

토종 육계에 있어서 복합 생균제 및 면역증강제의 항생제 대체효과

이상범¹ · 김병극¹ · 박창호¹ · 박건현² · 김영성¹ · 강한석¹ · 김영철² · 김윤철⁴ · 배승철² · 김선구¹ · 최윤재³ · 이흥구^{1*}
¹부산대학교 동물생명자원과학과, ²부경대학교 해양바이오신소재학과/사료영양연구소, ³서울대학교 농생명공학부, ⁴㈜푸른들EM사료

Effects of Dietary Pro-biotics and Immunomodulator as an Alternative to Antibiotics in Korean Native Chicken

Sang-Bum Lee¹, Byung-Kuk Kim¹, Chang-Ho Park¹, Gun-Hyun Park², Yong-Cheng Jin¹, Han-Suk Kang¹, Young-Chul Kim²,
 Youn-Chil Kim⁴, Sungchul C. Bai², Seon-Ku Kim¹, Yun Jaie Choi³ and Hong-Gu Lee^{1*}

¹Department of Animal Science, Pusan National University, Gyeongnam 627-706, Korea, ²Department of Marine Bio-materials and Aquaculture / FFNRC, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea, ³Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Gwanak-gu, Seoul 151-921, Korea, ⁴Green Filed EM Bio Feed Co. Ltd, Busan 618-813, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of dietary probiotics and immunomodulator on growth performance, carcass characteristics, fecal NH₃ content and pathogenic bacteria counts in ileum and cecum and ileum of broiler chicken (Korean native chicken, HanHyup No. 3). A total of 120 (day-old) chicks were randomly divided into 5 treatments with 3 replicates and there were 8 birds per replicate. Dietary treatments consisted of five diets; the corn-soybean based control diet (C), the diet containing antibiotics (Avilamycin) 10 ppm (T1), the diet containing probiotics 1 [*Lactobacillus* (4.45×10⁶) + yeast (1.51×10⁶) + *Bacillus subtilis* (3.50×10⁵)] at 0.5% level (T2), probiotics 2 [*Lactobacillus* (6.70×10⁷) + yeast (3.10×10⁶)] at 0.5% level in diet (T3), and the diet containing probiotics 3 [T2 + β-glucan + organic acid] (T4) and raised for 9 weeks. There were no significant differences among treatments in weight gain, feed intake and feed conversion. Carcass ratios of broilers were higher in T3 and T4 than other treatments, however, the differences were non-significant. Internal organs and liver, heart weight were significantly increased in T4 (p<0.05) compared to other treatments. The fecal NH₃ gas content was decreased (p<0.05) in antibiotics fed group than others. However, probiotic fed groups were not different when compared with control. The number of *Salmonella* and *E. coli* in cecum were reduced in the group supplemented with probiotics and immunomodulator compared to the antibiotics (p<0.05). In this experiment, we showed that diets containing pro-biotics and immunomodulator were capable of an alternative to antibiotics.

(Key words : Korean native chicken, Probiotics, Immunomodulator, Antibiotics)

서 론

항생제는 가축의 생산성 향상과 질병 예방 목적으로 여러 가축의 사료에 제한 없이 사용되어 왔으나, 최근 축산물내의 항생제 잔류성이나 병원균에 대한 내성 등으로 인해 사회적 문제로 대두되고 있다. 이에 따라 사료에 첨가할 수 있는 항생제 수가 2004년 농림부 고시에 53종에서 25종으로 축소되었으며, 2009년에 25종 중 7종이 사용 금지되었고, 2012까지 국내에서 항생제의 사료 혼합이 전면 금지되는 실정에 이르렀다. 따라서 기존 항생제를 대체할 수 있으면서 인체에 무해하고 가축의 질병 예방과 생산성에 효과적인 대체제 개발에 많은 관심이 집중되고 있다.

최근 생리활성이 우수한 약용식물 및 식물 추출물 (Hong et al.,

2001; Hernandez et al., 2004; Kang et al., 2009; Kang, 2010), 그리고 생균제 (Rhee et al., 1997; Park and Yoo, 2000; Kim et al., 2004; Kim et al., 2007), 유기산 제 (Woo et al., 2006a; Jang et al., 2008), 면역 증강 제 (Lowry et al., 2005; Park et al., 2008) 등 항생제 대체물질의 개발에 관한 연구가 계속적으로 이루어지고 있다.

이러한 물질 중 생균제는 가축의 장내 미생물 균형을 개선시켜 대사성 질병을 예방하고 (McCullough, 1980; Hinton et al., 1991; Fuller, 1992), 가축의 성장 촉진과 유익균의 수를 증가 시킨다고 알려졌다 (Tortuero, 1973; Fuller, 1989). 또한 생균제를 육계사료에 첨가 급여하면 장내 영양소의 이용을 개선 및 폐사율 감소 (Buenrostro and Kratzer, 1983), 생산성 향상 (Kim et al.,

* Corresponding author : Hong-Gu Lee, Department of Animal Science, Pusan National University, Miryang, Gyeong-nam 627-706, Korea. Tel: 055-350-5516, E-mail: hglee66@pusan.ac.kr

2000; Park et al., 2001), 질소 배설량 감소(Piao et al., 1999), 장내 유익균 총 증가에 따른 병원성 미생물 억제(Baba et al., 1991; Line et al., 1998)의 효과가 있다고 알려졌다.

한편 항생제를 대체할 수 있는 물질로 알려져 있는 유기산과 β -glucan이 면역개선제로서 주목 받고 있는데, 유기산은 장내 pH를 낮춤으로 장내 미생물총의 변화를 주며(Radecki et al., 1988), 단백질 소화율 개선 및 갈슘, 인, 마그네슘과 아연의 대사 작용 또한 개선시킨다(Kirchgesser and Roth, 1988). 효모의 세포벽에서 추출한 고분자 다당류인 β -glucan은 면역증강과 항암효과뿐만 아니라(Petersen et al., 1997; Wasser, 2002; Kim et al., 2006), 혈중 콜레스테롤 저하 효과(Mantovani et al., 2007), 항세균성, 항바이러스성, 항염증(Wang and Wang, 1997; Bowers et al., 1989; Pelley and Strickland, 2000) 등 약리적인 효능도 보고되었다. 육계에 유기산 제제의 첨가 시 영양소 이용률 증진(Son et al., 2002), 소장 내 *E. coli*와 대장균 수의 감소(Izat et al., 1990), Salmonella 오염 감소(Oliveira, 1996)의 효과가 있다는 보고가 있으며, β -glucan은 병아리에서 면역 조절제로서 Salmonella를 예방하고(Lowry et al., 2005), 산란계에 있어서 사료 요구율, 난각 강도, 장내 미생물 균총 및 면역 기능 등이 개선되었다는 보고도 있다(Park et al., 2008).

