

## 발효감자단백질의 급여가 포유모돈의 번식성적, 혈액성상 및 유성상에 미치는 영향

최요한<sup>1</sup> · Abdolreza Hosseindoust<sup>1</sup> · 이수협<sup>1</sup> · 김민주<sup>1</sup> · 김영화<sup>2</sup> · 채병조<sup>1\*</sup>  
강원대학교 동물생명과학대학<sup>1</sup>, 농촌진흥청 국립축산과학원<sup>2</sup>

## Effects of Dietary Supplementation of Fermented Potato Protein on Reproductive Performance, Blood Profile and Milk Composition of Lactating Sows

Yo Han Choi<sup>1</sup>, Abdolreza Hosseindoust<sup>1</sup>, Su Hyup Lee<sup>1</sup>, Min Ju Kim<sup>1</sup>, Young Hwa Kim<sup>2</sup> and Byung Jo Chae<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Animal Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea,

<sup>2</sup>Department of Animal Resources Development, Swine Science Division, National Institute of Animal Science, R.D.A, Cheonan 31000, Korea

### ABSTRACT

The present study investigated the effects of fermented potato protein (FPP, Lianol<sup>®</sup> ferity) during gestation and lactation on productivity of sows. A total of 50 crossbred sows (Landrace×Yorkshire) in their 3 to 5 parities were allotted to one of two treatments (n=25) including control and FPP groups. FPP tablets applied in sows in two stages. Stage one involved applying FPP daily from 3 days before farrowing to 2 days after for 5 consecutive days. The second stage also involved a 5 day period around weaning time from 3 days before to 2 days after. After farrowing, the amount of feed offered 3 times per day gradually increased from about 3.6 kg at farrowing to 8.4 kg at late lactation. During the first lactation FPP tended to increase backfat thickness (BFT) at weaning at the first (p=0.069) whereas FPP increased BFT (p<0.05) at weaning in the second lactation. There was no significant effect of FPP on body weight changes and daily feed intake of sows. Decreased weaning to estrus interval was associated with applying lianol tablet at the second lactation (p<0.05). Weight of born alive piglets, weaned piglets and total weight gain were greater in FPP group at the second lactation (p<0.05). Applying FPP tended (p=0.062) to increase insulin like growth factor- I (IGF-I) at the weaning time in the first lactation. The effect of FPP on IGF-I was significant at the second lactation, revealing a higher concentration in blood at post farrowing and weaning time (p<0.05). This study shows the benefit of using FPP tablets in sows to increase blood IGF-I and both initial and final litter size to improve piglet weaning weights.

(Key words: Lactation, Productivity, IGF-I, Sows)

\* Corresponding author: Byung Jo Chae, Dep. of Animal Resources Science, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea. Tel: +82-33-250-8616, E-mail: bjchae@kangwon.ac.kr

## I. 서론

모돈의 생산성은 양돈 생산성의 중요 지표로서 이용되고 있으며 특히 산자수, 이유두수 및 재귀발정일은 모돈의 생산성에 있어서 매우 중요부분을 차지하고 있다(Lee 등, 2003; Kim 등, 2007). 과거부터 현재까지 모돈의 생산성 향상을 위해 사양학적, 영양학적, 약리학적 등의 접근을 통한 연구결과들이 보고되고 있으며(Thaler 등, 1988; Yang 등, 2008; Kim 등, 2016), 근래에는 사료 내 가축용 항생제 사용에 대한 규제가 강화됨에 따라 이를 대체할 수 있는 친환경적인 사료 첨가 물질 개발에 관한 연구들이 주목받고 있다.

감자(*Solanum tuberosum* L.)에는 비타민 C, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, pantothenic acid 등이 다량 함유되어 있으며 칼슘, 철과 같은 무기질도 풍부한 것으로 알려져 있다. 이외에도 양질의 단백질을 함유하고 아미노산 구성상 영양학적으로 가치가 우수하다고 보고되고 있다(Jang 등, 2011; Cheigh 등, 2012). 또한 감자 내 생리활성 물질에 의한 기능들이 밝혀지고 있는 실정이며, 그 이용도 또한 높아지고 있다(Choi 등, 2008). 돼지사료에서 감자를 이용하는 방법으로 원료사료로써의 이용, 발효 원료사료로써의 이용 및 항균펩타이드제로써의 이용(Kerr 등, 1998; Jin 등, 2008; Xue 등, 2011) 등이 있으나 발효감자단백질 급여에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

