

복합생균제의 급여가 육계의 성장능력과 영양소 소화율에 미치는 영향

손경승¹ · 홍종욱¹ · 권오석¹ · 민병준¹ · 이원백¹ · 김인호^{1,*} · 박용하² · 이인선² · 한영근³

¹단국대학교 동물자원과학과, ²프로바이오틱, ³농협중앙회

Effects of Complex Direct-Fed Microbial Supplementation on Growth Performance and Nutrient Digestibility for Broilers

K. S. Shon¹, J. W. Hong¹, O. S. Kwon¹, B. J. Min¹, W. B. Lee¹, I. H. Kim^{1,*}, Y. H. Park², I. S. Lee², and Y. K. Han³

¹Department of Animal Resource & Science, Dankook University, San 29 Anseo-dong, Cheonan, Choongnam 330-714, South Korea

²Probiotic Inc. Korea Research Institutur of Bioscience & Biotechnology, 52 Eun-dong, Yusung-Gu, Daejeon 300-600, South Korea

³National Agricultural Co-operative Federation, San 54 Sindu-ri, Gongdo-myon, Ansung, Kyunggi 456-820, South Korea

ABSTRACT This study was conducted to investigate the effects of dietary direct-fed microbials(DFM) on the growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. A total of two hundred eighty eight broiler chickens were randomly allocated into six treatments with four replications and fed for five weeks. Dietary treatments included 1) CON(basal diet), 2) DFM-1(basal diet + 0.2% *Enterococcus* sp. & *Lactobacillus reuteri*), 3) DFM-2(basal diet + 0.2% *Enterococcus* sp. & *Lactobacillus plantarum*), 4) DFM-3(basal diet + 0.2% *Enterococcus* sp. & *Lactobacillus reuteri* & *Lactobacillus plantarum*), 5) DFM-4(basal diet + 0.2% *Enterococcus* sp. & *Lactobacillus reuteri* & *Lactobacillus plantarum* & Yeast), 6) DFM-5(basal diet + 0.2% *Enterococcus* sp. & *Lactobacillus reuteri* & *Lactobacillus plantarum* & *Bacillus subtilis*). During the period of 1~3weeks, average daily gain (ADG) and Feed/Gain were not significant different among treatments. In the later(3~5weeks) and overall period(1~ 5weeks), ADG and Feed/Gain tended to be improved in DFM treatments compared to the control. However, there were no significant differences among DFM complexes and between control and DFM treatments. The broilers fed DFM-3 diet was showed poor growth performance compared to the broilers fed DFM-1 diet and similar to the broilers fed DFM-2 diet but there was no significant differences. The treatments of DFM-4 diet added Yeast and DFM-5 added *Bacillus subtilis* were improved in ADG and Feed/gain but no significant differences were found and also there was no specific DFM treatments in experiment period. In digestibility, the broiler chicks fed DFM treatments tended to improve N digestibility compared to control treatment. However, they were not significantly different among the treatments. In conclusion, DFM tended to improve growth performance in later stage of broiler.

(Key words : direct fed microbial, growth, nutrient digestibility, broiler chickens)

서 론

가축의 장내에는 여러 종류의 박테리아들이 균형을 이루며 살고 있다. 이러한 박테리아들은 장내에서 각종 영양소를 흡수하며 체내에 필요한 물질을 생산하고 장내 면역체계를 형성하는 등, 가축의 건강을 유지시켜 주는 중요한 역할을 한다(Isolauri et al., 1995; Salminen et al., 1996). 그러나 각종 열악한 환경 즉, 저급한 사료, 온도, 소음, 질병 등과 같은 스트레스 요인으로 인하여 장내 박테리아 균형이 무너지면 살

모넬라, 대장균 등과 같은 병원균에 의한 여러 가지 질병이 발생하게 된다. 항생제는 이런 문제점을 효과적으로 개선시키지만, 항생제의 체내 잔류 문제나 내성균의 발생 등과 같은 부작용으로 인해 문제점이 부각되면서 국내외적으로 항생제 사용의 엄격한 규제와 함께 유기산제, 면역증진제, 식물성 추출물, 생균제 등의 대체물질의 개발에 관한 연구가 계속적으로 이루어지고 있다(Timms, 1968; Vanbelle, 1989).

