

프로테아제, 자일라나제, 만나아제의 첨가가 비육돈의 성장 및 생산성에 미치는 영향

고대건^{1,*}, 이용기^{1,**}, 유기명^{*}, 박상현^{*}, 선현수^{*}, 윤진혁^{*}, 윤상^{*}, 김승연^{*}, 유형주^{*}, 홍세운^{*},
김민석^{*}, 이지웅^{*}, 강만중^{*}

**성일축산영농조합법인, *전남대학교

e-mail: mjkgang@jnu.ac.kr

Effects of Protease, Xylanase and Mannanase Addition on Growth and Productivity of Fattening Pigs

Dae-Geon Go^{1,*}, Yonggi Lee^{1,**}, Ki-Myeong Yoo^{*}, Sang-Hyeon Park^{*}, Hyen-Su Seon^{*}, Jin-Hyeok Yoon^{*}, Sang Yoon^{*}, Seung-Yeon Kim^{*}, Hyeong-Ju Yoo^{*}, Se-Woon Hong^{*}, Minseok Kim^{*}, Jiwoong Lee^{*}, Man-Jong Kang^{*}

**Sungilchuksan Corporation, *Chonnam National University

요 약

본 논문에서는 비육돈 기초사료에 Protease, Xylanase 및 mannanase를 포함한 복합효소제를 첨가하였을 때 육성돈의 성장 및 생산성에 미치는 영향에 대하여 조사하기 위하여 실시하였다. 실험을 위하여 평균체중 37.48±5.43kg 인 비육돈 (Landrace × Yorkshire × Duroc) 1478두를 공시하여 3반복 반복 당 대조구는 평균 236두 처리구는 평균 236두씩 완전임의 배치하였다. 처리구는 Protease + Xylanase + mannanase 0.1%처리하여 출하체중 약 115kg까지 사양실험을 실시하였다. 사양성적에 있어 일당증체량은 처리구와 대조구에서 각각 784.62±17.42와 대조구 749.39±10.48로 처리구에서 유의적으로 개선되었다(p>0.05). 사료섭취량에서는 처리구간 유의차는 없었지만(p>0.05) 사료요구율에서 대조구 0.355±0.01 처리구 0.365±0.01로 처리구에서 유의적으로 개선되었다(p<0.05). 생산성 분석에서는 두당 증체량 (total weight gain), 1두당 돈가 (total pig prices)의 경우 처리구에서 대조구보다 개선되는 경향을 보였지만 유의적 차이는 없었다(p>0.05). 1등급 이상 돼지 출현율 (Prevalence of grade 1 or higher)은 처리구와 대조구에서 각각 57.41±0.4, 49.54±4.92로 처리구에서 유의적으로 개선되었다(p<0.05). 본 실험의 결과로 보아 Protease, Xylanase 및 mannanase를 포함한 복합효소제를 비육돈 기초사료에 첨가하는 것은 돼지의 성장을 촉진시켜 생산성이 개선되는 것으로 나타났다.

1. 서론

국내 양돈 산업은 과거 소규모 가족 단위로 운영되던 형태에서 전문 근로자를 농장주로 고용하여 관리하는 대규모 형태로 전환되고 있다. 2020년 1분기 기준 1,000두 수 이상 사육하는 중·대규모 양돈농가는 국내에 약 3,400여 농가가 있으며 농가당 사육 마릿수는 평균 1,800두 이상으로 매년 증가하고 있다. 또한, 국민소득이 증가함에 따라 국민 1인당 육류 소비량도 2000년 34.1kg에서 2018년 47.1kg으로 증가하였으며 이 중 돈육은 22.8kg으로 44.8%를 차지하였다. 한편 최근 구제역이나 아프리카돼지열병과 같은 가축 전염병의 발병이 늘어나면서 동물성 식품 안전성에 관한 소비자들의 관심이 증가하고 있다.