특정 미생물에 의해 발효된 감자단백질은 감자가 갖는 영양소원 외에도 폴리펩티드, 뉴클레오티드가 풍부하게 함유되어 성장 호르몬 수용체(growth hormone receptor, GH-R) 유전자의 발현 증가, 인슐린 유사 성장인자(insulin-like growth factor- I, IGF- I)의 발현 증가, 체온실 감소 등의 효과를 나타내는 것으로 보고되었다(Pomrska- Mol 등, 2014). 또한 돼지의 긍정적인 성장에 관여하며(Sangel과 Roxas, 2011), 모돈의 유선 발달과 유생산량 증가(Cohick, 1998), 난포 발달과 수태율 개선(Cox, 1997; Lee, 1997), 태아 발달(Wigmore와 Stickland, 1983) 등의 효과가 나타나는 것으로 보고되고 있다. 그 외에도 발효감자단백질 급여를 통해 모돈의 생산성이 개선되었다는 연구결과들이 보고되었으나(Smulders 등, 2011; Smulders와 Kanora, 2013a, b), 단일 산차에서만 수행된 연구결과들으로써 차기 산차에 미치는 영향은 보고된 바가 없다.

따라서 본 연구는 두 번의 포유기에 걸친 발효감자단백질(Lianol<sup>®</sup> ferity)의 급여가 모돈과 포유자돈의 생산성, 혈액 및 유성상에 미치는 영향에 대해 알아보고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

본 동물실험은 강원대학교 동물실험윤리위원회의 승인을 얻은 후 진행하였다(승인번호 KW-150630-1).

### 1. 공시동물 및 시험설계

사양시험을 위해 2원 교잡종(Landrace×Yorkshire) 번식 모돈의 건강상태를 고려하여 3~5산차 모돈 50두를 공시하였다. 시험설계는 비급여구(CON), 발효감자단백질(Fermented Potato Proetin, FPP, Huvepharma, Sofia, Bulgaria) 급여구로 나누어 처리당 25두씩 배치하였으며, 시험기간은 분만 시부터 이유 시까지 25일로 하여 총 2번의 포유기를 연이어 실시하였다.

### 2. 시험사료와 사양관리

본 사양시험에 사용한 시험사료의 영양소 수준은 NRC (2012)에서 제시된 영양소 요구량을 충족하거나 초과하도록 배합하였으며(Table 1), 가루사료 형태로 급여하였다. 시험사료와 물은 자유채식토록 하였으며, 발효감자단백질의 급여는 알약 형태로 분만 3일 전부터 분만 후 2일, 이유 3일 전부터 이유 후 2일로 총 10일간, 일 1회씩 급여하였다. 본 사양시험에 사용한 발효감자단백질(Lianol<sup>®</sup> ferity)은 특정 박테리아에 의해 발효된 감자단백질로써 엘담카리스에서 제공받았다. 일반성분 함량은 건물 94%, 조단백질 35%, 조지방 2%, 조섬유 0.4%, 조회분 3.8%이며, 이외에도 미생물 발효에 의해 생성된 다양한 폴리펩티드, 뉴클레오티드가 함유되어 있다.

### 3. 조사항목 및 방법

#### (1) 모돈 성적과 포유자돈 생산성

모돈의 체중과 등지방두께 측정은 분만 당일과 이유 당일에 측정하였으며, 등지방두께는 초음파 측정기(Loveland, CO, USA)로 제 10늑골 기준으로 왼쪽으로 6.5cm 지점에서 3회 측정하여 평균값을 사용하였다. 모돈 개체의 복당 총산자수, 실산자수, 이유두수와 무게를 측정하여 복당중체량, 일당중체량 및 생존율을 산출하였다. 자돈은 평균 25일령에 이유하였고 이유 시에 모돈을 자돈과 분리한 후 임신사로 이동시켜 수용하였다. 이유 후 시험 모돈을 매일 관찰하여 재귀발정일을 산출하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of gestation and lactation sow diets (as-fed basis)

Items	Gestation	Lactation
Corn	41.50	41.00
Wheat	12.00	10.00
Wheat bran	4.00	-
Palm kernel meal	4.00	2.00
DDGS	12.00	8.00
Rapeseed meal	3.00	-
Soybean meal (44%)	6.95	28.71
Coconut meal	4.00	-
Corn gluten feed	2.00	-
Animal fat	5.21	4.03
Molasses	2.00	3.00
L-Lysine·HCl (78%)	0.08	0.14
DL-Methionine (88%)	-	0.04
Choline chloride (50%)	0.06	0.06
Limestone	1.47	1.38
MDCP	0.85	0.85
Salt	0.55	0.50
Vitamin premix <sup>1)</sup>	0.20	0.16
Mineral premix <sup>2)</sup>	0.10	0.10
Phytase	0.03	0.03
Total	100.00	100.00
Calculated composition, %		
ME, kcal/kg	3,250	3,350
CP	14.50	20.10
Ca	0.75	0.75
Av. P	0.32	0.32
Lys	0.65	1.15
Met+Cys	0.56	0.72

