

## 포유돈 사료에 Malty Culture의 첨가가 모돈 및 자돈 생산성에 미치는 영향

권오석\* · 홍종욱\* · 이상환\* · 김인호\*

### Effects of Malty Culture supplementation diets during lactation on sow and litter performance

O. S. Kwon\*, J. W. Hong\*, S. H. Lee\* and I. H. Kim\*

**요약** 본 연구는 포유돈 사료내 Malty Culture(MC)의 첨가가 모돈 및 자돈의 생산성에 미치는 효과를 구명하기 위해 모돈 18마리를 공시하였다. 처리구는 대조구, MC0.5% 첨가한 구 그리고 MC1.0% 첨가한 구로 배치하였다. 모돈의 일당 사료 섭취량은 처리간의 4.49~4.58 kg으로 나타났으며 통계적인 유의성은 없었다( $P>0.62$ ). 모돈의 등지방 두께의 차이 역시 처리간의 변화를 보이지 않았다( $P>0.25$ ). 모돈의 변비정도를 측정하기 위해 분의 수분을 측정한 결과 70%정도로 처리구간 변비의 발생은 없었다. 자돈의 생산성의 경우 한배새끼수의 증체량은 47~48kg으로 처리간의 차이는 보이지 않았다( $P>0.24$ ). 모돈 처리구에서 모돈의 발정일수는 5-7일 이었으며 처리간의 차이는 찾아 볼 수 없었다. 유생산량에 있어서도 대조구와 MC0.5와 MC1.0 처리구에서 각각 8.97, 9.18, 9.20(kg/d)으로 서로간의 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 자돈의 생존율에 있어 처리간의 차이는 없었다. 건물의 소화율은 처리간의 차이를 보이지 않았으나 질소의 소화율은 MC0.5와 MC1.0 처리구에서 증가하는 경향을 보였다(linear effect,  $P<0.10$ ; quadratic effect,  $P<0.08$ ). 또한 인 소화율의 경우 MC 처리구에서 약간의 증가하는 경향을 보였지만 통계적인 차이는 보이지 않았다. 결론적으로 MC 첨가는 모돈과 자돈의 생산성에 있어 소화율의 향상을 보여주었다.

**Abstract** This experiment was conducted to investigate the effects of supplemented diets with Malty Culture(MC) during lactation on sow and litter performance. Eighteen lactating sows were randomly assigned to three dietary treatments(basal diet, basal diet+MC0.5%, basal+MC1.0%). Average daily feed intake of sow was not affected by dietary treatments with treatment means ranging from 4.49 to 4.58kg( $p>0.62$ ). All sows lost their backfat thickness during lactation with no difference among the treatments( $p>0.25$ ). Fecal moisture was similar for sows fed the control and MC treatments with 70% moisture content. The growth rate of piglets was not significant difference among the treatments ranging from 47 to 48kg. Day to estrus postweaning was not affected by supplementation of MC with treatment means ranging from 5 to 7 days. There was not significant difference in the milk production(i.e., 8.9kg/d for control, 9.18kg/d for MC0.5 and 9.20kg/d for MC1.0). Survivability of piglet was affected by feeding added MC during lactation. There was no significant difference in the digestibility of DM, but the digestibility of N tended to increase in sows fed the MC0.5 and MC1.0 supplemented diets compared to the basal diet(linear effect,  $p<0.10$ ; quadratic effect,  $p<0.08$ ). Digestibility of P tended to increase by the treatment of supplemented MC. However, there was no significant difference among the treatments. In conclusion, the results of experiment suggest that lactation diet of supplemented MC could be a beneficial feeding for digestibility in sow and litter performance.

**Key words** : Lactating sow, Malty culture, Performance, Digestibility

### 1. 서 론

과거에는 동물의 성장을 최대도로 가져오기 위한 목적

으로 사료영양소의 과잉공급이 이루어져 왔었다. 하지만 근래에 들어와서 분종 질소와 인의 배출로 인한 환경오염이 사회적 문제로 대두되면서, 동물의 생산성 개선뿐만 아니라 환경오염을 최소화하는 것이 가장 이상적인 방향으로 인식되고 있다.

