

포유모돈에 있어 복합효소제 함유 식물성 단백질 공급원이 생산성과 돈유성상에 미치는 영향

김효진 · 조진호 · 진영걸 · 유종상 · 신승오 · 황염, 김인호

단국대학교 동물자원과학과

Effects of Plant Protein Source Containing Multienzyme on Performance and Milk Characteristics in Sow

H. J. Kim, J. H. Cho, Y. J. Chen, J. S. Yoo, S. O. Shin, Y. Huang and I. H. Kim

Department of Animal Resource & Science, Dankook University

ABSTRACT

A total of thirty sows (Landrace × Yorkshire) were used to determine the effects of plant protein source containing multienzyme on performance, nutrients digestibility and milk characteristics. A feeding trial was conducted for 21 days from parturition to weaning. Experimental diets were supplied for 1 week before the parturition day and throughout the experimental period. Dietary treatments included: 1) Control (CON; basal diet), 2) CGLT (included corn gluten) and 3) FSPM (included fermented soy protein containing multienzyme). Through the entire experimental period, backfat loss and return-to-estrus intervals were not affected by the treatments ($P > 0.05$). Nitrogen digestibility was increased significantly ($P < 0.05$) in FSPM treatment compared to CON treatment. Blood urea nitrogen (BUN) concentration was increased significantly ($P < 0.05$) in FSPM treatment compared to CON treatment. At the initial period, total protein content of milk was higher significantly ($P < 0.05$) in FSPM treatment compared to CGLT treatment and at the final period, total fat content of milk was higher significantly ($P < 0.05$) in FM treatment compared to CON treatment. Rectal temperature showed similar tendency of change among treatments. The final piglet body weight, weight gain and ADG were higher significantly in FSPM treatment compared to CON treatment. On diarrhea rate in piglet, just one piglet occurred in CGLT treatment. In conclusion, 2.5% dietary plant protein source containing multienzyme supplementation improved N digestibility, BUN concentration, fat and protein contents in milk and weight gain in piglet.

(Key words : Plant protein source, Performance, Nutrient digestibility, Milk characteristics, Sow)

I. 서 론

현재의 복당 산자수는 과거에 비해 증가하였고 이는 모돈에 있어 유생산을 증가시키는 결과를 가져왔으나 유생산이 증가함에 따라 모돈 체내에 저장되어 있는 영양소를 소모함으로써 모돈의 생산성에 문제가 발생하게 되었다

(Auld et al., 1998). 이러한 문제의 한 해결책으로 소화율이 높은 사료를 급여하여 포유모돈의 영양소 소화율을 향상시키는 것이다. 그 중 단백질은 포유자돈 뿐만 아니라 포유모돈에 있어서도 중요한 영양소이다. 특히, 포유모돈에 있어서 단백질은 유선의 발달과 유생산, 포유자돈의 성장 및 body condition을 유지하는데

Corresponding author : In Ho Kim, Dept. of Animal Resource & Science, Dankook University #29 Anseodong, Cheonan, Choongnam 330-714, Korea
Tel : 041-550-3652, Fax : 041-550-3604, E-mail : inhokim@dankook.ac.kr

중요한 요소중에 하나이다. 포유기간 동안 사료내 아미노산 이용성이 좋지 못할 경우 모돈은 유단백 합성을 위해 체내의 단백질로부터 아미노산을 이용하게 되고 과도한 조직내 단백질의 이용은 결국 모돈의 body condition에 악영향을 미치게 되며 이는 곧 발정재귀 지연 및 다음 산차 때 생사자돈 체중감소 및 불임과 같은 생산성에서의 문제가 발생하게 된다(Reese et al., 1982; King and Williams, 1984; Kirkwood et al., 1987). 특히, 초산돈은 낮은 사료섭취량으로 인해 유단백 합성에 있어 아미노산이 부족하게 되고 이는 모돈에게 큰 부담으로 작용한다. 이 때문에 포유모돈에 있어서의 아미노산의 이용성은 유생산, 생산성 및 body condition의 유지에 있어 중요하다.

