Journal of Environmental Science International
24(3); 323~328; March 2015
pISSN: 1225-4517 eISSN: 2287-3503
http://dx.doi.org/10.5322/JESI.2015.24.3.323

ORIGINAL ARTICLE

혼합 생균제 급여가 한국 토종닭의 생산성과 가슴살의 지방산 조성에 미치는 영향

이혁준 · 김동현 · 주영호 · 윤 희 · 최인학[1] · 김수기[2] · 송인근[3] · 장인환[2,3] · 김삼철[*]

경상대학교 응용생명과학부(BK21Plus, 농업생명과학연구원), [1]중부대학교 애완동물자원학과,
[2]건국대학교 동물자원과학과, [3](주)빅바이오젠

Growth Performance and Fatty Acid Profiles of Korean Native Chicken Fed Diets with Mixed Probiotics

Hyuk-Jun Lee, Dong-Hyeon Kim, Young-Ho Joo, Hee Yoon, In-Hag Choi[1],
Soo-Ki Kim[2], In-Geun Song[2,3], In-Hwan Jang[3], Sam-Churl Kim[*]

Division of Applied Life Science (BK21Plus, Insti. of Agric. & Life Sci.), Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea
[1]Department of Companion Animal & Animal Resources Sciences, Joongbu University,Geumsan, 312-702, Korea
[2]Department of Animal Science & Technology,Konkuk University, Seoul, 143-701, Korea
[3]R&D center, Bigbiogen Co., Ltd. Anseong-si, Gyeonggi-do 456-891, Korea

Abstract

This study aimed to investigate the effects of dietary supplementation of mixed probiotics on growth performance and fatty acid profiles of Korean native chicken and to provide information regarding producers. Ninety six Korean native chicken (48 males and 48 females, Hanhyup-3-ho) were allocated to 16 wire cages with 4 treatments, 4 replicates and 6 chicks (3 males and 3 females) per wire cage and fed one of four diets containing 0, 0.5, 1 and 1.5% mixed probiotics for 6 weeks. There were no differences among treatments in growth performance of Korean native chicken. For fatty acid profiles, no statistically differences in each fatty acid, total saturated fatty acid and unsaturated fatty acids were observed in all treatments. In the present study, irrespective of statistically differences, inclusion of mixed probiotics tended to improve growth performance, reduce saturated fatty acid and increase unsaturated fatty acids in breast muscles from Korean native chicken compared to controls.

Key words : Mixed probiotics, Growth performance, Fatty acid profiles, Korean native chicken (Hanhyup-3-ho)

1. 서론

지금까지 축산업이 추구해 온 '경제적 이익의 극대화' 만으로 경쟁력을 갖춘 미래가 보장되기가 어렵다. 따라서 '경제적 이익'과 '축산환경의 지속성'을 같이하는 축산 경영의 변화가 필요한 시점이다. 그러나 이 두 가지를 동시에 실현한다는 것은 현재의 기준으로 쉬운 일은 아닐 것이다. 그 한 예가 항생제의 사용 금지이다. 항생제의

Received 17 December, 2014; **Revised** 2 February, 2015;
Accepted 11 February, 2015
[*]**Corresponding author** : Sam-Churl Kim, Division of Applied Life Science (BK21Plus, Insti. of Agric. & Life Sci.), Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea
Phone: +82-55-772-1947
E-mail: kimsc@gnu.ac.kr

ⓒ The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
ⓒⓘ This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