일반적으로 건강한 동물의 소화기에는 혐기성 세균이 우점하고 있으며, 소화기 상부에는 *L. acidophilus*, 중부에는 *B. subtilis*, 하부에는 *S. faecium*이 정착하기 알맞게 되어있으므로 이를 고려하여 혼합 미생물제를 사용하면 그 효과를 증진시킬 수 있다(Paik, 1989). 따라서 본 연구에서는 복합 생균제에 유기산과 β -glucan의 혼합첨가가 육계의 생산성, 분 내 암모니아 가스 발생량 및 장내 병원성 미생물 변화에 미치는 영향을 조사하여 항생제 대체물질로 이용가능성을 확인하고자 실험하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험장소

본 연구에서는 밀양 지역의 한 부화장에서 생산된 1일령 토종

육계 병아리(HanHyup No. 3) 120수를 임의로 선발하여 시험에 공시하였고, 병아리들은 부산대학교 생명자원과학대학 부속농장에서 9주간 사육하였다.

2. 시험 설계 및 사양기준

토종 육계 1일령 병아리 120수를 C(대조구), T1(항생제구), T2(생균제1구), T3(생균제2구), T4(생균제3구)로 구분 배치하였으며, 시험설계는 처리구당 8수씩 3반복으로 완전임의 배치하였다. 각 처리구별 사료급여 기준은 다음과 같다.

C(Control): 기초사료 급여, T1(Anti-biotics): 기초사료에 항생제(Avilamycin 10 ppm) 첨가급여, T2(Probiotics 1): 기초사료에 생균제(bio-MAX[®]) 0.5% 첨가급여, T3(Probiotics 2): 기초사료에 생균제(bio-a-Gold[®]) 0.5% 첨가급여, T4(Probiotics 3): 기초사료에 bio-MAX[®] 0.5%와 면역증강제 A와 B를 첨가급여 하였다. 첨가제들은 Table 1에서 보는 바와 같이 탈지미강을 주축으로 일정량을 배합하여 시험 구마다 기초사료 1kg에 첨가하였다.

Table 1에 언급된 첨가제 중 bio-MAX[®]는 유산균, 효모균, 고초균 [*(lactobacillus (4.45×10⁶) + yeast (1.51×10⁶) + bacillus subtilis (3.50×10⁵)*]으로 만들어진 생균제이며, bio-a-Gold[®]는 유산균, 효모균 [*(lactobacillus (6.70×10⁷) + yeast (3.10×10⁶)*]으로 만들어진 생균제이다. Anti-biotics로는 2% avilamycin을 이용하여 10 ppm 수준으로 첨가하였으며, 면역증강제 A는 β -glucan 제품이며, 면역증강제 B는 유기산 제품이다.

3. 기초사료 및 사양관리

본 연구에 이용한 기초사료는 항생제를 포함하지 않은 육계전용 사료이며 6주령 이전은 육계전기사료를 급여하였고, 이후는 육계후기사료를 급여하였다. 사료 배합표는 Table 2에 나타내었다. 시험 기간 동안 처리별 사료와 물은 자유채식토록 하였으며, 24시간 점 등하였다.

4. 기별 사양관리

Table 1. Amount of additive supplemented with 1 kg basal diet

Treatment	Additive (g)						Total
	Defatted rice bran	bio-MAX ¹⁾	bio-a-Gold ²⁾	A ³⁾	B ⁴⁾	Anti-biotics ⁵⁾	
C	8.60						8.60
T1	8.59					0.01	8.60
T2	3.60	5.00					8.60
T3	3.60		5.00				8.60
T4	0.00	5.00		0.60	3.00		8.60

¹⁾ *lactobacillus (4.45×10⁶) + yeast (1.51×10⁶) + bacillus subtilis (3.50×10⁵)*.

²⁾ *lactobacillus (6.70×10⁷) + yeast (3.10×10⁶)*. ³⁾ β -glucan. ⁴⁾ Organic acid. ⁵⁾ 2% Avilamycin

Table 2. Ingredients and chemical composition of basal diets

Ingredients	Starter (%)	Finisher (%)
Corn grain (CHI)	53.30	61.30
Wheat bran	7.70	6.10
Fish meal	10.00	10.00
Soybean meal	23.60	18.10
Limestone	1.80	1.50
Salt dehydrated	0.33	0.33
Vit. Premixcpoultry-2	0.18	0.18
Min. Premixcpoultry-2	0.18	0.18
Lysine	0.05	
Methionine	0.07	0.07
Cholin chloride 50%	0.05	0.05
Herb salt	0.20	0.18
Allzyme SSF	0.05	0.05
Corn oil	2.50	2.00
Total	100.00	100.00
	Starter	Finisher
Moisture (%)	10.70	11.07
Crude Protein (%)	21.00	19.00
Crude Fat (%)	6.98	6.29
Crude Fiber (%)	3.88	3.60
Crude ash (%)	5.22	4.84
ME (kcal/kg)	3,000.00	3,000.00

(1) 초이기 (입추~2주령)

입추 후 2주일간은 예비 시험기간으로 1일령 육계병아리를 사육실로 이동하여 5개 시험 구에 24마리씩 배치하였다. 사육실은 철제 망으로 칸막이 하고 바닥과 철제 망 4면을 신문지로 막아 보온을 유지하였다. 백열전구(220 V)를 설치하여 1주령은 32℃, 2주령 29℃ 온도에서 사육하였다. 초이기 동안 사료는 대조구와 처리구간의 구분 없이 기초사료(육계전기사료)만을 급여하여 사육하였다.

(2) 육계전기 (2~6주령)

초이기 중 건강하게 육성된 병아리들을 2주령 후부터는 처리당 3반복으로 반복당 8수씩 나누어 배치시켰으며, 반복간의 차이를 줄이기 위하여 8수의 총 무게가 서로 비슷하도록 배치하였다. 사육온도는 3주령 26℃, 4주령 23℃, 4주령 후부터는 20℃ 전후로 온도를 조절하였다.