\*동국대학교 동물자원과학과

최근의 학자들은 동물의 배설을 줄이기 위한 방법으로 단계적 급여(phase feeding)를 제안하고 있다[1, 2]. 이것은 영양소의 과잉공급과 영양적으로 원치않는 배설을 피하는 것이다[3]. 또한 가축의 배설물을 줄이기 위한 방법으로는 효소나 효모와 같이 대사에 관여하는 물질을 통한 영양소 소화의 개선[4-7]과 합성 아미노산을 이용한 사료에서 조단백질을 줄이는 것이다[8-10].

사료 영양소의 소화율을 향상시키고 그 이용을 개선할 목적으로 사용하고 있는 소화 효소들에는 pepsin, lipase, cellulase, amylase, phytase 등이 있다. 또한 최근에는 단일 효소제의 사용보다는 여러 가지 효소들을 종합적으로 들어 있게 제조한 복합 효소제가 사료첨가제로서 널리 사용되고 있다. 노 등[6]에 의하면 돼지 사료에 복합 효소제인 Kemzyme을 0.2%첨가 했을 경우 무첨가구에 비해 질소의 이용율이 12%나 개선되었으며, 한 등[11]은 이유자돈에 Kemzyme을 0.075~0.125% 첨가한 시험에서는 대조구에 비해 건물이 2.7%가 높았고, 질소는 3.6%의 이용율이 개선되었다고 하였다. 또 다른 Hong[7]의 시험에서도 사료내 복합 효소제 phytezyme 0.2% 첨가로 건물과 질소의 이용율이 증가되었으며, 사료내 phytezyme 0.2%와 0.3% 첨가에 의해 Ca와 P의 외관상소화율이 개선되었다고 하였다.

사료로 사용되는 곡류는 세포벽이 셀룰로오스, 펙틴, 리그닌 등의 중합체로 되어 있어 이들을 분해하기 위해서는 일반적으로 cellulase, β-glucanase 및 pectinase와 같은 효소들이 필요하다[12-14]. 본 연구에 사용한 Malt Culture(MC)는 이러한 원리를 이용하여 싹 트는 동안 효소 생성량과 항 영양인자(β-glucan, phytate 등)의 변화력이 월등히 높은 보리를 선택하여, 최적 조건하에서 적정하게 발아시킴으로써 종실 내의 존재하고 있는 다양한 효소(multi-enzymes 또는 cocktail enzyme)들의 역할을 극대화하여 영양소 분해력과 항 영양인자 변환력을 최대화시킨 효소제이다. 하지만 Malt는 일반적으로 수유기의 여성의 경우 유즙이 감소할 우려가 있으므로 쓰지 않는 것으로 한의학에서는 알려져 있다[15]. 또한, 「衷中參書錄」에는 소화를 잘 시키고 파혈하는 성질도 겸하고 있으므로 젓이 다시 나오게 한다고 한다[15]. 이러한 MC를 이용할 경우 포유돈의 유생산 측면과 관련된 연구는 전무한 편이다.

따라서 본 연구는 보리를 사용하여 특수한 조건에서 처리 하에 발아 건조시킨 뒤 분쇄하여 제조한 복합 효소제인 MC에 대한 포유돈 사료내 첨가에 따른 모돈 및 자돈의 생산성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 돼지의 선발 및 처리구

영양소 요구량이 비슷한 3~4산차의 임신 모돈 18두를 선발하여 각 처리당 6두 즉, 대조구 6두, MC 0.5% 첨가구(MC0.5) 6두, MC 1% 첨가구(MC1.0) 6두를 배치하였다.

### 2.2. 시험사료 및 사양방법

시험사료는 Table 1에서 보는 바와 같이 옥수수-대두박 위주의 단백질 함량 16%, lysine 함량 0.9%, Ca 함량 0.8%, P 함량 0.7%인 가루사료(mash form)형태의

Table 1. Diet composition(as-fed basis)

Ingredients	%
Corn	53.90
Soybean meal	20.40
Tallow	5.00
Wheat	4.00
Lupin seed meal	4.00
Wheat bran	3.69
Molasses	3.00
Canola meal	3.00
Tricalcium phosphate	1.95
Salt	0.40
Limestone	0.13
Lysine	0.11
Choline Cl(25%)	0.11
Vitamin premix 1	0.10
Mineral premix 1	0.10
Antibiotic2	0.06
Antioxidant(Ethoxyquin 25%)	0.05
Total	100.00
Chemical composition	
ME(kcal/kg)	3,400
Crude protein(%)	16.6
Lysine(%)	0.9
Calcium(%)	0.8
Phosphorus(%)	0.7

