

가금에서 분리된 유산균의 생리적 특성 및 급여효과

김 상 호 / 축산기술연구소 가금과

Abstract

These studies were conducted to evaluate the properties of lactic acid producing bacteria(LAB), isolated from broiler and laying hens cecum and select the optimum strains to improve the performance, environment of poultry house, immunity, and intestinal microflora of broiler and laying hens.

In experiment I, 23 LAB strains were isolated from broiler and laying hens cecum as a colony form. Six strains were selected by acid tolerance, bile salt tolerance, viability, enzyme release, antagonism, and antibiotics susceptibility.

In Experiment II, selected LABs from Ex. 1 were conducted to investigate the effects of feeding various *Lactobacillus* on performance, nutrients digestibility, intestinal microflora, villi development and observation of epithelium surface, blood chemicals and fecal noxious gas of broiler chicks. One thousand eighty one day old broiler chicks were fed into *Lactobacillus crispatus avibro1*(LCB), *Lactobacillus reuteri avibro2*(LRB), *Lactobacillus crispatus avihen1*(LCH), and *Lactobacillus vaginalis avihen2*(LVH) at the level of 10^4 and 10^7 cfu/g diet.

Weight gain of chicks fed *Lactobacillus* tended to increase from the first week and was higher from 50 to 100g in *Lactobacillus* treatments than control. Feed intake and feed conversion were not statistically different of all treatments. Dry Matter digestibility of *Lactobacillus* treatments was prone to improve compared to that of control, but was not significantly different. Protein and Ca digestibility were also tended to improve in *Lactobacillus* treatments relative that of control. *Lactobacillus* treatments showed improved tendency in crude ash and fat compared to those of control, whereas phosphorus digestibility was not consistency. Nutrients digestibilities of bird fed LCH were superior to those of other treatments. It showed significantly higher in Ca and P digestibility than control($P<0.05$). Total *Lactobacillus* spp. of birds fed various *Lactobacillus* was significantly higher in illeum for five weeks($P<0.05$), but was not different at cecum. Yeast was thought to be not completely attached to intestinal lumen for one week. However, total number of yeast was significantly increased in cecum and illeum of three weeks old chicks ($P<0.05$). The number of anaerobes exhibited to tendency the increase in *Lactobacillus* treatments from one week old of age at both ileum and cecum.

The ileal villi length extended greatly from 3 week of age in all treatments. In contrast, the length of villi fed *Lactobacillus* group were continuously grown up to 5 week of age, but was no difference in control ($P < 0.05$). *Lactobacillus* of lumen were observed the existence on epithelium surface, maintaining well with feeding *Lactobacillus*.

Moisture contents of birds fed *Lactobacillus* was shown from 27 to 30% at five weeks old, whereas it was 38.28% in control. It decreased approximately 25% in *Lactobacillus* treatments relative to that of control and showed significance between them ($P < 0.05$).

Fecal NH_3 gas was significantly decreased in *Lactobacillus* treatments and maintained a third to half of control ($P < 0.05$). LCH and LVH treatments were most effective to decrease fecal NH_3 gas and especially improved it significantly at the level of 10^7 cfu/g diets compared to that of 10^4 cfu/g diets and control ($P < 0.05$). There were no significance in blood cholesterol and consistency between control and *Lactobacillus* treatments.

Experiment III was conducted to investigate the influence of feeding various *Lactobacillus* on production performance, intestinal microflora, and fecal NH_3 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 (see Ex. II). Rate of lay and daily egg mass improved significantly by the addition of various *Lactobacillus*, of which effect was more notable during the latter part of the feeding trial. No significant differences were found among *Lactobacillus* strains and between two levels of supplementation. Egg weight and feed intake also showed no difference among all treatments. FCE of birds fed *Lactobacillus* was significantly improved compared to that of the Control, but not different among *Lactobacillus* treatments. The *Lactobacillus* supplementation did not exert any effect on the eggshell quality and Haugh unit. 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. Fecal NH_3 gas emission decreased significantly in *Lactobacillus* treatments, and showed no difference between the two supplementation levels.

In Experiment IV was conducted to compare the effect of feeding *Lactobacillus* and virginiamycin (VM) in mono or combined on performance, nutrients digestibility and intestinal microflora of broiler chicks.

Weight gain of chicks fed *Lactobacillus* or VM was significantly higher than control ($P < 0.05$). Feed intake increased significantly in those supplemental groups ($P < 0.05$). Feed conversion of chicks fed *Lactobacillus* or VM significantly lower than control ($P < 0.05$). Digestibility of crude protein, calcium, and phosphorus improved significantly in alone or combined *Lactobacillus* treatments ($P < 0.05$). However, DM, crude fat and ash digestibility were not statistically different. Feeding *Lactobacilli* tended to increase the total *Lactobacillus* spp. in ileum at one and three weeks of age (WOA) and

showed significantly higher in cecum than control at 5 WOA. Total yeast were not shown difference at 1 and 3 WOA, but was significantly increased at 5 WOA($P < 0.05$). The ileal and cecal anaerobes were started to increase from the first WOA. Fecal NH_3 gas tended to decrease in *Lactobacillus* treatments compared to that of other treatments.

From overall results, it could be concluded that dietary supplementation of *Lactobacillus*, improves the productivity of broiler and laying hen, healthy state and reared condition. The proper level of supplementation appears to be 10^4 cfu/g of diet.

(Key words : *Lactobacillus*, Broiler, Laying hen, Performance, Microflora)

서 론

현대의 축산업은 빠른 속도로 집약화 및 기업화로 대규모화되고 있으며, 과거의 생산성 향상 위주의 단순과제에서 환경 친화적인 면까지 고려해야 하는 산업으로 변모하고 있다. 가축의 유전능력 개량, 시설의 현대화, 질병방역 기술 향상 및 사료 가공기술 향상 등 생산성 향상과 관련한 기술이 어느 정도 성과를 거두면서부터 환경오염 최소화, 가축의 복지, 축산물의 고품질화 등에 대한 관심이 고조되고 있다. 특히, 환경친화적인 축산업 육성은 축산업 존폐를 위협할 정도로 필수적인 해결과제이며 다양화되고 있는 소비자의 욕구를 만족시키기 위한 품질의 고급화 역시 현대 축산업의 숙제이다.

이러한 문제를 해결하는데 가장 기본적인 것은 가축의 건강성 유지이다. 건강한 상태를 유지케 하는 것은 생산성 향상뿐만 아니라, 영양소 이용을 최대화하여 배출되는 오염인자를 감소시킬 수 있으며 품질의 고급화 및 궁극적으로 가축의 복지 증진까지 도모할 수 있다. 가축의 건강성을 유지시키기 위한 방법으로 흔히 사용하는 것이 항생제의 사용이다. 항생제는 그 효과 면에서 가장 빠르고 만족할만한 효과를 얻을 수 있는데 연변의 방지와 성장촉진에 매우 유익하다(Armstrong, 1984). 그래서 현재도 여러 가지의 항생제가 이용되고 있으며 지속적으로 개발되어지고 있다. 그렇지만 항생제의 사용은 가축의 장내에서 항생물질에 대한 저항성이 강한 미생물의 유도(Linton 등, 1988)와 축산물에 대한 잔류가능성과 인간에 있어 병원성미생물의 항생제에 대한 저항성 증진 등에 대한 문제가 야기된다(Hanson, 1985). 이러한 문제 때문에 선진국에서는 가축사료에 대한 항생제의 남용을 적극적으로 차단하고 있으며, 앞으로도 그 규제가 심화될 전망이다. 특히, 축산물의 해외 수출을 위해서는 잔류 항생물질의 청결화가 선결과제이다. 그러므로 항생제를 대체할 수 있는 물질 개발이 자연적으로 대두되는데 천연항생물질 및 생균제 등이 항생제 대체제로서 부각되고 있다.

생균제(Probiotic)란 그리스어의 "for life"의 의미에서 유래하고 있으며, Lilly와 Stillwell(1965)에 의해 처음 사용되었는데 생균제를 특정 미생물이 다른 미생물의 성장을 돕는 것이라고 정의하였다.

Parker(1974)는 생균제는 장내 미생물 균형에 도움을 주는 미생물이나 물질들을 말하며, 반드시 생균을 포함하여야 한다고 하였고, Mitsuoka(1975)와 Crawford(1979)는 생균제는 적당한 생리작용을 갖는 미생물 또는 배양물로서 급여시 불균형된 장내 미생물총을 정상으로 복귀시키는 것을 보증할 수 있어야 한다고 하였다. Fuller(1989)는 장내 미생물의 균형을 개선함으로써 숙주동물에 유익한 작용을 하고 생산성을 높이는 살아있는 미생물이라고 하여, 역시 살아있는 미생물의 중요성을 강조하였고 Havenaar와 Huis in't Veld(1992)는 인간 또는 가축의 장내 미생물총의 특성을 개선하여 숙주에 유익한 작용을 하는 살아있는 단독 또는 혼합 배양균이라 정의하여 Fuller에 의해 정의된 생균제의 범

위를 넓혔다. 이러한 학자들은 생균제를 살아있는 미생물로 여겼으며, 가축에 대하여 급여시 장내 해로운 미생물을 감소시키고, 성장을 촉진하며 소화기관미생물의 환경을 개선함으로써 사료의 가치를 증진시킬 수 있다고 하였다. 현재에는 생균이 포함되지 않은 미생물의 배양물까지 포함하는 Direct-fed-microbials(DFMs) 개념이 바람직한 개념으로 받아들여지고 있다.