이러한 물질 중 항생제를 효과적으로 대체할 수 있는 생균제는 장내 미생물의 균형을 개선시키고(Hinton et al.,

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

1991; Fuller, 1992), 가축의 성장을 촉진, 유익균의 수를 증가시킨다(Tortuero, 1973; Fuller, 1989). 생균제를 육계사료에 첨가 급여시 장내 영양소 이용률을 개선시키고 폐사율을 감소시켰고(Buenrostro and Kratzer, 1983), Buenrostro and Kratzer(1983)는 *Lactobacillus*를 육계사료에 급여시 장내 이용률을 개선하였다고 보고하였으며,(앞문장과 중복 문구임 삭제바람) Chiang and Hsieh(1995)는 *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Enterococcus* 등을 혼합한 생균제를 여러 수준으로 육계에 급여시 생산성과 분 및 깔짚의 암모니아 농도의 저하, 증체량 향상과 사료요구를 개선 등의 효과가 있음을 보고하였다. 산란계에서는 생균제의 급여가 산란율, 난중 및 사료효율이 개선되었다고 보고하였다(Tortuero and Fernandez, 1995; 홍종욱 등, 2002). 최근에는 단일생균제의 연구에서 벗어나 여러 가지 효과를 한번에 기대할 수 있는 복합생균제의 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서도 가축에서 효과를 나타내는 다양한 생균제들을 혼합하여 사용시 그 효과를 알아보고자 시험하였다. *Enterococcus* sp.는 가금의 장내에 많이 분포하는 균주로서 탄수화물을 이용하여 주로 유산을 생성하며 유해세균을 억제하는 기능을 갖는다(박종진 등, 1996). *Lactobacillus* 계통의 유산균은 가장 많이 사용하는 생균제제로서 특히 *Lactobacillus reuteri*는 건강한 사람과 동물의 장관 내에 존재하는 유산균으로 glucose가 존재하지 않을 때 glycerol을 대사하여 강력한 항균물질인 reuterin을 생산하는 유일한 유산균이다(Talarico and Dobrogosz, 1989). *Lactobacillus plantarum*은 주로 김치 등의 발효에 관여하는 유산균으로서 항생제에 대해 저항성이 있고 대장균을 사멸시키는 효과가 있다고 알려졌다(김동신 등, 1998; 정종을 등, 2000). 류경선 등(1999)은 *Bacillus subtilis*가 산란계에서 유익균을 증대시키고 산란율과 사료요구를 등에 효과가 있다고 보고하였으며, Saartchit and Sullivan (1990)은 가금에서 *Bacillus subtilis*가 위와 장내 미생물들에게 이롭다고 하여 육계의 성장에 도움을 주리라 사료된다. 효모제(yeast)는 효모균을 배양하여 건조시킨 것으로 육계에 첨가 급여시 장내 유익균의 우점을 돕고 유해균을 억제하여 증체량과 사료요구율을 개선시키며(신형태 등, 1994) 육계의 질소 배설량을 감소시키고(Piao et al., 1999), 단위가축에서 기호성을 향상시켜(Peppler, 1982) 여러 생균제와 혼합하여 육계에 급여시 효과적인 것으로 사료된다.

본 연구는 여러 가지 생균제(*Enterococcus* sp., *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis*)와 효모제(yeast)를 여러 종류별로 첨가시 가장 효과적인 생균제의 조합을 알아보고자 하였으며 이들 생균제의 첨가가 육계

에게 성장능력과 영양소 소화율에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

1) 시험동물 및 시험설계

본 시험은 2일령 Arbor Acre broiler(♂) 288수를 공시하였고, 시험개시 체중은 40.74 ± 0.63 g으로 사양시험은 5주간 실시하였다. 시험설계는 옥수수-대두박 위주의 사료인 1) 대조구(CON, basal diet), 2) DFM-1(basal diet + 0.2% *Enterococcus* sp. & *Lactobacillus reuteri*), 3) DFM-2(basal diet + 0.2% *Enterococcus* sp. & *Lactobacillus plantarum*), 4) DFM-3(basal diet + 0.2% *Enterococcus* sp. & *Lactobacillus reuteri* & *Lactobacillus plantarum*), 5) DFM-4(basal diet + 0.2% *Enterococcus* sp. & *Lactobacillus reuteri* & *Lactobacillus plantarum* & *Bacillus subtilis*), 6) DFM-5(basal diet + 0.2% *Enterococcus* sp. & *Lactobacillus reuteri* & *Lactobacillus plantarum* & *Bacillus subtilis*)로 6개 처리를 하여 처리당 4반복, 반복당 12수씩 완전임의 배치하였다. 시험에 사용된 생균제 및 효모는 부형제에 섞인 건조형태이며 basal diet에 첨가되는 양은 모두 무게에 따라 동일하게 배분되었다.