<sup>1)</sup> Supplied per kilogram of diet: 16,000 IU vitamin A, 3,000 IU vitamin D<sub>3</sub>, 40 IU vitamin E, 5.0 mg vitamin K<sub>3</sub>, 5.0 mg vitamin B<sub>1</sub>, 20 mg vitamin B<sub>2</sub>, 4 mg vitamin B<sub>6</sub>, 0.08 mg vitamin B<sub>12</sub>, 40 mg pantothenic acid, 75 mg niacin, 0.15 mg biotin, 0.65 mg folic acid.

<sup>2)</sup> Supplied per kilogram of diet: 45 mg Fe, 0.25 mg Co, 50 mg Cu, 15 mg Mn, 25 mg Zn, 0.35 mg I, 0.13 mg Se.

## (2) 혈액성상

혈액은 자동생화학 분석기(Fuji Dri-chem 3500i, Japan)을 이용하여 혈장 내 triglyceride, glucose, plasma urea nitrogen, IGF- I의 농도를 분석하였다. 분만 1일째, 이유 시 처리 당 8두를 선발하여 혈액을 채취하여 heparin으로 항응고 처리한 vacutainer에 넣은 후 실험실로 옮겨 4℃에서 3,000rpm으로 20분간 원심분리하여 혈청을 분리한 후 분석하기 전까지 -20℃에서 냉동 보관하였다.

## (3) 유성상

초유와 상유의 유성상을 분석하기 위하여 분만 직후 초유 30ml을 채취하였고, 분만 후 10일째에 상유 30ml를 채취하였다. 채취한 샘플은 24시간 내에 Milko-Scan 133B(Type 10911)을 이용하여 고형물, 유단백질, 유지방, 유당 함량을 분석하였다. 초유 내 IgG 함량(mg/ml)은 Porcine IgG ELISA Kit(E101-104, Bethyl Lab., USA)를 이용하여 측정하였다.

#### (4) 통계분석

본 실험에서 얻은 자료에 대한 통계적 분석은 SAS 9.3(2012)를 이용하였으며, Student *t*-test를 수행하여 대조구와 발효감자단백질 급여 처리구 간의 유의성을 검정하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 모든 생산성

발효감자단백질의 급여가 모든의 생산성에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. 첫 번째 포유기에서 발효감자단백질을 급여한 처리구가 대조구에 비해 등지방두께의 변화가 개선되는 경향이 관찰되었다( $p=0.069$ ). 그 외의 항목에서는 발효감자단백질 급여에 따른 유의적인 효과는 나타나지 않았다. 두 번째 포유기에서는 발효감자단백질을 급여한 처리구가 대조구에 비해 이유 시 등지방두께가 유의적으로 개선되었으며( $p<0.05$ ), 재귀발정일도

유의적으로 감소되는 것으로 나타났다( $p<0.01$ ). 등지방두께 변화에서는 첫 번째 포유기와 유사하게 개선되는 경향이 관찰되었으며( $p=0.057$ ), 그 외의 항목에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 본 실험 결과 발효감자단백질의 급여 효과는 첫 번째 포유기보다 두 번째 포유기에서 더 뚜렷하게 나타났다. 특히 대조구에 비해 발효단백질 급여구가 등지방두께 손실량, 재귀발정일이 낮게 나타난 것은 IGF-1의 분비가 대조구에 비해 증가된 것에서 비롯된 것으로 사료된다. Bell 등(1998)의 연구결과 IGF-1의 증가는 체손실 감소, 체내 단백질 및 지방 축적 등에 관여하여 돼지의 체중에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 발효감자단백질을 급여한 처리구에서 과도한 지방의 손실이 발생하지 않아 체손실이 대조구에 비해 적었다는 Pomrska-Mol 등(2014)의 연구와 일치하게 나타났다. Benjasiriwan 등(2013)의 발효감자단백질을 급여한 처리구가 비급여구에 비해 재귀발정일이 감소되었다는 연구결과와도 동일하였다. 따라서 발효감자단백질의 급여는 모든의 등지방두께 손실 감소와 재귀발정일 단축 효과가 있는 것으로 판단된다.