현재 국내에서 이용되고 있는 생균제는 외국도입제품이 대부분을 차지하던 과거와 달리 국내에서 개발된 생균제가 증가하고 있고 종류도 매우 다양화되고 있는 추세이다. 그러나 생균제 급여효과에 대한 논란은 지속되고 있는 실정인데, 이러한 원인에 대하여 Jin 등(1998b)은 미생물의 종과 급여물의 이상으로 Lyons(1987)는 생균상태의 정확한 균수를 강조하였다. 즉 생균제적 가치가 있는 미생물을 소기의 효과를 나타낼 수 있는 적정수효를 공급해야만 하는 것이다.

그렇다면 생균제적 가치를 판단하는 기준에 대한 의문이 제기되는데, Gilliland(1979)와 Fuller(1989)는 다음과 같이 제시하였다. 첫째 정상 소화기관 미생물총에 대하여 비병원성이어야 하며, 산도가 높은 위와 bile salt 농도가 높은 십이지장에서 고농도로 생존하여야 한다. 둘째로, 우수한 생균제는 장내에서 빠르게 성장할 수 있어야 하고 대사활동을 하여야 한다. 셋째, 이상적인 생균제는 소화기관에서 집락을 형성하고 부착하여야 한다. 넷째, 유기산 생산효율이 우수하고 유해 미생물을 억제할 수 있는 항생물질을 분비하여야 한다. 마지막으로 대량생산이 용이하고 생존율이 우수하며, 저장중과 field에서 생존율이 우수하고 경제성이 있어야 하는 것이다.

생균제로서 가장 많이 이용되는 미생물 가운데 하나가 유산균이다. Fuller와 Turvey(1971)가 유산균에 대한 급여효과를 보고한 이래 많은 연구에서 유산균의 급여효과가 보고되었다(Watkins 등, 1982; Jin 등, 1996c; Mohan 등, 1996; Haddadin 등, 1996). 이러한 보고에서 일관되게 나타나는 것은 성장촉진, 장내 유익균 증가 및 유해균 억제, 영양소 이용성 개선, 암모니아 생산 억제 및 콜레스테롤 감소 등이다. 그러나 상반되는 보고도 있었는데 이러한 차이를 해소하기 위해서는 무엇보다 유익균에 대한 선발이 중요하다.

본 연구에서는 host specific 원리를 이용하여 닭에서 분리한 유산균을 생리·생화학적으로 선발하여 육계 및 산란계에 각각 급여하여 생산성과 환경개선에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

시험 I. 가금 맹장 유산균의 생리·생화학적 특성

가. 내산성

맹장유래 유산균의 내산성 결과에서 산란계 및 육계 유래 유산균의 대부분은 pH 1과 2에서는 배양 즉시 심한 영향을 받는 것으로 나타났다. 일부의 유산균은 pH 2에서도 2시간 정도 유지되는 것으로 나타났다. pH 3에서는 산란계 유산균의 11종이 육계 유산균의 2종이 4시간까지 생존하는 것으로 나타났다. pH 4에서는 정상적인 생존 및 증식이 이루어지는 것으로 나타났다. 전체적으로 볼 때 산란계 유래 유산균이 육계 유래 유산균보다 내산성이 강한 것으로 나타났는데 이는 성계의 소화기관에 장기간 체류하는 유산균이 어린 가축에 존재하는 유산균보다 산성 적응력이 더 강한 것으로 사료된다. 또한, 유산균은 종류에 따라 pH 3 이하에서는 내산성의 차이가 있었으며, pH 4 정도에서는 모든 유산균의 생존이 가능한 것으로 나타났다.

Conway 등(1987)은 위액상태에서 *Lactobacillus*가 *Streptococcus*(*Enterococcus*)보다 생존성이 우수하다고 하여 유산균종에 따른 차이점을 나타내었는데 본 연구에서도 동일한 결과를 보였다. Jin 등

(1998c)은 회장 유산균보다 맹장유산균의 내산성이 더 우수하다고 하여 소화기관별 유산균의 차이점을 보고하였으며, 맹장내 유산균은 pH 2에서 성장이 완만하였고 pH 3과 4에서 우수하였다고 하여 본 연구결과와 비슷한 보고를 하였다. 선위내 pH에 대해서 4.8(Sturkie, 1986), 3.2(Winget 등, 1962)라고 하여 연구자마다 약간의 차이가 있지만 섭취물과 혼합된 상태에서는 상대적으로 높은 pH를 유지하게 된다(Karasov, 1995). 그러므로 생균제로 급여된 미생물이 사료와 혼합되어 있다면 위액의 낮은 pH에 크게 영향을 받지 않는다. 이러한 것은 선위와 근위내에 있는 내용물에서 short chain fatty acid가 높은 농도로 유지된다는 것으로 입증되었다(Swart 등, 1993).

본 연구결과에서 모든 유산균이 pH 2에서는 생존이 어려웠지만 pH 3과 4에서는 대부분이 생존이 유지되었다. 따라서 급여되는 유산균이 섭취물과 함께 존재한다면 일정한 수효의 유산균이 선위와 근위내에서도 유지될 것으로 판단된다.

나. 내담즙산성

모든 유산균은 담즙이 없는 상태에서는 증식이 계속 이루어지는 것으로 나타났으나, 담즙산 0.3%에서는 몇 종을 제외하고 대부분의 유산균은 담즙에 대한 영향으로 증식이 억제되는 것으로 나타났다. 0.5% 수준에서도 비슷한 경향을 보였으며 0.3%에 비하여 전체적으로 생존에 영향을 더 받는 것으로 나타났다. 유산균의 생존 및 증식은 pH에 대한 것보다 담즙에 의한 영향이 더 큰 것으로 나타났고 유산균의 종류에 따라 그 정도의 구분이 더 확연히 나타났다.

Gilliland 등(1987)은 유산균이 생균제적 효과를 나타내는데 담즙산염에 대한 저항성을 강조하였는데, 동일 종의 유산균에서도 담즙산에 대한 저항성이 다르다고 하였다. 특히, 담즙산에 대한 저항성이 강할수록 급여시 소화기관내 유산균의 수가 유의적으로 증가한다고 보고하였다(Gilliland 등, 1984). Jin 등(1998c)은 3% 담즙산에 대한 유산균의 저항성 보고에서 12종 가운데 10종이 담즙산에 대한 영향을 받는다고 하여 본 연구결과와 비슷하였다. 유산균의 생균제적 조건 중 담즙산에 대한 저항성이 강할수록 급여시 소화기관내 유산균의 수가 유의적으로 증가한다고 하였다(Gilliland 등, 1984). Jin 등(1998c)은 육계 맹장 유래 유산균은 대부분이 담즙산에 대한 영향을 받는다고 하였는데 본 연구에서도 비슷한 결과를 나타내었다.

다. 생존성

내산성과 내담즙산성 조사에서 타 유산균에 비하여 우수하다고 판단되는 유산균에 대한 성장특성을 조사하였는데, 조사된 모든 유산균이 배양직후 급격히 증가되기 시작하였는데, 배양후 12~18시간에 이르러 성장이 최대에 이르렀다. 최대성장 도달 후 균의 성장은 일정한 수효가 계속 유지되는 균주와 감소되거나 사멸되는 균주로 구분되었다.

라. 효소활성

가금맹장 유산균은 최대균수 도달시점이 지나면서 amylase activity가 최고 농도를 보였는데 대부분의 맹장유래 유산균 효소활성이 일반유산균과 고초균에 비하여 높은 것으로 나타났다($P < 0.05$). 또 균속에 따른 비교에서 유산균이 고초균에 비하여 효소활성이 우수한 것으로 나타났다. 이러한 것은 유산균주간에도 효소활성이 차이가 있고 amylase 효소활성 비교 또한 선발기준이 될 수 있음을 시사한다. Amylase 활성과 달리 cellulase는 최대균수 도달시점에 상관없이 배양직후부터 일정한 수준의 농도를 유지하는 것으로 나타났는데, amylase 농도에 비하여 활성이 낮은 것으로 나타났다.

Lipase의 활성은 amylase activity와 마찬가지로 최대균수에 이르렀을 때 활성이 가장 높은 것으로 나타났다. 균주간 비교에서 맹장유래 유산균의 효소활성이 타 균주에 비하여 우수한 것으로 나타났다. Protease는 cellulase와 마찬가지로 배양직후부터 농도의 차이가 나타나지 않았는데, 최대균수가 나타난 시점에서도 protease의 활성에는 차이가 없었다. 균주간 비교에서도 큰 차이가 나타나지 않았다.

이상의 효소역가 비교에서 나타난 바는 유산균의 수와 관련해서 차이가 나타나는 것은 amylase와 lipase였는데, 균수가 증가하면서 효소활성도 증가하는 양상을 보였다. Cellulase와 protease는 균수와 관계없는 형태로 나타났으며 amylase와 lipase에 비하여 효소활성도 균주간 차이가 없었고 낮은 것으로 나타났다.

