

모든 사료 내 *Portulaca oleracea* L.의 첨가가 번식성적, 혈액성상, 면역반응 및 분 중 미생물에 미치는 영향

오승민¹, 최요한², 정현정², 전세민³, 김진수^{4*}

¹경상북도 축산기술연구소, ²농촌진흥청 국립축산과학원 양돈과, ³(주)에드바이오텍, ⁴강원대학교 동물생명과학대학 동물산업융합학과

Effects of *Portulaca oleracea* L. Supplementation on Reproductive Performance, Blood Profiles, Immune Response and Fecal Microflora in Multiparous Sows

Seung-Min Oh¹, Yo-Han Choi², Hyun-Jung Jung², Se-Min Jeon³, Jin-Soo Kim^{4*}

¹Gyeongsangbuk-do Livestock Research Institute,

²Swine Science Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration,

³Adbiotech, co., Ltd.,

⁴Department of Animal Industry Convergence, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University

요약 본 실험은 모든 사료 내 *Portulaca oleracea* L.(POL)의 첨가가 번식성적, 혈액성상, 면역반응 및 분 중 미생물에 미치는 영향을 구명하기 위해 수행하였다. 본 실험을 위해 총 20두의 모든(Landrace×Yorkshire: 229.2±1.15 kg)을 공시하였으며, 개시체중에 기반하여, 2처리 10반복, 반복당 1두씩 완전임의 배치하였다. 실험 처리구는 옥수수-대두박 기초사료를 대조군으로 하여 기초사료 내 POL을 0.05% 첨가한 처리구가 포함되었으며, 분만 직후부터 포유기간 동안 수행하였다. 사료 내 POL을 첨가하였을 때, 모든의 체중, 등지방두께 및 번식성적에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$). 혈액성상에서 사료 내 POL의 첨가하였을 때, 모든의 림프구가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 또한, 면역반응에서 사료 내 POL을 첨가하였을 때 포유모돈의 혈 중 IL-1 β 의 수치는 유의적으로 감소하였으며($p < 0.05$), IgG는 증가하는 경향이 관찰되었다($p = 0.051$). 분 중 미생물에서는 POL 처리구에서 포유모돈의 coliforms이 감소하는 경향을 확인하였다($p = 0.063$). 본 실험의 결과들을 종합해보면, 사료 내 POL의 첨가는 번식성적에 부정적인 영향을 미치지 않으며, 모든의 혈액성상, 면역반응 및 분 중 미생물에 긍정적인 효과를 미치는 것을 시사한다.

Abstract This study was undertaken to determine the effects of dietary supplementation with herbal extracts of *Portulaca oleracea* L. (POL), on the reproductive performance, blood profiles, immune response, and fecal microbial population in multiparous sows. On the basis of initial body weight, a total of 20 multiparous sows (Landrace×Yorkshire; 229.2±1.15 kg) were randomly allotted to 2 treatment groups, each including 10 replicates. The dietary treatments were administered during the lactation period, and included a corn-soybean meal-based diet (control group) and diet supplemented with 0.05% POL. Throughout the experimental period, no significant differences were observed between the two diet groups for body weight, backfat thickness, and reproductive performance. Blood profile analysis revealed significantly decreased lymphocyte concentrations and IL-1 β levels ($p < 0.05$), and increased serum IgG levels ($p = 0.051$), of sows consuming the POL supplemented diet. Furthermore, coliform counts tended to decrease in sows consuming diet supplemented with POL ($p = 0.063$). Taken together, our results indicate that POL supplemented diets exert beneficial effects on blood profiles, immune response, and fecal microflora of multiparous sows, without any negative effect on the reproductive performance.

Keywords : Reproductive performance, Blood profiles, Immune response, Fecal microflora, Sows

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01479601)의 지원 및 2020년도 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding Author : Jin-Soo Kim(Kangwon National Univ.)

email: kjs896@kangwon.ac.kr

Received March 25, 2020

Revised June 8, 2020

Accepted July 3, 2020

Published July 31, 2020

1. 서론

모든의 생산성은 양돈 산업에 있어 매우 중요한 생산 지표로서 사용되어지며, 여기에는 산자수, 이유두수, 포유자돈 증체량, 재귀발정일 등이 포함되어진다[1,2]. 따라서 모든의 생산성은 경제성과도 직결되는 요인이며, 이를 향상시키기 위해 과거부터 현재까지 사양학적, 영양학적, 약리학적 등 다양한 접근 방식을 통해 생산성 향상 관련 연구들이 수행되어 오고 있다[3,4,5].