(3) 육계후기 (6~9주령)

6주령 이후에는 육계후기 사료를 급여하였으며, 밥과 낫의 일교

차가 심한 날에는 15~24℃를 유지하기 위한 보온관리를 하였다. 기타 관리는 부산대학교 부속농장의 동물 사육 관리 기준에 준하였다.

5. 조사항목 및 실험방법

(1) 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

전 시험 기간에 체중은 매주 사료섭취량 조사와 동시에 측정하였으며, 증체량은 종료시 체중에서 개시시 체중을 제하여 계산 하였다. 사료섭취량은 사료급여량에서 사료잔량을 뺀 값으로 측정하였다. 사료요구율은 증체(kg)에 소요된 사료량(사료섭취량/증체량)으로 산출하여 표시하였다.

(2) 도체특성

도살하기 전에 생체중을 측정하고 외면혈관 절단법을 사용하여 신속히 방혈을 유도한 다음 중탕탈모법(59~60℃, 20~60 sec)으로 탈모시켰다. 이어서 다음과 같은 기준으로 도체특성을 조사하였다. 도체중은 생체중에서 혈액, 털, 머리, 발목 그리고 내장총량을 제외한 무게이며, 도체율은 생체중에 대한 도체중의 비율로 나타내었다. 내장총량 근위, 간, 심장이 포함된 총 내장 무게이며, 가식내장인 근위, 간, 심장의 무게는 지방과 상피조직을 제거한 무게이다.

(3) 계분의 가스 발생량

계분중의 가스 발생량 조사는 Son (2005)의 방법을 변형하여 다음과 같이 실시하였다. 사양시험이 종료된 시점에 각 처리 별로 24 시간 내에 배설된 신선 배설물을 수거한 다음 처리 당 3반복으로 각 1.6 l 페트병 속에 순수 배설물 70 g 씩을 정량하여 채운 후 0, 1, 3, 6, 9, 12, 15일에 가스 포집기(GV-100S, Gastec, Japan)를 이용하여 NH₃ 가스를 측정하였다. 이 때 배설물이 들어있는 병의 입구는 공기의 유통이 가능하게 천으로 가볍게 봉한 후 상온(20℃ 전후)에 보관하였으며, 가스측정 튜브(Detector tube, Gastec, Japan)는 NH₃ 량(ppm)에 따라 No. 3L(0.5~78 ppm), No. 3La(2.5~200 ppm), No. 3M(10~1,000 ppm)를 교환하여 측정하였다.

(4) 장내 병원성 미생물

장내 병원성 미생물조사는 Son (2005)의 방법을 참고하여 다음과 같이 실시하였다. 시험 종료 후 닭을 Ethyl ether을 이용하여 마취시키고 의료용 가위와 핀셋을 이용해 오른쪽 복부(외복사근, 내복사근)를 절개하여 맹장, 직장을 고정시킨 후 10 cm 정도 위치에서 실로 묶은 다음 잘라서 맹장, 회장을 분리 채취 하였다. 채취된 맹장과 회장을 각각 1 cm 정도 절개하여 내용물을 3g 정도 수거한 후 멸균된 50 ml conical type 튜브에 넣고 멸균된 생리식염수로 희석하였다. 먼저 10⁻¹로 희석하고 10⁻¹ ~ 10⁻⁹ CFU 까지 계단 희석을 실시하였다. 희석된 재료 중 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶에서 각각 0.1 ml를 선택 배지에 접종하여 37℃에서 배양하였다. Table 3

Table 3. Media and culturing conditions

Selective media	Microorganisms	Incubation method	Incubation time (day)
MacConkey agar ¹⁾	<i>E. coli</i>	Aerobic condition	1
SS agar ²⁾	<i>Salmonella</i>	Aerobic condition	1

¹⁾ *E. coli* Selective Agar (Asan medical, Korea), ²⁾ *Salmonella* Selective Agar (Asan medical, Korea).

에는 각각의 배지 특성 및 배양 조건을 나타내었으며, 배지는 SS agar와 MacConkey agar를 이용하였다. *E. coli*와 *salmonella*의 colony수는 각각 DIGITAL COLONY COUNTER (KT00 -74A, Kartech, Korea)를 이용하여 측정하였고, 조사된 미생물의 수는 log₁₀을 취하여 나타내었다.

6. 통계 분석

시험 및 분석 등을 통해서 얻어진 성적들은 SAS[®] (2002) package의 ANOVA Procedure로 분산분석을 실시하였고, Duncan's NEW multiple range test (Duncan, 1955)를 이용하여 5% 수준에서 유의성 검증을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

생균제를 육계사료에 첨가하여 사육했을 때 처리구별 증체량, 사

료섭취량 및 사료요구율은 Table 4에서 보는 바와 같다. 증체량은 6주령까지는 처리 간에 차이를 보이지 않았으나, 6주령 이후 처리 간에 차이를 나타내었다 (p<0.05). 총 증체량은 항생제가 첨가된 T1에서 가장 높았으나 (p<0.05), 대조구와 생균제 급여구 간에는 차이가 없었다. Mohan et al. (1996)은 항생제와 생균제에 대한 육계 실험에서 항생제와 생균제를 혼합 급여한 처리구가 증체량이 가장 높았고, 항생제 처리구, 생균제 처리구, 무처리구 순으로 증체량이 높았다고 하여 본 결과와 동일하였고, 이러한 결과는 생균제보다 항생제 첨가가 증체량에 더 효과적인 것으로 나타났다.

각 처리 별 사료섭취량은 2~6주령에서 유의성은 나타나지 않았으나, 3~9주령에서는 T1과 T2에서 유의적인 차이를 보였는데, 특히 항생제 급여 시 섭취량이 가장 증가하는 경향을 보였다 (p<0.05). Oh et al. (2007)에 의하면 증체량과 사료섭취량 모두 항생제 첨가구에서 민들레 첨가구와 민들레 생균제구보다 높게 나타났다고 보고하였다.