마. 항병성

맹장유산균과 다른 균주의 병원성 미생물 억압력 조사에서 사용된 *E. coli*는 가금맹장 및 일반유산균 배양액에 모두 성장이 억제되는 것으로 나타났다. 또한 NaOH로 중화시 억제성이 급격히 떨어지는 것으로 나타나, 배양액의 낮은 pH가 *E. coli*의 성장에 가장 큰 제한요인으로 나타났다.

병원성 *Salmonella* 억제성 조사에서는 *S. typhimurium*과 *S. pullorum* 모두 배양액에 의한 억제는 극히 약한 것으로 나타났다. *E. coli*와 마찬가지로 중화시킨 것과 효소처리를 실시한 바 살모넬라 억제제 *E. coli*와 달리 낮은 pH에 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며 trypsin과 pronase와 같은 단백질 효소에 영향을 받는 것으로 나타났다.

바. 항생제 감수성

가금맹장유산균과 일반유산균은 ampicillin과 amoxicillin에 감수성이 매우 큰 것으로 나타났으며 *Bacillus*는 감수성이 약한 것으로 나타났다. Kanamycin과 ciprofloxacin과 norfloxacin에 대해서는 유산균 모두가 전혀 영향을 받지 않았고 *Bacillus*는 영향을 받는 것으로 나타났다. 사료용 항생제로 이용되는 virginiamycin과 salinomycin의 감수성 조사에서 유산균과 *Bacillus*는 사료첨가수준에서는 전혀 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며 고농도에서는 모두 영향을 받는 것으로 나타났다.

시험II. 유산균의 급여가 육계의 생산성 및 계사내 환경에 미치는 영향

1. 재료 및 방법

공시계는 육계(Avian) 수평아리 1,080수였으며, 축산기술연구소 가금과 평사시험계사에서 5주간 사양시험을 실시하였다. 사용된 유산균은 4종으로 *Lactobacillus crispatus* BLA7(LCB), *L. reuteri* BLA9(LRB), *L. crispatus* LLA9(LCL), *L. vaginalis* LLA11(LVL)이었다.

Table 1. Experimental design

Strains ¹	None	LCB	LRB	LCL	LVL	LCB	LRB	LCL	LVL
Supplemental levels(cfu/g feed)	-			10 ⁸				10 ⁷	
Replicates					4				
Chicks a replicate					30				

¹ LCB : *Lactobacillus crispatus* BLA7, LRB : *Lactobacillus reuteri* BLA9, LCL : *Lactobacillus crispatus* LLA9, LVL: *Lactobacillus vaginalis* LLA11.

시험설계는 Table 1에서 보는 바와 같이 대조구와 유산균 첨가구 8처리로 나누었다. 유산균 첨가구는 균주 4종 각각에 첨가수준을 10^4 , 10^7 cfu/g feed 두 수준으로 하였다. 처리당 4반복으로 하였고 반복당 30수씩 배치하였다.

2. 재료 및 방법

가. 생산성

유산균의 급여시 1주령부터 유산균 급여구가 대조구에 비하여 약간 무거운 경향이 나타났으나 유의적인 차이는 없었고, 2주령부터 유의성 차이를 보였는데 5주령시 모든 유산균 급여구에서 대조구 1,706g에 비하여 50~100g 정도 체중의 증가가 나타났다($P<0.05$). 유산균종 간에는 차이가 없는 것으로 나타났으며, 급여수준간에도 마찬가지로 유의성이 없었다. 5주령까지 사료섭취량은 처리별로 체중의 증가에 따라 사료섭취량이 다소간의 차이가 있었지만, 대조구와 모든 유산균 급여구간에 유의적인 차이가 없었다. 사료요구율 역시 LRB10⁷ 처리구에서 1.46으로 개선효과가 있었으나($P<0.05$), 전반적으로 유산균 급여구와 대조구간에 차이가 없는 것으로 나타났다.

김상호 등(2000)은 육계 맹장유래 유산균을 급여한 결과 체중이 무첨가에 비하여 증가하였다고 하여 본 연구와 동일한 결과를 보고하였다. Jin 등(1998)도 가금소화기관 유래 유산균을 육계에게 급여시 증체율이 향상되었다고 보고하였으며, Yeo와 Kim(1997)도 육계에 *L. casei*를 첨가한 시험에서 전기 3주령까지는 일당 증체가 유의적으로 증가했으나 후기 4~6주령에는 유의적인 차이가 없었다고 보고하여 본 연구결과와 비슷하였다. Chiang과 Hsieh(1995), 김상호 등(2000)은 유산균 첨가시 사료효율이 개선된다고 보고하였으나 본 연구에서는 사료섭취량은 증가하였지만 사료요구율은 개선되지 않았다.

나. 영양소 소화율

건물소화율에서 처리간에 약간의 차이는 있지만, 대체적으로 유산균 급여구가 대조구에 비하여 증가한 경향을 나타내었으며, 조단백질 소화율 역시 유산균 급여구가 대조구에 비하여 전반적으로 증가하였다($P<0.05$). 조지방, 조회분 및 Ca 소화율 역시 유산균 급여구에서 유의적인 증가가 나타났으나 인은 일정한 경향이 나타나지 않았다. 급여수준간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. Schneitz 등(1998)은 건강한 성계의 맹장 내용물에서 선발한 32종의 미생물을 혼합하여 제조한 생균제를 육계의 사료에 첨가하여 유기물의 소화율이 1% 증가하였으며, 질소의 이용율 역시 1.5~3.0% 증가하였다고 하였다. Nahashon 등(1994a,b)도 생균제를 4.4×10^7 cfu/g 또는 8.8×10^7 cfu/g 첨가하여 사양시험을 실시한 결과 질소와 칼슘은 이용율이 증가하였는데 급여수준간에는 차이가 없었으며, 인의 경우에는 8.8×10^7 cfu/g 첨가시 그 이용율이 증가하였다고 보고하여 본 연구의 결과와 비슷하였다.

다. 환경요인 분석

자리깃 수분함량은 3주령까지 대조구와 유산균 급여구간에 차이가 없으나, 4주령 이후부터 분변의 양이 증가함에 따라 5주령의 결과는 대조구와 유산균 급여구간에 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$). 모든 유산균 급여구가 27~30%의 수분을 유지하고 있는 반면, 대조구의 깔짚은 38.28%의 수분함량을 가지고 있는 것으로 나타났다. 계분내 NH₃ gas 발생량에서 대조구는 NH₃ gas의 발생량이 급격히 증가하는 96시간제에 유산균 급여구가 유의적으로 감소하여 1/3~1/2의 수준을 유지하는 것으로 나타났다($P<0.05$). 급여수준별로는 10^7 cfu/g 급여하였을 때가 대조구와 10^4 cfu/g 급여한 처리구에 비해 유의적으로 개선되었다($P<0.05$).

Isshiki(1979)는 *Lactobacillus casei*를 급여하여 혈중의 비단백태 질소화합물(uric acid, ammonia, urea)이 감소된다고 하였으며, Chiang과 Hsieh(1995)는 *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus faecium*이 혼합된 생균제를 사료에 첨가하여 육계에 급여하여 배설물과 깔짚의 암모니아 수준을 조사한 결과, 생균제를 급여함으로써 배설물과 깔짚의 암모니아 수준이 각각 35%, 12.9% 감소하였다고 보고하였다. Yeo와 Kim(1997)도 *Lactobacillus casei*를 함유한 생균제를 육계의 사료에 첨가하여 부화후 3주간 급여하였을 때, 소장 내용물에서 urease의 활력이 유의적으로 감소한다고 하였다.

라. 장내 미생물의 변화

장내 유산균은 1주령에서는 회장 및 맹장 모두 대조구에 비하여 유산균 급여구에서 유의적인 증가를 볼 수 있다(P<0.05). 그러나 5주령에서는 회장의 유산균은 계속적으로 비슷한 경향을 유지하고 있는 반면, 맹장 유산균의 경우에는 처리간에 차이가 없어지는 것을 볼 수 있다. 이는 회장의 경우 사료성분이 유동적으로 지나쳐 가는 부위이고, 맹장의 경우에는 장 내용물이 정적인 상태로 쌓여 있는 것에 의한 차이로 생각된다. Yeast의 경우, 회장에서 1주령의 결과가 처리에 따라 균의 검출여부가 일정한 경향이 없었으며, 5주령에서는 유산균 급여구에서 증가하는 것이 관찰되었으나 유의성은 없었다. 맹장의 경우에는 1주령에서부터 Yeast의 수가 유의적인 차이를 나타내며 증가하는 것을 알 수 있으며 (P<0.05), 5주령까지 비슷한 결과를 나타내고 있으며, 특히 10⁷cfu/g 수준의 급여구에서 크게 증가한 것을 알 수 있다(P<0.05). 회장과 맹장 모두 1주령에서부터 유산균 급여구에서 anaerobes의 수가 증가하는 경향을 보이며, 5주령에서는 유의적인 차이를 나타내었으며(P<0.05), 역시 마찬가지로 10⁷ cfu/g의 급여수준에서 더 큰 증가를 보였다.