2) 시험사료 및 사양관리

Arbor Acre broiler(♂) 병아리는 평사에서 사육하였으며, 사료와 물은 자유 채식토록 하였다. 기초사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 3,200kcal ME/kg, 21.0% crude protein, 1.18% lysine, 0.5% methionine을 함유토록 하였다(Table 1). 24시간 점등하였으며, 매주마다 체중과 사료섭취량을 측정하였다.

3) 영양소 소화율 측정

시험사료의 급여로 소화율의 변화가 있을 것으로 판단되는 사양시험 종료 10일전 영양소 소화율을 측정하기 위하여 사료와 분(반복당 케이지의 분 받침대에서 4군대를 4반복 모두 무작위 전분채취)을 채취하였으며, 채취된 분을 60°C의 건조기에서 72시간 건조시킨 후, 분쇄하여 분석에 이용하였다.

4) 화학분석

사료의 일반성분과 화학분석은 AOAC(1995)에 의해 분석

Table 1. Diet composition(as-fed basis)

Ingredients	Starter ¹	Finisher ²
Corn	55.67	63.21
Soybean meal(CP 48%)	28.25	24.66
Corn gluten meal(CP 60%)	6.50	3.50
Soybean oil	5.50	4.89
Tricalcium phosphate	2.46	2.29
Limestone	0.89	0.75
Salt	0.20	0.20
Vitamin premix ³	0.20	0.20
Trace mineral premix ⁴	0.20	0.20
DL-methionine	0.07	0.07
L-lysine-HCl	0.06	0.08

¹ Diets were formulated to contain 3,100kcal ME/kg, 22.00% crude protein, 1.10% lysine, 1.00% calcium and 0.80% phosphorus.

² Diets were formulated to contain 3,050kcal ME/kg, 19.00% crude protein, 1.00% lysine, 0.90% calcium and 0.75% phosphorus.

³ Provided per kilogram of diet: 15,000 IU of vitamin A, 3,750 IU of vitamin D₃, 37.5 mg of vitamin E, 2.55 mg of vitamin K₃, 3 mg of vitamin B₁, 7.5 mg of vitamin B₂, 4.5 mg of vitamin B₆, 24 g of vitamin B₁₂, 51 mg of niacin, 1.5 mg of folic acid, 126 g of biotin and 13.5 mg of pantothenic acid.

⁴ Provided per kilogram of diet: 37.5 mg of Zn, 37.5 mg of Mn, 37.5 mg of Fe, 3.75 mg of Cu, 0.83 mg of I, 0.23 mg of Se and 62.5 mg of S.

Table 2. Components of complex direct-fed microbials

Item	cfu/g
<i>Enterococcus</i> sp.	2.0×10 ⁶ minimum
<i>Lactobacillus reuteri</i>	2.0×10 ⁶ minimum
<i>Lactobacillus plantarum</i>	2.0×10 ⁶ minimum
<i>Bacillus subtilis</i>	2.0×10 ⁶ minimum
Yeast (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	1.0×10 ⁷ minimum

하였다.

