

Mannanase와 Xylanase 첨가급여에 따른 육계의 생산성, 혈중대사물질, 맹장내 미생물, 및 계분악취에 미치는 영향

선상수*, 박철주
전남대학교 동물자원학부

Effects of Mannanase and Xylanase Supplementation on Productivity, Blood Metabolites, Cecal Microorganisms, and Fecal Odor in Broiler Chickens

Sang Soo Sun*, Cheol Ju Park
Division of Animal Science, Chonnam National University

요약 본 연구는 mannanase (M)와 xylanase (X)를 육계사료에 첨가 급여 하였을때 생산성, 혈액성분, 장내 미생물, 및 분뇨악취에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 병아리 (Ross 308) 300수를 공시하여 5개의 처리구 (대조구, M1.0, M2.0, X1.0, X2.0)에 완전 임의배치하고 3반복으로 수행하였다. 효소제는 mannanase (200U/kg)와 xylanase (1,000U/kg)을 기준으로 사료내 1.0배, 2.0배 사료에 혼합 급여하였다. 결과는 생체중, 사료섭취량, 일당증체량, 및 생산지수에는 변화가 없었으나 사료효율은 M2.0, X1.0 과 X2.0 급여구에서 유의적 ($p<0.05$)으로 높게 측정되었다. 또한 간장과 맹장의 무게는 대조구에 비하여 효소제 급여구에서 유의적 ($p<0.05$)으로 높게 측정되었다. 전체 세균수는 증가하고 *E. Coli* 와 *Salmonella*는 모두 대조구에 비하여 효소 급여구에서 감소하는 경향을 보였으나, 장내세균에는 유의차가 나타나지 않았다. 혈액성분 중에서 단백질, 혈중요소테질소 와 포도당 함량은 변화가 없었으나, 면역항체인 IgG 농도는 대조구에 비하여 M2.0 과 X2.0 급여구에서 유의적으로 높았다 ($p<0.05$). 또한, 계분내 암모니아 발생량은 대조구 대비 M2.0 과 X2.0 급여구에서 유의적으로 낮았다 ($p<0.05$). 결론적으로 mannanase 와 xylanase 첨가 급여는 육계에서 사료효율과 IgG 수준을 향상시켰고, 간장과 맹장의 무게가 증진되었으며, 계분 암모니아 발생량을 감소시키는 효과가 있다.

Abstract This study examined the effects of mannanase (M) and xylanase (X) on productivity, blood characteristics, cecal microorganisms, and fecal odor in broiler chickens. Three hundred chickens (Ross 308) were randomly assigned to five treatment groups (the control, M1.0, M2.0, X1.0, and X2.0 groups) with three replications. Mannanase (200U/kg) and xylanase (1,000U/kg) were added 1.0x, 2.0x in basal diet. Feed efficiency was significantly ($p<0.05$) increased in the M2.0, X1.0, and X2.0 treatment groups, but live weights, feed intakes, daily gains, and production indices were unaffected. Liver and appendix weights were increased significantly ($p<0.05$) by enzyme addition, and though total bacteria increased, *E. Coli* and *Salmonella* counts were decreased. IgG levels were significantly ($p<0.05$) higher in the M2.0 and X2.0 treatment groups, but protein, BUN, and glucose levels were unchanged. Finally, ammonia emissions were significantly ($p<0.05$) lower in the M2.0 and X2.0 treatment groups. In summary, mannanase and xylanase supplementation improves feed efficiency and IgG levels and reduces ammonia emissions in broiler chicken feces.