사료요구율은 복합생균제 처리구인 T2 처리구가 대조구와 T1인 항생제처리구보다 높게 나타났다 (p<0.05). Zulkifli et al. (2000)은 *Lactobacillus* 배양물의 첨가 급여 시 항생제인 oxytetracycline

Table 4. Weight gain, feed intake, feed conversion of chickens fed experimental diets for 9 weeks

	Week	Treatment*				
		C	T1	T2	T3	T4
Body Weight	initial	293.3	293.3	292.1	292.5	292.0
	final	1,994.5 ^a	2,024.2 ^a	1,899.2 ^b	1,936.0 ^{ab}	1,978.0 ^{ab}
Weight gain (g/d)	2~6	703.5	706.3	694.5	682.5	713.5
	6~9	997.7 ^{ab}	1,024.6 ^a	912.6 ^b	961.0 ^{ab}	972.4 ^{ab}
	2~9	1,701.2 ^{ab}	1,730.3 ^a	1,607.1 ^{bc}	1,643.5 ^{abc}	1,685.9 ^{abc}
Feed intake (g/d)	2~6	1,500.8	1,506.0	1,514.7	1,486.7	1,509.9
	6~9	2,420.3	2,469.5	2,409.3	2,419.3	2,388.8
	2~9	3,921.1 ^{ab}	3,975.5 ^a	3,924.0 ^a	3,906.0 ^{ab}	3,898.7 ^{ab}
Feed conversion *	2~6	2.13	2.13	2.18	2.18	2.15
	6~9	2.43	2.41	2.64	2.53	2.47
	2~9	2.31 ^b	2.30 ^b	2.45 ^a	2.38 ^{ab}	2.31 ^b

^{a,b,c} Values (Mean ± SE) within row with no common superscript differ significantly (p<0.05).

* C: control, T1: antibiotics, T2: pro-biotics 1, T3: pro-biotics 2, T4: pro-biotics 3.

* Feed conversion: Feed intake / Weight gain.

첨가 급여보다 사료요구율이 오히려 증가했다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 보였다. 하지만 β -glucan과 유기산을 혼합한 T4 처리구는 대조구와 항생제 처리구와 유의한 차이가 나타나지 않았다. Woo et al. (2006b)은 면역증강제인 Beta-glucan과 MOS의 복합제 (Safmannan[®]) 그리고 복합생균제 (World-Labs[®])를 육계에 급여한 실험에서 증체량, 사료섭취량, 사료요구율이 처리간에 유의차가 없었다고 하였던 바 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

일반적으로 복합미생물의 균 종은 장내에서 안정적으로 정착하여 성장능력과 사료효율 등을 개선시키며 (Underdahl et al., 1982), 특히 *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Enterococcus* 등 혼합 생균제가 육계의 증체량과 사료요구율을 개선시키는데 효과적인 것으로 알려져 있다 (Chiang and Hsieh, 1995; Santoso, 1995). Mohan et al. (1996)은 *Bifidobacterium*, *Lacidophilus*, *L. casei*와 *Aspergillus oryzae*의 혼합 생균제를 육계에 급여했을 때도 증체량과 질소 축적량이 증가되었다고 보고하였다. 이와 같이 본 실험의 결과와는 다소 상반된 결과를 보이는 것은, 같은 생균제 제품이라 하더라도 제품을 구성하는 생균제의 종류와 혼합방법에 따라 효과의 차이가 날수 있기 때문으로 사료된다 (Jin et al., 1996).

2. 도체 특성

생균제를 첨가 급여한 육계에서 처리별 도체중과 도체율은 Table 5와 같다. 도계된 닭들의 생체중과 도체율은 생균제 첨가 급여구에서 대조구보다 높게 나타났다. 도체율은 66.5~69.2%의 범위를 보였으며, 특히 생균제 (α -Gold[®] 제품) 첨가 급여구인 T3와 복합생균제 첨가구인 T4에서 다른 처리구보다 높게 나타났으나, 유의적인 차이는 없었다.

가식 내장 중 근위의 무게는 처리간에 차이가 없었으나, 간과 심장에서 β -glucan과 유기산을 추가 급여시킨 T4에서 유의하게 높게 나타났다 ($p<0.05$).

육계에 항생제, 생균제 및 유기산 제 급여 시 Henrique et al.

(1998)은 회장과 십이지장의 무게에 처리구간 차이가 없었다고 하였으며, Gunal et al. (2006) 또한 소장무게에서 처리구간 차이를 나타내지 않았다고 하였다. 하지만 Komegay et al. (1995)은 효모가 단백질, 효소, 비타민뿐만 아니라 미지 성장인자를 포함하고 있어서 가축의 생산성에 긍정적인 영향을 준다고 하였으며, Zhang et al. (2005)은 *Saccharomyces cerevisiae* 효모 성분이 육계의 장 점막세포와 용모 발달에 도움을 준다고 하였다. 이러한 결과는 생균제뿐만 아니라 면역증강제인 β -glucan과 유기산을 혼합 급여시킴으로써 효과가 크게 나타났던 것으로 사료된다.

3. 계분의 가스 발생량

생균제를 육계사료에 첨가 급여 시 계분중의 암모니아가스 발생량 측정치는 Table 6에서 보는 바와 같다. 계분 중의 암모니아가스 발생량은 3일부터 증가하여 6일에 최고치에 이르렀으며 9일 이후 감소하였다. 항생제 첨가 급여구 (T1)에서 대조구와 다른 처리구와 비교했을 때 암모니아가스 발생량이 현저하게 감소하였으며 ($p<0.05$), α -Max[®] 제품 첨가 급여구 (T2)에서는 암모니아 가스 생산량에 대한 영향이 적게 나타났으나, α -Gold[®] 제품 첨가구인 T3와 면역증강제 추가 첨가구인 T4에서는 대조구에 비해 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 최근에 계분의 가스 발생량은 많은 연구 결과에서 생산성 향상과 더불어 환경 친화적 효과에도 관심의 초점이 맞추어지고 있다. Jin et al. (2000)은 *Lactobacillus* 혼합물의 급여로 육계 소장 내 amylase의 활성이 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 효모를 육계에 급여하면 단백질과 지방의 이용성 개선 (Rhee et al., 1995), 아미노산 소화율 증가 (Schneitz et al., 1998), 질소대사 향상 등 (Wiedmeier et al., 1987; Cole et al., 1992)의 효과를 나타내었으며, 그에 따른 분 내 질소함량 감소로 유해가스 발생을 줄일 수 있다고 하였다 (Kim et al., 2001). 또한 Yoon et al. (2004)은 이러한 작용이 장내 유익한 미생물의 우점을 도와 연변이 방지되고 결과적으로 계분의 유해가스 발생량이 감소