양돈사료내 식물성 단백질원으로서 가장 많이 사용되고 있는 것이 대두박(soybean meal)이다. 채종박, 캐놀라박, 면식박, 루핀종실 및 옥글루텐 등은 대두박을 대체할 수 있는 식물성 단백질원으로서 영양학적 평가 및 대체효과 등 많은 연구(Batterham et al., 1986; Batterham et al., 1990; Mahan, 1993; Siljander-Rasi et al., 1996)들을 통해 사료 내에 부분적으로 대체되어 이용되고 있다. 뿐만 아니라 대두박보다 단백질 이용성을 높이기 위해 농축대두단백(soy protein concentration)이나 분리대두단백(isolated soy protein)으로 제조하여 사용하고 있다.

특히, 이유자돈에 있어 유단백을 농축대두단백이나 분리대두단백으로 대체 급여한 연구결과(Dietz et al., 1988; Geurin et al., 1988; Li et al., 1991; Sohn et al., 1994; Min et al., 2004) 생산성에서는 처리구가 유단백을 급여한 대조구와 유사한 결과를 보였다.

이에 본 연구에서는 대두박을 3차의 발효과정을 통하여 생산된 Antigen Free의 Soy Protein에 미생물 발효과정을 통해서 생산되는 glycoprotein enzyme과 multi enzyme(cysteine proteases, galactosidase, mannanase, phosphatase, peroxidase, amylase, cellulase)을 포유모돈 사료에 첨가 급여하였을 때 생산성, 영양소 소화율 및 돈유성상에 미치는 효과에 대해 알아보려고 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

모돈(Landrace × Yorkshire)은 건강상태 및 산차를 고려하여 3처리, 처리당 10두씩 포유모돈 30두를 공시하였으며 분만 일주일 전부터 시험사료를 급여하였고 분만 후부터 이유시까지 21일간 사양시험을 실시하였다. 시험설계는 1) CON(basal diet), 2) CGLT (included corn gluten) 및 3) FSPM (included fermented soy protein containing multienzyme)로 하였으며, 분만후 자돈은 모돈에 복당 10마리씩 균일하게 배치하였다.

2. 시험사료과 사양관리

시험사료는 NRC(1998) 요구량에 따라 배합한 옥수수-대두박 위주의 사료(Table 1)로서 아침과 저녁 두 번으로 나누어 자유채식토록 하였으며 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 섭취할 수 있도록 하였다.

3. 조사항목 및 방법

(1) 포유모돈 등지방두께

포유모돈의 등지방두께는 개시시와 종료시에 모든 모돈에 대해 Digital backfat indicator(Renclean-meter, USA)를 이용하여 1번째 및 10번째 늑골과 요추인 3개 부위의 정중선으로부터 5cm 떨어진 곳을 측정하여 세 개의 측정값의 평균치를 이용하였다.

(2) 포유모돈의 영양소 소화율 및 분내 수분 함량

포유모돈에서의 영양소 소화율을 측정하기 위하여 표시물로서 산화크롬을 사료내 0.2% 첨가하여 모든 모돈에게 시험종료 7일전부터 급여하였으며 시험종료일 항문마사지법으로 분을 채취하였다. 채취한 분은 70°C에서 24시간 건조시킨 후 분내 수분 함량 계산에 이용하였으며 분내 수분 함량 계산 후 분을 분쇄하여 영