Keywords : Mannanase, Xylanase, Feed Efficiency, Ammonia Emission, Chicken

*Corresponding Author : Sang Soo Sun(Chonnam National University)

email: sssun@jnu.ac.kr

Received December 18, 2023

Accepted March 8, 2024

Revised January 17, 2024

Published March 31, 2024

1. 서론

가금사료에 주로 사용되는 원료인 곡류 및 박류 원료 사료에는 단위동물이 소화 이용하기 어려운 비전분성 다당류 (noncellulosic polysaccharides, NPS)가 다량 포함되어 있다. NPS는 섬유소 또는 비섬유성 다당류로 나누어지며, 옥수수를 포함한 곡류 원료사료에는 비섬유성 다당류인 arabinoxylan 과 β -glucan 주를 이루며, 반면에 대두박과 캐놀라박을 비롯한 박류 원료사료에는 arabinan, arabinogalactan, galactan, galactomannan, mannan, xylan, 및 pectin 다당류가 주를 이룬다. 이 중 NPS의 β -mannan 과 xylan 은 단위동물에 있어 체내 소화물의 점도 유발하여, 포도당의 흡수를 감소시키며, 인슐린 분비와 IGF-1 분비 저하로 인한 생산성 감소를 유발시키기 때문에 사료내 β -mannanase 와 xylanase 공급을 통해 이러한 문제점을 극복할 수 있다 [1,2].

내생 효소의 생산이 불충분한 어린 육계에게 외부에서 효소제를 공급하면 내생 효소의 대체와 동시에 장내 점도를 감소시켜, 영양소 소화율을 증진할 수 있는 기대효과를 볼 수 있다. 최근 연구에 의하면 김 등[3]은 metallo-protease 와 xylanase가 첨가된 복합효소제를 급여시 출하체중과 증체량이 유의적으로 증가하고, 생산지수와 사료요구율이 개선된 경향을 보였으며, 효소 첨가가 생산성을 유의하게 개선시켰다고 보고하였다.

또한 효소제 첨가 급여는 사료효율 개선뿐만 아니라 장내 미생물 중 유익미생물 (EM)의 수를 최대 34%까지 증진하고, 암모니아와 같은 유해가스 배출을 감소시키는 데 기여한다고 하였으며 [4], 육계의 소화기관의 암모니아 농도가 저하되어 소화생리와 계사 환경을 개선시킬 수 있어 사료첨가제로서 그 이용가치가 있다고 판단하였다 [5]. 특히 복합효소 첨가 급여에 의하여 육계의 생산성뿐만 아니라 장내 환경을 개선하여 암모니아와 황화수소 등 분뇨 악취발생을 감소시킬 수 있다고 보고하였다 [6,7]. 또한, 손과 조[8]는 *Aspergillus oryzae* 배양물 첨가는 육계의 암모니아 발생량을 감소시킨다고 보고하였다.

본 연구의 목표는 사료첨가용 탄수화물 분해효소인 mannanase 와 xylanase 첨가 급여에 의한 육계의 생산성, 도체성적, 맹장내 미생물, 및 계분악취 발생량에 미치는 영향을 규명하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시동물 및 사양관리

시험 동물은 암수가 혼합된 1일령의 로스 (Ross 308) 종 육계 300 수를 공시하여 5개 처리구에 처리당 20수를 완전입의배치 하여 3반복으로 수행하였다. 병아리 입식 후 적응기간을 거친 후 효소를 첨가 급여하여 전기 3주간, 후기 4주를 포함하여 총 52일 동안 사양 시험을 실시하였다. 시험구는 대조구와 4개 첨가구 (M1.0, M2.0, X1.0, X2.0) 로서 [6], 대조구는 시판 일반 육계사료를 급여하였으며, 처리구는 육계사료에 mannanase (M) 와 xylanase (X)의 사료내 기본 첨가수준은 사료 1 kg 당 각각 200 U 와 1,000 U를 기준으로 1.0배, 2.0배 배합하였다. 시험사료는 시판 육계 전기 사료를 3주간 후 기사료를 4주간 각각 급여하였다. 사양 관리는 전남대학

Table 1. The feed formula and chemical component of starter and finisher period of broiler diet

Items	Starter	Finisher
	(0~3wk)	(4~7wk)
	-----(%)-----	
Corn	49.24	52.84
Wheat	5.90	5.15
Soybean meal(CP, 44%)	30.92	28.88
Corn gluten meal(CP,60%)	3.82	3.91
Soybean oil	5.42	5.61
Tricalcium phosphate	0.19	0.08
Limestone	0.04	0.04
DL-Methionine	2.30	1.13
L-Lysine	1.42	1.61
Salts	0.25	0.25
Vit.-Min. premix*	0.50	0.50
Total	100	100
Nutrients composition [#]		
ME (Kcal/kg)	3,000	3,100
Crude Protein(%)	21.00	19.00
Ca(%)	1.12	0.94
P(%)	0.67	0.55
Methionine+Cysteine(%)	0.95	0.81