사용목적은 가축 생산성 증진과 질병예방이었지만, 항생제의 과다사용으로 인한 축산물 내 잔류, 항생제 내성 그리고 병원성 유해균의 증가 등이 사회적인 문제로 부각되었다. 이를 계기로 사료 내 항생제 사용이 우리나라에서 2011년 7월에 금지되어 경제성과 지속성이 수반되는 새로운 항생제 대체물질 개발에 초점을 맞추게 되었다(Shin 등, 2013). 그 대안의 하나로 생균제의 이용이다. 일반적으로 가축 사료에 첨가되는 생균제는 장내 유해균의 증식을 억제하고 유익균이 정착하도록 하여 영양소의 흡수, 장내 환경의 개선 및 면역력 증진에 도움을 주는 것으로 보고되고 있다(Duc 과 Cutting, 2003; Oh 등, 2014). 그러나, 생균제의 사용에 대한 작용기전과 효과에 대한 결과는 연구자마다 상이하게 보고되어 있어 아직까지도 논쟁이 되고 있다(Angel 등, 2005; Oh 등, 2014). 이러한 결과의 차이는 미생물 종의 특이성, 사용되는 생균제의 특성과 기간 및 축종 차이 등에서 기인되는 것으로 보여진다(Santosa 등, 2006). 현재까지 진행된 연구결과를 보면, 유산균, 효모균 그리고 천연 항균제의 각각에 대한 연구만이 지속되었다. 더 나아가 복합 생균제를 이용하여 축종별로 적용사례와 고기에 함유된 지방산 함량에 대한 연구는 제한적으로 보고되고 있다. 예를 들면, 성장개선 목적의 사료 첨가제로서 혼합 생균제의 이용은 Oh 등(2014)의 연구 결과에서 육계 생산성과 사육 초기의 사료 요구율 향상에 효과가 있다고 보고되었다.

따라서 본 연구는 *Pediococcus acidilactic*, *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus tequilensis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, 및 *Saccharomyces cerevisiase* 등이 포함되어 있는 복합 생균제를 한국 토종닭 사료에 첨가 급여하여 생산성과 계육의 지방산 함량 변화를 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험 설계 및 사양 시험

본 사양 시험은 경상대학교 수의학과 사육장 사양 프로그램에 준하여 실시하였다. 1일령 한국 토종닭 96수(암 · 수 병아리 각 48마리, 한협3호)를 공시하여 총 16개가 설치된 대사 케이지 (60 × 30 × 50 cm)에 넣어 사양실험을 실시하였다. 시험설계는 완전임의배치법에 준하여 4처리, 4반복으로 각 대사 케이지에 평균 체중이 유사하도록 암 · 수 3수씩 6수를 입식하였다. 사료와 물은 자유급식하여 예비시험기간 일주일 동안 환경에 적응하도록 하였다. 본 시험은 5주 동안 실시하였다. 온도는 처음 일주일 동안 32°C에 맞추었으며, 매주마다 2°C 낮추어 실험 종료 시까지 24°C가 되도록 하였다. 사료는 전기 사료를 3주간 급여 후 나머지 3주간은 후기 사료를 급여하였다(Table 1). 본 시험에 이용된 혼합 생균제는 ㈜빅바이오젠(Anseong, South Korea)에서 공급을 받았으며, 유산균(*Pediococcus acidilactic* BBG-L1, *Lactobacillus plantarum* BBG-L30), 바실러스(*Bacillus tequilensis* BBG-B1, *Bacillus amyloliquefaciens* BBG-B5) 그리고 효모균(*Saccharomyces cerevisiase* BBG-Y6)을 포함하고 있다. 혼합 생균제 첨가제 수준은 0 (control), 0.5% (T1), 1.0% (T2) 및 1.5% (T3)의 4처리구로 하였다. 혼합 생균제의 첨가는 기본 배합사료를 3일에 한 번씩 배합하였으며, 매일 9시와 17시에 사료를 확인하고 보충하였다. 사료섭취량은 매일 오전 사료 급여 전 사료 잔량을 수거하여 전일 사료 급여량에서 잔량을 빼고 매일 계산하였다. 체중은 매주 마다 측정하였다. 사료효율은 증체량을 사료섭취량으로 나누어 계산하였다.