Table 5. Carcass characteristic in broiler chicks

	Treatment*				
	C	T1	T2	T3	T4
Live Weight (g)	1,694.5	1,736.721	1,745.0	1,758.3	1,780.0
Carcass Weight (g)	1,137.1	1,174.3	1,159.8	1,217.1	1,209.2
Carcass ratio (%)	67.1	67.6	66.5	69.2	68.2
Internal organs (g)	207.4 ^b	199.4 ^b	209.9 ^b	205.3 ^b	222.3 ^a
Gizzard (g)	32.5	31.2	31.3	32.7	31.9
Liver (g)	29.7 ^b	29.9 ^b	31.0 ^{ab}	30.7 ^{ab}	32.1 ^a
Heart (g)	10.0 ^b	11.2 ^{ab}	10.9 ^{ab}	10.3 ^b	12.3 ^a

^{ab,c,d} Values (Mean \pm SE) within row with no common superscript differ significantly ($p<0.05$).

* C: control, T1: antibiotics, T2: pro-biotics 1, T3: pro-biotics 2, T4: pro-biotics 3.

Table 6. Effects of feeding pro-biotics on NH₃ gas emission in broiler chickens (ppm)

Treatment*	day						
	0	1	3	6	9	12	15
C	0.7 ^{ab}	0.7	303.3 ^a	520.0 ^{bc}	90.7 ^{ab}	5.1	3.8 ^a
T1	0.7 ^{ab}	0.6	62.0 ^b	359.7 ^c	78.0 ^{ab}	3.3	2.1 ^b
T2	1.3 ^a	0.8	327.5 ^a	537.3 ^a	93.7 ^a	5.5	3.6 ^a
T3	0.5 ^b	0.4	286.3 ^a	494.0 ^{bc}	64.3 ^b	4.3	3.6 ^a
T4	0.6 ^b	0.7	340.0 ^a	429.7 ^{bc}	70.0 ^{ab}	4.9	3.6 ^a
SEM	0.09	0.43	26.62	31.92	3.83	0.30	0.18

^{a,b,c,d} Values (Mean ± SE) within columns with no common superscript differ significantly (p<0.05).

* C: control, T1: antibiotics, T2: pro-biotics 1, T3: pro-biotics 2, T4: pro-biotics 3.

Table 7. Effects of Feeding pro-biotics on *salmonella* and *E. coli* in cecum and ileum of broiler chick

Treatment*	Cecum		Ileum	
	<i>Salmonella</i> (CFU/g)	<i>E. coli</i> (CFU/g)	<i>Salmonella</i> (CFU/g)	<i>E. coli</i> (CFU/g)
C	5.4×10 ^{6 ab}	6.7×10 ^{6 a}	2.2×10 ⁴	2.1×10 ^{4 a}
T1	4.5×10 ^{6 ab}	6.2×10 ^{6 ab}	2.0×10 ⁴	1.8×10 ^{4 b}
T2	4.9×10 ^{6 ab}	6.0×10 ^{6 ab}	1.9×10 ⁴	1.5×10 ^{4 b}
T3	6.0×10 ^{6 a}	6.8×10 ^{6 a}	2.1×10 ⁴	2.2×10 ^{4 a}
T4	4.2×10 ^{6 b}	5.1×10 ^{6 b}	1.5×10 ⁴	1.5×10 ^{4 b}
SEM	0.2×10 ⁶	0.3×10 ⁶	0.1×10 ⁴	0.1×10 ⁴

^{a,b,c,d} Values (Mean ± SE) within columns with no common superscript differ significantly (p<0.05).

* C: control, T1: antibiotics, T2: pro-biotics 1, T3: pro-biotics 2, T4: pro-biotics 3.

한다고 하였으며, Santoso et al.(1999)도 육계에 *Bacillus subtilis*의 급여 시 사료의 소화율과 이용성을 높이고, 질소의 배설량을 감소시켜 NH₃ 발생량을 줄이는 효과가 있다고 하였다.

결과적으로 항생제 첨가가 암모니아가스 발생량을 감소시키는 효과를 나타낸 반면 복합 생균제에서 항생제를 대체할 만한 효과는 나타나지 못하였다. 그러나 대조구에 비교하여 볼 때 pro-biotics 첨가와 β-glucan 및 유기산의 혼합급여에 의하여 어느 정도 개선된 결과를 보이고 있어서 이후 투입량과 급여시기를 보완한다면 대조구에 비하여 암모니아 발생량을 줄일 수 있는 가능성을 시사하고 있다고 본다.

4. 장내 병원성 미생물

생균제를 육계에 첨가 급여 시 장내병원성 미생물 억제효과는 Table 7에 나타내었다. 맹장 내 *salmonella* 수는 T4에서 현저히 감소하였고, 회장 내에서는 T2와 T4에서 감소하였다. 맹장 내 *E. coli* 수는 T4에서 현저히 감소하였고, 회장 내에서는 T1, T2와 T4

에서 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 맥주효모균인 *Saccharomyces cerevisiae*은 어린 육계에 0.1% 첨가 급여 시 aflatoxin에 대한 저항성을 나타내며(Stanley et al., 1993), 효모제(yeast)는 육계에 첨가 급여 시 장내 유익균의 우점을 돕고 유해균을 억제한다고 하였으며(Shin et al., 1994), Rhee et al.(1995; 1997)은 효모의 급여 수준에 따라 육계의 장내 및 소장 내 대장균수가 감소하였다고 하였다. Kim et al.(2000)과 Park et al.(2001; 2003)에 의하면 생균제인 *Lactobacillus casei* 첨가는 육계 사육과정에서 위장관내의 유익균을 증가시키고 그 결과 병원성 미생물의 억제(Baba et al., 1991; Line et al., 1998) 된다고 하였다. 특히, 가축 사료에 *Lactobacillus spp.*의 첨가에 의하여 장내에서 *E. coli*를 억제시킨다는 것은 많은 실험을 통하여 증명된바 있다(Baba et al., 1991). Lowry et al.(2005)은 병아리 사료에 β-glucan을 면역조절제로서 첨가하면 *Salmonella*를 예방할 수 있다고 하였는데, 본 연구에서 또한 β-glucan과 유기산을 추가 급여시킨 T4에서 장내 병원성미생물 억제효과를 증가시켰음을 확인하였다. 이 β-glucan과 유기산은 육계의 장내 감염원에 대한 저항성을 증가시키고 점막 면

역계를 조절하여 (Chateau et al., 1993; Stem et al., 2001), 유익균의 우점을 촉진시키고 면역증강제로서 작용하여 다른 처리구에 비하여 병원성 미생물의 감소에 뚜렷한 효과를 보였던 것으로 사료된다.