* Supplied per kilogram of total diets: Fe(FeSO₄H₂O), 80 mg; Zn(ZnSO₄H₂O), 80 mg; Mn(MnSO₄H₂O) 80 mg; Co(CoSO₄H₂O) 0.5 mg; Cu(CuSO₄H₂O) 10 mg; Se(Na₂SeO₃) 0.2 mg; I(Ca(IO₃)₂H₂O) 0.9 mg; vitamin A, 24,000 IU; vitamin D₃, 6,000 IU; vitamin E, 30 IU; vitamin K, 4 mg; thiamin, 4 mg; riboflavin, 12 mg; pyridoxine, 4 mg; folacine, 2 mg; biotin, 0.03 mg; vitamin B₈, 0.06 mg; niacin, 90 mg; pantothenic acid, 30 mg.

[#] The values were calculated according to the values of feedstuffs in NRC (1994), Commercial diet.

교 부속 동물사육장의 관행에 준하여 평사를 분획하여 펜 (규격 230 cm × 200 cm × 60 cm) 에서 사육 하였다. 점등은 전 사양 기간 동안 24시간 종일 전등을 실시하였고, 계사 온도는 일령별로 32 ℃ 에서 22 ℃ 까지 사육실 온도 관리 프로그램에 따라 조절하였다. 동물실험은 동물보호법 제13조 및 제14조에 의거하여 「전남대학교 동물실험윤리위원회」 에 의해 사전 승인 (CNU IACUC-YB-2020-113) 되었다.

2.2 생산성 및 장기무게

사료섭취량은 급여량에서 남은 사료량을 측정하여 일 2회 반복 실시하였으며, 체중은 개체별로 1주일 단위로 측정하였다. 증체량은 실험 종료시 체중에서 입주시 체중을 뺀 값으로 측정 하였으며 사료 효율은 사료섭취량과 증체량을 토대로 산출하였다. 생산지수는 평균 생체중, 육성율, 사육기간 그리고 사료 효율을 기반으로 산출하였다. 실험 종료 후 처리구별로 5수씩 경추 탈골법으로 희생시킨 후 간장, 위장, 심장, 소장, 맹장을 분리시킨 후 멸균증류수로 세척하여 미세저울을 이용해 장기별로 무게를 측정하였다. 도체에서 맹장을 분리시킨 후 맹장내 들어있는 내용물 전부를 튜브에 담고 그중 1 g 씩 취하였다.

2.3 맹장내 일반세균, 대장균, Salmonella 측정

일반세균 과 대장균 분석은 각각 3M Petrifilm AC, 3M Petrifilm EC 배지를 사용하였다. 맹장 내용물 5개를 채취하여 비닐팩에 넣어 잘 섞은 뒤 스토마커백에 샘플 1.0 g을 넣고 0.1 % peptone water 9 ml 을 넣은 후 약 30 분간 흔들어 용출시킨 뒤 (0.1 % peptone water = peptone water 1 g + 멸균수 1000 ml) 스토마커백 필터를 통해 나온 용액 1 ml 을 test tube에 옮긴다. 이후 용액 1 ml 를 0.1 % peptone water 9 ml 에 10^{-1} 부터 10^{-8} 까지 희석시킨 뒤 희석액 1 ml 을 각 균주의 선택용 배지에 분주하여 35 ± 1 ℃ 에서 24~48 시간 배양하였다. 일반세균의 경우 30~300 cfu 판독범위 내 집락 중 붉은 집락만 체크하고, 대장균의 경우 15~150 cfu 판독범위 내 집락 중 붉은 집락(대장균)과 푸른 집락(대장균)의 주위에 기포를 형성하고 있는 집락만 체크하여 희석배수를 곱하여 세균수 (CFU/g)를 측정하였다. Salmonella 분석은 3M Petrifilm Salmonella를 이용하여 시료를 enrichment 용액에 혼합하고 41.5 ℃ 에서 24 시간 동안 배양하고, 희석액 2 ml 를 gel plate

에 접종하고 상온에서 1 시간 놓아둔다. 배양된 시료 10 ul를 loop를 이용하여 스트리킹하고 41.5 ℃ 에서 24시간 배양한 후 colony수를 계산하였다.