Table 1. Feed formula and chemical composition for experiment

Ingredient, %	CON	CGLT	FSPM
Corn	49.21	49.52	48.31
Soybean meal	31.81	29.31	29.31
Tallow	6.08	6.02	5.89
Molasses	0.53	0.00	0.00
Wheat bran	3.52	3.42	5.00
Rice bran	5.00	5.00	5.00
Soybean hull	0.76	1.12	0.81
Limestone	0.90	0.89	0.89
Calcium phosphate	1.58	1.62	1.69
Salt	0.40	0.40	0.40
Vitamin premix ²⁾	0.20	0.20	0.20
Corn gluten	—	2.50	—
FSP(containing multienzyme)	—	—	2.50
Total	100.00	100.00	100.00
Chemical composition ³⁾			
ME (Kcal/kg)	3,400	3,400	3,400
Crude protein, %	19.12	19.60	19.47
Calcium, %	0.95	0.95	0.95
Phosphorus, %	0.75	0.75	0.75
Lysine, %	1.11	1.11	1.11

¹⁾ CON, basal diet; CGLT, included corn gluten; FSPM, included fermented soy protein containing multienzyme.

²⁾ Supplied per kg diet: vitamin A, 11,025 IU; vitamin D₃, 1,103 IU; vitamin E, 44 IU; vitamin K(menadion bisulfate complex), 44 mg; riboflavin, 8.3 mg; niacin, 50 mg; d-pantothenic acid(as d-calcium pantothenate), 29 mg; Choline-HCl, 166mg; Mn, 12mg; I, 0.3mg; Co, 1.0 mg and Se, 0.3mg.

³⁾ Calculated value.

양소 소화율 분석에 이용하였다. 사료의 일반 성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC(1990)에 제시된 방법에 의해 분석하였다.

시에 모든 모돈에서 50 ml 씩 모유를 채취한 후 Lactoscope (Petta. Ins. Co., Netherland)를 이용하여 일반성분 분석에 이용하였다.

(3) 포유모돈의 혈중 요소태질소 함량

포유모돈의 혈중 요소태질소 함량의 변화는 시험 개시시와 종료시에 모든 모돈의 이정맥(耳靜脈)에서 10 ml 씩 채취한 후, 4℃에서 2,000 × g로 30분간 원심분리하여 얻은 혈청을 분석에 이용하였다. 혈청생화학적 검사는 자동 생화학 분석기(HITACHI 747, Japan)를 이용하여 Blood Urea Nitrogen 함량을 측정하였다.

(4) 포유모돈의 모유성상

포유모돈의 모유성상은 시험 개시시와 종료

(5) 포유모돈의 사료섭취량

포유모돈의 사료섭취량은 총 시험기간 동안의 섭취량에서 종료시 잔량을 감하여 계산하였다.

(6) 포유모돈의 직장온도 변화

포유모돈의 직장온도 변화는 시험 개시일부터 종료일까지 3일 간격으로 직장온도계(TES 1311, E&E Process Instrument, Taiwan)를 이용하여 측정하였다.

(7) 포유자돈 일당증체량

포유자돈의 일당증체량은 개시시(분만시)와 종료시(이유시)에 각각 체중을 측정하여 계산하였다.

(8) 포유자돈 생존율

포유자돈의 생존율은 개시시부터 매일 자돈의 총 마리수를 확인하여 계산에 이용하였다.

(9) 포유자돈의 설사발생

포유자돈의 설사발생정도는 시험 개시일부터 종료일까지 매일 자돈의 항문상태를 점검하여 설사를 하는 자돈의 마릿수를 확인하였으며 0 (normal feces), 1 (soft feces), 2 (mild diarrhea), 3 (severe diarrhea)의 점수로 설사지수를 계산하였다.

4. 통계처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model Procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였으며 처리평균간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법(1955)을 이용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

포유모돈에 있어 사료 내 복합효소제 함유 식물성단백질공급원이 포유모돈 및 포유자돈에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 포유모돈의 사료섭취량에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 이러한 결과는 Payne 등(2004)이 Nutri-Pal(milk chocolate, brewer's yeast, whey products, glucooligosaccharides)

Table 2. Effects of plant protein source containing multienzyme on performance of sow and piglet