<sup>1</sup>Supplied per kg diet: 4,000 IU vitamin A, 800 IU vitamin D3, 17 IU vitamin E, 2 mg vitamin K, 4 mg vitamin B2, 1 mg vitamin B6, 16 μg vitamin B12, 11 mg pantothenic acid, 20 mg niacin, 0.02 mg biotin, 220 mg Cu, 175 mg Fe, 191 mg Zn, 89 mg Mn, 0.3 mg I, 0.5 mg Co, 0.4 mg Se.

<sup>2</sup>Supplied 100mg of chlortetracycline per kilogram of complete diets.

포유돈 사료를 급여하였다.

사료와 물을 자유 채식토록 하였고 실내 온도는 18~22°C를 유지할 수 있도록 하였다.

본 시험에서 사용한 복합 효소제 MC는 Amylase(1,050,000IU), Xylanase(10,000 IU),  $\beta$ -glucanase(4,000IU), Protease(110,000IU), Phytase(80,000IU), Acid phosphatase(16,300,000IU), Lipase(500IU), Saccharomyces cerevisiae( $2 \times 10^8$ CFU/g)가 혼합되어져서 만들어진 복합 효소이다.

### 2.3. 시료의 화학적 조성 분석

사료의 일반 성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC[16]에 의해 분석하였다. MC의 아미노산 함량은 MC를 6N HCl로 110°C에서 16시간동안 가수분해시킨 후[17] 아미노산 분석기(LKB 4150 alpha, Pharmacia Instrument Co, England)를 이용하여 분석하였다. 메치오닌의 분석은 performic acid로 산화하여 분석하였다[18].

### 2.4. 모돈의 소화율 및 분중 영양소 함량측정

소화율 측정을 위해 Cr사료를 급여한 후 항문 마사지법을 이용하여 분을 채취하였다. 채취한 분은 60°C에서 24시간 건조시키고 분쇄하여 냉장 보관하면서 분석에 이용하였다. 분 중 일반 영양소의 함량 분석은 AOAC[16]법에 따라 분석하였고, 무기물 시료는 600°C에서 6시간 이상 회화한 후 분광 광도계를 이용하여 측정하였다.

### 2.5. 등지방의 측정

포유모돈의 등지방 측정은 초음파 측정기(Renco, Michigan, USA)를 이용하여 분만당일과 이유당일에 측정하였다.

### 2.6. 자돈의 양자 및 포유모돈의 산유량 측정

모돈의 분만 후 포유두수의 차이에 따른 변이를 줄이기 위해 포유자돈수가 11마리 이상이면 초유만 먹이고 양자를 보내서 포유모돈당 11마리의 산자수가 되게 하였다.

또한, 현실적으로 포유돈의 정확한 산유량을 측정하기에 불가능하므로 간접적인 방법으로 계산하였다. King 등[19]과 Pettigrew[20]가 포유기간동안 자돈의 체중 1kg 증체에 약 4kg의 돈유가 소요된다는 것에 근거하여 간접적인 방법으로 측정하였다.

### 2.7. 자돈의 체중 측정

자돈은 태어난 직후 개체별로 체중을 달고 개체 표시를 하였으며 이유시(21일)에 다시 체중을 측정하여 증체량을 조사하였다. 자돈의 증체량이 모돈의 우유에만 의존하게끔 입질사료는 급여하지 않았다.

### 2.8. 발정재귀일 측정

이유당일 모돈 두당 1.5kg의 사료만 급여하였고, 다음날부터 3kg을 급여하였다. 발정재귀일 측정은 응돈을 이용하여 개체별로 조사하였다.

### 2.9. 통계분석

모든 자료는 SAS[21]의 general linear model procedure를 이용하여 처리구 평균간의 유의성 검정을 하였으며, Polynomial regression[22]은 MC 첨가 수준에 대한 linear와 quadratic 효과를 결정하기 위하여 사용되었다.