2.4 혈액분석

익정맥에서 채취된 혈액 시료는 원심분리 (1,500 × g, 15 분) 하여 생화학분석까지 냉장고에 보관하였다. 혈액내 성분은 혈액자동분석기 (Fuji Dri-Chem 3500i, Japan)를 이용하여 BUN 과 포도당 농도를 측정하였다. 혈청의 면역글로블린 (IgG)은 Chicken ELISA Quantitation Kit (Bethyl Lab. Inc. USA)을 이용하여 분석하였다.

2.5 분뇨내 암모니아 와 황화수소 발생량 측정

각 처리별로 육계의 분뇨를 채취하였으며, 계분의 악취성상을 분석하기 전까지 냉장보관을 하였다. 분석 당일 보관한 계분 150 g 을 30 × 35 cm 사이즈의 비닐백에 밀봉시켜, 약 1시간 동안 해동을 진행하였다. 해동이 완료된 후, 밀봉된 비닐 백의 일부를 개봉하여 계분으로부터 유해가스인 암모니아, 황화수소의 발생량을 측정하였다. 암모니아는 Gastec (Model GV-100, GASTEC, Japan)을 이용해 측정하였으며, 황화수소 와 메탄은 OPTIMA-7 Biogas (MRU Instruments Inc, Germany)를 이용하여 측정하였다.

2.6 통계분석

시험에서 얻어진 모든 분석치는 각 대조구와 처리구간의 평균치를 표시하였다. 모든 시험결과는 SAS (Statistics Analytical System, 9.4 Version) 통계 프로그램의 general linear model(GLM) 방법에 따라 처리하였으며, 대조구와 처리 평균간의 유의성은 Duncan의 다중검정을 이용하여 5 % 수준의 유의성으로 통계적 차이를 분석하였다

3. 결과 및 고찰

육계사료에 mannanase 와 xylanase 효소제 첨가가 생산성에 미치는 영향은 생체중의 경우 대조구에 비해 M2.0, X1.0, 과 X2.0 급여구에서 각각 높은 값을 나타내었으나 통계적인 유의차 ($p > 0.05$)는 나타나지 않았다 (Table 2). 이러한 결과는 사료섭취량과 증체량에서도 같은 경향을 보였다. 효소제의 첨가가 출하체중과 증체

량에 미치는 영향에 대한 결과는 김 등[3]의 연구 결과와도 유사한 부분을 보였다. 대조구에 비해 복합효소제를 첨가한 처리구가 1,038 g에서 1,119 g으로 유의적으로 7.80 % 증가하였다고 보고하였으나 [9], 본 실험의 경우 증체량은 대조구에 비해 효소제를 첨가한 처리구의 증체량이 각각 1.41 % 감소하거나, 2.44 %씩 증가하여 상반되는 결과를 나타내었다.

Table 2. Effect of mannanase(M) and xylanase(X) enzymes on productivity of broiler chicken (g)

Items	Ctrl	M1.0	M2.0	X1.0	X2.0	SEM	P
Weight	2950	2868	3048	3171	3135	259	0.310
Feed Intake	4211	4064	4120	4086	4207	273	0.162
Daily Gain	53.1	46.9	53.2	50.8	54.4	3.38	0.750
Feed Eff.	0.48 ^a	0.50 ^{ab}	0.54 ^{bc}	0.56 ^{bc}	0.59 ^c	0.05	0.039
Prod. Index	290.6	259.1	325.1	277.9	306.1	23.2	0.359

* Ctrl: Control, M: Mannanase, X: Xylanase.