Items	CON ¹⁾	CGLT ¹⁾	FSPM ¹⁾	SE ²⁾
Number of sows	10	10	10	
Sow performance				
ADFI, kg	5.85	5.70	5.91	0.31
Backfat thickness, mm				
Initial (d 0: farrowing)	26.40	25.53	24.40	2.00
Final (d 21: weaning)	25.07	25.55	25.97	2.35
Backfat loss	-1.33	0.02	1.58	1.41
Digestibility				
Dry matter	77.57	76.49	78.09	0.29
N	79.10 ^b	79.57 ^{ab}	82.23 ^a	0.48
Moisture content in feces	57.41	58.46	56.16	4.75
Return to estrus, day	5.2	5.0	4.8	0.33
Piglet performance				
Initial BW/piglet	1.52	1.52	1.50	0.08
Final BW/piglet	6.22 ^b	6.49 ^{ab}	7.01 ^a	0.22
Weight gain/piglet	4.70 ^b	4.97 ^{ab}	5.51 ^a	0.20
ADG	0.224 ^b	0.237 ^{ab}	0.262 ^a	0.009
Survival rate, %	100	99	99	0.08

¹⁾ CON, basal diet; CGLT, included corn gluten; FSPM, included fermented soy protein containing multienzyme.

²⁾ Pooled standard error.

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ ($P<0.05$).

이 함유된 C-SBM을 모돈에게 급여하였을 때 사료섭취량에서 유의적인 차이를 보이지 않았다는 보고와 일치하였다.

포유모돈의 등지방 두께변화 및 재귀발정일에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 등지방 두께변화에 있어서 Dourmad 등(1998)이 단백질원으로 조단백질 함량이 각각 15.5(0% lysine 첨가)와 17.1(0.16% lysine 첨가)인 SBM을 포유모돈에게 급여하였을 때 분만시부터 이유시까지의 등지방 두께변화에서 유의적인 차이를 보이지 않았다는 보고와 일치하였으며 재귀발정일에 있어서 Payne 등(2004)이 Nutri-Pal(milk chocolate, brewer's yeast, whey products, glucooligosaccharides)이 함유된 C-SBM을 모돈에게 급여하였을 때 재귀발정일에서 유의적인 차이를 보이지 않았다는 보고와 일치하였으나 맹과 장(1989) 등이 소화효소제를 모돈사료에 첨가 급여하였을 때 재귀발정일을 단축시켰다는 보고는 본 연구와 상이한 결과를 나타내어 보다 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

포유모돈의 질소 소화율에서는 FSPM 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높았고($P<0.05$) 분내 수분 함량에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 포유자돈의 성장률에서는 종료시체중, 증체량 및 일당증체량에서 FSPM 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고($P<0.05$). 이러한 결과는 발효 미생물이 분비하는 protease에 의해 단백질 분자들이 small peptide로 분해되면서 모돈의 장 내로 쉽게 흡수되고 이로 인해 질소 소화율이 개선된 것으로 사료된다.

또한, 흡수된 혈액 내 small peptide 분자들이 모돈의 유선으로 다시 재 흡수되어 돈유내 단백질 함량이 증가하였을 것으로 보이며 CON 처리구보다 더 많은 양의 단백질을 포함한 FSPM 처리구 모돈의 돈유를 섭취한 자돈에서 증체량이 높게 나타난 것으로 사료된다. 이는 소화효소제를 급여하였을 때 자돈의 증체량을 개선시켰다는 보고(맹과 장, 1989)와 일치하였다. 포유자돈의 생존율에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). Payne 등(2004)은 Nutri-Pal(milk chocolate, brewer's yeast, whey products, glucooligosaccharides)이 함유된 C-SBM을 모돈에게 급여하였을 때 포유자돈의 생존율에서 유의적인 차이를 보이지 않았다는 보고와 일치하였다.