Table 2. Chemical composition of Malty Culture

Item	
Moisture, %	11.0
Crude protein, %	9.0
Crude fiber, %	4.0
Crude fat, %	1.5
Crude ash, %	4.0
Indispensable amino acids, %	
Arginine	0.43
Histidine	0.29
Isoleucine	0.31
Leucine	0.66
Lysine	0.37
Methionine	0.18
Phenylalanine	0.43
Threonine	0.34
Tryptophan	0.11
Valine	0.46
Total	3.58
Dispensable amino acids, %	
Alanine	0.44
Aspartic acid	0.69
Cystine	0.25
Glutamic acid	2.02
Glycine	0.38
Proline	1.05
Serine	0.42
Tyrosine	0.25
Total	5.50

Table 3. Effects of Maly Culture supplementation diets on lactating sow performance

Item	Con	MC0.5 <sup>a</sup>	MC1.0 <sup>a</sup>	SE <sup>b</sup>	Contrast	
					Linear	Quadratic
No. of sows	6	6	6	-	-	-
Average daily feed intake, kg	4.49	4.50	4.58	0.11	NS <sup>c</sup>	NS
Sow last rib fat depth, mm						
Farrowing	28.67	35.11	28.11	5.51	NS	S
Weaning	25.56	32.78	26.23	5.33	NS	NS
Change during lactation	-3.11	-2.33	-1.88	0.65	NS	NS
Return to estrus, d	6.67	6.00	5.67	0.51	NS	NS
Fecal moisture, %	70.37	70.20	69.72	1.36	NS	NS

<sup>a</sup>Abbreviated MC0.5, added Maly Culture 0.5%; MC1.0, added Maly Culture 1.0%.

<sup>b</sup>Pooled standard error.

<sup>c</sup>NS: Not significant(p>0.10).

### 3. 결과 및 고찰

본 시험에서 사용된 MC의 일반성분 및 아미노산의 조성은 Table 2에서 보는 바와 같이 조단백질 9.0%, 조지방 1.5%, 조섬유 4.0%이상 함유되어 있으며, lysine, methionine, isoleucine과 같은 필수 아미노산이 3.58%, alanine, cystine과 같은 비필수 아미노산이 5.50%로 조사되었다.

모돈의 체변화는 Table 3에서 보여주고 있으며 모든 처리구의 모돈수는 6마리였다. 포유 기간중의 사료 섭취량은 번식성적에 영향을 미친다는 것은 이미 알려져 있다[23]. 모돈의 일당 사료섭취량은 처리간의 4.49~4.58 kg으로 나타났으며 통계적인 유의성은 없었다(P>0.62).

포유전과 이유후 모돈의 등지방 두께도 처리간의 변화를 보이지 않았지만(P>0.25) MC1.0 처리구가 대조구와 MC0.5 처리구에 비해 등지방의 손실이 차이가 작은 경향을 보였다. 포유 모돈의 발정일수는 MC0.5와 MC1.0 처리구가 각각 6.00과 5.67로 대조구 6.67에 비해 약간 빠른 경향을 보였지만 이는 일반 농장에서 나타나는 발정재귀일 5-7일과 비슷한 일령으로 처리간의 차이는 찾아 볼 수 없었다. 모돈의 변비정도를 측정하기 위해 분의 수분을 측정된 결과 70%정도로 처리간의 사료로 인한 변비의 발생은 없었다.

Table 4는 모돈 사료내 MC 첨가에 따른 포유자돈의 증체량, 모돈의 산유량, 자돈 생존율을 나타내고 있다. 자돈 생산성의 경우 한배세끼수의 증체량은 47~48kg으

Table 4. Effects of Maly Culture supplementation diets on piglet growth, sows milk yield and survivability

Item	Con	MC0.5 <sup>a</sup>	MC1.0 <sup>a</sup>	SE <sup>b</sup>	Contrast	
					Linear	Quadratic
Litter weight, kg						
Birth	17.00	15.37	13.90	2.56	NS <sup>c</sup>	NS
Weaning	64.09	63.59	62.17	2.78	NS	NS
Gain(21d)	47.09	48.22	48.27	0.61	NS	NS
Milk yield, kg/d	8.97	9.18	9.20	.54	NS	NS
Survivability, %	93.94	96.97	96.97	1.75	NS	NS

<sup>a</sup>Abbreviated MC0.5, added Maly Culture 0.5%; MC1.0, added Maly Culture 1.0%.

<sup>b</sup>Pooled standard error.

