

β -Mannanase (CTCZYME[®]) 첨가가 어린 송아지의 성장에 미치는 영향

이세영¹·이상문¹·김종형²·기광석²·김현섭²·감동근³·이재환⁴·이정진⁴·배귀석⁵·서성원^{1*}

Effect of β -Mannanase (CTCZYME[®]) on the Growth of Young Calf

Se-Young Lee¹·Sang-Moon Lee¹·Jong-Hyeong Kim²·Kwang-Seok Ki²·Hyeon-Shup Kim²·
Dong-Keun Kam³·Jae-Hwan Lee⁴·Jung-Jin Lee⁴·Gui-Seck Bae⁵·Seongwon Seo^{1*}

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate effects of supplementation of β -mannanase (CTCZYME[®], CTCBIO, Inc.) on feed intake, growth performance and fecal health of calves fed two levels (3% vs. 8%) of palm kernel meal (PKM). A total of nine Holstein calves were divided into three groups, and fed a conventional starter containing 3% PKM (CON), CON + 0.1% CTCZYME[®] (TRT1), or a starter containing 8% PKM + 0.1% CTCZYME[®] (TRT2). No clinical symptom of calves was observed through the trial. We did not find significant differences among the treatments on mean feed intake, growth performance, or fecal health during the four-week experimental period. Feed efficiency tended to be improved by adding CTCZYME[®] (0.46, 0.87 and 0.52 for CON, TRT1 and TRT2, respectively). Compared with CON (921 g/d and 786 g/d), TRT2 had lower feed intake (727 g/d) and average daily gain (ADG, 631 g/d) before weaning. However, feed intake (2300 g/d) and ADG (1012 g/d) were similar or even higher in TRT2 than CON (2269 g/d and 560 g/d) after weaning. This was probably due to the effect of a large amount of mannan-oligosaccharide released from PKM by β -mannanase. *Salmonella* was not detected any fecal samples. No significant difference was observed in the number of fecal *E. coli* or fecal properties including color, smell, and watery indexes among the treatments. We conclude that a calf starter containing 8% PKM with 0.1% CTCZYME[®] is comparable with a conventional starter in feed intake and growth performance of calf, which is beneficial in terms of reduction in feed cost.

Key words: CTCZYME[®], β -mannanase, mannan, palm kernel meal, calf

1. 서론

국제 곡류가의 꾸준한 인상으로 사료용 곡물의 90% 이상을 수입에 의존하는 국내 축산업은 많은 어려움을 겪고 있으며, 새로운 사료 자원의 개발 및 효율적 이용에 대한 많은 노력이 이루어지고 있다. 그 중 동남아시아 등지에서 수입되는 야자박(copra meal)과 팜박(palm kernel meal) 등은 단백질과 탄수화물의 함량이 높은 반면 가격이 상대적으로 저렴하기 때문에 기존의 곡류 및 단백질 공급원을 대체할 수 있는 원료 사료로써의 가치가 매우 높다(Devendra, 1989; Dung 등, 2002). 단위동물의 사료에 야자박과 팜박

을 첨가하는 데 있어서의 가장 큰 제약 조건은 단위동물의 효소로 분해가 되지 않는 만난(mannan)인데, 야자박에는 25~30%, 팜박에는 30~35%의 만난이 포함되어 있으며 이는 옥수수(0.09%), 대두박(1.2~1.8%)에 비해 많은 양이다(Dierick, 1989).