포유모돈에 있어 사료 내 복합효소제 함유 식물성단백질공급원이 포유모돈의 혈중 요소태질소 함량에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 혈중 요소태질소 함량에서는 종료시에 FSPM 처리구가 CGLT 처리구보다 유의적으로 높았으며($P<0.05$) 변화량에 있어서는 FSPM 처리구가 CON 및 CGLT 처리구보다 유의적으로 높았다($P<0.05$). 이 또한 앞에서 언급한 바와 같이 FM 처리구에서 단백질의 분해·흡수가 CON 처리구와 CGLT 처리구보다 쉽게 이루어진 결과라고 사료된다.

포유모돈에 있어 사료 내 복합효소제 함유 식물성단백질공급원이 포유모돈의 모유성상에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 모유내 지방 함량에서는 종료시에 FSPM 처리구가 CON 처리구 보다 유의적으로 높았으며($P<0.05$) 모유내 단백질 함량에서는 개시시에 FSPM 처

Table 3. Effects of plant protein source containing multienzyme on blood urea nitrogen of sow

Items	CON ¹⁾	CGLT ¹⁾	FSPM ¹⁾	SE ²⁾
Blood Urea Nitrogen, mg/dL				
Initial (d 0: farrowing)	12.72	11.27	14.47	1.19
Final (d 21: weaning)	14.27 ^{ab}	13.25 ^b	17.62 ^a	0.99
Difference	1.55 ^b	1.97 ^b	3.15 ^a	0.28

¹⁾ CON, basal diet; CGLT, included corn gluten; FSPM, included fermented soy protein containing multienzyme.

²⁾ Pooled standard error.

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ ($P<0.05$).

Table 4. Effects of plant protein source containing multienzyme on milk contents of sow

Items, %	CON ¹⁾	CGLT ¹⁾	FSPM ¹⁾	SE ²⁾
Fat				
Initial (d 0: farrowing)	4.19	3.59	3.54	0.25
Final (d 21: weaning)	8.17 ^b	9.15 ^{ab}	9.97 ^a	0.48
Protein				
Initial (d 0: farrowing)	20.55 ^{ab}	19.37 ^b	23.25 ^a	0.99
Final (d 21: weaning)	6.34	6.28	6.51	0.25
Lactose				
Initial (d 0: farrowing)	2.53	2.45	2.46	0.28
Final (d 21: weaning)	5.76	5.74	6.01	0.19

¹⁾ CON, basal diet; CGLT, included corn gluten; FSPM, included fermented soy protein containing multienzyme.

²⁾ Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with different superscripts differ (P<0.05).

Table 5. Effects of plant protein source containing multienzyme on diarrhea index of piglet

Items	CON ¹⁾	CGLT ¹⁾	FSPM ¹⁾
Day			
0~5	0(0.04)	1(0.08)	0(0.02)
5~10	0(0.01)	0(0.01)	0(0.00)
10~15	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
15~20	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)

¹⁾ CON, basal diet; CGLT, included corn gluten; FSPM, included fermented soy protein containing multienzyme.

리구가 CGLT 처리구와 비교하여 유의적으로 높았다(P<0.05). 또한, 모유내 Lactose 함량에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다(P>0.05).

포유모돈에 있어 사료 내 복합효소제 함유 식물성단백질공급원이 포유자돈의 설사발생에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 설사발생에 있어서는 0~5일째에 CGLT 처리구에서 한 마리가 발생하였으나 그 수가 한 마리로 미미할 뿐이었다. 또한, 다른 처리구에서의 설사발생은 없었다.

포유모돈에 있어 사료 내 복합효소제 함유 식물성단백질공급원이 포유모돈의 직장온도 변화에 미치는 영향은 Fig. 1에 나타내었다. 직장온도 변화에 있어서는 세 처리 모두 거의 차이

가 없었다. 이는 분만 후 모돈의 산욕열 감소에 세 처리 모두 뚜렷한 차이를 보이지 않았던

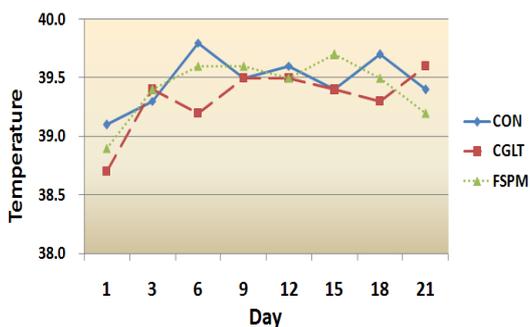


Fig. 1. Effects of plant protein source containing multienzyme on rectal temperature in sow.