결론적으로 육계사료에 생균제 및 면역증강제의 첨가가 육계의 체성장과 NH₃ 가스발생량 감소에는 항생제대체효과를 나타내지 못하였으나 *Lactobacillus*와 yeast로 구성된 복합생균제에 면역증강제인 β -glucan과 유기산의 추가급여는 도체성적 향상 및 맹장과 회장 내 병원성 미생물 (*Salmonella*와 *E. coli*) 억제효과를 나타내었다.

이러한 결과는 T4 복합 생균제가 항생제를 대체할 수 있는 효과가 우수하다는 것이 증명된바 항생제 대체물질로 이용가능성이 있다고 하겠다.

요 약

복합생균제의 급여가 육계의 생산성, 도체특성, 분중 NH₃ 가스 발생량 및 장내 병원성 미생물 억제효과에 미치는 영향을 조사하기 위하여 토종 닭 육계 병아리 120수를 이용하여 9주간 시험을 실시하였다. 실험은 5처리 3반복의 완전임의 배치법으로 설계 하였으며, 처리 당 24수씩 배치하였다.

처리내용은 C(대조구로서 기초사료만 급여), T1(기초사료에 항생제 첨가), T2(기초사료에 생균제 bio-Max[®] 첨가), T3(기초사료에 생균제 bio- α -Gold[®] 첨가), T4(기초사료에 bio-MAX[®]와 면역증강제인 β -glucan, 유기산의 추가 첨가)로 구분하였으며, 병아리들은 2주간의 적응기간을 거친 후 2~6주령은 육계전기사료, 6~9주령은 육계후기사료를 급여 하였다. 총 증체량은 항생제가 첨가된 T1에서 가장 높았으며 (p<0.05), 대조구와 생균제 급여구 간에는 차이가 없었다. 사료 섭취량은 2~9주령에서는 T1과 T2에서 유의적으로 증가 하였다 (p<0.05). 결과적으로 사료요구율은 대조구와 항생제 첨가구 그리고 T4에서 다른 처리구보다 낮게 나타났다 (p<0.05). 처리구 별 생체중과 도체율은 T3와 T4에서 다른 처리구보다 높게 나타났으며, 가식 내장 무게는 간과 심장에서 T4가 유의하게 높게 나타났다 (p<0.05). 계분 중의 NH₃ 가스 발생량은 6일에 최고치에 달했으며 9일 이후 감소하였다. 복합 생균제 제품 급여 시 암모니아 가스 발생량에 대한 영향은 항생제 첨가 급여구에 비하여 낮게 나타났다. 생균제 첨가 급여 시 맹장 내 *salmonella* 수는 T4에서 현저히 감소하였고, 회장 내에서는 T2와 T4에서 감소하였다. 맹장 내 *E. coli* 수는 T4에서 현저히 감소하였고, 회장 내에서는 T1, T2와 T4에서 유의적으로 감소하였다 (p<0.05). 복합 생균제 제품은 장내 병원성 미생물 수를 감소시켰으며, 특히 α -Max[®] 제품에 면역증강제가 첨가된 복합 생균제의 효과가 다른 처리구보다 높았다. 따라서 복합생균제에 면역증강제의 혼합급여형태는 장내 병원성 미생물 억제측면에서 항생제를 대체할 수 있는 가능성이 높을 것으로 사료된다.

(주제어: 육계, 생균제, 면역증강제, 항생제 대체제)

사 사

이 논문은 (주)푸른들 EM사료, 부경대학교 사료영양연구소 그리고 농림기술평가원 농립바이오사업의 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

- Baba, E., Nagaishi, S., Fukuta, T. and Arakawa, A. 1991. The role of intestinal microflora on the prevention of *Salmonella* colonization in gnotobiotic chickens. Poultry. Sci. 70:1902-1907.
- Bowers, G. J., Patchen, M. L. Macvittie, T. J., Hirsch, E. F. and Fink, M. P. 1989. Glucan enhances survival in an intraabdominal infection model. J Surgical Research. 47:183-188.
- Buenrostro, J. I. and Kratzer, F. H. 1983. Effects of *Lactobacillus* inoculation and antibiotic feeding of chicks on availability of dietary biotin. Poltry. Sci. 62:2022-2029.
- Chateau, N., Castellanos, I. and Deschamps, A. M. 1993. Distribution of pathogen inhibition in the *Lactobacillus* isolates of a commercial probiotic consortium. J Appl Bacteriol. 74:36-40.
- Chiang, S. H. and Hsieh, W. M. 1995. Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level. Asian-Australian J Anim Sci. 8:159-162.
- Cole, N. A., Purdy, C. W. and Hutcheson, D. P. 1992. Influence of yeast culture on feeder calves and lambs. J Anim Sci. 70:1682-1690.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometric. 11:1-42.
- 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.
- Gunal, M., Yayli, G., Kaya, O., Karahan, N. and Sulak, O. 2006. The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. International J Poult Sci. 5(2):149-155.
- Henrique, A. D. F., Faria, D. E., Franzolin, R. and Ito, D. T. 1998. Effect of organic acid, probiotic and antibiotic on performance and carcass yield of broiler. Anais da XXXV Reuniao da Sociedade Brasileira. de Zootecnia. 302-308.
- Hernandez, F., Madrid, J., Garcia, V., Orengo, J. and Megias, M. D. 2004. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and organ size. Poult. Sci. 83:169-174.
- Hinton, M., Mead, G. C. and Impey, C. S. 1991. Protection of chicks against environmental challenge with *Salmonella enteritidis* by 'competitive exclusion' and acid-treated feed. Letters Appl.