SEM: Standard error of mean. Feed Eff.: Feed Efficiency

그러나 사료효율은 대조구에 비하여 M2.0, X1.0 과 X2.0 급여구에서 유의적 ($p < 0.05$)으로 높게 측정되었다. 이러한 결과는 첨가제에 의한 영향이라기 보다는 사육환경에 기인한 결과로 판단된다. 결과적으로 mannanase와 xylanase 효소제 첨가 급여에 의하여 사료효율 개선되었으며, 모두 2.0배 급여구에서 가장 높게 나타났다. 대조구의 사료요구율은 1.49 지만, 혼합생균제를 급여한 처리구는 1.43 으로 대조구에 비해 유의적으로 4.03 % 감소한 결과를 보고하였다 [5]. 또한 사료 효율은 단백질 분해효소제 Arazyme을 첨가한 처리구에서 유의적으로 13.3 % 개선되었다고 보고되어 [9], 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

도체중은 X2.0 급여구에서 2753.2 g 으로 가장 높게 측정되었으며 대조구에서 2405.4 g 으로 가장 낮게 측정 되었다 (Table 3). 이러한 결과는 위장과 심장의 무게에서도 유사한 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 나타나지 않았다. 그러나 간장은 대조구에 비하여 M1.0 과 X2.0 급여구에서 유의적 ($p < 0.05$) 으로 높게 나타났다. 맹장의 무게는 대조구에 비하여 모든 급여구에서 유의적 ($p < 0.05$) 으로 높게 나타났다. 결과적으로 효소제 급여에 의하여 간장과 맹장의 기능이 향상된 결과로 보이며 전체적으로 소화율을 향상 시켜서 사료효율 증진에 기여한 것으로 생각된다.

Table 3. Effect of mannanase(M) and xylanase(X) enzymes on the weight of carcass and organs in broiler chicken (g)

Items	Ctrl	M1.0	M2.0	X1.0	X2.0	SEM	P
Carcass	2405.4	2591.1	2608.8	2527.7	2753.2	262	0.340
Liver	79.3 ^a	93.5 ^{bc}	81.7 ^{ab}	76.7 ^a	89.9 ^{bc}	4.2	0.043
Stomach	33.4	31.4	34.1	33.4	36.1	5.7	0.151
Cardiac	12.5	13.5	14.5	16.3	13.0	3.4	0.316
Small Int.	58.0	54.3	59.1	58.3	56.4	4.8	0.219
Appendix	14.1a	16.8b	18.3c	16.0b	17.4bc	2.3	0.049

* Ctrl: Control, M: Mannanase, X: Xylanase

SEM, Standard error of mean, Small Int.: Small Intestine

이와 비슷한 실험에서 xylanase와 serine protease 는 육계 회장의 길이를 감소시켰다 [10]. 이러한 결과는 효소제를 사료에 첨가했을 때 소화기관의 발달에 영향을 미칠 수 있다는 것을 시사한다. Multi-enzyme 첨가는 처리구의 체중 대비 간장의 비율이 대조구와 유의적인 차이가 없다고 보고하였는데 [11], 본 실험에서는 효소제를 X2.0 첨가한 처리구의 간의 무게가 대조구에 비해 유의적으로 증가하여, 상이한 결과를 나타내었다. Paryad 등[12]은 yeast를 급여 시 체중 대비 간의 비율은 3.27 에서 3.34 로 유의적으로 2.14 % 증가하고, 심장은 0.713 에서 0.72 로 유의적으로 0.98 % 증가하여 첨가 수준을 높일수록 무게가 증가함을 보였다. 이는 육계에 효소제의 첨가는 고분자 유기물을 육계에 소화 흡수가 가능한 상태로 전변시켜, 도체율 향상에 기여를 하는 것으로 사료되지만, 소장과 같은 소화 장기에 미치는 영향에 대해서는 추후 검토가 필요한 것으로 판단 된다 [2]. 또한 xylanase 첨가급여는 근위의 상대적인 무게를 감소시켰지만, 육계에 1000~1500 IU/kg xylanase 를 첨가 급여한 결과 증체량과 도체율이 유의적으로 향상되었다는 연구보고는 본연구와 유사한 결과를 나타내었다 [13].

