

사료내 생균제의 첨가가 육계의 성장, 혈액성상 및 분내 유해가스 함량에 미치는 영향

권오석 · 김인호¹ · 홍종욱 · 한영근² · 이상환 · 이제만
단국대학교 동물자원과학과, ²농협중앙회

Effects of Probiotics Supplementation on Growth Performance, Blood Composition, and Fecal Noxious Gas of Broiler Chickens

O. S. Kwon, I. H. Kim¹, J. W. Hong, Y. K. Han², S. H. Lee and J. M. Lee

Department of Animal Resource & Science, Dankook University

² National Agricultural Co-operative Federation

ABSTRACT This study was conducted to investigate the effects of feeding probiotics on the growth performance, blood composition, and fecal noxious gas in broiler chickens. Two hundred eighty eight broiler chickens were randomly allocated into three treatments with eight replications for five weeks. Dietary treatments included 1) Control (basal diet), 2) PB 0.5 (basal diet + 0.5% probiotics), 3) PB1.0 (basal diet + 1.0% probiotics for 0 to 1 wk of age, 0.5% probiotics for 1 to 3 wk of age, 0.25% probiotics for 3 to 5 wk of age). There were no significantly difference among treatments for the body weight gain, but the feed intake of control group significantly ($p < 0.05$) increased as compared with the PB1.0 group in overall experimental period. Digestibility of DM in PB0.5 group (80.84%) was significantly ($p < 0.05$) improved as compared with those in PB 1.0 (79.34%) or control group (79.15%). Although N digestibility was slightly higher in broiler chicks fed probiotics than Control, there was no significance between probiotic groups. Total cholesterol, triglyceride, HDL- and LDL-cholesterol were not significantly different among the treatments. $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration in feces with PB1.0 treatment was lower ($p < 0.05$) than Control or PB 0.5 treatments. These results indicated that locally obtained probiotics can be effectively used for reduction of ammonia nitrogen.

(Key words: probiotics, growth performance, cholesterol, $\text{NH}_3\text{-N}$)

서 론

생균제는 오래전부터 장내의 이상 발효, 설사, 소화불량, 변비 등에 효과가 인정되어 인체용으로 사용되어 왔는데 요즘에 와서는 동물의 발육촉진, 설사 치료 등의 생산성 향상을 목적으로 사료첨가제로서 그 사용량이 증가해 가고 있는 실정이다. 따라서 생균제라 함은 미생물 자체를 가지고 만든 제제로서 동물의 장내에 정주하여 다른 병원성 미생물의 성장을 억제하고, 섭취한 사료의 소화와 흡수를 도와주며, 다른 영양소의 합성에 도움을 줌으로서 동물의 성장을 촉진하

고 사료효율을 개선시켜 주는 일종의 기능성 물질이다 (Tortuero, 1973).

생균제로서 가장 많은 연구가 진행된 *Lactobacillus*는 lactase와 같은 소화효소를 생산하며 (Gilliland and Kim, 1984), 젖산과 휘발성 지방산 생산을 자극하고 (Bailey, 1987), hydrogen peroxide와 같은 항미생물 화합물을 생산하며 (Collins and Aramaki, 1980), 장내 유익한 미생물의 수를 증가시키고 (Fuller, 1989) 혈청 콜레스테롤의 농도를 감소시키는 작용 (Abdulrahim et al., 1996)을 한다.

Tortuero(1973)가 *Lactobacillus acidophilus*를 배양

¹To whom correspondence should be addressed : inhokim@anseo.dankook.ac.kr

하여 육계에 급여한 결과 맹장과 대장내의 균총에 영향을 준다고 보고하였고, Burkett et al.(1977), Mohan et al. (1996), Yeo와 Kim(1997) 및 Jin et al.(1998)은 *Lactobacillus* spp.를 배양하여 육계에 급여한 결과 성장 개선 효과가 있음을 보였다.