2.2. 샘플 채취 및 지방산 분석

시험 종료 후 6시간 절식시켜 대사 케이지 당 3수씩 전통적인 방법에 준하여 목 부위의 경동맥을 방혈시켰다. 방혈 후 즉시 도계하여 한국 토종닭 가슴육 부위를 채취하여 지방산 분석에 이용하였다. 가슴살의 지방산 분석은 chloroform과 methanol을 2:1의 비율로 지질을 추출하여 Folch 등(1957)의 방법에 준하여 실시하였다. 지방산 함량은 원심 분리된 샘플의 상층액 0.5 μL를 GC (GA-17A, Shimadzu, Tokyo, Japan)에 주입 후 상대적 retention time을 비교 분석하여 백분율로 계산되었다.

2.3. 통계처리

본 결과에서 얻어진 자료는 General Linear Model (GLM)을 이용한 SAS package program (2002)으로 분석되었다. 처리 평균간 유의성 비교는 Tukey test ($p<0.05$)를 이용하여 95% 신뢰 수준에서 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 생산성에 미치는 영향

사료 내 혼합 생균제의 첨가 시 한국 토종닭의 사료섭

Table 1. Composition of basal diet used in the experiment (%, DM)

Ingredient	Starter	Finisher
Corn grain	43.84	46.51
Wheat bean	19.30	20.00
Soybean meal	21.80	18.60
Corn gluten meal	5.00	4.65
Whole soybean	5.00	5.00
Animal fats	2.60	2.88
Salt	0.38	0.38
Phosphate calcium	1.88	1.78
Vitamin premix[1]	0.10	0.10
Mineral premix[2]	0.10	0.10
Chemical composition by analysis		
Dry matter	89.40	89.30
Crude protein	25.50	22.10
Ether extract	8.98	8.25
Crude ash	6.83	6.73
Calcium	0.85	0.88
Phosphate	0.56	0.54
Methionine+cystine	0.95	0.85

[1]Vitamin premix provides the following (per kg of diet): vitamin A, 5500 IU; vitamin D3, 1100 IU; vitamin E, 10 IU; riboflavin, 4.4 mg; vitamin B12, 12 mg; nicotinic acid, 44 mg; menadione, 1.1 mg; biotin, 0.11 mg; thiamine, 2.2 mg; and ethoxyquin, 125 mg.
[2]Mineral premix provides the following (per kg of diet): Mn, 120 mg; Zn, 100 mg; Fe, 60 mg; Cu, 10 mg; Se, 0.17 mg; I, 0.46 mg; and Ca, minimum: 150 mg, maximum: 180 mg.

취량, 증체량 그리고 사료효율에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 2에 제시하였다. 사육전기(2~3주), 사육 후기(4~6주) 및 전 사양기간(2~6주)의 생산성은 전체적으로 모든 처리구에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다. 그러나 통계적 유의성이 없었다 하더라도, 대조구보다 혼합 생균제 처리구가 사료섭취량(feed intake), 증체량(weight gain), 일당증체량(average daily gain) 및 사료효율(feed efficiency)면에서 높게 나타났다. Oh 등(2014)은 혼합 생균제를 육계사료에 첨가 급여했을 때 증체량과 종료 체중에 아무런 영향을 주지 않았다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보여주었다. 이와는 대조적으로 Saleh(2014)는 육계사료에 *Aspergillus awamori* 0.05%와 *Aspergillus awamori* 0.05% + selenium 0.3% 수준으로 첨가 급여 시 증체량의 증가와 사료요구율이 개선된다고 하였다. 지금까지 연구 보고된 생균제의 가금생산성에 대한 결과는 연구자 마다 달라 위의 연구와 비교한다면 메카니즘과 효과는 정확하게 설명하기 어렵다.