- Microbiol. 12:69-71.
- Hong, S. J., Nam, K. H. and Paik, I. K. 2001. Effects of herbal products (Miracle20[®]) on the performance, nutrient digestibility, small intestinal microflora and immune response in broiler chicken. *J. Anim. Sci & Technol (Kor)*. 43:671-680.
- Izat, A. L., Tidwell, N. M., Thomas, R. A., Reiber, M. A., Adams, M. H., Colberg, M. and Waldroup, P. W. 1990. Effects of a buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chickens and on the microflora of the intestine and carcass. *Poult Sci*. 69:818-826.
- Jang, H. D., Yoo, J. S., Kim, H. J., Shin, S. O., Hwang, Y., Zhou, T. X., Chen, Y. J., Cho, J. H. and Kim, I. H. 2008. Effect of dietary organic acid mixture on growth performance, organ weight, blood immunological parameter and intestinal villi morphology in broilers. *Korean J. Poult. Sci*. 35(1):57-62.
- Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N., Ali, M. A. and Jalaudin, 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.
- Jin, L. Z., Ho, Y. W., Abdullah, N. and Jalaludin, S. 2000. Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with *Lactobacillus* cultures. *Poult Sci*. 79:886-891.
- Kang, H. K., Beloor, J., Sohn, S. H., Jang, I. S. and Moon, Y. S. 2009. Effect of dietary supplementation of *Acanthopanax senticosus* and *Eucommiaceae* on the expression of lipogenic, myogenic and antioxidant enzyme genes in broiler chickens. *Korean J. Poult. Sci*. 36(1):39-45.
- Kang, H. K., Seo, O. S., Choi, H. C., Chae, H. S., Na, J. C., Bang, H. T., Kim, D. W., Park, S. B. and Kim, M. J. 2010. Effect of dietary supplementation of fermented by-products of garlic and onion on production performance, blood components and cecal microflora in broiler chicks. *Korean J. Poult. Sci*. 37(4):433-438.
- Kim, D. W., Kim, S. H., Yu, D. J., Kang, G. H., Kim, J. H., Kang, H. G., Jang, B. G., Na, J. C., Suh, O. S., Jang, I. S. and Lee, K. H. 2007. Effects of single or mixed supplements of plant extract, fermented medicinal plants and *Lactobacillus* on growth performance in broilers. *Korean J. Poult. Sci*. 34(3):187-196.
- Kim, J. H., Kim, C. H. and Ko, Y. D. 2001. Effect of dietary supplementation of fermented feed (Bio-a[®]) on performance of finishing pigs and fecal ammonia gas emission. *J. Anim. Sci & Technol. Kor*. 43(2):193-202.
- Kim, S. H., Park, S. Y., Lee, S. J. and Ryu, K. S. 2004. Effect of feeding *Lactobacillus reuteri* to laying hens on laying performance, availability and intestinal microflora. *Korean J. Poult. Sci*. 31(4):265-271.
- Kim, S. H., Park, S. Y., Yu, D. J., Na, J. C., Choi, C. H., Park, Y. Y., Lee, S. J. and Ryu, K. S. 2000. Effects of supplemental *Lactobacillus spp.* on performance and cecum microflora in broiler. *Korean J. Poult. Sci*. 27(1):37-41.
- Kim, S. Y., Song, H., Hong, J., Lee, Y. Y., Cho, K. H. and Roh, Y. K. 2006. Biomedical issues of dietary fiber β -glucan (REVIEW). *J Korean Med. Sci*. 21:781-789.
- Kirchgesser, M. and Roth, M. X. 1988. Ergotrope Effekte durch organische sauren in der ferkelaufzucht und schweinemast. *Ubersichten zur Tierernahrung*. 16:93-108.
- Kornegay, E. T., Rhein-Welker, D., Lindemann, M. D. and Wood, C. M. 1995. Performance and nutrient digestibility in weanling pigs as influenced by yeast culture additions to starter diets containing dried whey or one of two fiber sources. *J Anim Sci*. 73: 1381-1389.
- Line, J. E., Bailey, J. S., Cox, N. A., Stern, N. J. and Tompkins, T. 1998. Effect of yeast supplemented feed on *Salmonella* and *Campylobacter* population in broiler. *Poultry. Sci*. 77:405-410.
- Lowry, V. K., Farnell, M. B., Ferro, P. J., Swaggerty, C. L., Bahl, A. and Kogut, M. H. 2005. Purified β -glucan as a biotic feed additive up-regulates the innate immune response in immature chickens against *Salmonella enteric serovar enteritidis*. *Int. J Food. Microbiol*. 98:309.
- Mantovani, M. S., Bellini, M. F., Angeli, J. P., Oliverira, R. J., Silva, A. F. and Ribeiro, L. R. 2007. β -glucans in promoting health: Prevention against mutation and cancer. *Mutat Res in press*.
- McCullough, M. E. 1980. How to feed for 20,000 pounds of milk. *Hoard's Dairyman*. 125:11.
- Mohan, B., Kadirvel, R., Natarajan, A. and Bhaskaran, M. 1996. Effect of probiotics supplementation on growth, nitrogen utilization and serum cholesterol in broilers. *Br Poultry Sci*. 37(5):395-401.
- Oh, J. I., Kim, G. M., Ko, S. Y., Bae, I. H., Lee, S. S. and Yang, C. J. 2007. Effect of dietary dandelion (*Taraxcum coreanum*) and dandelion fermented probiotics on productivity and meat quality of broilers. *Korean J. Poult. Sci*. 34(4):319-327.
- Oliveira, E. 1996. O uso de acidos graxos de cadeia curta no controle de *salmonella* em racoes de aves. Piracicaba: USP/ESALQ, pp 72.
- Paik, I. K. 1989. Probiotics in animal production. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed*. 13(3):175-183.
- Park, J. H., Ryu, M. S., Kim, S. H., Na, C. S., Kim, J. S. and Ryu, K. J. 2003. Influence of supplemental dietary *Yeast* culture on the noxious gas emission in broiler houses and performance of broiler chicks. *J. Anim Sci & Technol(Kor)* 45(1):41-48.
- Park, K. W., Rhee, A. R., Lee, I. Y., Kim, M. K. and Paik, I. K.