그러나 Watkins와 Kratzer(1983, 1984), Maiolino et al.(1992)은 유산균을 배양하여 육계사료내 첨가하였을 경우 육계의 성장에 있어 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 류경선 등(2001)은 이러한 상반된 연구결과는 사료에 첨가된 미생물의 종 또는 생균수의 차이에 기인된 것으로 사료되며 따라서 단 기간내에 효과적으로 작용해야 되는 육계에 적합한 생균제의 선택과 첨가 수준의 결정이 중요하다고 하였다.

이처럼 생균제의 개발 연구 초기에는 증체량과 사료요구율 등 생산성 향상에 대한 연구가 주류를 이루었으나, 최근에는 생산성 향상과 더불어 환경친화적 효과에도 관심의 초점이 맞추어지고 있다. Santoso et al.(1999)은 육계에 *Bacillus subtilis*의 급여가 영양소 소화율과 이용성을 높이고, 질소의 배설량을 감소시켜 NH₃ 발생량을 줄이는 효과가 있다고 하였다.

본 연구에서 사용된 생균제는 *Lactobacillus acidophilus*를 배양한 후, 이를 질석과 혼합하여 건조시켰다. 본 연구에 사용한 부형제인 질석은 가축체내의 유해물질 제거작용(Michael, 1997) 및 분뇨의 수분과 암모니아 감소작용(Mumpton and Fishman, 1977)에 의하여 가축의 생산성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 생균제를 육계사료에 첨가하였을 경우와 생균제의 효용성을 극대화하기 위해 단계에 따른 급여수준이 달랐을 경우 육계의 성장, 혈액 성분 및 분 중 암모니아 가스 농도에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 사양실험

본 시험은 2일령의 Arbor Acre Broiler(♂) 병아리 288수를 공시하였고 사양실험은 5주간 실시하였다. 사료와 물은 자유채식토록 하였고 점등은 24시간 실시하였다.

시험설계는 육계전기사료(Table 1)를 대조구(Con; basal diet)로 하여 생균제를 0.5%(PB0.5)첨가한 처리구 그리고 처음 1주간 생균제를 1.0%(PB1.0), 0.5%를 2주간, 0.25%를 2주간 첨가수준을 줄여 급여한 3처리구로 시험하

Table 1. Basal diet composition for broiler chickens

Ingredients	%
Corn	46.31
Soybean meal	36.04
Wheat bran	10.00
Soybean oil	4.32
Dicalcium phosphate	1.16
Limestone	1.40
Salt	0.40
DL-methionine	0.16
Vitamin premix ¹	0.10
Mineral premix ²	0.10
Total	100.00
Chemical composition ³	
ME(cal/g)	3,200
Crude protein(%)	21.00
Lysine(%)	1.179
Methionine(%)	0.501
Met+cys(%)	0.831

¹ Provided the following per kg of diet: vitamin A, 16,250 IU: vitamin D₃, 3,250IU: vitamin E, 8IU: vitamin K₃, 4 mg: vitamin B₂, 10mg: vitamin B₁₂, 12mg: Ca-pantothenic acid, 4,000mg: Niacin, 50mg: Choline chloride, 180mg: Folic acid, 0.6mg.

² Provided the following per kg of diet: Mn, 120mg: Zn, 90mg: Fe, 40mg: Cu, 5mg: I, 1.5mg: Se, 0.1mg.

³ Calculated values.

였다. 시험 동물은 처리당 8반복, 반복당 12수씩 완전 임의 배치하였다.

본 사양 시험에 사용된 생균제는 *Lactobacillus acidophilus*를 2.0×10⁶ cfu/g를 함유한 단일 생균제로서, *Lactobacillus acidophilus*를 배양한 후 질석과 혼합하여 열풍 건조기를 이용하여 35℃에서 12시간 동안 건조하였다.

2. 조사항목

1) 사료섭취량, 사료요구율 및 증체량

사료섭취량은 시험 시작 후 1주, 3주, 5주째에 사료급여량에서 잔량을 제거하여 구하였고 사료요구율은 시험 전 기간중의 사료섭취량을 증체량으로 나누어 구하였다. 증체량도 개시시와 시험 시작 후 1주, 3주, 종료시에 체중을 측정하여 구하였다.