<sup>c</sup>NS: Not significant(p>0.10).

로 처리간의 차이는 보이지 않았다( $P>0.24$ ). 하지만 MC 처리구의 생시체중이 대조구에 비해 작은 관계로 다소 자돈의 증체폭이 크지 못할 가능성이 있다. MC 첨가에 따른 유생산과 관련된 자돈의 증체량에 대해 보다 많은 연구가 필요하리라 본다. 자돈의 생존율에 있어도 처리간의 차이는 없었지만 MC를 급여한 구에서 약간의 향상됨을 보였다. 처리구의 생시체중이 작음에도 불구하고 자돈의 생존율이 증가되는 경향은 MC가 유성분 및 생산과도 관계가 있음을 시사한다. 유생산량에 있어서도 대조구, MC0.5 그리고 MC1.0 처리구에서 각각 8.97, 9.18, 9.20(kg/d)으로 서로간의 유의적인 차이를 보이지는 않았다. Kensiger 등[24]은 유선의 성장은 임신기와 비유기동안 이루어 진다고 하였으며, Kim[25, 26]은 이유자돈의 증체량은 각각의 자돈이 포유하는 유선의 단백질 함량과 밀접한 상관관계가 있음을 보여 주었으며( $r^2 = 0.67$ ,  $p = 0.0001$ ) 에너지와 단백질의 섭취는 유선발달에 영향을 준다고 하였다. 유선의 발달은 비유후에도 생기므로 일반 포유돈 사료에 복합 효소계의 첨가로 인한 단백질 소화의 향상은 유선조직 발달에 영향을 줄 수 있을 것으로 사료되며, 유선조직의 발달은 포유자돈 성장에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

영양소 소화율은 Table 5에서 보는 바와 같이 건물의 소화율은 처리간의 차이를 보이지 않았으나 질소의 소화율은 MC0.5와 MC1.0 처리구에서 증가하는 경향을 보였다(linear effect,  $P<0.10$ ; quadratic effect,  $P<0.08$ ). 또한 인 소화율의 경우 맥아 처리구에서 증가하는 경향을 보였지만 통계적인 차이는 보이지 않았다. Hong[7]의 시험에서 보여 주었듯이 MC의 첨가로 건물, 질소 그리고 인의 소화율 개선에 영향을 미친다는 결과와도 비슷한 경향을 보였다. MC 급여로 인해 영양소의 소화율이 향상되는 경향은 모든의 등지방 손실을 적게할 수 있는 가능성을 본 연구에서 찾아 볼 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] Jongbloed, A. W. and Lenis, N., "Alteration of nutrition as a means to reduce environmental pollution by pigs", *Livestock Prod. Sci*, 31:75, 1992.
- [2] 권오석, 김인호, 홍종욱, 홍의철, 이상환, "육성비육돈에 있어서 고-저 영양소 수준의 사료급여가 생산성에 미치는 영향", *한국동물자원과학회지*, 42(5):571-578, 2000.
- [3] Paik, I. K., Blair, R. and Jacob, J., "Strategies to reduce environmental pollution from animal manure: Principles and nutritional management. A review", *Asian-Aus. J. Anim. Sci*, 9(6):615, 1996.
- [4] 권 관, 한인규, 손광수, 권찬호, "육수수-대두박 위주 사료에 Phyase의 첨가가 육성돈 및 비육돈의 성장능력, 영양소 소화율 및 인의 배설량에 미치는 영향", *한국축산학회지*, 37(4):341-352, 1995a.
- [5] 권 관, 한인규, 손광수, 권찬호, 곽종형, "육수수-대두박 위주 사료에 Phyase의 첨가가 육성돈 및 비육돈의 성장능력, 영양소 소화율 및 인의 배설량에 미치는 영향", *한국축산학회지*, 37(4):353-362, 1995b.
- [6] 노선호, 문홍길, 한인규, 신인수, "사료중 성장촉진제가 돼지의 성장에 미치는 영향", *한국축산학회지*, 37(1):66-72, 1995.
- [7] Hong, J. W., "Studies on development of environment-friendly diets in growing-finishing Pigs", MS. thesis. Dankook University, 2000.
- [8] 한인규, 권 관, 라기현, 유문일, "이유자돈 및 육성비육돈 사료에 있어서 L-lysine의 첨가에 의한 단백질 절약 효과", *한국축산학회지*, 20(6):566-578, 1978.
- [9] Daghir, N. J., "Effect of lysine and methionine supplementation of low protein rooster diets fed after six weeks of age", *Poult. Sci*, 62:1572-1575, 1983.
- [10] 채병조, 한인규, 김명곤, "육성돈에 있어서 Lysine 첨가에 따른 단백질 절약효과", *한국영양사료과학회보*, 12(2):76-81, 1988.