것으로 사료된다.

본 시험결과 포유모돈에 있어 사료 내 복합 효소제 함유 식물성단백질공급원의 급여는 포유모돈에 있어서는 질소 소화율과 혈중 요소태질소 함량, 모유내 지방과 단백질 함량을 개선시켰으며 포유자돈에 있어서는 증체량을 향상시키는 것으로 사료된다.

IV. 요약

본 시험은 복합효소제 함유 식물성단백질공급원이 포유모돈의 생산성, 영양소 소화율 및 돈유성상에 미치는 효과를 알아보기로 실시하였다. 모돈은 건강상태 및 산차를 고려하여 3처리, 처리당 10두씩 30두를 공시하였다. 사료는 1차로 분만 일주일 전부터 급여하고 2차로 분만 후부터 21일령 이유시까지 급여하였다. 시험설계는 1) CON (basal diet), 2) CGLT (included corn gluten) 및 3) FSPM (included fermented soy protein containing multienzyme)로 하였으며, 분만후 자돈은 모돈에 복당 10마리씩 균일하게 배치하였다. 포유모돈의 영양소 소화율에서는 질소 소화율에서 FSPM 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높았다($P<0.05$). 포유모돈의 혈중 요소태질소 함량에서는 종료시에 FSPM 처리구가 CGLT 처리구보다 유의적으로 높았으며($P<0.05$) 변화량에 있어서는 FSPM 처리구가 CON 및 CGLT 처리구보다 유의적으로 높았다($P<0.05$). 포유모돈의 모유내 지방 함량에서는 종료시에 FSPM 처리구가 CON 처리구보다 유의적으로 높았으며($P<0.05$), 모유내 단백질 함량에서는 개시시에 FSPM 처리구가 CGLT 처리구와 비교하여 유의적으로 높았다($P<0.05$). 포유모돈의 직장온도 변화에 있어서는 세 처리 모두 유사한 변화를 보였다. 포유자돈의 성장률에서는 종료시체중, 증체량 및 일당증체량에서 FSPM 처리구가 CON 처리구와 비교하여 유의적으로 높았으며($P<0.05$) CGLT 처리구는 CON 처리구보다 높았으며 FSPM 처리구보다 낮았다.

포유자돈에서의 설사발생에 있어서는 0~5일 제에 CGLT 처리구에서 한 마리가 발생하였다.

본 시험결과 사료내 0.25% 복합효소제 함유 식물성단백질공급원의 급여는 포유모돈의 질소 소화율과 혈중 요소태질소 함량, 모유내 단백질과 지방 함량을 향상시켰으며 포유자돈의 증체량 또한 향상시켰다.

(주요어 : 식물성단백질공급원, 생산성, 영양소 소화율, 돈유성상, 포유모돈)