2) 영양소 소화율

사양시험 종료 10일전 사료와 배설된 분을 전분채취법으로 60℃의 건조기에서 72시간 건조시킨 다음 분쇄하여 분석에 이용하였다. 모든 화학분석은 AOAC(1994)에 의해 분석하였다.

3) 혈액의 성상

사양 시험 종료 후 각 처리구 당 임의로 8수씩 선발한 후 혈액을 채취하여 분석하였다. 이때 주사기를 이용하여 마리 당 2.0ml씩 익정맥에서 채혈하였고 채혈 즉시 4℃의 냉장고에 보관한 다음 1시간 이내에 2,000×g(4℃)에서 30분간 원심분리하여 혈청을 채취하였다(Hodges, 1970). 생균제의 첨가가 혈액의 성상에 미치는 영향을 구명하기 위하여 Enzymatic calorimetric method(Allain et al., 1974)에 의해 Total cholesterol 농도는 Total cholesterol Kit (Boehringer Mannheim, Germany)를, HDL-cholesterol 농도는 HDL-cholesterol kit(Boehringer Mannheim, Germany)를 이용하였다. Triglyceride 농도는 Triglyceride kit(Boehringer Mannheim, Germany)에 반응시켜 자동 생화학 분석기(Hitachi 747, Hitachi, Japan)를 이용하여 측정하였다.

4) 계분의 암모니아태 질소

시험 종료시 각 처리구에서 동일한 시간동안 배설된 분을 채취한 후, 동결건조기를 이용하여 건조시킨 후 Chaney와 Marbach(1962)의 방법에 따라 분내 암모니아태 질소 농도를 측정하였다.

3. 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model procedure를 이용 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 평균간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

생균제의 사료내 첨가가 육계의 증체량, 사료섭취량, 사료요구율에 미치는 영향은 Table 2에 나타났다. 증체량은 전 사육기간동안 처리구간에 통계적인 차이가 없었다. 그러나 PB1.0 처리구가 1~3주에 대조구와 PB0.5 처리구에 비

Table 2. Effects of probiotics addition on growth performance in broiler chickens

Item	Con	PB0.5 ¹	PB1.0 ¹	SEM ²
wk 0 to 1				
Weight gain(g)	79.11	82.36	79.21	1.28
Feed intake(g)	146.39	147.72	146.53	3.51
Feed/gain	1.88	1.79	1.88	0.06
wk 1 to 3				
Weight gain(g)	530.11	541.32	519.51	11.77
Feed intake(g)	668.20	691.65	696.39	12.71
Feed/gain	1.31	1.28	1.37	0.03
wk 3 to 5				
Weight gain(g)	892.36	888.70	872.64	11.41
Feed intake(g)	1697.81	1578.03	1541.86	24.90
Feed/gain	1.90 ^a	1.78 ^b	1.77 ^b	0.03
wk 0 to 5				
Weight gain(g)	1501.59	1512.37	1471.36	16.82
Feed intake(g)	2549.86 ^a	2460.84 ^{ab}	2360.68 ^b	40.68
Feed/gain	1.70	1.63	1.61	0.03

¹ Abbreviated PB0.5, added 0.5% of probiotics ; PB1.0, added 1.0% of probiotics from 0 to 1 wk, added 0.5% of probiotics from 1 to 3 wk and added 0.25% of probiotics from 3 to 5 wk.

² Pooled standard error.

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ(p<0.05).

해 증체량이 다소 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 부형제로 사용한 질석의 첨가수준이 증가함에 따라 나타난 것으로 사료되나 한편, Jin et al.(1998)의 시험에서 생균수를 어떤 수준 이상으로 급여할 경우 장관의 과잉증식으로 인하여 영양소의 흡수를 감소시킬 수 있다는 보고도 있었다.