**Table 5.** Effects of Maly Culture supplementation diets on nutrient digestibility of lactating sows

Item	Con	MC0.5 <sup>a</sup>	MC1.0 <sup>a</sup>	SE <sup>b</sup>	Contrast	
					inear	Quadratic
No. of sows	6	6	6			
DM	78.51	81.68	80.89	1.27	NS <sup>c</sup>	NS
N	76.13	81.55	79.65	0.87	0.10	0.08
P	56.13	60.24	62.97	1.73	NS	NS

<sup>a</sup>Abbreviated MC0.5, added Maly Culture 0.5%; MC1.0, added Maly Culture 1.0%.

<sup>b</sup>Pooled standard error.

<sup>c</sup>NS: Not significant( $p>0.10$ ).

- [11] 한인규, 최윤재, 류연선, 윤철희, “Kemzyme의 첨가수준이 이유자돈에 미치는 효과에 관한 연구”, 한국영양사료과학회보, 14(1):8-13, 1990.
- [12] Gram, H., Hesselman, K., Jonsson, E. and Aman, P., “Influence of  $\beta$ -glucanase supplementation digestion of a barely-based diet in the pig gastrointestinal tract”, Nutr. Rep. Inter, 34(6):1089-1096, 1986.
- [13] Hesselman, K., Elwinger, K., Nilson, M. and Thomke, S., “The effect of  $\beta$ -glucanase supplementation, stage of ripeness and storage treatment of barely in diets fed to broiler chickens”, Poult. Sci, 60:2554-2671, 1981.
- [14] Hesselman, K., “The effect of  $\beta$ -glucanase supplementation to barely based diets for broiler chickens”, Ph. D. Dissertation. The Swedish Univ. of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, 1983.
- [15] 한국생약학교수협회의, 사단법인 대한 약사회(저자), “본초학”, pp 450-452, 1995.
- [16] AOAC, “Official method of analysis”, 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC., 199
- [17] Mason, V. C., “Metabolism of nitrogen compound in the large gut(Emphasis on recent findings in the sheep and pig)”, Proc. Nutr. Soc, 43:45-53, 1984.
- [18] Moore, S., “On the determination of cystine as cysteic acid”, J. Bio. Sci, 238:235-237, 1963.
- [19] King, R. H., Toner, M. S., Dove, H., Atwood, C. S. and Brown, W. G., “The response of first litter sows to dietary protein level during lactation”, J. Anim. Sci, 71:2457-2463. 1993.
- [20] Pettigrew, J. E., “The influence of substrate supply on milk pig production” V. pp. 101-106. D. P. Hennessy and P. D. Cranwell(eds). Austrailian pig Science Association, Canberra, 1995.
- [21] Sas, “SAS user’s guide”, Release 6.12 edition. SAS Institute. Inc., Cary, NC., 1996.
- [22] Peterson, R. G., “Design and analysis of experiments”, Marcel Dekker. New York, 1985.
- [23] Aherne, F. X. and Kirkwood, R. N., “Nutrition and sow prolificacy”, J. Reprod. Fertil, Suppl, 33:169, 1985.
- [24] Kensinger, R. S., Collier, R. J., Bazer, F. W., Ducsay, C. A. and Becker, H. N., “Nucleic acid, metabolic and histological changes in gilt mammary tissue during pregnancy and lactogenesis”, J. Anim. Sci, 54:1297-1308, 1982.
- [25] Kim, S. W., “Mammary gland growth and nutrient mobilization in lactating sows: A dynamic model to describe nutrient flow”, Ph. D. Dissertation. University of illinois, Urbana, USA, 1999.
- [26] Kim, S. W., Hurley, W. L., Han, I. K., Stein, H. H. and Easter, R. A., “Effect of nutrient intake on mammary gland growth in lactating sows”, J. Anim. Sci, 77(12):3304-3315, 1999.