**Table 2. Effects of supplementation of fermented potato protein on backfat thickness changes, feed intake and wean to estrus interval of lactating sows in two consecutive lactations**

Item	Control	FPP <sup>1)</sup>	SEM <sup>2)</sup>	p-value
First lactation				
Parity	3.50	3.35	0.15	0.606
Sow body weight, kg				
Postpartum	243.83	239.56	4.40	0.498
At weaning	226.14	223.12	3.93	0.591
Change, -	17.69	16.44	0.90	0.336
Sow Backfat thickness, mm				
Postpartum	19.74	19.43	0.41	0.592
At weaning	15.83	16.02	0.34	0.703
Change, -	3.91	3.41	0.20	0.069
Daily feed intake, kg/d	5.76	5.97	0.24	0.508
Weaning to estrus interval, d	5.05	4.75	0.23	0.365
Second lactation				
Sow body weight, kg				
Postpartum	255.36	251.63	3.74	0.484
At weaning	240.73	239.13	3.17	0.724
Change, -	14.63	12.49	1.11	0.181
Sow Backfat thickness, mm				
Postpartum	20.90	21.45	0.37	0.296
At weaning	17.95	19.08	0.33	0.017
Change, -	2.95	2.38	0.22	0.057
Daily feed intake, kg/d	6.53	6.97	0.26	0.197
Weaning to estrus interval, d	5.15	4.40	0.19	0.006

<sup>1)</sup> FPP: Fermented potato protein.

<sup>2)</sup> Standard error of means.

2. 포유자돈 생산성

발효감자단백질의 급여가 포유자돈 생산성에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 첫 번째 포유기의 전 항목에서 발효감자단백질의 급여에 따른 유의적인 효과는 나타나지 않았으나 발효감자단백질을 급여한 처리구의 포유자돈 생산성이 대조구에 비해 개선되는 것으로 관찰되었다. 두 번째 포유기에서는 발효감자단백질을 급여한 처리구가 대조구에 비해 포유 시 자돈의 총 체중, 자돈의 두당 체중, 이유 시 자돈의 총 체중 및 포유기 동안의 총 증체량이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다(p<0.05). 그 외의 항목에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 본 시험 결과 발효감자단백질원의 급여를 통해 포유자돈

의 생산성이 개선되는 것으로 나타났다. 특히 첫 번째 포유기 결과보다 두 번째 포유기에서 복당 체중 항목에서 유의적인 차이가 나타났으며, 이는 첫 번째 포유기에 발효감자단백질을 급여함으로써 포유기간 동안 모돈의 체중과 체지방 손실이 감소됨에 따라 두 번째 임신기 중 IGF- I 농도와 태아성장에 영향을 미친 것으로 사료된다. 이에 따라 임신기 혈중 IGF- I의 변화에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한 포유자돈의 성장에 대한 효과가 크게 나타났으며, 이는 발효감자단백질원의 급여를 통해 유생산량이 증가되어 자돈의 생산성이 개선된 것으로 사료된다. 모돈의 유선발달은 포유기 모유량과 관계있으며, 이는 포유자돈의 성장과도 밀접한 관계가 있다. Kleinberg와 Ruan(2008)은 유선발달에 있어 GH 외에

Table 3. Effects of supplementation of fermented potato protein on litter size and piglet performance of sows in two consecutive lactations

Item	Control	FPP <sup>1)</sup>	SEM <sup>2)</sup>	p-value
First lactation				
Litter size				
Born alive	10.10	10.25	0.27	0.674
Piglets weaned	9.65	9.85	0.22	0.474
Survivability, %	95.83	96.42	1.21	0.728
Litter weight, kg				
Total born alive	14.36	14.54	0.45	0.761
Born alive, kg/pig	1.42	1.43	0.05	0.967
Piglets weaned	68.62	72.03	1.85	0.199
Piglets weaned, kg/pig	7.11	7.31	0.13	0.227
Total weight gain	54.26	57.48	1.61	0.166
Average daily gain, g/pig	224.85	233.45	4.49	0.196
Second lactation				
Litter size				
Total born	10.45	10.80	0.23	0.252
Born alive	9.95	10.25	0.19	0.227
Piglets weaned	9.40	9.85	0.20	0.090
Survivability, %	94.47	96.22	1.21	0.306
Litter weight, kg				
Total born alive	13.36	15.03	0.33	0.001
Born alive, kg/pig	1.35	1.48	0.06	0.024
Piglets weaned	66.67	73.03	0.86	<0.001
Piglets weaned, kg/pig	7.15	7.48	0.21	0.221
Total weight gain	53.31	58.00	0.88	0.001
Average daily gain, g/pig	228.66	237.60	6.39	0.328

<sup>1)</sup> FPP: Fermented potato protein.