사료 섭취량은 대조구와 PB1.0 처리구가 각각 2550(g)과 2361(g)으로 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 1~3주까지는 PB1.0 처리구가 대조구보다 통계적인 차이가 없었지만 섭취량이 많았고, 3~5주에서는 대조구가 다른 처리구에 비해 섭취량이 높은 경향을 나타냈다. 사료요구율에서도 사육 전기간을 통해서는 처리구간의 유의적인 차이는 없었지만, 3~5주에서는 PB0.5 처리구는 대조구에 비해 유의적(p<0.05)으로 사료효율 개선의 효과를 나타냈다. 본 실

Table 3. Effects of probiotics addition on nutrient digestibility in broiler chickens(5 wk)

Item	Con	PB0.5 ¹	PB1.0 ¹	SEM ²
DM(%)	79.34 ^b	80.84 ^a	79.51 ^b	0.38
N(%)	66.98	69.83	68.09	1.21

¹ Abbreviated PB0.5, added 0.5% of probiotics ; PB1.0, added 1.0% of probiotics from 0 to 1 wk, added 0.5% of probiotics from 1 to 3 wk and added 0.25% of probiotics from 3 to 5 wk.

² Pooled standard error.

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ ($p < 0.05$).

험에서 생균제 첨가시 증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 이전의 연구결과 보고(Tortuero, 1973; Pollman et al., 1980 ; Jin et al., 1998)들과 동일한 경향을 나타내지는 않았지만, 적어도 PB0.5 처리구에서는 사료효율 개선의 경향이 있었다.

2. 분중 건물과 단백질의 소화율

육계 사료내 생균제의 첨가가 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 건물의 소화율은 PB0.5 처리구가 80.84(%)로 각각 79.34(%)와 79.51(%)인 대조구와 PB1.0 처리구에 비해 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 이는 Stewart와 Russel(1981)의 시험에서 효모가 가지고 있는 소화효소가 건물의 소화율을 향상시켰다는 보고와 일치하였다.

단백질의 소화율에서는 처리구간의 유의적인 차이를 보이지는 않았지만 PB처리구가 대조구에 비해서 약간 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 김인호와 김춘수(1988)의 *S. cerevisiae* 0.1% 첨가에서 그리고 김재황 등(2001)의

시험에서 복합생균제의 첨가로 조단백질의 소화율이 향상되었다는 보고와 유사한 것으로 사료된다. 하지만 본 연구에 사용한 생균제는 단백질 소화율의 증가로 증체량이나 생산성에 미치는 효과는 적은 것으로 사료된다.

3. 혈청내 Total Cholesterol, Triglyceride, HDL과 LDL-Cholesterol

Table 4에서 보는 바와 같이 생균제의 첨가가 육계의 혈청내 Total cholesterol, Triglyceride, HDL-cholesterol과 LDL-cholesterol 함량에 미치는 영향을 나타내었다. Total cholesterol은 모든 처리구에서 유의적인 차이는 보이지 않았다. 김용란 등(2000)과 Jin et al.,(1998)의 시험에서는 생균제의 급여가 혈액 cholesterol 저하에 효과가 있음을 보였지만 본시험에서는 PB1.0 처리구가 다른 처리구에 비해 116.75(mg/dl)로 낮은 수치를 보였지만 선행 시험들과 일치하지는 않았다. Triglyceride, HDL-과 LDL-cholesterol도 처리구간에 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

4. 분내 암모니아태 질소 함량

육계사료내 생균제의 첨가가 분 중 암모니아태 질소농도에 미치는 영향은 Table 5에서 보는 바와 같다. 육계 분내 암모니아태 질소 함량에 있어서는 대조구와 PB0.5 및 PB1.0 처리구가 각각 260.71(ppm), 159.18(ppm), 126.17(ppm)으로 처리간에 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$).

생균제(김태욱과 김규익, 1992; 김재황 등, 2001)는 암모니아를 감소시킬 수 있었다는 보고와 Vissek(1978)은 생균제를 첨가, 급여함으로써 암모니아를 생산하는 urease를 분비하는 장내 유해미생물의 번식을 억제하여 유해 가스의 발생량을 감소시킨다고 보고하였다. 또한 Santoso(1999)는 *Bacillus. Subtilis* 배양물을 육계 사료에 1~2% 첨가하

Table 4. Effects of probiotics addition on serum total cholesterol, triglyceride, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol contents in broiler chickens(5 wks)