항생제는 각종 질병을 치료하거나 확산을 방지하기 위해 사용되었으나, 성장 촉진효과와 더불어 사료효율이 개선되는 것으로 알려지면서[6], 치료와 예방 목적보다는 생산성 개선을 위한 항생제 사용이 급증하였다. 또한 양돈 산업에서도 밀집사육 특성상 질병에 많이 노출되어 있기 때문에 예방적 차원에서 꾸준히 사용되어 왔다. 하지만 무분별한 사용으로 인해 내성균이 발견되고 축산물 내 항생물질이 잔류할 수 있다는 우려가 제기됨에 따라 국내에서는 2011년부터 성장촉진을 목적으로 한 항생제 사용이 전면 금지되었다[7].

이에 따라 항생제 대체제로서 친환경적인 사료 첨가제 개발에 관한 연구들이 주목받고 있으며[8], 그중 하나는 식물유래 천연 물질이다. *Portulaca oleracea* L.(POL)은 쇠비름과의 한해살이 식물로 돼지풀, 도둑풀 및 말비름이라고 불리며, 생약명으로는 쇠비름 또는 오행초라고 불린다[9]. POL은 α -linolenic acid와 β -carotene이 풍부하며[10], flavonoids, coumarins, monoterpene glycoside, alkaloids 등으로 구성되어 있는 것으로 보고되었다[11,12]. 약리학적 연구에 따르면 POL은 항산화, 항균, 항암, 혈관손상 억제, 스트레스 억제, 신장 보호, 뇌세포 보호, 근육이완, 간 보호, 항궤양, 항염증에 효과적이라고 보고된바 있으나, 식물, 마우스, 세포에 국한되어 있어 돼지에 관련된 연구는 매우 미흡한 실정이다[9,13,14].

항생제 대체제로서 POL의 효과를 알아보기 위해 POL이 포함된 식물추출물을 이유자돈에게 급여한 연구 결과, 분변지수, 28일령 체중 및 면역관련 물질인 혈중 IL-1 β 와 IgG수치가 증가하였다[15]. 또한 대표적인 산화스트레스 지표로 알려진 혈중 T-SOD(total superoxide dismutase) 수준이 증가하였고, 혈중 MDA(malondialdehyde) 수준은 감소하여 항산화효과가 있는 것으로 밝혀졌다[16].

이와 같이 선행 연구들은 이유자돈에게서만 진행되었으며, 현재 번식모돈에서 진행된 연구는 진행되지 않았다. 앞서 연구된 다양한 연구들을 포함하여 POL의 항염

증 및 항산화 효과가 포유기 모돈의 번식성적 및 혈액성상 등에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대되어진다.

따라서 본 연구는 약용식물 중 하나인 POL의 급여가 포유기 모돈의 번식성적, 혈액성상, 면역반응 및 분 중 미생물에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험동물 및 실험설계

포유기 모돈 사료 내 POL의 첨가가 번식성적, 혈액성상, 면역반응 및 분 중 미생물에 미치는 영향을 구명하기 위하여 3~5산차인 2월 교잡종(Landrace \times Yorkshire)의 번식모돈 20두를 공시동물로 사용하였다. 실험설계는 사료 내 POL의 첨가 유무에 따라 무첨가를 대조구로 하였으며, POL 0.05% 첨가구를 처리구로 하였다. 개체 간 변이를 줄이기 위해 개시체중에 기반하여, 총 2처리 10반복, 반복당 1두씩 완전임의배치법에 따라 배치하였다. 본 실험기간은 임신 109일령에 개체를 선발하여 분만 직후부터 포유기간(21일) 동안 수행하였다.