Table 2. Effects of supplemental various *Lactobacillus* strains and levels on body weight, feed intake and feed conversion ratio

<i>Lactobacillus</i> (cfu/g diet)	Body weight (g)	Feed intake (g/chick)	Feed conversion ratio
None	1,706 ^c	2,582	1.54 ^{ab}
LCB10 ⁴	1,764 ^{abc}	2,661	1.55 ^{ab}
LRB10 ⁴	1,751 ^{abc}	2,611	1.53 ^{ab}
LCH10 ⁴	1,767 ^{abc}	2,649	1.54 ^{ab}
LVH10 ⁴	1,747 ^{abc}	2,597	1.53 ^{ab}
LCB10 ⁷	1,741 ^{bc}	2,644	1.56 ^a
LRB10 ⁷	1,808 ^a	2,574	1.46 ^b
LCH10 ⁷	1,782 ^{ab}	2,683	1.54 ^{ab}
LVH10 ⁷	1,780 ^{ab}	2,626	1.52 ^{ab}
SEM	34.12	85.010	0.051
None	1,706 ^b	2,582	1.54
LCB	1,754 ^d	2,654	1.55
LRB	1,775 ^a	2,595	1.50
LCH	1,774 ^a	2,666	1.54
LVH	1,763 ^a	2,612	1.52
None	1,706 ^b	2,582	1.54
10 ⁴	1,757 ^a	2,631	1.53
10 ⁷	1,777 ^a	2,632	1.52

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

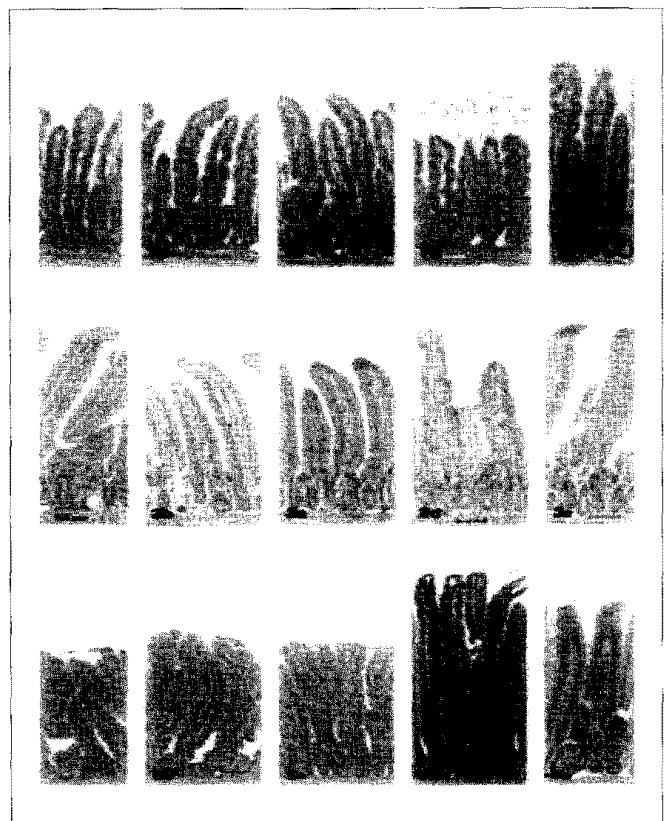
¹ LCB : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LRB : *Lactobacillus reuteri* avibro2, LCH : *Lactobacillus crispatus* avihen1, LVH : *Lactobacillus vaginalis* avihen2.

Jin 등(1996)은 10일령 육계에 10^9 cfu/g의 *Lactobacillus*를 사료에 첨가하여 장내 *Lactobacillus* spp.가 증가한다고 하여 유익한 미생물이 증가하는 것을 보고하였으며, 김상호 등(2000)은 맹장 유래 유산균을 급여하여 1주령에 유의성은 없었으나 맹장의 *Lactobacillus* spp.가 증가하는 경향이 나타났다고 보고하였다. 또한, 남궁 등(1986)도 육계에 생균제를 급여함으로써 소장에서 *Lactobacillus*의 수가 증가하는 것으로 나타나서 본 연구의 결과와 비슷하였다. 이와 같이, 유산균의 급여로 인한 유익균의 증가는 장내에서 유기산 생성에 의한 pH 저하 및 각종 항생물질을 생성하여 병원성 미생물을 억제하며(White 등, 1969; Cranwell 등, 1976; Spillman 등, 1978; Tagg 등, 1979; Juven 등, 1991), 단백질 및 당 분해효소를 생성하여 영양소의 소화 및 흡수를 증진시켜주는 역할을 한다(Barnes와 Impey, 1972; Garvie 등, 1984, Champ 등, 1983). 따라서 유산균과 같이 유익한 미생물의 증가로 인하여 가축의 생산성 및 영양소의 이용성이 개선되는 것으로 생각된다.

마. 회장 용모발달 및 회·맹장 점막표면의 현미경적 관찰

전체적으로 회장용모는 3주령까지 급격하게 길이가 신장되는 것으로 나타났다. 3주령 이후에는 용모의 신장은 완화되는 반면 용모조직의 두께가 두꺼워지는 양상을 보였다. 처리간 비교에서 1주령에서는 처리간 비슷하게 발달하였으나, 3주령에서는 LCH 첨가구를 비롯하여 유산균 첨가구의 용모길이가 무첨가에 비하여 길어지는 경향을 보였다. 5주령에서는 무첨가구가 3주령과 비슷한 길이를 보인 반면, 유산균 첨가구는 지속적으로 신장되어 무첨가구에 비해 유의적인 차이를 나타냈다($P < 0.05$).

광학현미경 관찰에서 용모의 발달과정이 3주령까지는 모든 처리구에서 용모의 길이 및 분화정도가 충실히 발달하는 모습으로 관찰되었지만 5주령시에는 무첨가구의 용모조직의 분화가 둔화되는 반면, 유산균 첨가구의 용모는 끝 부분과 crypt 부분의 발달이 충실한 것으로 나타났다(Picture 1). 이러한 결과는 사육후반기에 계분의 증가 등으로 계사환경이 불량해 지면서 유산균 급여구는 지속적으로 유익균의 공급으로 장내 유산균 등의 유익균이 무첨가에 비하여 높은 수효를 유지하여 용모의 병원성 미생물 집락화에 대한 barrier 역할 때문으로 사료된다. 또, 소화기관내 amylase와 같은 소화효소는 용모의 길이를 증가시키는 것으로 알려지고 있는데, 시험 I의 결과에서 유산균의수가 증가하면 효소의 활성화도 증가하였고 Jin 등(2000)의 보고에서도 유산균 급여는 소화기관내 소화효소를 증가시켰다는 보고를 고려할 때 용모의 길이는 급여된 유산균의 효과라고 할 수 있겠다. 유



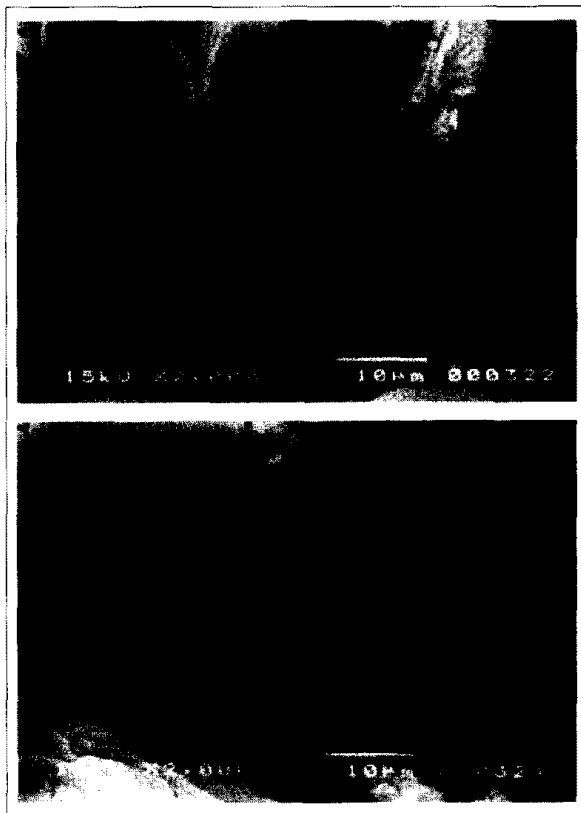
Picture 1. A comparison of ileum villi development to broiler fed various *Lactobacillus*.

Number means week of age. a:None, b:*Lactobacillus crispatus* avibro1, c:*Lactobacillus rueteri* avibro2, d:*Lactobacillus crispatus* avihen1, e:*Lactobacillus vaginalis* avihen2.

산균은 장벽의 기능을 향상시키는 것으로 알려졌는데(Fuller, 1989; Impey와 Mead, 1989), 이러한 것은 기본적으로 유산균이 상피세포에 근접하여 존재하면서 병원성 미생물의 침입을 방지하는 역할을 하기 때문이고, 유산균에 의하여 생산된 소화효소에 의한 점막세포의 분화, 성숙의 증가 때문이다(Smith, 1985).

소화기관 미생물과 그 대사물은 점막세포의 재생율을 향상시키는데 소화기관의 미생물 변화에 의하여 용모의 길이는 감소하고 crypt의 길이는 증가하는 것으로 나타났다(Hampson, 1986; Miller 등, 1986; Cera 등, 1988). 또한 장내 미생물에 의해 생산된 VFA중에서 butyrate는 용모와 crypt의 발달에 영향을 미친다(Sakata, 1987; Hill 등, 1990).