예전부터 설파제와 유산동[1, 2, 3, 4] 등은 가축사료 첨가제로 사용되어 오다가 식품 내 항생제 잔류문제가 제기된 60년대부터는 사용이 제한되기 시작하였다 [5, 6, 7]. 이후 항생제 내성균의 출현으로 세계적으로

동물 사료용 항생제 사용에 관한 관심이 높아지면서 1997년 이후 WHO와 EU는 호르몬제 및 항미생물 성장촉진제(AMGP)의 사용도 엄격히 금지하고 있다[8]. 2011년 7월 이후 국내에서는 ampicillin, penicillin 및 tetracycline 등의 남용으로 인해 항생제에 대한 내성균의 출현률이 20-90% 이상으로 늘어남에 따라[9] 가축에 대한 AMGP의 사용이 전면금지되었다. 따라서 항생제를 대체할만한 사료첨가용 생균제의 개발이 절실히 요구되고 있으며 이러한 상황에서 항생제 대체제로 생균제, 효소제 및 식물성 생리활성물질에 관한 관심이 높아지고 있다.

양돈 사료에 사용되는 식물성 박류에는 돼지가 소화할 수 없는 β-글루칸, 만나, 펙틴 및 셀룰로스 와 같은 비전분성 다당류(NSP)를 상당량 포함하고 있다. 자일로스 와 만나는 점도를 증가시켜 영양 이용을 막아 성장 능력을 감소시키며 세포벽 내 NSP가 영양소 소화와 흡수를 저해할 수 있는 것으로 알려져 있다. 또한, 식물성 박류는 항영양성 인자인 phytic acid가 다

량 함유되어 있으며 이들은 단백질과 반응하여 protein phytic 복합체를 형성하고, 용해도 감소를 일으켜 단백질 분해효소의 작용을 막을 뿐만 아니라 단백질의 체내 흡수 또한 감소시킨다[10, 11].

단백질의 체내 흡수를 개선시키는 방법으로는 phytate와 결합된 단백질을 분해하여 단백질의 체내 이용성을 높이는 방법과 phytate를 제거하는 방법이 있다[12, 13]. 항영양성 인자에 의한 사료 이용성 저하를 감소시키고 사료 이용율을 증가시키기 위하여 가축사료에 효소제를 첨가하는 시도는 지속해서 이루어져 왔으며 특히 Mannanase의 경우는 돼지의 소화율 개선을 통한 생산성 향상이 입증되었다[14, 15]. 또한 Lewis 등 (1995)은 단백질 분해효소(Protease) 첨가 시 자돈의 증체율과 사료효율이 개선되었다고 보고하였다[16].

최근에는 여러 기질에 작용하는 복합효소제가 개발되어 상용화되어있는데 민 등 (1992)에 의하면 복합효소제를 육성 - 비육돈 단계에서 사료에 첨가하여 급여 시 사료효율과 일당증체량이 개선되었고[17], Bedford 등 (1992)에 의하면 효소제를 자돈사료에 첨가한 경우 생산성이 향상되었다고 보고하였다[18]. 그러나 Cunningham과 Brisson (1957)은 단백질과 탄수화물 분해효소를 첨가하여도 사료효율과 증체율에 효과가 없었다고 하였다[19].

따라서 본 연구는 비육돈 사료 내 복합효소제로 프로테아제, 자일라나제, 만나아제 첨가 시 비육돈의 성장 및 생산성에 미치는 영향에 대해 조사하기 위하여 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 첨가 효소제

본 연구에 사용된 효소제는 Protease, Xylanase, mannanase로 그 역가는 Table 1과 같다.