<sup>2)</sup> Standard error of means.

도 IGF- I가 유선발달에 관여하여 유선발달을 돕는 것으로 보고하였으며, Cohick(1998)의 모돈에서 IGF- I의 증가는 유선발달, 유생산량 및 포유기 자돈 생산성에 영향을 미친다는 연구결과와 유사하게 나타났다. Musser 등 (1999)은 혈중 IGF- I의 농도가 높은 모돈군에서 포유자돈의 생산성이 높게 나타났다고 하였으며, Pomrska-Mol 등(2014)은 발효감자단백질을 모돈에게 급여한 결과 포유자돈의 체중 증가, 폐사율 감소 등 자돈의 생산성이 크게 개선되는 것으로 나타났다. 또한 Smulders 등(2011a)의 연구에서도 발효감자단백질 급여구가 비급여구에 비해 폐사율이 크게 감소된 것으로 나타났다. 이외에도 Smulders 등(2011b)과 Smulders와 Kanora(2013a)의 연구결과에서 발효감자단백질을 급여한 처리구의 포유 시 자돈의 두수와 총 체중이 비급여구에 비해 높았다는 결과와 본 연구결과가 유사하게 나타났으며, Smulders와 Kanora(2013b)의 연구결과에서도 포유기 모돈에게 발효감자단백질을

급여한 결과 포유자돈의 성장이 개선되는 것으로 나타났으며 본 연구결과와 일치하였다.

### 3. 혈액성상

발효감자단백질의 급여가 포유모돈의 혈액성상에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 전 시험기간에 걸쳐 발효감자단백질 급여에 따른 혈중 plasma urea nitrogen, glucose, triglyceride는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 첫 번째 포유기의 분만 후 혈중 IGF- I의 농도에서 처리구간의 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 이유 시 혈중 IGF- I의 농도에서는 발효감자단백질을 급여한 처리구가 대조구에 비해 높게 나타나는 것으로 관찰되었다 ( $p=0.062$ ). 두 번째 포유기에서 분만 후 혈중 IGF- I의 농도 및 이유 시 혈중 IGF- I의 농도가 발효감자단백질을 급여한 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났

**Table 4. Effects of supplementation of fermented potato protein on blood metabolites of lactating sows in two consecutive lactations**

Item	Control	FPP <sup>1</sup>	SEM <sup>2</sup>	p-value
First lactation				
Post farrowing, mg/dL				
Plasma urea nitrogen	17.62	18.37	1.64	0.750
Glucose	94.87	93.50	6.46	0.883
Triglyceride	56.88	53.92	4.36	0.636
IGF- I, ng/mL	55.76	53.63	4.71	0.753
Weanling, mg/dL				
Plasma urea nitrogen	18.82	20.92	1.86	0.442
Glucose	92.73	93.57	7.26	0.936
Triglyceride	26.99	28.94	3.25	0.677
IGF- I, ng/mL	47.56	68.81	5.64	0.062
Second lactation				
Post farrowing, mg/dL				
Plasma urea nitrogen	18.16	19.23	1.58	0.638
Glucose	92.18	94.82	7.78	0.818
Triglyceride	53.31	54.82	3.10	0.753
IGF- I, ng/mL	52.10	68.73	4.92	0.038
Weanling, mg/dL				
Plasma urea nitrogen	19.03	20.24	1.71	0.626
Glucose	90.69	93.07	6.21	0.789
Triglyceride	26.01	29.03	3.06	0.494
IGF- I, ng/mL	46.70	64.72	6.01	0.049

<sup>1</sup>) FPP: Fermented potato protein.

<sup>2</sup>) Standard error of means.