3.2. 지방산 함량에 미치는 영향

Table 3은 혼합 생균제의 첨가 수준에 따른 한국 토종닭 가슴육의 지방산 함량을 나타내었다. 개별 지방산 함량의 통계적 유의성은 myristic acid (C14:0), pentadecanoic acid (C15:0), oleic acid (C18:1n-9) 및 nervonic acid (C24:1)의 경우 처리구 간에 통계적 유의성이 있었지만 ($p<0.05$), myristoleic acid (C14:1), palmitic acid (C16:0), palmitoleic acid (C16:1n-7), heptadecanoic acid (C17:0), heptadecenoic acid (C17:1), stearic acid (C18:0), linoleic acid (C18:2n-6), alpha linolenic acid (C18:3n-3), eicosenoic acid (C20:1n-9), eicosadienoic

Table 2. Effects of dietary probiotics on growth performance of Korean native chicken

Item	Treatment[1]				SEM[2]
	CON	T1	T2	T3	
Initial weight (kg)	0.465	0.473	0.465	0.468	0.007
2 - 3 wk					
Feed intake (kg)	1.420	1.436	1.442	1.444	0.140
Weight gain (kg)	0.298	0.306	0.303	0.308	0.044
Average daily feed intake (kg)	0.102	0.103	0.103	0.103	0.011
Average daily gain (kg)	0.022	0.022	0.022	0.022	0.004
Feed efficiency (gain/intake)	0.210	0.214	0.210	0.213	0.010
4 - 6 wk					
Feed intake (kg)	1.055	1.142	1.093	1.232	1.065
Weight gain (kg)	0.466	0.501	0.534	0.493	0.492
Average daily feed intake (kg)	0.048	0.052	0.050	0.056	0.048
Average daily gain (kg)	0.034	0.036	0.038	0.036	0.034
Feed efficiency (gain/intake)	0.442	0.438	0.488	0.400	0.072
Total period					
Feed intake (kg)	2.475	2.578	2.535	2.676	1.171
Weight gain (kg)	1.003	1.066	1.046	1.065	0.584
Average daily feed intake (kg)	0.069	0.072	0.070	0.074	0.032
Average daily gain (kg)	0.028	0.030	0.029	0.030	0.016
Feed efficiency (gain/intake)	0.406	0.413	0.412	0.402	0.019

[a,b]Mean values in the same row having different superscripts are significantly different ($p<0.05$).
[1]CON: basal diet; T1: basal diet with 0.5% probiotics; T2: basal diet with 1.0% probiotics; T3: basal diet with 1.5% probiotics.
[2]Data expressed as means ± SEM.

acid (C20:2), arachidonic acid (C20:4n-6), eicosapen -taenoic acid (C20:5n-3, EPA), behenic acid (C22:0), docosatetraenoic acid (C22:4), docosapentaenoic acid (C22:5n-3, DPA) 그리고 docosahexaenoic acid (C22: 6n-3, DHA)는 모든 처리구에서는 큰 차이가 없었다. 이는 혼합 생균제의 사용이 계육에 축적된 omega -3(n-3)와 omega 6(n-6)을 포함하는 지방산 함량에는 아무런 영향을 주지 않는다는 것을 의미한다. 한편, Saleh (2014)는 혼합 생균제(*Aspergillus awamori* 0.05%와*Aspergillus awamori* 0.05%+selenium 0.3%)를 첨가하면 포화지방산인 myristic acid, palmitic acid 그리고 stearic acid 함량이 감소된다고 하였다($p<0.05$). 그들은 불포화지방산인 linoleic acid (C18:2n-6)와 alpha linolenic acid 함량은 혼합 생균제 처리에 의해 증가된다고 하였다($p<0.05$).