CTCZYME[®]은 만난을 mannan-oligosaccharide/mannose로 분해하는 β -mannanase로 구성되어 있으며, 단위 가축의 사료에 첨가하였을 때 동물의 성장 및 경제성에 대한 긍정적인 연구결과가 보고된 바 있다(Kong 등, 2009; Yoon 등, 2010). 닭에서 CTCZYME[®]을 사료 내 0.04% 첨가하였을 때, 증체량이 증가하였는데 소화 내용물의 점도 감소를 통한 소화율 증가에 따른 것으로 보고된다(이정현 등, 2009). 야자박과 팜박을 이용한 양돈 사료에서 CTCZYME[®]의 첨가는 탄수화물의 이용성을 증대하여 생산성의 저감 없이 생산비를 낮추는 결과를 보였다(Lee, 2010; 장영달 등, 2008). 또한 β -mannanase의 분해 산물인 mannan-oligosaccharide가 지닌 prebiotic 효과도 있을 것으로 기대된다(Spring 등, 2000). 하지만 아직까지 반추동물에서 CTCZYME[®] 첨가 효과에 대한 실험 결과는 보고된 바 없다.

반추동물 특히 포유기의 어린 송아지의 경우 반추위가 발달하지 않아 단위 동물의 소화생리와 유사하고 소화기 내 미생물 군집이 불안정하기 때문에, 단위동물과 마찬가지로

¹ 충남대학교 동물바이오텍시스템과학과(Department of Animal Biosystem Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

² 농촌진흥청 국립축산과학원(National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea)

³ CJ 제일제당 사료축산연구소(CJ CheilJedang Feed Animal Research Institute, Incheon 400-103, Korea)

⁴ (주)CTC바이오(CTCBIO Inc., Seoul 138-858, Korea)

⁵ 중앙대학교 동물자원과학과 (Department of Animal Science and Technology, Chungang University, Anseong 456-756, Korea)

* Corresponding author: 서성원

Tel.: +82-42-821-5787 Fax: +82-42-823-2766

E-mail: swseo@cnu.ac.kr

2010년 8월 11일 투고

2010년 9월 4일 심사완료

2010년 9월 17일 게재확정

지로 CTCZYME®의 첨가가 긍정적 효과로 이어질 가능성이 높다. 특히, β-mannanase의 처리 후 만난의 분해 산물로 예상되는 mannan-oligosaccharide를 송아지 대용유에 첨가하였을 때, 고품사료 섭취량의 증가 및 분 중 미생물(Cryptospridium spp.)의 감소효과(Terre 등, 2007)와 항생제 대체 효과(Heinrichs 등, 2003)가 보고된 바 있다.

따라서 본 실험은 CTCZYME®의 첨가가 어린 송아지의 성장에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시동물

본 실험은 2009년 10월 8일부터 11월 19일까지 국립축산과학원 축산자원개발부 실험 목장의 송아지 우사에서 홀스타인 송아지(체중, 48.9±7.8kg; 생후 일령, 29.2±7.4일) 9두를 공시하여 실시하였다.

2. 실험 설계 및 시험사료

공시 동물은 동물에 따른 변이를 최소화 하고자 생후 일령에 따라 3개 그룹으로 나누고, 성별, 가족정보 등을 바탕으로 3개 실험구에 배치한 후, 각 구별로 3개의 처리를 임의로 배치하였다. 농후사료내 팜박 함량과 β-mannanase (CTCZYME®, CTCBIO, Inc.) 첨가에 따라 3개의 처리구로 나누었는데, 대조구(control)는 3% 팜박과 CTCZYME® 무첨가, 처리구1(T1)은 3% 팜박과 0.1% CTCZYME® 첨가, 그리고 처리구2(T2)는 8% 팜박과 0.1% CTCZYME® 첨가하여 급여하였다. 사료는 건초 형태의 혼과 목초 (톨페스큐, 화이트 클로버 등)와 CJ 사료에서 배합한 농후사료를 각 개체별로 자유 채식시켰다. 또한, 이유시까지 전유를 급여하였는데, 체중의 10%에 해당되는 양을 오전 9시와 오후 4시에 나누어 급여하였고, 생후 일령 그룹에 따라 이유를 실시하되 전유 급여량을 2%씩 감하여 5일간 단계적으로 생후 평균 52.2(±3.2)일에 이유시켰다. 실험기

간 동안 송아지 우사 실내의 평균 온도는 17.4(±5.4)°C 였으며, 평균 습도는 58.0(±15.6)% 였다.