다( $p < 0.05$ ). 본 시험의 결과 발효감자단백질의 급여는 모돈의 혈중 IGF- I 의 농도를 증가시키는 것으로 판단되며, 혈중 IGF- I 의 증가는 발효감자단백질 내 폴리펩티드와 뉴클레오티드에 의한 것으로 사료된다. 특히 첫 번째 포유기 IGF- I 농도보다 두 번째 포유기 농도에서 유의적인 차이가 나타났으며, 이는 첫 번째 포유 후 모돈의 체중 및 체지방 손실이 임신기간 중 혈중 IGF- I 의 농도에 영향이 미친 것으로 사료된다. 따라서 임신기간 동안의 혈중 IGF- I 변화에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다. Zapf와 Froesch(1986)는 GH 또는 GH-R의 증가는 간에서의 IGF- I 생성을 촉진하여 IGF- I 의 생성량을 증가시킨다고 보고하였으며, 본 연구에서도 이와 같은 기전을 통해 혈중 IGF- I 가 증가한 것으로 판단된다. 본 연구 결과는 발효감자단백질을 급여한 처리구가 비급여구에 비해

혈중 IGF- I 농도가 증가했다는 연구결과들(Benjasiriwan 등, 2013; Smulders와 Kanora, 2013a, b; Pomrska-Mol 등, 2014)과 유사하게 나타났다.

#### 4. 유성상

발효감자단백질의 급여가 포유모돈의 초유 및 유성상에 미치는 영향을 Table 5에 나타내었다. 전 시험기간 동안 발효감자단백질 급여에 따른 초유 및 유성상에 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 발효감자단백질을 급여한 처리구가 대조구에 비해 초유 및 유성상이 개선되는 것으로 관찰되었다. 시험 결과 발효감자단백질이 유성상에 미치는 영향은 나타나지 않았으며, 포유기 모돈의 혈중 IGF- I 농도에 따른 유성상의 차이가 나타나지 않았

**Table 5. Effects of dietary supplementation fermented potato protein on colostrum and milk composition of lactating sows in two consecutive lactations**

Item	Control	FPP <sup>1)</sup>	SEM <sup>2)</sup>	p-value
First lactation				
Colostrum, %				
Total solid	24.89	25.38	0.52	0.511
Protein	15.51	16.38	0.38	0.122
Fat	5.14	5.31	0.15	0.439
Lactose	3.38	3.51	0.14	0.524
IgG, mg/mL	63.19	63.94	1.31	0.689
Milk, %				
Total solid	19.79	20.27	0.59	0.577
Protein	5.61	6.01	0.28	0.336
Fat	7.05	7.34	0.21	0.355
Lactose	5.57	5.93	0.24	0.276
Second lactation				
Colostrum, %				
Total solid	23.11	24.20	0.67	0.264
Protein	14.25	15.45	0.50	0.135
Fat	4.90	5.11	0.19	0.455
Lactose	3.41	3.28	0.13	0.463
IgG, mg/mL	65.92	67.99	1.41	0.310
Milk, %				
Total solid	19.40	20.56	0.68	0.233
Protein	5.05	5.61	0.25	0.127
Fat	6.96	7.11	0.27	0.699
Lactose	5.31	5.81	0.22	0.125

<sup>1)</sup> FPP: Fermented potato protein.

<sup>2)</sup> Standard error of means.

다는 Farmer 등(1992)의 연구결과와 유사하게 나타났다. 또한 Lee 등(2005)의 연구에서 혈중 IGF- I의 농도가 높은 처리구와 낮은 처리구간의 유성상 차이가 나타나지 않았다는 연구결과와도 일치하였다.

#### IV. 요약

본 연구의 목적은 두 번의 포유기를 걸친 발효감자단백질의 급여가 모돈과 포유자돈의 생산성, 혈액 및 유성상에 미치는 영향에 대해 알아보고자 수행하였다. 사양시험을 위해 2원교잡종(Landrace×Yorkshire) 모돈 50두를 공시하여 처리당 25두씩, 2처리로 나누었으며, 공시된 모돈의 산차는 3~5산차로 구성하였다. 시험기간은 분만 시부터 이유 시까지 25일로 하여 총 2번의 포유기를 걸쳐 진행하였으며, 발효감자단백질을 알약 형태로 분만 3일 전부터 분만 후 2일, 이유 3일 전부터 이유 후 2일로 총 10일간, 일 1회씩 급여하였다. 첫 번째 포유기의 모든 항목에서 유의적인 차이는 나타나지 않았으며 개선되는 경향만 관찰되었다. 두 번째 포유기에서 발효감자단백질 급여구가 대조구에 비해 이유 시 등지방두께, 재귀발정일에서 유의적으로 개선되는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 포유자돈 생산성 조사 결과 두 번째 포유기에서 발효감자단백질을 급여한 처리구가 대조구에 비해 포유 시 자돈의 총 체중, 포유 시 자돈의 두당 체중, 이유 시 자돈의 총 체중 및 포유기간의 총증체량이 유의적으로 개선되는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 일당증체량은 발효감자단백질을 급여한 처리구와 대조구간의 유의적인 차이는 없었다. 혈액 성분과 유성상 조사 결과 첫 번째 포유기의 이유 시 혈중 IGF- I의 농도에서 발효감자단백질을 급여한 처리구가 대조구에 비해 높은 경향을 보였다( $p=0.062$ ). 두 번째 포유기의 분만 후 혈중 IGF- I의 농도 및 이유 시 혈중 IGF- I의 농도에서는 발효감자단백질을 급여한 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 첫 번째와 두 번째 포유기에서의 초유와 유생산에 대한 발효감자단백질의 효과는 없었다. 이와 같이 본 결과들을 종합해 보았을 때 발효감자단백질의 급여는 1회 급여보다 연속적으로 급여하였을 때 효과가 나타나는 것으로 판단되며, 포유 모돈의 등지방두께 변화, 혈중 IGF- I 및 자돈 생산성을 개선시키는 것으로 나타났다. 따라서 발효감자단백질의 연속적인 급여는 모돈 생산성 개선에 도움이 되는 것으로 사료된다.