본 연구에서는 SCFA를 측정하지는 않아서 대사물에 의한 용모발달 증가를 확인할 수는 없지만 장내 유산균수가 증가된 것으로 미루어 용모의 발달에 대한 유산균의 역할을 짐작할 수 있다. Picture 2와 3에서는 회장과 맹장내 점막을 SEM으로 촬영한 것이다. 유산균은 소장의 상피세포에 부착하거나 인접하여 존재하면서 영양소의 분해와 흡수를 도와주고 병원성 미생물 집락화를 차단하여 상피세포를 보호하는 역할을 수행한다.



Picture 2. Microbes associated with epithelial surfaces in ileum of broiler at 5weeks of age (SEM, ×2000).



Picture 3. Microbes associated with epithelial surfaces in cecum of broiler at 5weeks of age (SEM, ×2000).

Picture 2에서 나타낸 것은 회장 점막상에서 촬영한 것인데 윗부분의 모습은 유산균으로 추정되는 간균이 점막근처에서 섭취물에 부착되어 있는 모습이다. 이러한 모습이 시사하는 것은 유산균의 영양소 분해 및 존재위치가 점막부근에서 이루어진다는 것을 확인하는 것이며, 사진에서 보는 바와 같이 점막

의 상태가 매우 양호한 것을 볼 때 점막의 보호역할 또한 확인할 수 있다. 아래 부분은 반대의 경우를 예시한 것이다. 사진에서 나타난 바처럼 유익균의 모습은 보이지 않고 포도상구균 등 병원성 미생물로 추정되는 균들이 점막부근에 집락을 형성하고 있으며 이때의 점막상태를 보면 상당히 손상된 것으로 나타나고 있다. 두 장의 비교 사진과 소화기관내 유산균 수 변화를 함께 고찰해 보면, 유산균 수의 증가는 점막부근에서 활동하는 유산균 수를 증가시킨다고 판단되며 결국 점막 본연의 역할 수행을 도와주는 것으로 사료된다. 1, 3, 5주령시에 처리당 4수씩 조사한 결과 무첨가보다는 유산균 첨가구의 점막조직이 양호한 빈도가 더 많았다.

Picture 3에서는 맹장점막부근을 촬영한 것이다. 맹장은 소화기관중 거주 미생물이 가장 안정화되어 있고, 미생물 구성도 다양한 것으로 알려지고 있다. 사진에서 보는 것처럼 여러 가지 형태의 미생물들이 사료입자와 함께 공존하는 모습을 볼 수 있다. 가금의 회장에서 미생물이 용모점막에 부착되어 있으며(Fuller와 Turvey, 1971) 부착을 통하여 영양소의 흡수를 촉진하며(Yamaguchi 등, 1990) 점막표면에 균락을 형성하여 병원성 미생물의 침입을 막을 수 있다. 성장이 저하된 가금의 점막에는 독소를 생산하는 미생물의 부착이 확인되었으며(Lev와 Fobes, 1959; Stutz 등, 1989), 이러한 상태에서는 소화기관 미생물의 역할을 수행하기 어렵다. 본 연구에서도 유산균 급여구가 체중이 무첨가에 비해 증가하였으며 동시에 유산균의 수가 증가하였고 용모발달 및 점막상태를 개선시키는 결과를 얻었다.

시험Ⅲ. 산란계의 생산성, 영양소 소화율, 암모니아 가스 발생량 및 장내 미생물 변화에 대한 유산균의 급여효과

1. 재료 및 방법

본 시험의 공시계는 21주령된 ISA Brown 360수였으며, 이용된 유산균은 *Lactobacillus crispatus* avibro1(LCB), *Lactobacillus reuteri* avibro2(LRB)와 *Lactobacillus crispatus* avihen1(LCH), *Lactobacillus vaginalis* avihen2(LVH)이었다.

시험설계는 Table 1에서 보는 바와 같이 대조구로서 무첨가구와 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.

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.

2. 결과 및 고찰

가. 생산성

평균 산란율은 유산균 첨가구 모두 무첨가구에 비하여 향상되었다($P < 0.05$). 유산균주 비교에서도 모든 유산균 첨가가 무첨가 대비 2.3~3.4% 정도 향상되었는데, 시험기간이 산란전기임을 고려하면 크

게 증가한 것을 알 수 있다. 첨가수준별 비교에서는 10^4 cfu와 10^7 cfu 모두 무첨가에 비하여 3% 정도 향상된 것으로 나타났으나, 10^4 cfu와 10^7 cfu 첨가수준간 차이는 없었다. 산란율이 증가하면 난중이 상대적으로 감소하지만 유산균 첨가가 난중은 유지되면서 산란율을 증가시키는 것으로 나타났다. 이런 결과는 유산균 첨가효과일 것이라 생각된다. Nahashon 등(1994)은 산란계 사료에 유산균 첨가시 난중과 산란량이 증가한다고 하였으며, 사료섭취량과 사료요구율은 차이가 없었다고 하였다. Haddadin 등(1996)은 유산균 첨가시 유산균수가 많은 구에서 산란율과 사료요구율이 무첨가구보다 증가하였다고 하였으며, Krueger 등(1977)도 비슷한 보고를 하여 본 연구와 일치하였다. 1일 산란량은 산란율이 증가한 유산균 첨가구가 무첨가구에 비하여 향상된 것으로 나타났다($P<0.05$). 유산균주 및 첨가수준간 차이는 없었다. 유산균 첨가는 무첨가구에 비하여 산란량은 증가했으나 사료섭취량은 차이가 없었다. 따라서 난생산 사료효율은 유산균 첨가구가 모두 개선된 결과를 보였으며($P<0.05$), 유산균 첨가수준간에는 10^4 cfu 첨가구가 10^7 cfu 첨가구보다 유의적으로 개선된 결과를 얻었다. 이와 같은 유산균의 난생산 사료효율 개선효과는 여러 연구자들(Abdulrahim 등, 1996; Tortuero와 Fernandez, 1995; Haddadin 등, 1996; 김상호 등, 2000a)의 보고와 유사하다고 하겠다.

나. 영양소 소화율

건물 소화율은 LVH 첨가구가 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 나타났으며, 10^4 cfu 및 10^7 cfu 간에는 차이가 없었다. Nahashon 등(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 향상시킴으로써 난생산 사료효율을 개선시키는 것으로 사료된다. 본 시험과 동일한 유산균을 육계에게 급여한 보고(박수영 등, 2001)에서도 본 연구결과와 비슷한 결과를 보였다.

다. 장내 미생물 변화

회장내 유산균은 LCH구를 제외한 유산균첨가구가 무첨가에 비하여 전반적으로 증가하는 것으로 나타났다. 그 중에 LRB 10^4 첨가구가 가장 많았다($P<0.05$). 효모는 LRB구가 무첨가에 비하여 감소하였고($P<0.05$), 다른 유산균 수는 처리간 차이가 없었다. 혐기성균은 처리간 차이가 없었다. 맹장내 유산균, 효모 및 혐기성 미생물은 유산균첨가로 인한 변화는 나타나지 않았다. 이러한 차이는 회장의 경우 섭취된 사료의 직접적인 영향을 받기 때문인 것으로 판단된다. Jin 등(1996)은 10일령의 육계에 게 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. 남궁환 등(1986)과 Jin 등(1998)은 육계에서 생균제를 급여시 *Lactobacillus* spp.가 증가하고 *E. coli*는 감소하였다고 본 시험과 비슷한 보고를 하였다.

라. 계란의 품질

난각강도는 처리간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 난각두께도 역시 처리간 차이가 없었다. Haugh unit는 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 개선효과가 입증되지 않았으며, Haddadin 등(1996)과 Nahashon 등(1994)의 결과에서도 본 연구와 비슷하였다.

Table 2. Effects of supplementation of four *Lactobacillus* strains at two levels on performance during 21 to 32 weeks of age

<i>Lactobacillus</i> ^a (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 ^{ai}	55.5 ^c	121.2 ^{abc}	2.182 ^a
LCB 10 ⁴	96.4 ^d	59.8 ^a	57.7 ^a	118.8 ^{bcd}	2.065 ^c
LRB 10 ⁴	97.7 ^a	59.1 ^{ab}	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 ^c	120.5 ^{abcd}	2.150 ^b
LCH 10 ⁷	96.4 ^a	58.5 ^{bcd}	56.4 ^c	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 ^{ik}	55.5 ^l	121.2	2.182 ^j
LCB	96.9 ^{gh}	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 ^{gh}	57.1 ^f	119.6	2.097 ^g
LVH	97.0 ^{gh}	58.8 ^{gh}	57.1 ^f	119.9	2.110 ^g
None	94.1 ⁱ	59.0	55.5 ⁱ	121.2	2.182 ^k
10 ⁴	96.8 ^g	59.5	57.7 ^g	120.0	2.084 ⁱ
10 ⁷	97.1 ^x	58.5	56.8 ^g	120.3	2.118 ^y

^{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).
^{xy} Means with different superscripts within columns differ significantly(P<0.05).
ⁱ LCB : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LRB : *Lactobacillus reuteri* avibro2.
 LCH : *Lactobacillus crispatus* avihen1, LVH : *Lactobacillus vaginalis* avihen2.