5) 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료는 SAS(1996)의 GLM을 이용

Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 처리하여 평균 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

본 연구의 시작 후 0~7일까지 생균제 처리구에서 증체량이 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. DFM-1과 DFM-2가 유사한 증체량을 보였으나 *Enterococcus* sp., *Lactobacillus reuteri* 및 *Lactobacillus plantarum*을 혼합한 DFM-3 처리구에서 대조구와 같은 낮은 결과를 보였다. DFM-3 처리구에 *Bacillus subtilis*가 더 혼합된 DFM-5가 유의적인 차이는 없었으나, 가장 높은 증체량을 보였다. 사료섭취량에서는 DFM-3 처리구가 가장 낮은 섭취를 보였고, DFM-5가 가장 높은 양을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 사료효율에서는 전반적으로 생균제 처리구가 대조구보다 높은 결과를 보였으나 유의적인 차이는 없었으며 *Enterococcus* sp., *Lactobacillus reuteri* 및 *Lactobacillus plantarum*을 혼합한 DFM-3 처리구가 대조구 다음으로 낮은 사료효율을 보였다. 7~21일의 기간에는 각 처리구간 유의적인 차이는 없었으나 시험 시작 후 1주간과 유사하게 증체량과 사료효율에서 DFM-3 처리구가 각각 두 종류의 생균을 혼합한 DFM-1과 DFM-2에 비해 낮은 결과를 보였다. 그러나 DFM-3 처리구에 효모와 *Bacillus subtilis*가 각각 첨가된 처리구인 DFM-4와 DFM-5 처리구가 증체량이 개선되는 결과를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 박재홍 등(2003)은 *Bacillus subtilis*, *L. acidophilus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Bifidobacterium* 등을 육계에 첨가 급여시 증체량이 개선되는 결과를 보였다고 하여 본 연구의 결과인 복합 생균제와 효모를 첨가한 DFM-4와 DFM-5 처리구에서의 결과와 유사하였다. 21~35일의 기간에는 전반적으로 생균제 처리구가 대조구보다 증체량이 앞서는 결과를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. DFM-5 처리구에서 증체량이 가장 낮았으며, DFM-1 처리구가 가장 높은 증체량을 보였다. 사료효율에서는 DFM-3 처리구가 DFM-1과 DFM-2보다 낮았으며, 대조구와는 같은 결과를 보였고, DFM-4 처리구와 DFM-5 처리구가 각각 높아 효모와 *Bacillus subtilis*의 첨가효과를 알 수 있었으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었다. 이는 육계중기에서 초반과 달리 생균제의 급여로 인하여 복합미생물의 균총이 장내에서 안정적으로 정착하여 성장능력과 사료효율 등을 개선시켰다는 보고와 유사하였으며 (Underdahl et al., 1982), 이는 유산균이 첨가된 사료를 계속 섭취함으로써 이들이 장내에 서서히 정착하여 생균제의

Table 3. Effects of direct-fed microbial supplementation on growth performance in broiler chicks¹

Item	CON	DFM-1 ²	DFM-2 ²	DFM-3 ²	DFM-4 ²	DFM-5 ²	SE ³
0~7 days							
Weight gain, g	73	83	81	73	78	86	3
Feed intake, g	104	110	106	101	107	114	4
Feed/gain	1.42	1.33	1.31	1.38	1.37	1.33	0.05
7~21 days							
Weight gain, g	525	535	524	525	536	538	18
Feed intake, g	751	750	750	764	753	757	23
Feed/gain	1.43	1.40	1.43	1.46	1.40	1.41	0.07
21~35 days							
Weight gain, g	893	929	912	920	924	910	22
Feed intake, g	1685	1699	1707	1735	1664	1634	81
Feed/gain	1.89	1.83	1.87	1.89	1.80	1.80	0.08
0~35 days							
Weight gain, g	1491	1547	1517	1518	1538	1534	30
Feed intake, g	2540	2559	2563	2600	2524	2505	91
Feed/gain	1.70	1.65	1.69	1.71	1.64	1.63	0.05

¹ Two hundred eighty eight Arbor Acre broiler with an average age of 2 days.

² Abbreviated CON, Control; DFM-1, 0.2% DFM(*Enterococcus* sp. + *Lactobacillus reuteri*); DFM-2, 0.2% DFM(*Enterococcus* sp. + *Lactobacillus plantarum*); DFM-3, 0.2% DFM(*Enterococcus* sp. + *Lactobacillus reuteri* + *Lactobacillus plantarum*); DFM-4, 0.2% DFM(*Enterococcus* sp. + *Lactobacillus reuteri* + *Lactobacillus plantarum* + Yeast); DFM-5, 0.2% DFM(*Enterococcus* sp. + *Lactobacillus reuteri* + *Lactobacillus plantarum* + *Bacillus subtilis*).

³ Pooled standard error.