Item	Con	PB0.5 ¹	PB1.0 ¹	SEM ²
Total cholesterol(mg/dl)	130.50	133.75	116.75	7.49
Triglyceride(mg/dl)	79.25	69.25	80.25	3.84
HDL-cholesterol(mg/dl)	90.75	87.00	79.75	3.61
LDL-cholesterol(mg/dl)	23.90	32.90	20.95	4.07

¹ Abbreviated PB0.5, added 0.5% of probiotics ; PB1.0, added 1.0% of probiotics from 0 to 1 wk, added 0.5% of probiotics from 1 to 3 wk and added 0.25% of probiotics from 3 to 5wk.

² Pooled standard error.

Table 5. Effects of probiotics addition on the ammonia nitrogen in broiler chicken feces

Item	Con	PB0.5 ¹	PB1.0 ¹	SEM ²
NH ₃ -N(ppm)	260.71 ^a	159.18 ^b	126.17 ^c	19.45

¹ Abbreviated PB0.5, added 0.5% of probiotics ; PB1.0, added 1.0% of probiotics from 0 to 1 wk, added 0.5 % of probiotics from 1 to 3 wk and added 0.25% of probiotics from 3 to 5 wk.

² Pooled standard error.

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

여 약 36.1~72.2%의 암모니아 가스가 감소하였다고 보고하였다. 본 시험의 결과 육계사료에 생균제의 첨가는 생산성에는 영향이 없었지만 사료내 영양소 이용율을 개선하고 계분에서 유해가스인 암모니아태 질소의 발생량을 감소시켰으므로 성장과 관련된 연구는 추후에 필요한 것으로 사료된다.

적 요

본 연구에서는 생균제를 육계사료에 첨가하였을 경우 육계의 성장, 혈액 성분 및 분 중 암모니아 가스 농도에 미치는 영향을 구명하기 위해 5주간 실시하였다. 시험은 2일령의 Arbor Acre Broiler(♂) 병아리 288수를 공시하여 처리구는 육계전기사료를 대조구(Con ; basal diet)로 하여 생균제를 0.5%(PB0.5)첨가한 처리구 및 처음 1주간 생균제를 1.0%(PB1.0), 0.5%를 2주간, 0.25%를 2주간 첨가 수준을 줄여 급여한 3처리구로 하였다. 증체량에서는 전 사육기간동안 통계적인 차이를 나타내지는 않았다. 전체 사료 섭취량에서는 대조구와 PB1.0 처리구가 각각 2550(g)과 2361 (g)으로 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 건물의 소화율은 PB0.5 처리구가 80.84(%)로 대조구의 79.34(%) 혹은 PB1.0 처리구의 79.51(%)에 비해 더 높은 (p<0.05) 것으로 나타났다. 질소의 소화율에서는 처리구간의 유의적인 차이를 보이지는 않았지만 PB처리구가 대조구에 비해서 약간 높은 경향을 보였다. 혈청내 Total cholesterol, Triglyceride, HDL-과 LDL-cholesterol 함량은 서로간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 육계 분내 암모니아태 질소 함량에 있어서는 대조구와 PB 0.5, 및 PB 1.0 처리구가 각각 260.71(ppm), 159.18(ppm), 126.17

(ppm)으로 처리구간에 유의적인(p<0.05) 차이를 보였다. 결론적으로 육계 사료내 생균제의 첨가는 암모니아태 질소의 발생량을 감소시키는 것으로 사료된다.

(색인어 : 생균제, 생산성, 콜레스테롤, 분중 암모니아태 질소)

인용문헌

Abdulrahim SM, Haddadin SY, Hashlamoun EA, Robinson RK 1996 The influence of *Lactobacillus acidophilus* and bacitraccin on layer performance of chickens and cholesterol content of plasma and egg yolk. Br Poult Sci 37:341-346.

AOAC 1994 Official method of analysis(16th Ed.). Association of official analytical chemists. Washington DC.

Bailey JS 1987 Factors affection microbial competitive exclusion in poultry Food Technol July: 88-92.