#### 사사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ01160302)의 지원에 의하여 수행되었습니다.

#### V. REFERENCES

- Bell, A. W., Bauman, D. E., Beermann, D. H. and Harrell, R. J. 1998. Nutrition, development and efficacy of growth modifiers in livestock species. *J. Nutr.* 128:360-363.
- Benjasiriwan, J., Amornrutchayavijarn, J., Raksakom, C., Chaiyawan, T. and Tummaruk, P. 2013. Reproductive performance of gilts and sows associated with their serum insulin-like growth factor-I and the supplementation of fermented potato protein. *Proceedings of the 51st Kasetsart University Annual Conference, Bangkok, Thailand.*, p. 161.
- Cheigh, C. I., Lee, H. J. and Chung, M. S. 2012. Effects of soft steam treatments on quality characteristics of potatoes. *Korean J. Food Nutr.* 25:50-56.
- Choi, H. D., Lee, H. C., Kim, S. S., Kim, Y. S., Lim, H. T. and Ryu, G. H. 2008. Nutrient components and physicochemical properties of new domestic potato cultivars. *Korean J. Food Sci. technol.* 40:382-388.
- Cohick, W. S. 1998. Role of the insulin-like growth factors and their binding proteins in lactation. *J. Dairy Sci.* 81:1769-1777.
- Cox, N. M. 1997. Control of follicular development and ovulation in pigs. *J. Reprod. Fertil.* 52(suppl.):31-46.
- Farmer, C., Petitclerc, D., Pelletier, G. and Brazeau, P. 1992. Lactation performance of sows injected with growth hormone-releasing factor during gestation and(or) lactation. *J. Anim. Sci.* 70:2636-2642.
- Jang, H. L., Hong, J. Y., Kim, N. J., Kim, M. H., Shin, S. R. and Yoon, K. Y. 2011. Comparison of nutrient components and physicochemical properties of general and colored potato. *Kor. J. Hort. Sci.*