3. 조사 및 분석

가. 사양 실험

본 실험은 이유 전 2주, 이유 후 2주로 총 4주간 진행되었으며, 매일 10%의 잔량이 남도록 조사료 및 배합사료를 급여하고, 일일 섭취량을 조사하였다. 또한 질병 및 설사 발생을 Larson(1977)의 방법에 따라 매일 기록하였으며, 매주 체중을 측정하고, 분을 채취하였다. 분 정상 측정을 위해 색, 냄새, 경도 및 함수정도를 측정하였는데, 분의 색은 흰색(1)에서 검정색(7), 냄새는 정상(1)에서 매우 불쾌함(3), 경도는 정상(1)에서 딱딱함(5) 그리고 함수정도는 정상(1)에서 액상(4)의 범위로 나누어 해당하는 점수를 기록하였다.

나. 화학 성분 분석

시험 사료의 건물, 회분, 조단백질, 조지방은 AOAC(1984)의 방법에 따라 분석하고, NDF는 Pell과 Schofield(1993)가 제시한 micro NDF법에 따라 분석하였다. 조사료와 각 배합사료별 화학 성분 분석 결과는 Table 1에 나타나 있다.

다. 분내 미생물 분석

채취한 송아지 분내 미생물을 분석하기 위해 분을 증류수로 10¹~10³ 희석한 다음, *E. coli*와 *Salmonella*를 분석하기 위한 MacConkey agar(Difco, Sparks, MD, USA)와 SS agar(Difco, Sparks, MD, USA) plate에 100ul씩 접종하였다. 접종한 plate는 37°C에서 24시간 배양 후 colony 개수를 조사하였다.

라. 통계 분석

SAS package(SAS Institute, Cary, NC)의 ANOVA procedure를 이용하여 분석하였고, Fisher's Least Significant

Table 1. The chemical composition of concentrates and forage.

	Calf Starter ¹			Forage
	Control	T1	T2	
Dry matter (% AF)	89.20 (±0.09)	89.46 (±0.02)	90.18 (±0.12)	91.38 (±0.19)
Organic matter (% DM)	90.71 (±0.24)	91.21 (±0.27)	90.70 (±0.33)	92.24 (±0.20)
Crude protein (% DM)	17.77 (±0.04)	17.62 (±0.16)	17.98 (±0.07)	8.78 (±0.07)
Ether extract (% DM)	3.86 (±0.03)	2.94 (±0.40)	4.75 (±0.22)	3.25 (±0.29)
Ash (% DM)	9.29 (±0.22)	8.80 (±0.27)	9.31 (±0.31)	7.76 (±0.00)
NDF (% DM)	54.54 (±0.88)	55.53 (±1.12)	55.09 (±3.79)	65.89 (±0.82)
NFC (% DM)	14.45 (±0.92)	15.08 (±1.23)	12.82 (±3.81)	14.30 (±0.90)

¹ Control, 3% palm kernel meal(PKM) without CTCZYME®; T1, 3% PKM with 0.1% CTCZYME®; T2, 8% PKM with 0.1% CTCZYME®.

Difference(LSD)을 이용하여 각 처리간 평균을 비교하였다. 통계적 유의 수준은 5%로 가정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 전 시험기간 송아지의 성장, 사료섭취량 및 사료효율

대조구(3% 팜박, CTCZYME[®] 무첨가), 처리구1(3% 팜박, 0.1% CTCZYME[®] 첨가), 처리구2(8% 팜박, 0.1% CTCZYME[®] 첨가) 간 송아지의 성장, 농후사료와 조사료 건물섭취량 및 사료효율에 유의적인 차이는 없었다(Table 2). 처리구 1은 대조구 및 처리구 2에 비해 비교적 낮은 사료 섭취량을 보였으나 일당증체량은 차이가 없어 사료 효율이 수치상으로 가장 높았다. 일당 증체량은 처리구 2에서 821 g으로 대조구(673 g), 처리구 1(685 g)에 비해 높은 경향을 보였고, 건물 섭취량은 대조구가 농후사료와 조사료 모두 다른 처리구에 비해 높은 경향을 보였다. 처리구 2의 농후사료 섭취량이 대조구와 차이를 보이지 않았으므로, 팜박 8% 첨가에 따른 섭취량의 감소는 없는 것으로 나타났다.