[Table 1] Unit of used enzymes

E'nzymes	Content
Protease	2500000 U/kg
Xylanase	2000000 U/kg
mannanase	2000000 U/kg

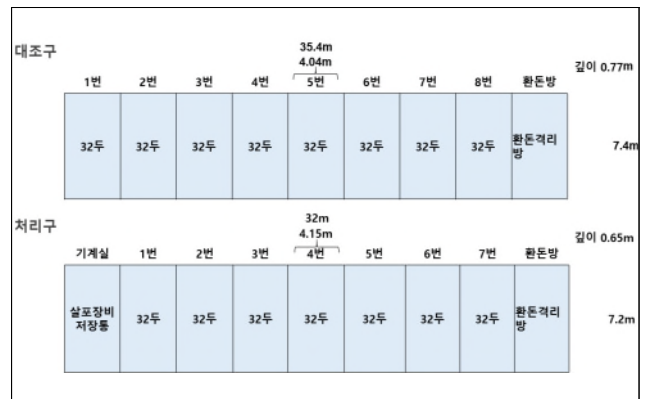
2.2 공시축, 실험설계

사양 시험을 위해 비육돈(Landrace × Yorkshire × Duroc) 1478두를 공시하였으며 실험개시 평균체중은 37.48±5.43kg 으로 체중을 고려하여 3반복하였으며, 반

복 당 대조구는 평균 256두 처리구는 평균 236두씩 완전 임의 배치하였다. 대조구는 효소제 무처리하였고 처리구의 경우 Protease + Xylanase + mannanase 0.1% 첨가하여 출하체중 약 115kg 시점까지 사양하였다.

2.3 사양관리

돈사는 벽면형 강제환기 시스템이 설치된 H빔 판넬 구조의 무창돈사로 벽면형 바닥은 코슬랫인 곳에서 돼지를 사육하였으며 내부배치도는 Fig 1 과 같다. 사양관리는 관행에 따라 실시하였다. 사료와 물은 일자형 무제한급이기를 활용 자유 채식시켰다.



[Fig 1] 실험농장 내부배치도

2.4 사양성적

사양성적을 조사하기 위하여 실험개시와 출하 시 체중을 측정하여 일당증체량 (Average daily gain)을 계산하였으며, 일일사료섭취량 (Average daily fed intake)은 사료통에 부착된 저울을 활용하여 일당섭취량을 기록 후 합산하였다. 사료요구율 (Cost per kilogram feed)은 일당증체량을 사료섭취량으로 나누어 산출하였다. 출하성적서를 기준으로 1등급 이상 돼지 출현율 (Prevalence of grade 1 or higher)을 계산하였다.

2.5 생산성 분석

생산성 분석은 전기세, 인건비 등을 고려하지 않고 사료비용과 복합효소제비용만을 기준으로 하여 총 돈가, 총 사료섭취량과 효소제 단가를 조사하여 계산한 후 두당 수익을 계산하여 비교하였다.

2.6 통계적 분석

본 실험에서 얻은 자료에 대한 통계적 분석은 실험 결과의 통계처리는 SAS 9.14를 이용하여 분산분석

(Analysis of Variance, ANOVA)을 실시한 후 Duncan's 다중검정에 의하여 처리구간 유의성 검정을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 사양성적

기초사료에 Protease, Xylanase, mannanase를 포함한 복합효소제의 첨가가 비육돈의 사양성적에 미치는 영향은 Table 2와 같다.

[Table 2] Effects of dietary supplementation of Protease, Xylanase and mannanase on growth performance in Fattening pigs

	Control	Treatment
Average daily gain, g	749.39±10.48 ^b	784.62±17.42 ^a
Average daily fed intake, kg	2.12±0.19	2.15±0.05
Cost per kilogram feed, \$	0.355±0.01 ^b	0.365±0.01 ^a

Treatment: Protease + Xylanase + mannanase, 0.1%; ^{ab}Values with different superscripts in the same row are significantly (p<0.05).

일당증체량에서 복합효소제 처리구에서 대조구에 비해 유의적으로 개선된 결과를 나타내었다(p<0.05). 사료섭취량에서는 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않았다(p>0.05). 사료요구율은 처리구에서 유의적으로 개선되었다(p<0.05).