Table 4. Effects of direct-fed microbial supplementation on digestibility in broiler chicks

Item, %	CON	DFM-1 ¹	DFM-2 ¹	DFM-3 ¹	DFM-4 ¹	DFM-5 ¹	SE ²
Dry matter	78.34	79.11	79.10	78.88	80.24	79.97	1.37
Nitrogen	66.91	67.17	68.77	67.13	67.23	68.49	1.11

¹ Abbreviated CON, Control; DFM-1, 0.2% DFM(*Enterococcus* sp. + *Lactobacillus reuteri*); DFM-2, 0.2% DFM(*Enterococcus* sp. + *Lactobacillus plantarum*); DFM-3, 0.2% DFM(*Enterococcus* sp. + *Lactobacillus reuteri* + *Lactobacillus plantarum*); DFM-4, 0.2% DFM(*Enterococcus* sp. + *Lactobacillus reuteri* + *Lactobacillus plantarum* + Yeast); DFM-5, 0.2% DFM(*Enterococcus* sp. + *Lactobacillus reuteri* + *Lactobacillus plantarum* + *Bacillus subtilis*).

² Pooled standard error.

효능을 나타내기 시작하는 것으로 여겨져 장내 미생물의 수를 증가시킨다는 Fuller(1989)와 장내 세균총의 변화를 유도하여 병원성 대장균을 감소시키고(Hill et al., 1970), 돼지에

서 증체와 사료효율을 개선시켰다는 보고와도 일치하는 것으로 보인다(Pollman et al., 1980). 그 밖에 사육기간이 지나면서 밀집사육과 분변의 누적 등으로 환경이 점차 열악해져

생균제의 첨가효과가 시험전기에서 보다 후기에서 더 뚜렷하게 나타나는 것으로 사료된다. 그러나 다른 많은 연구들이 생균제에 대한 효과를 보고한데 반해 본 연구에서는 시험후기에 생균제처리구가 대조구에 비해서 높은 성장능력을 보이긴 하였으나 유의적인 차이가 없었던 이유는 본 연구의 시험기간동안 내,외적으로 환경조건(온도, 습도, 신설된 육제사, 환풍기 등)이 육계의 성장에 적합하여 생균제가 제대로 기능을 수행하지 못했기 때문으로 사료된다.

0~35일 동안에는 전체적으로 생균제를 급여한 처리구가 대조구보다 증체량이 높은 경향을 보였으며 *Lactobacillus reuteri*와 *Enterococcus sp.*를 혼합한 DFM-1처리구가 가장 높은 증체량을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 전체 시험기간 동안의 사료효율에서는 DFM-3처리구가 가장 낮았으며, DFM-4와 DFM-5 처리구가 높은 결과를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 본 연구에서는 DFM-1의 *Enterococcus sp.*와 *Lactobacillus reuteri*를 혼합한 처리구가 DFM-2의 *Enterococcus sp.*와 *Lactobacillus plantarum*를 혼합한 처리구보다 개선된 결과를 보였으며 *Enterococcus sp.*와 *Lactobacillus reuteri* 및 *Lactobacillus plantarum*을 모두 혼합하여 육계에 급여시 증체량에서는 효과가 거의 없었으며 사료효율은 더 감소하는 경향을 보였다. 그러나 이들 세종류의 생균제에 효모와 *Bacillus subtilis*를 각각 첨가시 사료효율을 개선시키는 결과를 보여 각 생균제 및 효모 간 특성으로 인한 상호작용의 영향으로 판단되나 Jin et al.(1996)의 보고와 같이 생균제의 첨가 종류와 방법에 따라 효과의 차이가 나기도 하며 아직 생균제의 종류별 혼합에 관한 연구가 미진하므로 연구가 더 필요로 할것으로 사료된다.

건물과 질소 소화율은 대조구보다 생균제 처리구에서 높은 소화율을 보임으로써 생균제 처리구의 효과를 짐작할 수 있었으나 유의적인 차이는 없었고 특정 생균제의 특성도 알 수 없었으나 *Lactobacillus* 계통의 생균제를 육계사료에 첨가 급여시 장내 영양소이용률을 개선하였다는 보고(Buenrostro and Kratzer, 1983)와 유사하게 생균제 처리구에서 유의적인 차이는 없었으나 DM과 N의 이용률을 개선하는 결과를 보였다. 일반적으로(삭제바람) 생균제 첨가에 따라 영양소 소화율이 향상되는 것은 생균제가 장내 pH를 낮춰 유해균의 생성을 억제시키며 유익균의 안정적 우점으로 소화율이 개선된다는 보고와도 유사하다(Underdahl et al., 1982).