McDonald 등(1982)은 브로일러 사료에 팜박을 20%까지 사용해도 동물의 생산성을 감소시키지 않는다고 보고하였으며, Okai와 Opoku-Mensah(1988)는 돼지 사료에 팜박을 20%까지 포함시켰는데 사료섭취량은 비슷하였고 성장 성적은 증가하였으며 팜박의 사료내 수준이 증가할수록 사료비가 감소하였다고 보고하였다. Heinrichs 등(2003)의 실험에서 mannan 올리고당의 첨가가 대조구에 비해 섭취량과 성장률에서 유의적인 차이를 보이지 않았다.

결과적으로 CTCZYME[®]의 첨가는 통계적 유의차는 없으나 사료 효율을 증진시키는 경향을 보였으며, 8%의 팜박과 CTCZYME[®]을 첨가한 사료가 송아지의 사료 섭취량

Table 2. Effects of dietary level of palm kernel meal and adding CTCZYME[®] on feed intake and growth performance of calves during four-week experimental period.

Items	Treatments ¹			SEM ²
	Control	T1	T2	
BW, kg	62.7	63.7	61.4	4.2
ADG, g/d	672.6	684.5	821.4	154.9
Milk consumption, kg/d	2.2	2.3	2.3	0.74
Concentrate intake, g/d	1,517.4	1,156.3	1,459.4	267.1
Forage intake, g/d	77.5	56.6	54.1	7.5
Ration DMI, g/d	1,594.9	1,212.9	1,513.5	269.3
G : F Ratio	0.46	0.87	0.52	0.19

¹ Control, 3% palm kernel meal(PKM) without CTCZYME[®]; T1, 3% PKM with 0.1% CTCZYME[®]; T2, 8% PKM with 0.1% CTCZYME[®].
² SEM, standard error of means.

및 성장율에 있어 관행사료와 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다.

2. 이유전후 송아지의 성장, 사료섭취량 및 사료효율의 변화

이유전후 송아지의 성장, 사료섭취량 및 사료효율의 변화를 주별로 분석하였는데, 처리구간 유의적인 차이는 없었다(Fig. 1). 이유전후 송아지 체중의 변화를 보면, 처리구1은 이유전 대조구보다 높았다가 이유후 대조구와 비슷한 경향이 있었으며, 처리구 2는 이유 2주전부터 이유후 1주까지 대조구보다 낮았으나 이유후 2주에는 대조구와 비슷하였다. 일당증체량의 변화는 처리구마다 다른 양상을 보였는데, 대조구는 이유2주전 낮았다가 이유1주전 증가하여 다른 처리구보다 높았다가 이유후 감소하는 경향이 있었다. 처리구1은 이유2주전 다른 처리구보다 높았다가 점차 감소하였고, 처리구 2는 이유후에 일당증체량이 증가하여 다른 처리구보다 높은 경향이 있었다. 사료섭취량에서 처리구1은 대조구보다 농후사료 섭취량, 조사료 섭취량이 낮았으며, 처리구2는 농후사료 섭취량은 대조구와 비슷하였지만, 조사료 섭취량은 낮았다. 사료효율(G:F)은 이유전에 처리구 1이 대조구보다 높았으나, 이유후에