본 연구의 결과 Protease, Xylanase, mannanase를 포함한 복합효소제의 첨가 시 돼지 사양성적이 개선되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 육성돈 사료에 복합효소제 (protease, amylase 및 NSP 분해효소)를 첨가하였을 때 사료효율이 개선되며 한가지의 효소를 첨가하였을 때보다 효과가 더 컸다는 Dierick과 Decuypene (1944)의 연구와 유사한 결과를 나타내었다[20]. 결과적으로 비육돈 사료 내 복합효소제 첨가는 비육돈의 성장을 개선시키는 것으로 보인다.

3.2 생산성 분석

기초사료에 Protease, Xylanase, mannanase를 포함한 복합효소제의 첨가 시 생산성에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 1 kg 당 사료비 (Feed cost)는 처리구에서 6.6원 높았다. 1두당 증체량 (Total weight gain)은 처리구에서 더 높은 증체량을 보였지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p>0.05). 1두당 돈가의 경우 (Total pig prices) 처리구에서 더 높은 돈가를 형성하였고 순수익 (Net profit)역시 처리구에서 더 높았지만 두 항목 모두 유의적인 차이는 없었다(p>0.05). 1등급

이상 돼지 출현율 (Prevalence of grade 1 or higher)은 처리구에서 유의적으로 개선되었다(p<0.05).

[Table 3] Effects of dietary supplementation of Protease, Xylanase and mannanase on Productivity in Fattening pigs

	Control	Treatment
Feed cost (₩/kg)	479.6	486.2
Total weight gain (kg/pig)	76.78±3.55	78.65±2.95
Total feed intake (kg/pig)	244.09±5.27	243.69±12.53
Total feed cost (₩/pig)	117065.84±2526.	118485.41±6090.
	52	45
Total pig prices (₩/pig)	274993.02±52398	284553.47±58159
	.28	.74
Net profit (₩/pig)	157927.18±52371	166068±53548.87
	.72	
Prevalence of grade 1 or higher	49.54±4.92 ^b	57.41±0.47 ^a

Treatment: Protease + Xylanase + mannanase, 0.1%; ^{ab}Values with different superscripts in the same row are significantly (p<0.05).

본 연구의 결과 Protease, Xylanase, mannanase를 포함한 복합효소제의 첨가 시 높은 등급의 출현율이 증가하여 수익성 향상을 가져올 수 있을 것으로 보인다. 이러한 결과는 육성돈 사료 내 효소제를 첨가할 시 영양소 소화율을 높여주며 이에 따른 성장촉진 효과가 나타나 생산성이 증가한다는 조종관 (2010)의 연구와 유사한 결과를 나타내었다[21].

4. 논문사사 및 기여도

본 연구는 과학기술위원회 창의형 융합연구사업(지역 현안문제해결형) 지원으로 수행되었습니다. ¹의 고대건과 이용기는 공동 제1저자입니다.

참고문헌

- [1] Guest, G. B. 1976. Status of FDA's program on the use of antibiotics in animal feeds. J. Anim. Sci. 42:1052.
- [2] Hays, V. W. 1976. The role of antibiotics in efficient livestock production. International Symposium on Nutrition and Drug Interrelations. Nutrition Science Council. Iowa State University. Ames. August.
- [3] Jukes, T. H. 1972. Antibiotics in animal feeds and animal production. Bioscience. 22:526.
- [4] Kiser, J. S. 1976. A perspective on the use of antibiotics in animal feeds. J. Anim. Sci. 42:1058.
- [5] Mitsubashi, S., K. Harada. and M. Kameda. 1961. On the drug resistance of enteric bacteria. 6. Spontaneous and artificial elimination of transferable drug resistance