이상의 결과로 종합하여 볼 때 사료내 복합생균제를 첨가한 처리구가 육계에서 시험기간동안 유의적인 차이는 없었으며 생균제 급여시 일부 개선된 결과를 보여 단위가축의 생산성 향상에 도움을 주리라 판단되나 일관된 결과를 보이

지 않아 좀더 체계적인 연구가 필요로 할 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 사료내 복합생균제의 첨가에 따른 육계의 성장을 및 영양소 소화율에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 사양시험은 2일령 Arbor Acre Broiler(♂) 288수를 공시하였고, 사양시험은 5주간 실시하였다. 시험설계는 옥수수-대두박 위주의 사료인 1) 대조구(CON, basal diet), 2) DFM-1(basal diet + 0.2% *Enterococcus sp.* & *Lactobacillus reuteri*), 3) DFM-2(basal diet + 0.2% *Enterococcus sp.* & *Lactobacillus plantarum*), 4) DFM-3(basal diet + 0.2% *Enterococcus sp.* & *Lactobacillus reuteri* & *Lactobacillus plantarum*), 5) DFM-4(basal diet + 0.2% *Enterococcus sp.* & *Lactobacillus reuteri* & *Lactobacillus plantarum* & Yeast), 6) DFM-5(basal diet + 0.2% *Enterococcus sp.* & *Lactobacillus reuteri* & *Lactobacillus plantarum* & *Bacillus subtilis*)로 6개 처리로 하였다. 처리당 4반복 12수씩 완전 임의 배치 하였다. 시작 후 1주까지 생균제 처리구에서 증체량과 사료효율 등에서 대조구보다 높은 결과를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 3~5주의 기간에서는 생균제 첨가구에서 증체량이 대조구에 비해 개선된 효과를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 전 시험기간에 걸친 변화를 보면 생균제를 첨가한 처리구에서 유의적인 차이는 없었으나 대조구보다 증체량이 높은 경향을 보여 육계 사육기간의 초, 중반기에서 후반기로 갈수록 증체량과, 사료섭취량, 사료효율 등에서 대조구에 비해 개선된 결과를 보였다. DFM-3처리구는 DFM-1보다 성장능력이 낮았으며 DFM-2와 유사하였고, 효모와 *Bacillus subtilis*가 혼합된 DFM-4와 DFM-5처리구는 높은 성장능력을 보였으나 유의적인 차이는 없었으며 특정생균제의 효과도 발견할 수 없었다. 영양소 소화율은 질소 소화율에서 생균제 처리구가 향상되는 경향을 보였으나 통계적인 차이는 없었다. 결론적으로 복합생균제의 첨가가 복합생균제간 또는 생균제 처리구와 대조구간에는 육계의 생산성에 유의적 차이는 없었으나 후기에 있어서 증체량 및 사료효율을 향상시키는 경향이 있었다.

(색인 : 복합생균제, 성장률, 영양소 소화율, 육계)