맹장내 전체 세균수는 대조구에 비하여 효소 급여구에서 대부분 조금 높게 나타났으나 *E. Coli* 와 *Salmonella* 는 감소하는 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 나타나지 않았다 (Table 4). 전체 세균수는 대조구에서 13.53 으로 가장 낮았으며, X2.0 급여구에서 15.83으로 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 유해미생물은 감소하고 유용미생물이 증가한 결과로 볼 수 있다 [7]. 이와 유사하게 김 등[9]은 효소제의 첨가로 인해 회장과 맹장에서 유익균인 *Lactobacillus spp.* 는 증가하였고, 유해균인 *Clostridium spp.* 과 Coliform bacteria는 감소하였다고 하였고 보고한 연구 결과와 유사하다 [14].

Table 4. Effect of mannanase(M) and xylanase(X) enzymes on the bacteria, *E. coli*, and salmonella in appendix in broiler chicken ($\times 10^7$ cfu/g)

Items	Ctrl	M1.0	M2.0	X1.0	X2.0	SEM	P
Bacteria	13.53	13.87	14.47	14.90	15.83	1.45	0.132
<i>E. Coli</i>	8.82	7.41	5.93	6.17	7.97	2.42	0.260
Salmonella	8.20	7.16	6.82	6.05	6.16	3.15	0.328

* Ctrl: Control, M: Mannanase, X: Xylanase
SEM, Standard error of mean.

그러나, Nian 등 [14]은 xylanase의 첨가가 맹장 내 Coliform의 수가 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. 또한 김 등 [9]은 단백질 분해효소인 Arazyme을 첨가 급여했을 때 산란계의장 내 총 균수에 유의적인 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 이는 급여하는 효소제의 종류에 따라 육계의 장내 환경에 미치는 영향이 다르다는 것을 시사하는 것을 알 수 있다. 결과적으로 대조구에 비하여 복합효소 첨가구에서 *E. Coli* 와 Salmonella의 수가 감소하고 전체 미생물 숫자가 증가하여 명확하지는 않지만 효소첨가 효과로 볼 수 있으며, 이는 또한 육계의 장내 환경이 개선되었다는 것을 예시하기도 한다.

혈액내 total protein은 대조구에 비하여 급여구에서 약간 증가하였으며, BUN 함량은 대조구에 비하여 급여구에서 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다 (Table 5). 혈액내 IgG 농도는 대조구에 비하여 M2.0 과 X2.0 급여구에서 유의적으로 높았다 ($p<0.05$). IgG는 닭의 B-cell에서 생성되는 면역물질 중 농도가 가장 높고, 생체내 면역활동에 중요한 역할을 한다고 알려져 있다 [1]. 육계에 β -mannanase를 첨가한 처리구에서 IgA 와 IgG 는 유의적 차이가 없었으나, IgM 은 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. 이러한 결과는 β -mannanase가 체내 면역력을 향상시켜 가축의 생산성을 높이는 추가적인 효과를 나타내는 것으로 생각된다. 결과적으로 사료의 구성과 사육조건에 따라 다르게 나타나기 때문에 이에 대한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

계분에서 메탄 과 황화수소 발생량은 대조구에 비하여 모든 급여구에서 낮게 측정되었지만 통계적인 유의차는 인정되지 않았다. 그러나 암모니아 발생량은 대조구에 비하여 M2.0 과 X2.0 급여구에서 유의적 ($p<0.05$) 으로 낮게 측정되었다 (Table 6). 암모니아 발생량은 대조구에서 29.1 ppm 이었으나 M2.0 급여구에서 17.4 ppm 으로 40.2 % 감소하였으며, X2.0 급여구에서 15.0

ppm으로서 48.5 % 감소하였다.