본 연구에서 분석된 한국 토종닭 가슴육의 전체적인 지방산 변화는 불포화지방산 함량이 포화지방산 보다 높게 나타나 여러 연구에서 보고된 결과와 유사하였다 (Nanari 등, 2004; Král 등, 2013). 포화지방산 함량 비율은 혼합 생균제 처리구보다 대조구에서 높게 나타났으며($p<0.05$), 불포화지방산 함량 비율은 처리구에서 높았다($p<0.05$). 또한, 단가불포화지방산(MUFA), 다가불포화지방산(PUFA) 및 PUFA/SFA 비율은 처리구간 차이는 없었으나, 포화지방산(SFA)과 (MUFA+PUFA) /SFA 비율은 처리구간에 유의적 차이가 나타났다 ($p<0.05$). 그러나, 혼합 생균제의 처리 수준에 따른 지방산 비율은 거의 비슷하여 혼합 생균제의 이점은 기대하지 못하였다. 일반적으로, 소비된 사료와 동물조직의 지

Table 3. Effects of dietary probiotics on fatty acid profiles of Korean native chicken breast meat

Item	Treatment[1]				SEM[2]
	CON	T1	T2	T3	
Myristic acid (C14:0)	0.39[b]	0.66[a]	0.62[a]	0.58[a]	0.143
Myristoleic acid (C14:1)	0.13	0.15	0.17	0.14	0.033
Pentadecanoic acid (C15:0)	0.17[ab]	0.20[a]	0.13[b]	0.11[b]	0.053
Palmitic acid (C16:0)	22.60	22.00	22.10	21.70	0.803
Palmitoleic acid (C16:1n-7)	1.00	1.10	1.26	1.30	0.450
Heptadecanoic acid (C17:0)	0.50	0.36	0.34	0.31	0.213
Heptadecenoic acid (C17:1)	1.20	1.25	1.12	1.09	0.279
Stearic acid (C18:0)	13.00	12.30	12.30	11.80	1.151
Oleic acid (C18:1n-9)	20.50[b]	23.40[ab]	25.00[a]	25.40[a]	3.739
Linoleic acid (C18:2n-6)	20.50	19.50	19.10	19.60	1.454
Alpha-linolenic acid (C18:3n-3)	0.31	0.34	0.33	0.32	0.088
Eicosenoic acid (C20:1n-9)	0.23	0.28	0.25	0.31	0.085
Eicosadienoic acid (C20:2)	0.69	0.67	0.63	0.61	0.117
Arachidonic acid (C20:4n-6)	10.03	10.03	9.60	9.34	2.028
Eicosapentaenoic acid (C20:5n-3, EPA)	0.19	0.19	0.21	0.21	0.049
Behenic acid (C22:0)	1.39	1.25	1.28	1.34	0.237
Docosatetraenoic acid (C22:4)	1.14	1.17	1.03	1.01	0.353
Docosapentaenoic acid (C22:5n-3, DPA)	1.00	1.01	0.93	0.83	0.222
Docosahexaenoic acid (C22:6n-3, DHA)	1.30	1.32	1.21	1.14	0.312
Nervonic acid (C24:1)	3.73[a]	2.82[ab]	2.39[b]	2.86[ab]	1.086
Saturated fatty acid (SFA)	38.05[a]	36.77[ab]	36.77[ab]	35.84[b]	1.491
Monounsaturated fatty acid (MUFA)	26.79	29.00	30.19	31.10	3.629
Polyunsaturated fatty acid (PUFA)	35.16	34.23	33.04	33.06	2.485
PUFA/SFA	0.92	0.93	0.90	0.92	0.052
(MUFA+PUFA)/SFA	1.63[b]	1.71[ab]	1.72[ab]	1.79[a]	0.108

[a,b]Mean values in the same row having different superscripts are significantly different ($p<0.05$).
[1]CON: basal diet; T1: basal diet with 0.5% probiotics; T2: basal diet with 1.0% probiotics; T3: basal diet with 1.5% probiotics.
[2]Data expressed as means ± SEM.

방산 조성은 장내 미생물의 작용의 결과로써 변화되기 때문에, 사료첨가제로서 생균제의 이용은 가금을 살찌우는데 있어 소화기관 미생물 군에 긍정적인 영향을 미치게 되는 것으로 보고되어 있다(Furuse 등, 1992; Stofan 등, 2010). Král 등(2014)의 연구에 의하면, 생균제의 이용은 포화지방산, 불포화 지방산 및 다가 불포화지방산 함량에 차이가 없었다고 보고하였다. 그러나, Saleh(2014)의 보고에서 혼합 생균제는 포화지방산 함량이 감소되고, 불포화지방산은 증가된다고 하였다.