- factors. Japan J. Microbiol. 31:119.
- [6] Smith, H. W. 1962. The effects of the use of antibiotics on the emergence of antibiotic-resistant, disease-producing organisms in animals. Antibiotics in Agriculture. In Pro ceedings of the University of Nottingham Ninth Easter School in Agriculture Science. Butterworth, London. pp.374.
- [7] Smith, H. W. 1975. Persistence of tetracycline resistance in pig *E. coli*. Nature. 258:628.
- [8] Shin, H. T., D. H. Keum, H. W. Lee, D. K. Rhee, B. S. Hwang, and J. H. Lee. 2001. Screening of yeasts for the development of direct-fed microbials. Kor. J. Anim. Sci. Technol. 43(5):721-726.
- [9] Park, J. C., I. S. Kim, S. K. Kwon, J. M. Noh, S. M. Lee, J. P. Park, W. K. Lee, and S. R. Ryu. 2000. Prevalence of anti-biotic-resistant strains among bacteria isolated from bovine mastitis, swine diarrhea, and swine pneumonia. Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 28:189-194.
- [10] Beuchat, L. R. 1981. Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour proteins. J. Agric. Food Chem. 46:71-75.
- [11] Kim, K. H. and Kim, D. H. 1996. Improved soy food products through food science and nutrition application(in Korean). Food Sci. Ind. 29:37-43.
- [12] Choi, C., Chun, S. S. and Cho, Y. J. 1993. Extraction of protein from defatted sesame meal using the enzyme from *Bacillus* sp. CW-1121(in Korean). Kor. Agric. Chem. Soc. 36:121-126.
- [13] Chun, S. S., Cho, Y. J., Cho, K. Y. and Choi, C. 1995. Change of functional properties and extraction of sesame meal protein with phytase and protease. Korean J. Food Sci. Thechnol. 30:895-901.
- [14] Pettey, L. A., S. D. Cater, B. W. Sene and J. A. Shriver. 2002. Effects of β -mananase additon to corn-soybean meal direts on growth performance, carcas traits, and nutrient digestibility of weanling and growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 80:1012-1019.
- [15] Yoon, S. Y., Y. X. Yang, P. L. Shinde, J. Y. Choi, J. S. Kim, Y. W. Kim, K. Yun, J. K. Jo, J. H. Lee, S. J. Ohh, I. K. Kwon and B. J. Chae. 2009. Effects of mananase and distillers dried grain with solubles on growth performance, nutrient digestibility, and carcass characteristics of grower-finisher pigs. J. Anim. Sci. 75:2463.
- [16] Lewis, C. J., Carton, D. V., Liu, G. H., Speer, V. C. and Ashtton, G. C. 1955. Enzyme supplementation of baby pig diets. J. Agr. and Food Chem. 3:1047.
- [17] 민태선, 한인규, 정일병, 김인배. 1992. 사료내 항생제, 복합설파제, 유산동, 복합효소제, 생균제의 첨가가 돼지의 성장능력 및 도체특성에 미치는 효과. 한국영양사료학회지. 16(5):265.
- [18] Bedford, M. R., J. F. Patience, H. L. Classen and J. Inbor. 1992. The effect of dietary enzyme supplementation of rye- and barley-based diet on digestion and subsequent performance in weanling pigs. Can. J. Anim. Sci. 72:97.
- [19] Cunningham, H. M. and Brisson, G. J. 1957. The effect of proteolytic enzyme on the utilization of animal and plant proteins by newborn pigs and the response to predigested protein. J. Anim. Sci. 16:568.
- [20] Dierick, N. A. and J. A. Decuyper. 1994. Enzymes and growth Enzyms and growth in pigs. In: Principles of pig science (Ed. D. J. A. Cole, J. Wiseman and M. A. Varley). Nottingham University Press, UK. pp. 169-195.
- [21] 조종관. 2010. 복합효소제의 첨가가 육성돈의 성장, 영양소 소화율, 혈액성상, 분내 휘발성 지방산과 암모니아태 질소 농도 및 경제성에 미치는 영향. 강원대학교 대학원.