Burkett RF, Thayer RH, Morrison RD 1977 Supplementing market broiler rations with *Lactobacillus* and live yeast cultures. Animal Science Agricultural Research Report. Oklahoma States University and USDA. U.S.A.

Chaney AL, Marbach EP 1962 Modified regents for determination of urea and ammonia. Clin Chem 8:131.

Collins EB, Aramaki K 1980 Production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus acidophilus*. J Dairy Sci 63:353-357.

Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1.

Fuller R 1989 Probiotics in man and animals. J Appl Bacteriol 66:365-378.

Gilliland SE, Kim HS 1984 Effect of viable starter culture bacteria in yogurt on lactose utilization in humans. J Dairy Sci 67:1-6.

Jin LS, Ho YW, Abdullah N, Ali NA, Jalaludin S 1998 Effects of adherent *Lactobacillus* cultures on growth, weight of organs and intestinal microflora and volatile fatty acids in broilers. Anim Feed

- Sci Technology 70:197-209.
- Maiolino R, Fioretti A, Menna L F, Meo C 1992 Research on the efficiency of probiotics in diets for broiler chickens. Nutr Abstr Rev Series B 62: 482.
- Michael JP 1997 Vermiculite U.S. Geological survey mineral information p. 1.
- Mohan B, Kadirvel R, Natarajan A, Bhaskaran M 1996 Effect of probiotic supplementation on growth, nitrogen utilisation and serum cholesterol in broilers. British Poultry Sci 37(2):395-401.
- Mumpton FA and Fishman PH 1977 The application of natural zeolites in animal and aquaculture. J Anim Sci 45:1188-1203.
- Pollman DS, Danielson DM, Peo FR 1980 Effects of *Lactobacillus acidophilus* on starter pigs fed a diet supplemented with lactose. J Anim Sci 51: 638-644.
- Santoso U, Ohtani S, Tanaka K, Sakaida M 1999 Dried bacillus subtilis culture ammonia gas release in poultry house. Asian-Aus J Anim Sci 12(5): 806-809.
- SAS 1996 SAS user guide. release 6.12 edition. SAS Inst Inc Cary NC USA.
- Stewart G, Russel I 1981 Yeast: A step to energy independence. Alltech Technical Publ K Y USA p.133.
- Tortuero F 1973 Influence of the implantation of *L. acidophilus* in chicken on growth, feed conversion, malabsorption of fat syndrome and intestinal flora. Poultry Sci 52:197-203.
- Visek WJ 1978 the mode of growth promotion by antibiotics. J Anim Sci 46(5)1447-1453.
- Watkins BA, Kratzer FH 1983 Effects of oral dosing of *Lactobacillus* strains on gut colonization and liver biotin in broiler chicks. Poultry Sci 62:2088-2094.
- Watkins BA, Kratzer FH 1984 Drinking water treatment with commercial preparation of a concentrated *Lactobacillus* culture for broiler chickens. Poultry Sci 63:1671-1673.
- Yeo J, Kim K 1997 Effects 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.
- 김용란 안병기 김문수 강창원 2000 생균제의 사료내 첨가가 육계성적과 혈중 콜레스테롤, 소장크기 및 장내 균총에 미치는 영향. 동물자원지 42(6):849-858.
- 김인호 김춘수 1988 활성효모(*Saccharomyces cerevisiae*) 급여가 브로일러의 육성효과에 미치는 영향. 한국가금학회지 15(4):277-280.
- 김재황 김영민 김삼철 하홍민 고영두 김창현 2001 복합 생균제의 사료내 첨가가 육계의 생산성 및 계사내 유해가스 감소에 미치는 영향. 동물자원학회지 43(3)349-360.
- 김태욱 김규익 1992 생균제, 또는 항균제를 함유한 사료의 급여가 쥐의 장내 요소분해효소 활성 및 암모니아 생산에 미치는 영향. 한국축산학회지 34(3):167-173.
- 류경선 여영수 류명선 박홍석 김상호 2001 단일 및 혼합 생균제의 급여가 육계의 생산성 및 장내 미생물에 미치는 영향. 한국가금학회지 28(1):41-47.