- Technol. 29:144-150.
9. Jin, Z., Yang, Y. X., Choi, J. Y., Shinde, P. L., Yoon, S. Y., Hahn, T. W., Lim, H. T., Park, Y., Hahm, K. S., Joo, J. W. and Chae, B. J. 2008. Potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Gogu valley) protein as a novel antimicrobial agent in weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 86(7):1562-1572.
  10. Kerr, C. A., Goodband, R. D., Smith, J. W., Musser, R. E., Bergström, J. R., Nessmith, W. B., Tokach, M. D. and Nelssen, J. L. 1998. Evaluation of potato proteins on the growth performance of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 76(12):3024-3033.
  11. Kim, H. J., Cho, J. H., Chen, Y. J., Yoo, J. S., Shin, S. O., Huang, Y. and Kim, I. H. 2007. Effects of dietary coconut fat powder supplementation on performance and milk characteristics in lactating sow. *J. Anim. Sci. Technol.* 49(6):773-782.
  12. Kim, K. H., Hosseindoust, A., Ingale, S. L., Lee, S. H., Noh, H. S., Choi, Y. H., Jeon, S. M., Kim, Y. H. and Chae, B. J. 2016. Effects of gestational housing on reproductive performance and behavior of sows with different backfat thickness. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 29(1):142-148.
  13. Kleinberg, D. L. and Ruan, W. 2008. IGF- I, GH, and Sex Steroid Effects in Normal Mammary Gland Development. *J. Mammary. Gland. Biol.* 13(4): 353-360.
  14. Lee, C. Y. 1997. The role of the insulin-like growth factor system during the periimplantation period. *Kor. J. Emb. Trans.* 12:229-246.
  15. Lee, C. Y., Baik, K. H., Lee, D. H. and Park, H. C. 2003. Relationships of plasma insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-II concentrations to litter size and lactation performance in landrace and yorkshire pigs. *J. Anim. Sci. & Technol.* 45(1):33-40.
  16. Lee, H. G., Hong, Z. S., Li, Z. H., XU, C. X., Jin, X., Jin, M. G., Lee, H. J., Choi, N. J., Koh, T. S. and Choi, Y. J. 2005. Effect of brown seaweed waste supplementation on lactational performance and endocrine physiology in holstein lactating cows. *J. Anim. Sci. Technol.* 47(4):573-582.
  17. Musser, R. E., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Owen, K. Q., Nelssen, J. L., Blum, S. A., Dritz, S. S. and Civis, C. A. 1999. Effects of L-carnitine fed during gestation and lactation on sow and litter performance. *J. Anim. Sci.* 77:3289-3295.
  18. NRC. 2012. Nutrient Requirements of Swine. 11th ed. National. Academic. Press, Washington, DC.
  19. Pomorska-Mol, M., Nowak, M. and Pejsak, Z. 2014. Nutrigenomics in health protection and production in swine. *Życie Weterynaryjne.* 89(4):335-338
  20. Sangel, P. P. and Roxas, N. P. 2011. Relationship of porcine plasma free insulin-like growth factor 1 (IGF- 1) with the growth performance and scrotal length of landrace boars. *Int. J. Agric. Biol.* 13:51-56.
  21. SAS. 2012, SAS Software for PC. Release 9.3, SAS Institute. Ins, Cart, NC, USA.
  22. Smulders, D., Kanora, A. and Thinh, N. T. 2011a. The effect of Lianol<sup>®</sup> Solapro on sow fertility. Proceedings of the 5th Asian Pig Veterinary Society Congress Proceedings of the 5th Asian Pig Veterinary Society Congress, Pattaya., pp. 129.
  23. Smulders, D., Kanora, A. and Thinh, N. T. 2011b. The effect of Lianol<sup>®</sup> Ferti on reproduction parameters in gilts and sows. Proceedings of the 5th Asian Pig Veterinary Society Congress Proceedings of the 5th Asian Pig Veterinary Society Congress, Pattaya, Thailand., p. 129.
  24. Smulders, D. and Kanora, A. 2013a. Influence of bio-active peptides from FPP (fermented potato protein) on litter size and litter weight in sows. Proceedings of the Joint Meeting of the 5th European Symposium of Porcine Health Management. Edinburgh, United Kingdom., pp. 171.
  25. Smulders, D. and Kanora, A. 2013b. Influence of providing bio-active peptides from FPP (fermented potato protein) in lactation diets on pre-weanling survivability and piglet weight at weanling. European Symposium of Porcine Health Management. Edinburgh, United Kingdom., p. 171.
  26. Thaler, R. C., Nelssen, J. L., Goodband, R. D. and Allee, G. L. 1988. Effect of dietary folic acid supplementation on sow performance through two

- parities. *J. Anim. Sci.* 67(12):3360-3369.
27. Wigmore, P. M. C. and Stickland, N. C. 1983. DNA, RNA, and protein in skeletal muscle of large and small pig fetuses. *Growth.* 47:67-76.
28. Xue, L. F., Li, P. F., Zhang, R. F., Piao, X. S., Han, R. and Wang, D. 2011. Use of fermented potato pulp in diets fed to lactating sows. *J. Anim. Vet. Adv.* 10(15):2032-2037.
29. Yang, Y. X., Heo, S., Jin, Z., Yun, J. H., Choi, J. Y., Yoon, S. Y., Park, M. S., Yang, B. K. and Chae, B. J. 2008. Effects of Lysine Intake during late gestation and lactation on blood metabolites, hormones, milk composition and reproductive performance in primiparous and multiparous sows. *Anim. Reprod. Sci.* 112:199-214.
30. Zapf, J. and Froesch, E. R. 1986. Insulin-like growth factors/somatomedins: structure, secretion, biological actions and physiological role. *Horm. Res.* 24:121-130.

(Received 02 May 2016, Revised 20 June 2016, Accepted 21 June 2016)