마. 계분의 암모니아 가스 발생량

계분의 암모니아 가스 농도에서 배분후 1일차까지는 가스가 발생되지 않았으며 2일차부터 급격히 암모니아가스 발생량이 높아졌다. 3일차부터 가스 발생량이 최대로 나타나 6일차까지 유지되었다. 이 시기에 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 세 가지가 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 유

산균 등 생균제의 급여는 urease를 생산하는 미생물의 억압으로 소장내 urease 활성을 낮출 수 있다고 보고되고 있다(Kim과 Kim, 1992; Yeo, 1992).

또 Chiang과 Hsieh(1995)은 유산균과 *Bacillus*가 함유된 생균제 급여시 계분과 바닥재의 암모니아 생성을 감소시킨다는 보고를 하였으며 비슷한 보고 역시 다수 있다(Reeco 등 1980; Caveny 등 1981; Attar와 Brake, 1989).

시험Ⅳ. 유산균과 항생제의 단일 및 혼합급여가 육계의 생산성에 미치는 영향

1. 재료 및 방법

공시축으로서 육계 Arbor Acres 1일령 병아리 720수를 이용하였으며 평사에서 5주간 사양시험을 실시하였다. 유산균은 *Lactobacillus crispatus* avibro1(LC), *Lactobacillus reuteri* avibro2(LR)를 이용하였으며, 항생제는 virginiamycin(VM)을 이용하였다. 시험설계는 무항생제 사료를 급여한 대조구(None)와 0.05% VM 첨가구(VM), 무항생제 사료에 2종의 유산균을 각각 첨가한 처리구(LC, LR), 0.05% VM과 유산균을 함께 급여한 처리구(LC+VM, LR+VM)로 나누어 반복당 30수씩 4반복으로 완전 임의배치법으로 실시하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 생산성

시험개사후 1주일부터 대조구에 비하여 모든 처리구에서 체중이 증가하였으며($P<0.05$), 종료시 체중은 대조구 1.399g에 비하여 모든 첨가구가 100g 이상의 증가를 나타내었다($P<0.05$). VM과 유산균 단독 급여에 비하여 혼합급여구가 더 무거운 것으로 나타났으며, LC+VM 급여구가 가장 높은 것으로 나타났다. 이러한 것은 사육후기에 혼합급여구의 증체효과가 더 크게 나타났기 때문이다. 사료섭취량은 체중증가량이 많았던 혼합급여구가 가장 많았다($P<0.05$). 사료요구율은 무첨가구보다 처리구 모두 유의적으로 개선되었는데($P<0.05$), 이러한 것은 사육후기의 증체량이 많았기 때문이다.

이 연구결과로 보아 유산균과 VM을 각각 단독급여하는 것도 효과가 있으나 유산균과 VM을 혼합급여하는 것이 육계의 생산성에 더 효과적인 것으로 나타났다. 한인규 등(1984a, b)은 생균제와 항생제의 비교실험을 통하여 생균제 급여구에서 대조구보다 증체량과 사료효율이 유의적으로 개선되었으며, 생균제와 항생제 급여구간에는 유의차가 없었다는 본 연구와 유사한 결과이다.

Francis 등(1978)은 유산균제와 항생제를 비교 시험한 결과 유산균제 급여구에서 증체가 개선되었다고 하였으며, 노선호 등(1994)은 항생제 또는 설파제를 급여한 처리구가 생균제를 급여한 처리구보다 증체량이 개선되었다고 보고하였다. 또한, 이상진 등(1993)은 항생제 및 생균제 첨가구 모두 증체량, 사료섭취량, 사료요구율에서 대조구와 차이가 없었다고 보고하여 본 연구와 상반되는 결과를 보고하였다.

이처럼 비슷한 연구에서 상이한 결과가 나타나는 이유는 사용되는 항생제의 종류에 따라 차이가 있기도 하지만 김상호 등(2000a)의 보고에 나타난 바와 같이 생균제에 이용된 미생물의 활력, 생균수 및 균종간의 차이와 사양과정에서 스트레스 요인이 있을 경우 그 효과가 다르게 나타나기 때문으로 생각된다.

Table 1. Effects of supplemental *Lactobacillus* and virginiamycin on body weight

Treatments	Body weight(g)	Feed intake(g/chick)	Feed conversion Ratio
None	1,399 ^a	2675 ^a	1.972 ^a
VM	1,539 ^{ab}	2713 ^{bc}	1.812 ^b
LC	1,526 ^b	2733 ^{bc}	1.842 ^b
LR	1,512 ^b	2754 ^{bc}	1.874 ^b
LC+VM	1,587 ^a	2837 ^a	1.836 ^b
LR+VM	1,565 ^{ab}	2778 ^{ab}	1.825 ^b
SEM	32.205	47.712	0.039

^a VM : virginiamycin, LC : *Lactobacillus crispatus* avibro1, LR : *Lactobacillus reuteri* avibro2.

^{***} Means with different superscripts in the same column are significantly different at P<0.05.

나. 영양소 소화율

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

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

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

또한, VM의 첨가가 사료내 인 이용의 증가 및 뼈의 회분을 증가시킨다는(Buresh 등, 1985) 보고와는 유사한 결과를 보였으나, 단백질과 함유량 아미노산의 이용이 증가(Miles, 1982; Douglas 등, 1982; Miles 등, 1984; Buresh 등, 1986)된다는 보고와는 다르게 나타났다.

다. 계분의 암모니아 가스 발생량

24시간까지는 모든 처리에서 NH₃ gas의 발생이 검출되지 않았고, 48시간째에는 조금씩 나타났으며, 96시간정도부터 피크를 나타냈다. 이때의 NH₃ gas 발생량은 대조구에 비하여 모든 처리구에서 유의적인 감소를 보였으며, 특히 LC, LC+VM, LV+VM 처리구에서 크게 감소한 것을 알 수 있다(P<0.05). 유산균 급여구가 VM에 비하여 감소폭이 훨씬 크게 나타났다.

라. 장내미생물의 변화

유산균의 수는 처리구에 따라 약간의 차이는 있지만, VM 단독급여구를 제외한 모든 처리에서 초기에 대조구에 비하여 유의적으로 높게 나타났으며, 후기로 갈수록 그 차이가 없어지는 것으로 나타났다. 이는 초기에 장내미생물총이 완전히 확립되지 않은 상태에서 유산균을 급여함으로써 장내에 유산균이 우

점을 하였으나, 후기에는 장내미생물총의 확립에 따라 타 미생물들과의 공생관계에 의하여 나타나는 결과로 생각된다. 효모의 경우 전체적으로 전기에 비하여 후기로 갈수록 그 수가 증가하며 유산균 급여구가 대조구에 비하여 증가의 폭이 큰 것을 알 수 있다. 맹장의 경우 초기부터 효모의 수가 증가하는 것을 알 수 있으며, 회장과 마찬가지로 후기에서 그 차이가 더 크게 나타난다. 혐기성균 변화는 회장과 맹장에서 VM 첨가구를 제외한 모든 처리구가 대조구에 비하여 초기부터 증가하여 후기까지 지속되는 경향을 보여준다.

이상과 같은 장내미생물총의 변화는 VM의 첨가에 따라 장내미생물총에 일어나는 변화를 같이 급여된 유산균에 의하여 완충 또는 유익한 미생물이 우점을 차지하도록 유도한 결과로 생각된다.

적 요

본 연구는 가금맹장에서 유래된 유산균의 생균제적 가치를 구명하고자 실시하였다.

시험 I에서는 가금 맹장 유산균의 특성을 구명하고자 산란계 및 육계 맹장 유산균을 각각 12주와 11주를 분리하여 내산성, 내담즙산성, 효소분비력, 항병원성 및 항생제 감수성을 조사하였다. 분리된 균주들은 pH 3부터 점차적으로 사멸하는 균주와 일정하게 유지되는 균주로 구분되었으며, pH 4에서 모든 유산균의 성장은 양호하였다. 본 실험에서 분리된 대부분의 유산균은 bile salt에 의해 성장이 저해되는 것으로 나타났는데 몇몇 균주는 저항성이 높게 나타났다. 선발된 맹장유산균과 다른 균주와 비교하였는데, 가금 맹장유래 유산균은 다른 유산균과 *Bacillus*에 비하여 효소분비성이 우수한 것으로 나타났으며 효소별 분비능력에서 amylase와 lipase 활성은 강한 것으로 나타났지만 cellulase와 protease의 활성은 약한 것으로 나타났다. 항병성 조사에서 유산균 배양액은 균종에 관계없이 병원성 *E. coli*에 대하여 억제성이 높았으며 억제요인으로는 유기산 분비에 의한 pH 저하가 주 요인으로 나타났다. 그러나 병원성 *Salmonella*에 대해서는 유산균 배양액의 억제성이 낮았다. 유산균은 페니실린 계열의 항생제에 의하여 생존율은 저하되었지만 이외의 다른 항생제는 유산균의 생존에 미치는 영향이 없었다. 본 실험에서 선발된 유산균은 각각 target animal에 급여하여 host specific effect를 구명하기 위하여 사양 실험을 시행하였다.