Table 5. Effect of mannanase(M) and xylanase(X) enzymes on total protein BUN, IgG, glucose concentration in blood of broiler chicken (g,mg/dl)

Items	Ctrl	M1.0	M2.0	X1.0	X2.0	SEM	P
Protein	3.30	5.01	4.26	3.28	4.17	0.52	0.083
BUN	1.95	1.36	1.52	1.64	1.82	0.26	0.096
IgG	10.83 ^a	12.04 ^{ab}	14.16 ^c	11.31 ^{ab}	15.26 ^c	1.73	0.036
Glucose	231.0	243.6	227.1	216.2	236.8	25.1	0.357

* Ctrl: Control, M: Mannanase, X: Xylanase
SEM, Standard error of mean, BUN: Blood Urea-N

Table 6. Effect of mannanase(M) and xylanase(X) addition on ammonia and hydrogen sulfide concentration in of broiler chicken (ppm)

Items	Ctrl	M1.0	M2.0	X1.0	X2.0	SEM	P
CH ₄ (%)	0.03	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.421
NH ₃ (ppm)	29.1 ^b	28.0 ^b	17.4 ^a	20.7 ^{ab}	15.0 ^a	7.20	0.048
H ₂ S (ppm)	0.27	ND	0.14	ND	ND		

* Control: Commercial diet, M: Mannanase, X: Xylanase
SEM, Standard error of mean.

유사하게 효소제에 대한 결과는 protease를 육계 사료에 첨가했을 때 암모니아가 유의적으로 감소했다고 보고하였으며 [15], 단백질분해 효소제를 첨가 시 맹장 내 암모니아 농도가 유의적으로 감소하여, 해당 첨가제가 소화관에서 아미노산 이용률을 개선시켰다고 보고하였다 [9]. 한편 미생물제제를 첨가했을 때 나타난 결과는 유용 미생물과 생균제를 첨가한 처리구가 암모니아 배출량이 유의하게 감소되었다고 보고하였으며 [4], 조 등 [16]은 *Aspergillus oryzae* 배양물이 육계의 암모니아 발생량을 감소시킨다고 보고하였다. 본 실험의 경우 효소제를 첨가한 처리구가 대조군과 비교 시 암모니아 발생량이 40 % 이상 감소했음을 확인할 수 있었으며, 육계의 사육 환경을 개선시킬 수 있는 가능성이 있다고 사료된다.

4. 결론

결과적으로 육계 사료내에 mannanase 와 xylanase 효소제 첨가 급여는 사료효율과 IgG 수준을 향상 시킬 뿐만아니라 장내 세균총 변화에 의하여 분뇨 암모니아 감소에 효과가 있는 것으로 판단된다.