2008. Effect of various β -1,3-glucan supplements on the performance, blood parameter, small intestinal microflora and immune response in laying hens. Korean J. Poult. Sci. 35(2):183-190.
- Park, S. J. and Yoo, S. O. 2000. Effects of supplementation of antibiotic, probiotic and *Yeast* culture on performance and meat quality in broiler chicks. Korean J. Poult. Sci. 27(3):203-208.
- Park, S. Y., Kim, S. H., Yu, D. J., Lee, S. J. and Ryu, K. S. 2001. Effects of supplemental *Lactobacillus* on Broiler performance. Korean J. Poult. Sci. 28(1):27-40.
- Pelley, R. P. and Strickland, F. M. 2000. Plants, polysaccharides, and the treatment and prevention of neoplasia. Crit Rev Oncog. 11: 189-225.
- Petersen, R. D., Reinhold, W. and Tyborczyk, J. 1997. Cytokines in cosmetology. Cosmetics and Toiletries Magazine. 112:165-69.
- Piao, X. S., Han, I. K., Kim, J. H., Cho, W. T., Kim, Y. H. and 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):6-1.
- Radecki, S. V., Juhl, M. R. and Miller, E. R. 1988. Fumaric and citric acids as feed additives in starter pig diets: Effect on performance and nutrient balance. J Anim. Sci. 66:2598-2605.
- Rhee, H. W., Kim, I. H. and Kim, C. S. 1995. Effect of feeding live Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on nutrient utilization and changes of intestinal microorganism in broiler chicks. Korean J. Poult. Sci. 22(4):203-211.
- Rhee, H. W., Kim, I. H., Kim, C. S. and Sohn, J. C. 1997. Effect of feeding Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth performance and changes of intestinal *E. coli* in broiler chicks. Korean J. Poult. Sci. 24(2):67-72.
- Santoso, U., Ohtani, S., Tanaka, K. and Sakaida, M. 1999. Dried *Bacillus subtilis* culture ammonia gas release in poultry house. Asian-Aus J Anim Sci. 12(5):806-809.
- Santoso, U., Tanaka, K. and Ohtani, S. 1995. Effect of dried *Bacillus subtilis* culture on growth, body composition and hepatic lipogenic enzyme activity in female broiler chicks. Br J Nutr. 74:523-529.
- SAS. 2002. SAS User's guide, Statistical Analysis System Inst. Inc Cary NC.
- Schneitz, C., Kiiskinen, T., Toivonen, V. and Nasi, M. 1998. Effect of Broilact[®] on the physicochemical conditions and nutrient digestibility in the gastrointestinal tract of broilers. Poultry Sci. 77:426-432.
- Shin, H. T., Kim, K. W. and Chung, K. W. 1994. Effect of probiotics supplementation on the performance and small intestinal microbiota in broiler chickens. Kor. J. Anim. Nutr. Feed. 18(5):322-329.
- Son, J. H. 2005. Effects of dietary ceramic powder on laying performance, pathogenic bacterial counts in caecal contents and excreta, malodorous substances in excreta and fatty acid composition of egg yolk in laying hens. Korean J. Poult. Sci. 32(4):261-268.
- Son, J. H., Ragl, D. and Adeola, O. 2002. Quantification of digestive flow into the caeca. Br Poult Sci. 43(2):322-324.
- Stanley, V. G., Ojo, R., Woldeesenbet, S., Hutchinson, D. H. and Kubena, L. F. 1993. The use of *Saccharomyces cerevisiae* to suppress the effects of aflatoxicosis in broiler chicks. Poult Sci. 72:1867-1872.
- Stern, N. J., Cox, N. A., Bailey, J. S., Berrang, M. E. and Musgrove, M. T. 2001. Comparison of mucosal competitive exclusion and competitive exclusion treatment to reduce *Salmonella* and *Campylobacter* spp. colonization in broiler chickens. Poultry Sci. 80:156-160.
- Tortuero, F. 1973. Influence of the implantation of *L. acidophilus* in chicken on growth, feed conversion, mal-absorption of fat syndrome and intestinal flora. Poult. Sci. 52:197-203.
- Underdahl, N. R., Torres-Medina, A. and Dosten, A. R. 1982. Effect of *Streptococcus faecium* C-68 in control of *Escherichia coli* induced diarrhea in gnotobiotic pigs. J Vet Res. 43:2227-2232.
- Wang, W. S. and Wang, D. H. 1997. Enhancement of the resistance of tilapia and grass carp to experimental *Aeromonas hydrophila* and *Edwardsiella tarda* infections by several polysaccharides. Comp Immun Microbiol Infect Dis. 20:261-270.
- Wasser, S. P. 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immune modulating polysaccharides. Appl. Microbiol Biotechnol. 60:258-274.
- Wiedmeier, R. D., Arambel, M. J. and Walters, J. L. 1987. Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. J Dairy Sci. 70: 2063-2068.
- Woo, K. C., Jung, B. Y., Lee, M. K. and Paik, I. K. 2006b. Effects of supplementary safmannan[®] (Beta-Glucan & MOS) and World-Labs[®] (Multiple Probiotics) on the Performance, Nutrient Availability Small Intestinal Microflora and Immune Response in Broiler Chicks. Korean J. Poult. Sci. 33(2):151-158.
- Woo, K. C., Lee, M. K., Jung, B. Y. and Paik, I. K. 2006a. Effects of dietary acidifier (Lactacid[®]) and essential oil (Immunocin[®]) on the performance, nutrient metabolizability, small intestinal microflora and immune response in broiler chicks. Korean J. Poult. Sci. 33(2):141-149.
- Yoon, C., Na, C. S., Park, J. H., Han, S. K., Nam, Y. M. and

- Kwon, J. T. 2004. Effect of feeding multiple probiotics on performance and fecal noxious gas emission in broiler chicks. Korean J. Poult. Sci. 31(4):229-235.
- Zhang, A. W., Lee, B. D., Lee, S. K., Lee, K. W., An, G. H., Song, K. B. and Lee, C. H. 2005. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell component on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. Poult Sci. 84:1015-1021.
- Zulkifli, I., Abdullah, N., Azrin, N. M. and Ho, Y. W. 2000. Growth performance and immune response of two commercial broiler strains fed diets containing *Lactobacillus* cultures and oxytetracycline under heat stress conditions. Br Poult Sci. 12(41):593-597.
- (Received Mar. 24, 2011; Revised Oct. 16, 2011; Accepted Oct. 19, 2011)