시험 II는 유산균의 급여가 육계의 생산성, 영양소 이용성, 장내미생물, 계사내 환경, 혈청 콜레스테롤, 옴모의 발달에 미치는 영향 및 육계에 대한 유산균의 적정 급여수준을 구명하고자 시행하였다. 육계 초생추에 육계·산란계의 맹장에서 유래한 *Lactobacillus crispatus avibro1*(LCB), *L. reuteri avibro2*(LRB), *L. crispatus avihen1*(LCH), *L. vaginalis avihen2*(LVH) 각각을 사료 g당 10^4 cfu 및 10^7 cfu의 수준으로 급여하였다. 유산균의 급여에 의한 육계의 체중은 대조구에 비하여 증체량은 50~100g이 높았다. 사료섭취량 및 사료요구율은 대조구와 모든 유산균 급여구간에 유의적인 차이가 없었다. 영양소 이용율에서 건물소화율은 유산균 급여구가 대조구에 비하여 증가하는 경향을 보였으며, 단백질, Ca 이용율도 유산균 급여구가 대조구에 비하여 전체적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 유산균 급여구에서 조지방, 조회분 소화율은 대조구에 비하여 개선되는 경향을 보였지만 인의 이용율은 처리구간에 일정한 경향이 없었다. 유산균 종류별 영양소 이용율은 LCH 급여구가 모든 일반성분 및 Ca, P의 이용율이 가장 높았다($P<0.05$). 회장내 유산균 수는 시험 전기간 현저하게 증가하였으며($P<0.05$), 맹장에서는 5주령에 처리구간에 차이가 없었다. Yeast는 회장에서 1주령까지는 장내에 완전히 정착하지 못하는 것으로 생각되며, 맹장 및 3주령 이후의 회장에서는 대부분의 유산균 급여구에서

Yeast의 수가 증가하였다($P<0.05$). Anaerobes는 회장과 맹장 모두 1주령에서부터 유산균 급여구에서 anaerobes의 수가 증가하는 경향을 보였다. 자리깃 수분함량은 5주령에서 모든 유산균 급여구가 27~30%의 수준을 유지하였지만 대조구의 자리깃은 38.28%로 유산균의 급여에 의하여 자리깃 수분함량은 약 25%가 현저하게 감소하였다($P<0.05$). 계분내 NH_3 gas 발생량은 대부분의 유산균 급여구에서 현저하게 감소하여 1/3~1/2의 수준을 유지하였다($P<0.05$). 급여수준별로는 10^7 cfu/g 급여하였을 때가 대조구와 10^4 cfu/g을 급여한 처리구에 비하여 유의적으로 개선되었다($P<0.05$).

시험III에서는 산란계에 대한 유산균주 및 첨가수준 효과를 구명하기 위하여 실시되었다. 21주령된 ISA Brown 360수를 공시하여 12주 동안 사양하면서 산란생산성, 영양소이용성, 회장 및 맹장내 미생물 변화, 계란품질 변화 및 계분내 암모니아 가스 발생량을 조사하였다. 첨가된 유산균과 수준은 시험II와 같다. 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 unit는 처리간에 차이가 없었다. 회장내 유산균수는 유산균 급여구들이 대조구보다 현저하게 높았다($P<0.05$). 회장내 효모와 혐기성미생물 및 맹장내 미생물의 수는 처리구간에 비슷한 경향을 나타냈다. 계분내 암모니아 가스 발생량은 배분후 3일부터 6일까지 최대 발생하였는데, 이 기간 중에 유산균 급여구는 대조구보다 발생량이 현저하게 낮아서 약 50% 감소하였다($P<0.05$).

시험IV에서는 유산균의 항생제 대체 및 복합균주 급여효과를 구명하기 위하여 실험 I의 육계에서 맹장 유래 유산균 LC, LR과 virginiamycin(VM)을 단독(VM, LC, LR) 혹은 혼합급여(LC+VM, LR+VM) 하였다. VM과 유산균을 단일 혹은 혼합급여는, 대조구에 비하여 모든 처리구의 체중이 100g 이상 현저하게 높았으며, LC와 VM을 혼합급여하였을 때 체중이 가장 높게 나타났다($P<0.05$). 증체량과 사료섭취량도 체중과 비슷한 경향을 보였고, 사료요구율은 모든 처리구에서 유의적으로 개선되는 것으로 나타났다($P<0.05$). 단백질 소화율은 LC 급여구 및 VM과 유산균 혼합급여구에서 대조구보다 높게 나타났으며($P<0.05$), Ca 소화율은 유산균 급여구에서 증가하는 경향을 보였다. NH_3 gas 발생량은 대조구와 VM을 첨가한 처리구에 비하여 유산균 급여구와 VM과 유산균 혼합급여구가 유의적인 감소를 보였으며($P<0.05$), 특히 유산균과 VM을 혼합급여한 처리구에서 크게 감소하였다. 장내미생물의 수는 유산균은 초기에 VM 첨가구를 제외한 모든 처리구가 대조구에 비하여 증가하는 경향이 나타났는데, 사육후기에는 대조구와 차이가 없었다. 효모는 1주령에는 미확립된 상태를 보였으며, 전체적으로 대조구에 비하여 VM 첨가구를 제외한 모든 처리구에서 증가하였고($P<0.05$), 사육후기에는 그 차이가 극대화되었다. 혐기성균도 VM 첨가구를 제외한 모든 처리구가 전 기간 동안 대조구보다 높은 수준을 유지하였다. 이러한 결과, 육계에 유산균과 VM의 단독 및 혼합급여는 생산성 증대 및 건강유지에 기여할 수 있으며, VM과 유산균을 혼합급여는 더욱 효과적으로 작용할 수 있다고 생각된다.

본 연구의 결과 가금 맹장에서 유래하여 선발된 유산균은 육계와 산란계 사료에 첨가 급여시 생산성과 소화기관의 유익균을 향상시켰으며, 영양소 이용성 증진 및 소화기관의 건강상태를 개선시켰고, 계분의 암모니아 가스발생량 감소와 자리깃의 수분함량을 감소시켜 사육환경을 개선시키는 효과가 있는

것으로 나타났다.

(색인어 : 유산균, 맹장, 생산성, 장내미생물, 암모니아 가스, 육계, 산란계)

〈 참고 문헌 〉

- ▶ Abdulrahim S. M., M. S. Y. Haddadin, E. A. R. Hashlamoun and R. K. Rovinson, 1996. The influence of *Lactobacillus acidophilus* and bacitracin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk. Br. Poultry Sci. 37:341-346.
- ▶ Armstrong D. G. 1984. Antibiotics as feed additives for ruminant livestock in *Antimicrobials and Agriculture*. M. Woodbine ed. Butterworths London, p331-347.
- ▶ Attar A. J. and J. Brake. 1989. An economic analysis of the effects of ammonia and its control in broiler houses. Poultry Sci. 68(Suppl. 1):167(Abstr.).
- ▶ Barnes E. M. and C. S. Impey. 1972. Some properties of the nonsporing anaerobes from poultry caeca. J. Appl. Bacteriol. 35(2):241-51.
- ▶ Buresh R. E., R. D. Miles and R. H. Harms. 1985. Influence of virginiamycin on phosphorus utilization by broiler chicks. Poultry Sci. 64:757-758.
- ▶ Caveny D. D., C. L. Quarles and G. A. Greathous. 1981. Atmospheric ammonia and broiler cockerel performance. Poultry Sci. 60: 513-516.
- ▶ Cera K. R., D. C. Mahan, R. F. Cross, G. A. Reinhart and R. E. Whitmoyer. 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, O. Szylił, P. Raibaud and N. Ait-Abdelkader. 1983. Amylase production by three *Lactobacillus* strains isolated from chicken crop. J. Appl. Bacteriol. 55:487.
- ▶ Chiang S. H. and W. H. Hsieh. 1995. Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level. Asian-Australian Journal of Animal Science. 8:159-162.
- ▶ Conway P. L., S. L. Gorbach and B. R. Goldin. 1987. Survival of lactic acid bacteria in the human stomach and adhesion to intestinal cells. J. of Dairy Sci. 70:1-12.
- ▶ Cranwell P. D., D. E. Noakes and K. J. Hill. 1976. Gastric secretion and fermentation in the suckling pig. Br. J. Nutr. 36:71.
- ▶ Douglas C. R., R. D. Miles and R. H. Harms. 1982. Effects of virginiamycin on Leghorn-type pullets fed optimal and sub-optimal protein levels. Poultry Sci. 61:1453.(Abstr.)
- ▶ Francis C. D. M., Janky. A. S. Arafa and R. H. Harms. 1978. Interrelationship of *Lactobacillus* and zinc bacteriocin in diets of turkey poults. Poultry Sci. 57:1687-1689.
- ▶ Fuller R. 1989. Probiotics in man and animals. J. Appl. Bacteriol. 66:365-378.
- ▶ Fuller R. and A. Turvey. 1971. Bacteria associated with the intestinal wall of the fowl *Gallus domesticus*. J. Appl. Bacteriol. 34:617-622.
- ▶ Garvie E. I., C. B. Cole, R. Fuller and D. Hewitt. 1984. The effect of yoghurt on some components of the gut microflora and the metabolism of lactose in the rat. J. Appl. Bacteriol. 56:237.
- ▶ Gilliland S. E. 1979. Beneficial interrelationships between certain micro-organisms and humans: Candidate micro-organisms for use as dietary adjuncts. J Food Protect. 42:164.