References

- [1] C. H. Kim, K. S. Shin, K. C. Woo, I. K. Paik, "Effect of dietary oligosaccharides on the performance, intestinal microflora and serum immunoglobulin contents in laying hens," *Korean J Poult Sci.*, vol. 36 no. 2, pp. 125-131, 2009b.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5536/KJPS.2009.36.2.125>
- [2] R. Kalmendal, R. Tauson, "Effects of a xylanase and protease, individually or in combination, and an ionophore coccidiostat on performance, nutrient utilization, and intestinal morphology in broiler chickens fed a wheat-soybean meal-based diet," *Poultry Sci.*, vol. 91, no. 4, pp. 1387-1393, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2011-02064>
- [3] K. H. Kim, J. Y. Jeong, I. H. Song, S. D. Lee, S. Y. Ji, Y. K. Lee, K. T. Nam, "Effects of Dietary Supplementation of Enzyme complex on Growth Performance, Carcass Characteristics and Meat storability in Broiler Chickens," *J. Korean Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 19, no. 12, pp. 740-748, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.12.740>
- [4] H. K. Kang, C. H. Kim, H. T. Bang, J. H. Kim, M. J. Kim, D. W. Kim, J. C. Na, J. Hwangbo, Y. R. Yang, H. C. Choi, H. K. Moon, "Effects of dietary effective microorganism (EM) on growth performance, microflora population and noxious gas emission in broiler," *Korean J Poult Sci.*, vol. 41, no. 4, pp. 227-233, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.5536/KJPS.2014.41.4.227>
- [5] S. T. Oh, C. W. Kang, E. J. Kim, "Effects of dietary supplementation of mixed probiotics on production performance and intestinal environment in broiler chicken," *Korean J Poult Sci.*, vol. 41, no. 2, pp. 143-149, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.5536/KJPS.2014.41.2.143>
- [6] S. S. Sun, C. J. Park, "Effect of Non-Starch Carbohydrase Supplementation on Productivity, Blood Parameters, and Cecal Microorganisms in Broiler Chickens," *J Korea Academia-Industrial*, vol. 20, no. 12, pp. 437-443, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.12.437>
- [7] C. J. Park, S. S. Sun, "Effect of Dietary Supplementation of Enzyme and Microorganism on Growth Performance, Carcass Quality, Intestinal Microflora and Feces Odor in Broiler Chickens," *Korean J. Poult. Sci.*, vol. 47, no. 4, pp. 275~283, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5536/KJPS.2020.47.4.275>
- [8] J. H. Son, I. K. Cho, "Effect of dietary supplementation of aspergillus oryzae ferment on growth performance of broiler chicks and microbial population and fecal ammonia production," *Korean J Poult Sci.*, vol. 34, no. 4, pp. 287-294, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.5536/KJPS.2007.34.4.287>
- [9] J. U. Kim, J. Y. Kim, J. S. Kim, B. K. Lee, S. Y. Lee, W. S. Lee, S. J. You, B. K. Ahn, E. J. Kim, H. Y. Park, K. H. Son, D. H. Shin, C. W. Kang "Effects of spider-derived protease (Arazyme®) supplementation of corn-soy diets on the performance in laying hens at the late production," *Korean J Poult Sci.*, vol. 36, no. 1, pp. 47-55, 2009a.
DOI: <https://doi.org/10.5536/KJPS.2009.36.1.047>
- [10] J. M. Kim, S. M. Kang, J. Y. Yoon, Y. R. Yang, W. Kim, J. S. Jang, Y. H. Choi, "Effects of dietary pearlzyme on growth performance and development of digestive organs in broilers," *Korean J Poult Sci.*, vol. 42, no. 4, pp. 291-297, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.5536/KJPS.2015.42.4.291>
- [11] H. Hajati, "Effects of enzyme supplementation on performance, carcass characteristics, carcass composition and some blood parameters of broiler chicken," *Am J Anim Vet Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 221-227, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2010.221.227>
- [12] A. Paryad, M. Mahmoudi, "Effect of different levels of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, blood constituents and carcass characteristics of broiler chicks," *Afr J Agric Res.*, vol. 3, no. 12, pp. 835-842, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.2141/ipsa.2008.3.12.835>
- [13] H. Hu, S. Dai, A. Wen, X. Bai, "Efficient Expression of Xylanase by Codon Optimization and Its Effects on the Growth Performance and Carcass Characteristics of Broiler," *Animals* vol. 9, pp. 65-74, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9020065>
- [14] Y. M. Nian, Y. J. Guo, A. Ru, F. D. Peron, "Effect of xylanase supplementation on the net energy for production, performance and gut microflora of broilers fed corn/soy-based diet," *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, vol. 24, no. 6, pp 1282-1287, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.10441>
- [15] J. H. Park, I. H. Kim, "Effects of a protease and essential oils on growth performance, blood cell profiles, nutrient retention, ileal microbiota, excreta gas emission, and breast meat quality in broiler chicks," *Poult Sci.*, vol. 97, no. 8, pp. 2854-2860, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pev151>
- [16] J. K. Cho, S. J. Jung, E. J. Joo, J. Y. Choi, B. S. Kim, B. S. Youn, K. T. Nam, S. G. Hwang, "Effects of dietary enzyme mixture fortified with b-glucanase activity on the growth performance, serum components, and meat quality of broiler chicks," *Korean J. of Food Sci. Ani. Resour.*, vol. 27, no. 4, pp. 409-415, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.5762/168.131.67.22>

선 상 수(Sang Soo Sun)

[정회원]



- 1988년 8월 : U of Alberta, Animal Science (MS)
- 1992년 8월 : S.Dakota 주립대, Animal Science (Ph.D.)
- 1992년 8월 ~ 1995년 1월 : U of Minnesota, Post-Doc
- 1995년 1월 ~ 현재 : 전남대학교 동물자원학부 교수

<관심분야>

동물생리, 사료영양

박 철 주(Cheol Ju Park)

[정회원]



- 2019년 2월 : 전남대학교 동물자원학부 (축산학학사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 전남대학교 동물자원학과 (박사과정)

<관심분야>

동물복지, 애완동물