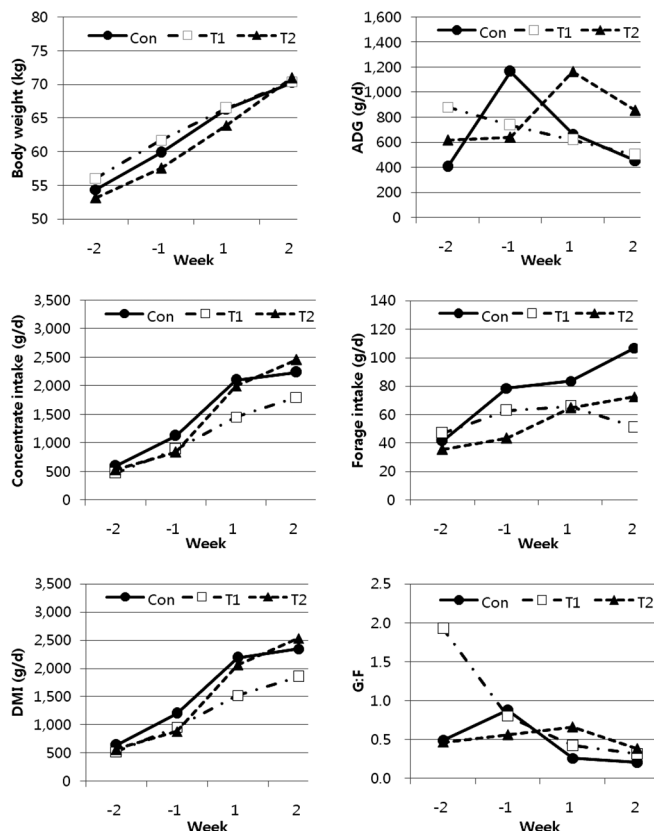


Fig. 1. Effects of dietary level of palm kernel meal and adding CTCZYME[®] on the growth, feed intake and feed efficiency before and after weaning in calves.

Table 3. Effects of dietary level of palm kernel meal and adding CTCZYME[®] on the fecal characteristics in calves.

	Treatment ¹			SEM
	Control	T1	T2	
<i>Fecal color</i>				
2 wk. before weaning	4.1	4.0	3.9	0.07
1 wk. before weaning	4.4	4.0	3.9	0.13
1 wk. after weaning	4.0	4.0	4.0	0.02
2 wk. after weaning	4.0	4.2	4.1	0.07
Total	4.1	4.0	4.0	0.04
<i>Fecal fluidity</i>				
2 wk. before weaning	1.4	1.3	1.5	0.12
1 wk. before weaning	1.6	1.1	1.3	0.20
1 wk. after weaning	1.2	1.1	1.2	0.08
2 wk. after weaning	1.0	1.3	1.0	0.10
Total	1.3	1.2	1.3	0.08

¹ Control, 3% palm kernel meal(PKM) without CTCZYME[®]; T1, 3% PKM with 0.1% CTCZYME[®]; T2, 8% PKM with 0.1% CTCZYME[®].

² For fecal color, white = 1; gray = 2; yellow = 3; brown = 4; red = 4; green = 6; black = 7. For fecal fluidity, normal = 1; soft = 2; runny = 3; watery = 4.

는 처리구 2가 대조구보다 높은 경향이 있었다.

결론적으로 팜박 8%와 CTCZYME[®]을 첨가한 사료(처리구 2)가 이유전에는 대조구에 비해 낮은 사료 섭취량과 증체량을 보이다가 이유 후에는 대조구에 비해 높거나 비슷한 경향이 나타났다. 만난올리고당의 첨가로 이유 후 농후사료 섭취량이 증가하는 경향을 보였는데(Heinrichs 등, 2003), 본 실험에서 다량의 만난이 함유된 사료에 mannanase를 첨가함에 따라 만난올리고당의 생성량이 증가되어 이유 후 섭취량과 일당증체량의 증가가 나타난 것으로 추측된다.