V. 인용 문헌

1. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15thed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
2. Auldish, D. E., Morrish, L., Eason, P. and King, R. H. 1998. The influence of litter size on milk production of sows. J. Anim. Sci. 67:333-337.
3. Batterham, E. S., Andersen, L. M., Baigent, D. R., Darnell, R. E. and Taverner, M. R. 1990. A comparison of the availability and ileal digestibility of lysine in cottonseed and soya-bean meals for grower/finisher pigs. British J. Nutr. 64(3): 663-677.
4. Batterham, E. S., Andersen, L. M., Lowe, R. F. and Darnell, R. E. 1986. Nutritional value of lupin (*Lupinus albus*)-seed meal for growing pigs: Availabilities of lysine, effect of autoclaving and net energy content. British J. Nutri. 56:645-659.
5. Dietz, G. N., Maxwell, C. V. and Buchanan, D. S. 1988. Effect of protein source on performance of early weaned pigs. J. Anim. Sci. 66(Suppl. 1):314 (Abstr.).
6. Dourmad, J. Y., Noblet, J. and Etienne, M. 1998. Effect of protein and lysine supply on performance, nitrogen balance, and body composition changes of sows during lactation. J. Anim. Sci. 76:542-550.
7. Duncan, D. B. 1955. Multiple range. Biometrics. 11:1-42.
8. Geurin, H. B., Kesel, G. A., Black, W. T., Hatfield, T. B. and Daniels, C. N. 1988. Effect of isolated soy protein and whey on replacing dried skim milk in a prestarter for weaned baby pigs. J. Anim. Sci. 66(Suppl. 1):320 (Abstr.).

9. King, R. H. and Williams, I. H. 1984. The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows. 1. feeding level during lactation, and between weaning and mating. *Animal Production*. 38:241-247.
10. Kirkwood, R. N., Lythgoe, E. S. and Aherne, F. X. 1987. Effect of lactation feed intake and gonadotrophin-releasing hormone on the reproductive performance of sows. *Canada J. Anim. Sci.* 67:715-719.
11. Li, D. F., Nelssen, J. L., Reddy, P. G., Blecha, F., Klerm, R. D., Giesting, D. W., Hancock, J. D., Alee, G. L. and Goodband, R. D. 1991. Measuring suitability of soybean meal products for earlyweaned pigs with immunological criteria. *J. Anim. Sci.* 69:3299-3307.
12. Mahan, D. C. 1993. Evaluating two sources of dried whey and the effects of replacing the corn and dried whey component with corn gluten meal and lactose in the diets of weanling swine. *J. Anim. Sci.* 71:2860-2866.
13. Min, B. J., Hong, J. W., Kwon, O. S., Lee, W. B., Kim, Y. C., Kim, I. H., Cho, W. T. and Kim, J. H. 2004. The effect of feeding processed soy protein on the growth performance and apparent ileal digestibility in weanling pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17:1271-1276.
14. NRC. 1998. Nutrient requirement of pigs(10th Ed.) National Research Council, Academy Press. Washington, D. C.
15. Payne, R. L., Lirette, R. D., Bidner, T. D. and Southern, L. L. 2004. Effects of a novel carbohydrate and protein source on sow performance during lactation. *J. Anim. Sci.* 82:2392-2396.
16. Reese, D. E., Moser, B. D., Peo, Fr E. R., Lewis, A. J., Zimmerman, D. R., Kinder, J. E. and Stroup, W. W. 1982. Influence of energy intake during lactation on the interval from weaning to first estrus in sows. *J. Anim. Sci.* 55:590-598.
17. SAS. 1996. SAS user's guide. Release 6.12 edition. SAS Institute. Inc., Cary, NC.
18. Siljander-Rasi, H., Valaja, J., Alaviuhkola, T., Rantamaki, P. and Tupasela, T. 1996. Replacing soya bean meal with heat-treated, low-glucosinolate rapeseed meal does not affect the performance of growing-finishing pigs. *Animal Feed Sci. and Tech.* 60:1-12.
19. Sohn, K. S., Maxwell, C. V., Buchanan, D. D. and Southern, L. L. 1994. Improved soybean protein sources for early-weaned pigs : I. Effects on performance and total tract amino acid digestibility. *J. Anim. Sci.* 72:622-630.
20. 맹원재, 장문백. 1989. 비오겐(Biogen : Bacillus subtilis natto + 소화효소제) 급여가 자돈의 증체, 사료효율, 설사예방 및 모돈의 재귀발정일에 미치는 영향. *한국영양사료학회*. 13(5):241-247. (접수일자 : 2007. 8. 8. / 채택일자 : 2007. 12. 3.)