인용문헌

AOAC 1995 Official Method of Analysis(16th Ed.). Association

- of Official Analytical Chemists. Washington DC USA.
- Buenrostro JJ, Kratzer FH 1983 Effects of *Lactobacillus* inoculation and antibiotic feeding of chicks on availability of dietary biotin. *Poultry Sci* 62:2022-2029.
- Chiang SH, Hsieh WM 1995 Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level. *Asian-Australian J Anim Sci* 8:159-162.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1.
- Fuller R 1989 Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol* 66:365-368.
- Fuller R 1992 Probiotics. The scientific basis. Chapman & Hall London UK.
- Hill IR, Kenworthy R, Porter P 1970 Studies of the effect of dietary lactobacilli on intestinal and urinary amines in pigs in relation to weaning and postweaning diarrhea. *Res Vet Sci* 11:320-326.
- Hinton M, Mead GC, Impey CS 1991 Protection of chicks against environmental challenge with *Salmonella enteritidis* by 'competitive exclusion' and acid-treated feed. *Letters Appl Microbiol* 12:69-71.
- Isolauri E, Joensuu J, Suomalainen H, Luomala M, Vesikari T 1995 Improved immunogenicity of oral D_xRRV reassortant rotavirus vaccine by *Lactobacillus casei* GG. *Vaccine* 13:310-312.
- Jin LZ, Ho YW, Abdullah N, Ali MA, Jaludin S 1996 Influence of dried *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus* cultures on intestinal microflora and performance in broilers. *Asian-Australian J Anim Sci* 9:397-404.
- NRC 1998 Nutrient Requirements of Swine. National Research Council Academy Press.
- Peppler HJ 1982 Yeast extracts. In: A H Rose (Ed). Fermentation food. Academic Press London p, 293.
- Piao XS, Han IK, Kim JH, Cho WT, Kim YH, Chao Liang 1999 Effects of Kemzyme, Phytase and Yeast supplementation on the growth performance and pollution reduction of broiler chicks. *Asian-Australian J Anim Sci* 12(1):36-41.
- 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.
- Saartchit T, Sullivan TW 1990 Influence of a dried *Bacillus subtilis* culture and antibiotics on performance and intestinal microflora in turkeys. *Poultry Sci* 69:1966-1973.
- Salminen S, Isolauri E, Salminen E 1996 Clinical uses of probiotics for stabilizing the gut mucosal barrier: successful strains and future challenges. *Antonie van Leeuwenhoek* 70:347-358.
- SAS 1996 SAS user guide release 6.12 ed. SAS Inst Inc Cary NC USA.
- Talarico TL, Dobrogosz WJ 1989 Chemical characterization of an antimicrobial substance produced by *Lactobacillus reuteri*. *Antimicrob Agents Chemother* 33 674-679.
- Timms L 1968 Observation of the bacterial flora of the alimentary tract in three groups of normal chickens. *British Vet J* 124:270-477.
- Tortuero F and Fernandez E 1995 Effects of inclusion of microbial cultures in barley-based feed to laying hens. *Anim Feed Sci Tech* 53:255-265.
- Tortuero F 1973 Influence of the implantation of *L. acidophilus* in chicken on growth, feed conversion, malabsorption of fat syndrome and intestinal flora. *Poult Sci* 52:197-203.
- Underdahl NR, Torres-Medina A, Dosten AR 1982 Effect of *Streptococcus faecium* C-68 in control of *Escherichia coli*-induced diarrhea in gnotobiotic pigs. *J Vet Res* 43:2227-2232.
- Vanbelle M 1989 The European perspective on the use of animal feed additives. In *Biotechnology in the Feed Industry* T P Lyons(Ed.) Nottingham University Press Nottingham U K p.375.
- 김동신 최상훈 박상교 1998 파쇄화분 배지에서 성장한 *Lactobacillus plantarum* R의 항균물질 생산에 관한 연구. *한국유가공기술과학회지* 16(1) : 1-7.
- 류경선 박홍석 류명선 박수영 김상호 송희종 1999 생균제의 급여가 산란계의 생산성과 장내 미생물의 변화에 미치는 영향. *한국가금학회지* 26(4):253-259.
- 박재홍 류명선 김종설 김상호 이동호 리홍룡 류경선 2003 혼합생균제 급여가 육계의 생산성, 장내 미생물 및 계분 유해가스 발생에 미치는 영향. *한국가금학회지* 30(3):203-209.
- 박종진 변정수 조윤경 홍승서 이현수 1996 동물의 장에서 분리한 *Enterococcus* sp.의 특성 및 분말화. *산업미생물학회지* 24(4):393-398.
- 신형태 김기원 정기환 1994 활성제 첨가가 육계의 생산성

및 장내 미생물균총에 미치는 영향. 한국영양사료학회지 18(5): 322.
정종을 임영택 석호봉 2000 연맥 사일리지에서 분리된 *Lactobacillus plantarum*의 균특성에 관한 연구. 대한수의

학회지 40(2):325-332.
홍종욱 김인호 권오석 한영근 이상환 2002 산란계에 있어 생균제의 첨가가 계란품질 및 배설물내 유해가스 함량에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 44:213-220.