3. 분 성상 및 분내 미생물

대조구(3% 팜박, CTCZYME[®] 무첨가), 처리구1(3% 팜박, 0.1% CTCZYME[®] 첨가), 처리구2(8% 팜박, 0.1% CTCZYME[®] 첨가) 간 송아지의 분 성상을 분석하였다 (Table 3). 분의 냄새 및 경도(consistency)는 처리구간 거의 비슷하였으며, 분의 색 및 함수정도(fluidity)도 처리구간 유의적인 차이는 없었다. 이유 1주전 처리구 1의 *E. coli* 수는 3.16×10^4 cfu로 대조구(7.94×10^2 cfu)나 처리구 2(2.00×10^3 cfu)보다 높은 경향이 있었다. 분의 함수정도는 이유전보다 이유후에 감소하였으며, 처리구 1의 이유1주전 분의 함수정도는 1.1로 대조구(1.6)나 처리구 2(1.3)보다 낮은 경향이 있었다. 또한 분내 미생물을 분석하기 위해 *E. coli*와 *Salmonella*를 조사하였는데, *Salmonella*는 모든 분 샘플에서 나타나지 않았으며, *E. coli*는 처리구간

Table 4. The fecal count (Log₁₀ cfu/g of feces) of *Escherichia coli* in calves fed different level of palm kernel meal and adding CTCZYME[®].

	Treatments ¹			SEM ²
	Control	T1	T2	
2 wk. before weaning	3.10	4.00	3.73	0.233
1 wk. before weaning	2.92	4.53	3.30	0.512
1 wk. after weaning	2.87	2.71	3.24	0.270
2 wk. after weaning	ND ³	2.66	3.06	0.323
Total	2.96	3.45	3.44	0.189

¹ Control, 3% palm kernel meal(PKM) without CTCZYME[®]; T1, 3% PKM with 0.1% CTCZYME[®]; T2, 8% PKM with 0.1% CTCZYME[®].

² SEM, standard error of means.

³ ND, not detected.

유의적인 차이는 없지만, 처리구가 대조구보다 높은 경향이 있었다(Table 4). 이유 1주전 처리구 1의 *E. coli* 수는 4.5으로 대조구(2.9)나 처리구 2(3.3)보다 높은 경향이 있었다. 모든 처리구가 이유전보다 이유후에 *E. coli* 수가 감소하였으며, 특히 대조구는 이유2주후에 분내 *E. coli*가 검출되지 않았는데, 아직 정확한 원인은 찾지 못하였다.

결론적으로 팜박과 CTCZYME[®]을 첨가한 처리구에서 송아지 분내 *E. coli*의 수가 감소하지 않았는데, Spring 등 (2000)에 의하면 만난올리고당은 *Salmonella*를 효과적으로 억제시키지만, 다른 장내 미생물은 영향을 주지 않았으며, Terre 등(2007)도 만난올리고당 처리에 의한 송아지 분내 *E. coli*나 *Clostridium perfringens*의 수가 감소되지 않는다고 보고하였다.

IV. 결론

본 실험은 CTCZYME[®]의 첨가가 어린 송아지의 성장에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 농후사료내 팜박 함량과 β-mannanase(CTCZYME[®], CTCBIO, Inc.) 첨가에 따라 3개의 처리구로 나누었는데, 대조구는 3% 팜박과 CTCZYME[®] 무첨가, 처리구1은 3% 팜박과 0.1% CTCZYME[®] 첨가, 그리고 처리구2는 8% 팜박과 0.1% CTCZYME[®] 첨가하여 급여하였다. CTCZYME[®]의 첨가는 통계적 유의차는 없으나 사료 효율을 증진시키는 경향을 보였으며, 8%의 팜박과 CTCZYME[®]을 첨가한 사료가 송아지의 사료 섭취량 및 성장율에 있어 관행사료와 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 팜박 8%와 CTCZYME[®]을 첨가한 사료(처리구 2)가 이유전에는 대조구에 비해 낮은 사료 섭취량과 증체량을 보이다가 이유 후에는 대조구에 비해 높거나 비슷한 경향이 나타났다. 본 실험에서 다량의 만난이 함유된 사료에서 mannanase를 첨가함에 따라 만난올리고당의 생성량이 증가되어 이유 후 섭취량과 일당증체량의 증가가 나타난 것으로 추측된다. 그리고 CTCZYME[®]

의 첨가는 송아지 분내 *E. coli*의 수에는 영향을 주지 않았다.