4. 결론

본 연구는 가금 사료에 혼합 생균제의 첨가 수준(0.5%, 1% 그리고 1.5%)을 달리하여 급여하였을 때, 한국 토종닭의 생산성과 가슴육의 지방산 변화를 조사하고, 혼합 생균제에 대한 정보를 제공하기 위해 실시하였다. 1일령 한국 토종닭 96수(암・수 병아리 각 48마리, 한협3호)를 공시하여, 4처리, 4반복으로 평균 체중이 유사한 암・수 3수씩 6수를 16개가 설치된 대사 케이지에 입추

하여 사양실험을 6주 동안 진행하였다. 한국 토종닭 생산성은 전체적으로 모든 처리구간에 통계적 유의성이 인정되지 않았다. 총 포화지방산 및 총 불포화지방산에서 통계적 유의성은 처리구 간에 큰 차이가 없었다. 그러나 본 연구는 통계적 차이를 제외하고, 가금 사료에 혼합 생균제 이용은 대조구와 비교하여 생산성의 향상, 가슴육의 포화지방산의 감소 및 불포화지방산이 증가하는 경향을 보여주었다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부의 생명산업기술개발사업(No. 312058-03-3-WT012)의 연구비를 지원 받아 연구가 이루어진 것임.

REFERENCE

Angel, R., Dalloul, R. A., Doerr, J., 2005, Performance of broiler chickens fed diets supplemented with a direct-fed microbial. Poultry Sci., 84, 1222-1231.

Duc, L. H., Cutting, S. M., 2003, Bacterial spores as hearstable vaccine vehicles, expert opinion on biological therapy. School of Biological Sciences. Royal Holloway. University of London. 1263-1270.

Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G. H., 1957, A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497 - 509.

Furuse, M., Murai, A., Okumura, J., 1992, Gut microflora can modify fatty acid composition in liver and egg yolk lipids of laying Japanese quail. Comp. Biochem. Physiol., 103, 569-571.

Král, M., Angelovičová, M., Alfaig, E., Walczycka, M., 2013, Fatty acids composition of broiler chickens fed diets with probiotics and malic acid. Anim. Sci. Biotechnol., 46, 26-29.

Nanari, M. C., Hewavitharana, A. K., Beca, C., de Jong, S., 2004, Effect of dietary tocopherols and tocotrienols on the antioxidant status and lipid stability of chicken, Meat Sci., 68, 155-162.

Oh, S. T., Kang, C. W., Kim, E. J., 2014, Effects of dietary supplementation of mixed probiotics on production performance and intestinal environment in broiler chicken. Kor. J. Poultry Sci., 41, 143-149.

Saleh, A. A., 2014, Effect of dietary mixture of *Aspergillus* probiotic and selenium nano-particles on growth, nutrient digestibilities, selected blood parameters and muscle fatty acid profile in broiler chickens. J. Anim. Sci. Papers Reports, 32, 65-79.

Santosa, S., Farnworth, E., Jones, P. J. H., 2006, Probiotics and their potential health claims. Nutr. Reviews, 64, 265-274.

SAS Institute, 2002, SAS/STAT User's Guide: Version 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Shin, D. K., Kim, K. W., Jin, M. J., Ryu, K. S., 2013, Assessment of antimicrobial and antioxidant effects of ripened medicinal herb extracts to select an optimum dietary natural antibiotic for chickens. Kor. J. Poultry Sci., 40, 25-29.

Stofan, D., Močár, K., Liptaiová, D., Angelovičová, M., Kačániová, M., 2010, The Use of the addition of probiotics on the production growth and health of broilers, scientific papers: Anim. Sci. Biotechnol., 43, 326-330.