2.2 실험사료 및 사양관리

본 실험에 사용된 옥수수-대두박 기초배합사료는 National Research Council[17]에 기준하여 권장하는 영양소 수준을 충족하거나 초과하도록 설정하였다. 설정된 실험사료의 화학적 조성은 Table 1에 나타내었으며, 가루형태로 배합하였다.

실험사료와 물은 원하는 시간에 섭취할 수 있도록 자유채식 시켰으며, 기타 첨가제나 약품은 일체 사용하지 않았다. 본 사양시험에 사용된 POL 첨가제는 ㈜에드바이오텍(Chuncheon, South Korea)에서 제공받아 사용하였다. 실험을 진행하는 동안 모돈의 일반적인 사양관리는 본 연구실의 관행법에 준하여 실시하였다.

Table 1. Ingredient and nutrient composition of the basal corn-soybean meal based lactation diet

Item	Basal lactation diet
Calculated composition, %	
ME, kcal/kg	3,350
CP	20.13
Ca	0.75
Av. P	0.32
Lys	1.15
Met +Cys	0.72

ME, metabolizable energy; CP, crude protein; Ca, calcium; P, phosphorus; Lys, lysine; Met, methionine; Cys, cysteine.

2.3 조사항목

2.3.1 모든 및 번식성적

임신 109일령과 이유시점에 모든 개체별 체중과 등지방두께를 측정하였다. 포유기간 중 모든 사료섭취량은 총 사료섭취량을 조사하여, 일일사료섭취량으로 산출하였다. 등지방두께는 초음파 측정기(Loveland, CO, USA)로 제 10늑골 기준으로 왼쪽 6.5 cm 지점에서 3회 측정하여 평균값을 사용하였다.

번식성적은 분만 시와 이유 시 자돈의 두수와 체중을 측정하였다. 자돈은 21일령에 이유하였으며, 이유 시 모돈을 자돈과 격리시킨 후 중부사에 수용하였다. 재귀발정은 이유 후 모돈을 매일 관찰하여 관측된 날까지의 일수를 산출하였다.

2.3.2 혈액성상

혈액성상을 분석하기 위하여 실험이 종료되는 시점(이유 시)에 모든 돼지의 경정맥에서 혈액을 채취하여 EDTA가 처리된 vacutainer tube와 separate serum tube(SST)에 각각 5 mL씩 담았다. EDTA에 수집한 혈액은 24시간 안에 혈구 분석기(HEMAVET, Drew Scientific Inc., Oxford, CT)를 이용하여 백혈구(WBC, white blood cell), 적혈구(RBC, red blood cell), 림프구(LY, lymphocytes), cortisol을 측정하였다. SST에 채취한 혈액은 원심분리기를 이용하여 3,000 rpm, 5°C 조건에서 20분간 혈청을 분리하였다. 분리된 시료는 분석 전까지 -20°C에서 보관하였으며, 혈 중 cortisol 농도는 ELISA kit(Endocrine Technologies Inc., USA)를 이용하여 protocol에 준해서 분석하였다.

2.3.3 면역반응

혈액 내 cytokine의 분비량을 측정하기 위하여 porcine IL-1 β , IL-6, IgG, TNF- α kit(BD biosciences, USA)를 이용하였다. Capture antibody(anti-porcine IL-1 β , IL-6, IgG, TNF- α)를 coating buffer(0.1M carbonate, pH 9.5)로 희석한 후, 96 well micro-plate에 100 μ L씩 넣고 4°C에서 12시간동안 반응시켰다. 코팅된 96 well micro-plate 각 well의 coating buffer를 제거하고 wash buffer(0.05% Tween20, PBS)로 3회 세척한 후, blocking buffer(1% BSA, PBS) 200 μ L씩 넣고 실온에서 1~2시간 동안 방치하였다. 이를 다시 3회 세척한 후, sample diluent solution(1% BSA, 0.05% Tween 20, PBS)으로 희석된

혈청을 200 μ L씩 넣고 실온에서 2~4시간동안 반응시키고 4회 세척하였다. 이어서 working detector(detection antibody+Avidin- HRP) 100 μ L씩 넣고 실온에서 1시간 반응시키고 세척한 후 substrate(TMB substrate)를 100 μ L 넣고 어두운 곳에서 30분 동안 반응시켰다. 2N H₂SO₄를 넣고 반응을 정지시킨 후, micro-plate reader(Benchmark plus, Bio-Rad Laboratories, USA)로 450 nm에서 흡광도를 측정하고 작성된 표준곡선을 이용하여 IL-1 β , IL-6, IgG, TNF- α 의 함량을 구하였다.

