Res 5:311-324.

- Fox SM 1988 Probiotics: Intestinal inoculants for production animals. *Vet Med August*, pp.806-830.
- Francis C, Janky DM, Arafa AS, Harms RH 1978 Inter-relationship of *Lactobacillus* and zinc bacteriocin in diets of turkey poults. *Poultry Sci* 57:1687-1689.
- Fujita H 1968 The production of ammonia by microorganisms in alimentary canal of chicks. I. Production of ammonia from L-arginine. *Jap Poultry Sci* 5:136-141.
- Fuller R 1977 The importance of lactobacilli in maintaining normal microbial balance in crop. *Br Poultry Sci* 18:85-94.
- Fuller R 1986 Probiotics. *J Appl Bacteriol Symp Suppl* 1s-7s.
- Fuller R 1989 Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol* 66:365-378.
- Fuller R, Turvey A 1971 Bacteria associated with the intestinal wall of the fowl *Gallus domesticus*. *J Appl Bacteriol* 34:617-622.
- Haddadin MSY, Abdulrahim SM, Hashilamoun EAR, Robinson RK 1996 The effect of *Lactobacillus acidophilus* on the production and chemical composition of hen's eggs. *Poultry Sci* 75:491-494.
- Hampson DJ 1986 Alterations in piglet small intestinal structure at weaning. *Res Vet Sci* 40:32.
- Hampson DJ 1985 Human health effects of animal feed drugs unclear. *Chem Eng News* 63(7):7.
- Hanson DJ 1985 Human health effects of animal feed drugs unclear. *Chem Eng News* 63(7):7.
- Havenaar R, Ten Brick B, Huis in't Veld JH 1992 Selection of strains for probiotic use, in *Probiotics : The scientific Basis*(ed R. Fuller), Chapman and Hall, London p.209-224.
- Hedges AJ, Linton AH 1988 Olaguindox resistance in the coliform flora of pigs and their environment: an ecological study. *J Appl Bact* 64:329.
- Ishiki Y, Tanaka H, Toda H, Nakahiro Y 1979 Effect of lactobacilli in the diet on the growth rate and the digestion of feed in chickens. *Nutr Absr Rev Series* B51, 698.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Jalaudin S 1996 Influence of dried *Bacillus subtilis* and lactobacilli cultures on intestinal microflora and performance in broilers. *Asian-Australian J Anim Sci* 9:397-403.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Ali MA, Jalaudin S 1998 Growth performance intestinal microbial populations and serum cholesterol of broilers fed diets containing *Lactobacillus* cultures. *Poultry Sci* 77:1259-1265.
- Jonsson E, Hemmingsson S 1991 Establishment in the piglet gut of lactobacilli capable of degrading mixed-linked β -glucans. *J Appl Bacteriol* 70:512.
- 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.
- Kalbande VH, Gaffar MA, Deshmukh SV 1992 Effect of probiotic and nitrofurin on performance of growing commercial pullets. *Indian J Poult Sci* 27:116-117.
- Kelly KW, Dantzer R 1991 Growth hormone and prolactin as natural antagonists of glucocorticoids in immunoregulation. In: *stress and Immunity* (Plotnikoff NP, Murgo AJ, Faith RE, and Wybran J eds), CRC Press, Boca Raton, FL.
- Khansari DN, Murgo AJ, Faith RE 1990 Effects of stress on the immune system. *Immunol Today* 11:171-175.
- 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.
- Lawrence TLJ 1980 *Growth in Animals*. Butterworths London.
- Lilly DM, Stillwell RH 1965 Probiotics: growth promoting factors produced by microorganisms. *Science* 147:747-748.
- 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.
- Lyons TP 1987 Probiotics: an alternative to antibiotics. *Pig News Info* 8:157-164.
- Macbeth WA, Kass EH, McDermott WV 1965 Treatment of hepatic encephalopathy by alteration of intestinal flora with *Lactobacillus acidophilus*. *Lancet* 1:399-403.
- 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* B62:482.
- Mee BJ 1984 The selective capacity of pig feed additives and growth promotants for coliform resistance in Antimicrobials in Agriculture(Woodbine M ed). Butter worths London p349-358.
- Miller BG, James PS, Smith MW, Bourne FJ 1986 Effect of weaning on the capacity of pig intestinal villi to absorb nutrients. *J Agric Sci Camb* 107:579.