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호: PJ006575)의 지원에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

1. 이정현, 이준엽, 윤석민, 이명호, Keohavong Bounmy, 이재환, 오상집. 2009. 야자박 활용 육계사료에 β -mannanase의 첨가가 육계의 육성성적, 영양소 이용율에 미치는 영향. 한국동물자원과학회 학술발표회.
2. 장영달, 윤진현, 김동혁, 이재환, 주원석, 김유용. 2008. Evaluation of copra meal and palm kernel meal with mannanase on growth performance and nutrient digestibility in growing-finishing pigs. 한국동물자원과학회 학술발표회.
3. AOAC. 1984. Official methods of analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
4. Devendra, C. 1989. Ruminant production systems in the developing countries: resource utilization, In Feeding Strategies for Improved Productivity of Ruminant Livestock in Developing Countries, pp. 5-30. IAEA, Vienna, Austria.
5. Dierick, N.A. 1989. Biotechnology aids to improve feed and feed digestion: Enzyme and fermentation. Arch. Anim. Nutr. 3: 241-261.
6. Dung, N.N.X., L.H. Manh, P. Uden. 2002. Tropical fiber sources for pigs digestibility, digesta retention and estimation of fibre digestibility in vitro. Anim. Feed Sci. Technol. 102: 109-124.
7. Heinrichs, A.J., C.M. Jones, B.S. Heinrichs. 2003. Effects of Mannan Oligosaccharide or Antibiotics in Neonatal Diets on Health and Growth of Dairy Calves. J. Dairy Sci. 86: 4064-4069.
8. Kong, C., J.H. Lee, O. Adeola. 2009. Supplementation of β -mannanase to starter and grower diets for broilers. Poul. Sci. 88 (suppl.1).
9. Larson, L.L., F.G. Owen, J.L. Albright, R.D. Appleman, R.C. Lamb, L.D. Muller. 1977. Guidelines Toward More Uniformity in Measuring and Reporting Calf Experimental Data. J. Dairy Sci. 60: 989-991.
10. Lee, J.H. 2010. Effects of β -mannanase Supplementation to Swine Diets Containing Copra or Palm Kernel Meal on Nutrient Digestibility, Growth and Reproductive Performance. Ph. D. Dissertation. Seoul National University, Korea.
11. McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh. 1982. Animal Nutrition, 3rd ed. Longman, Harlow, UK.
12. Okai, D.B., D. Opoku-Mensah. 1988. The effects of varying levels of palm kernel meal on growth performance and carcass characteristics of pigs. Proc. 18-19th Ghana Animal Science Association Symposium, pp. 54-57. UST, Kumasi, Ghana.
13. Pell, A.N., P. Schofield. 1993. Computerized Monitoring of Gas-Production to Measure Forage Digestion In vitro. J. Dairy Sci. 76: 1063-1073.
14. SAS Institute. 2002. User's guide: Statistics, Version 9th ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
15. Spring, P., C. Wenk, K.A. Dawson, K.E. Newman. 2000. The Effects of Dietary Mannanoligosaccharides on Cecal Parameters and the Concentrations of Enteric Bacteria in the Ceca of Salmonella-Challenged Broiler Chicks. Poultry Sci. 79: 205-211.
16. Terre, M., M.A. Calvo, C. Adelantado, A. Kocher, A. Bach. 2007. Effects of mannan oligosaccharides on performance and microorganism fecal counts of calves following an enhanced-growth feeding program. Anim. Feed Sci. Technol. 137: 115-125.
17. 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, B.J. Chae. 2010. Effects of mannanase and distillers dried grain with solubles on growth performance, nutrient digestibility, and carcass characteristics of grower-finisher pigs. J. Anim. Sci. 88: 181-191.