- ▶ Gilliland S. E. 1987. Importance of bile tolerance in lactobacilli used as dietary adjunct. In Biotechnology in the Feed Industry ed. Lyons T.P. p149-155. Kentucky USA:Alltech Feed Co.
- ▶ Gilliland S. E., T. E. Staley and L. J. Bush. 1984. Importance of bile tolerance of *Lactobacillus acidophilus* used as a dietary adjunct. J. of Dairy Sci. 67:3045-3051.
- ▶ Haddadin M. S. Y., S. M. Abdulrahim, E. A. R. Hashilamoun and R. K. Robinson. 1996. The effect of *Lactobacillus acidophilus* on the production and chemical composition of hen's eggs. Poultry Sci. 75:491-494.
- ▶ Hampson D. J. 1986. Alterations in piglet small intestinal structure at weaning. Res. Vet. Sci. 40:32.
- ▶ Hanson D. J. 1985. Human health effects of animal feed drugs unclear. Chem. Eng. News 63(7):7.
- ▶ Havenaar R., B. Ten Brick and J. H. J Huis in't Veld. 1992. Selection of strains for probiotic use, in Probiotics : The scientific Basis(ed R. Fuller), Chapman and Hall. London. p209-224.
- ▶ Hill R. P. H., H. M. Cowley and A. Andremont. 1990. Influence of colonizing microflora on the mucin histochemistry of the neonatal mouse colon. Histochem J. 22:102-105.
- ▶ Impey C. S. and G. C. Mead. 1989. Fate of *Salmonellas* in the alimentary tract of chicks pre-treated with a mature caecal microflora to increase colonization resistance. J. Appl. Bacteriol. 66:469.
- ▶ Isshiki Y, H. Tanaka, H. Toda and Y. Nakahiro. 1979. 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 L. Z., Y. W. Ho., N. Abdullah, M. A. Ali and S. Jalaudin. 1996a. Effects of adherent *Lactobacillus* spp. on in vitro adherence of *Salmonellae* to the intestinal epithelial cells of chicken. J. of Applied Bacteriology. 81:201-206.
- ▶ Jin L. Z., Y. W. Ho., N. Abdullah, M. A. Ali and S. Jalaudin. 1996b. Antagonistic effects of intestinal *Lactobacillus* isolates on pathogens of chicken. Letters in Applied Microbiology. 23:67-71.
- ▶ Jin L. Z., Y. W. Ho., N. Abdullah and S. Jalaudin. 1996c. Influence of dried *bacillus subtilis* and lactobacilli cultures on intestinal microflora and performance in broilers. Asian-Australian J. Anim. Sci. 9:397-403.
- ▶ Jin L. Z., Y. W. Ho., N. Abdullah and S. Jalaudin. 2000. Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with *Lactobacillus* cultures. Poult. Sci. 79:886-91.
- ▶ Juven B. J., R. J. Meinersmann and N. J. Stern. 1991. Antagonistic effects of lactobacilli and pediococci to control intestinal colonization by human enteropathogens in live poultry. J. Appl. Bacteriol. 70:95-103.
- ▶ Karasov W. H. 1995. Digestive plasticity in avian energetics and feeding ecology. In:Casey C ed. Avian Energetics and Nutritional Ecology. p61-84. New York. Chapman and Hall.
- ▶ Kim T. W. and K. I. Kim. 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 W. F., J. W. Bradley and R. H. Patterson. 1977. The interaction of gentian violet and *Lactobacillus* organism in the diets of leghorn hens. Poultry Sci. 56:1729.

- ▶ Lev M. and M. Forbes. 1959. Growth response to dietary penicillin of germfree chicks and of chicks with a defined intestinal flora. Br. J. Nutr. 13:78-84.
- ▶ Lilly D. M. and R. H. Stillwell. 1965. Probiotics: growth promoting factors produced by microorganisms. Science. 147:747-748.
- ▶ Linton A. H., A. J. Hedges and B. M. Bennet. 1988. Monitoring of resistance during the use of olaquinox as a feed additive on commercial pig farms. J. Appl. Bact. 64:311.
- ▶ Lyons T. P. 1987. Probiotics: an alternative to antibiotics. Pig News Info, 8:157-164.
- ▶ Mead G. C. 1989. Microbes of the avian caecum: types present and substrates utilized. J. Exp. Zool. Supp. 3:48-54.
- ▶ Miles R. D. 1982. The protein sparing ability of virginiamycin. p14-16 in Proc 41st Annu. Florida Poul. Inst.
- ▶ Miller B. G., P. S. James, M. W. Smith and F. J. Bourne. 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.
- ▶ Mohan B., R. Kadirvel, A. Natarajan and M. Bhaskaran, 1996. Effect of probiotic supplementation on growth nitrogen utilization and serum cholesterol in broilers. Br. Poul. Sci. 37:395-401.
- ▶ Nahashon S. N., H. S. Nakaue and L. W. Mirosh. 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 S. N., H. S. Nakaue and L. W. Mirosh. 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.
- ▶ Parker R. B. 1974. Probiotics, the other half of the antibiotic story. Anim. Nutr. Health. 29:4-8.
- ▶ Reece F. N., B. D. Lott and J. W. Deaton. 1980. Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. Poultry Sic. 59:486-488.
- ▶ Rovinson R. K. 1977. Yogurt and health. Br. Nutr. Foundation Bull. 21:191-194.
- ▶ Sakata T. 1987. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fiber gut microbes and luminal trophic factors. Br. J. Nutr. 58:95.
- ▶ Schneitz C. and L. Nuotio. 1992. Efficacy of different microbial preparations for controlling *Salmonella* colonisation in chicks and turkey poults by competitive exclusion. Br. Poul. Sci. 33:207-211.
- ▶ Smith M. W. 1985. Expression of digestive and absorptive function in differentiating enterocytes. Annu. Rev. Physiol. 47:247.
- ▶ Spillman H., Z. Puhán and M. Banhequi. 1978. Antimikrobielle Aktivitat thermophiler Laktobasillen. Milchwissenschaft. 33:148.
- ▶ Sturkie P. D. 1986. Avian physiology. 4th ed. p289-302. New York. Springer-Verlag.
- ▶ Swart D., R. I. Mackie and J. P. Hayes. 1987. For feathers and leathers. Nuclear Active. 36:2-9.
- ▶ Swart D., R. I. Mackie and J. P. Hayes. 1993. Fermentative digestion in the ostrich(*Struthio*

camelus var. domesticus) a large animal avian species that utilizes cellulose. S. Afr. J. Anim. Sci. 23:127-135.

- ▶ Tortuero F. and E. Fernandez. 1995. Effects of inclusion of microbial cultures in barley-based diets fed to laying hens. Anim. Feed Technol. 53:255-265.
- ▶ Watkins B. A., B. F. Miller and D. H. Neil. 1982. *In vivo* effects of *Lactobacillus acidophilus* against pathogenic *Escherichia coli* in gnotobiotic chicks. Poultry Sci. 61:1298-1308.
- ▶ White F. G., Wenham. G. A., Sharman. A. S., Jones. E. A., Rattray and I. McDonald. 1969. Stomach function in relation to a scour syndrome in the piglet. Br. J. Nutr. 23:847-58.
- ▶ Winget C. M., G. C. Ashton and A. J. Cawley. 1962. Changes in gastrointestinal pH associated with fasting in laying hen. Poultry Sci. 41: 115.
- ▶ Yamaguchi K., Y. Isshiki, Z. X. Zhou, Y. Nakahiro. 1990. Scanning and transmission electron microscopical observations of bacteria adhering to ileal epithelial cells in growing broiler and White Leghorn chickens. Br. Poultry Sci. 31:129-137.
- ▶ 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. and K. Kim. 1997. Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotics 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. 2000a. 육계 생산성 및 맹장내 미생 물에 대한 유산균의 첨가 효과. 한국가금학회지. 27:37-41.
- ▶ 김상호, 박수영, 유동조, 이상진, 강보석, 최철환, 류경선. 2000b. 유산균의 첨가 급여가 산란 생산성, 소화기관 미생물 변화 및 계란 품질에 미치는 영향. 한국가금학회지. 27:235-242.
- ▶ 김상호, 박수영, 유동조, 장병귀, 최철환, 박용윤, 이상진, 류경선. 2000c. 육계 맹장 유산균의 성장특성 에 관한 연구. 한국가금학회지. 27(1):31-35.
- ▶ 남궁환, 손익환, 정진성, 백인기. 1986. 생균제와 항생제가 병아리의 성장과 장내세균총에 미치는 영 향. 한국가금학회지. 13(1):49-55.
- ▶ 노선호, 이찬호, 최윤제, 한인규. 1994. 항생제, 효소제, 효모제, 생균제 및 β -agonist가 육계의 성장과 영양소 이용율에 미치는 효과. 한국축산학회지. 36(6):630-638.
- ▶ 박수영, 김상호, 유동조, 이상진, 류경선. 2001. 유산균의 급여가 육계의 성장능력에 미치는 영향. 한국 가금학회지. 28(1):27-40.
- ▶ 이상진, 김삼수, 서옥석, 나재천, 이상현, 정선부. 1993. 사료에 항생제 및 생균제 첨가가 육계의 생산 성에 미치는 영향. 농업논문집. 35:539-548.
- ▶ 한인규, 이상철, 이지희, 이금기, 이정치. 1984a. 생균제제의 성장촉진 효과에 관한 연구. I. 브로일러 에 대한 *Lactobacillus sporogenes*의 성장촉진효과와 분변 및 장내 세균총의 변화에 미치는 영향. 한 축지. 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.