- Mitsuoka T 1975 Recent trends in research on intestinal flora. Bifidobact Microflora 1:3-24.
- Moberg GP ed 1985 Animal stress. American Physiol Soc Bethesda MD.
- Mohan B, Kadirvel R, Natarajan A, Bhaskaran M 1996 Effect of probiotic supplementation on growth nitrogen utilization and serum cholesterol in broilers. Br Poultry Sci 37:395-401.
- Mohan-Kumar OR, Christopher KJ 1988 The role of *Lactobacillus sporogenes*(probiotic) as feed additive. Poultry Guide 25:37-40.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1993 Effect of direct-fed microbials on nutrients retention and productivity parameters of Single Comb White Leghorn pullets. Poultry Sci 72(Suppl. 1):87.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW 1994a Production variables and nutrient retention in single comb White Leghorn laying pullets fed diets supplemented with direct-fed microbials. Poultry Sci 73(11):1699-711.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Snyder SP, Mirosh LW 1994b Performance of Single Comb White Leghorn layers fed corn-soybean meal and barley-corn-soybean meal diets supplemented with a direct fed microbial. Poultry Sci 73: 1712-1723.
- Nurmi E, Rantala M 1973 New aspects of *Salmonella* infection in broiler production. Nature 241:210-211.
- Parker RB 1974 Probiotics, the other half of the antibiotic story. Anim Nutr Health 29:4-8.
- Parker DS 1990 Manipulation of the functional activity of the gut by dietary and other means (antibiotics/probiotics) in ruminants. J Nutr 120:639.
- Parker DS, Armstrong DG 1987 Antibiotic feed additives and livestock production. Proc Nutr Soc 46:415.
- Phear EA, Ruebner B 1956 The *in vitro* production of ammonia and amines by intestinal bacteria in relation to nitrogen toxicity as a factor in hepatic coma. Brit J Exp Pathol 37:253-262.
- Reece FN, Lott BD, Deaton JW 1980 Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. Poultry Sic 59:486-488.
- Regnier JA, Kelley KW 1981 Heat-and cold stress suppresses *in vivo* and *in vitro* cellular immune responses of chickens. Am J Vet Res 42:294-299.
- SAS Institute 1996 SAS/STAT[®] User's Guide. Release 6.12. Edition. SAS Institute Inc Cary NC USA.
- 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. Poultry Sci 77:426-432.
- Siegel HS 1980 Physiological stress in birds. Bioscience 30: 529-534.
- Sissons JW 1989 Potential of probiotic organisms to prevent diarrhoea and promote digestion in farm animals: a review. J Sci Food Agric 49:1-13.
- Stavric S, Cleeson TM, Blanchfield B, Pivnick H 1987 Role of adhering microflora in competitive exclusion of *Salmonella* from young chicks. J Food Protect 50:928.
- Stutz MW, Metrokotsas MJ 1972 Urease activity in the digestive tract of the chick and metabolism of urea. Poultry Sci 51:1876(Abstract).
- Tagg JR, Dajani AS, Wannamaker LW 1976 Bacteriocins of Gram-positive bacteria. Bacteriological Reviews 40:722-756.
- 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.
- 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, Miller BF, Neil DH 1982 *In vivo* effects of *Lactobacillus acidophilus* against pathogenic *Escherichia coli* in gnotobiotic chicks. Poultry Sci 61:1298-1308.
- Watkins BA, Kratzer FH 1983 Effect of oral dosing of *Lactobacillus* strains on gut colonization and liver biotin in broiler chicks. Poultry Sci 62:2088-2094.
- 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.
- 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. Poultry Sci 76:

381-385.

- 김상호 박수영 유동조 나재천 최철환 박용윤 이상진 류경선 2000 육계 생산성 및 맹장내 미생물에 대한 유산균의 첨가 효과. 한국가금학회지 27:37-41.
- 김상호 박수영 유동조 이상진 류경선 2001 유산균과 버지니아마이신의 급여가 육계의 생산성 및 장내미생물에 미치는 영향. 한국가금학회지 28(1):15-26.
- 김상호 2002 가금맹장 유산균 생균제적 가치 구명. 전북대학교 박사학위논문.
- 박수영 김상호 유동조 이상진 류경선 2001 유산균의 급여가

육계의 성장능력에 미치는 영향. 한국가금학회지 28(1): 27-40.

- 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 이지희 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.