2.3.4 분 중 미생물

분 중 미생물을 분석하기 위하여 실험이 종료되는 시점(이유 시)에 분을 채취한 후 밀봉하여 아이스박스에 저장하여 즉시 실험실로 옮겨 분석하였다. 분 내 미생물 검사는 분 5 g씩 수거하여 45 ml 희석액에 넣고 균질하게 1차 현탁액을 만들어 현탁액 1 ml를 9 ml 희석액에 연속 희석하였다. 희석 중 혐기상태를 유지해 주기 위해 희석액 표면을 파라핀 오일로 코팅하였고 질소가스로 충전하며 실험하였다. 제조된 희석액 중 원하는 희석액에서 1 ml를 페트리디쉬에 분주하여 배양하였다. 이 때 사용한 희석액은 peptone과 L-cysteine·HCl을 각각 0.5%씩 첨가한 용액을 사용하였다. 균수 측정을 위해 사용된 배지와 배양조건은 Table 2와 같으며, 미생물 중 총혐기성균(total anaerobic bacteria), 및 *Clostridium* spp.는 Gas Pac System(BBL)을 이용하여 혐기상태로 배양하였고, *Lactobacillus* spp.와 *Escherichia coli*(*E. coli*)는 호기상태로 배양한 후 세균의 수는 각 plate의 colony-forming unit(CFU)로 계산한 후 log₁₀으로 환산하였다. 배양조건은 37°C, 48시간으로 진행하였다.

2.3.5 통계분석

본 실험에서 도출된 모든 결과 값은 처리구의 반복(개체)별에서 얻어진 수치로 분석하였다. 통계분석을 위해 통계프로그램 SAS(version 8.2)의 general linear model procedure[18]를 이용하였으며, 처리구간의 통계적 유의성은 student' t-test를 이용하여 분석하였다. 통계 유의적 차이는 유의수준 0.05 이하에서 인정하였으며, 통계적 경향은 0.05 \leq p<0.10에서 고려되었다.

Table 2. Selection of media and culturing condition for the enumeration of microorganisms

Item	Medium	Incubation	
		Temp. °C	Hour
Total anaerobic bacteria*	Tryptic soy agar	37	48
<i>Lactobacillus</i> spp.	MRS agar (aerobic) ¹	37	48
<i>Clostridium</i> spp.	TSC agar (anaerobic) ²	37	48
<i>Escherichia coli</i>	Violet red bile agar	37	48

¹MRS agar+Na₂S₂O₃ 0.02%+L-cysteine hydrochloride monohydrate 0.05%(anaerobic).

²TSC agar+Egg yolk emulsion(Distilled water: egg yolk=4:1) 25 ml/500 ml+cysloserine(1 mg/500 ml).

*Anaerobic: Gas Pak anaerobic system(BBL).

3. 결과 및 고찰

3.1 모돈 및 번식성적

사료 내 POL의 첨가급여가 모돈의 번식성적에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 사료 내 POL을 첨가하였을 때, 임신 109일령과 이유 시 체중, 등지방두께, 일일사료 섭취량, 재귀발정일 및 포유 성적에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 3. Effects of POL supplementation on reproductive performance of multiparous sows

Item ¹	CON	POL	SEM	p-value
BW, kg				
D 109 of gestation	230.35	228.05	5.35	0.767
At weaning	214.24	213.18	5.07	0.885
Change, -	16.11	14.87	1.46	0.564
BF, mm				
D 109 of gestation	19.42	19.17	0.79	0.827
At weaning	17.25	17.33	0.78	0.941
Change, -	2.17	1.83	0.36	0.525
ADFI, kg/d	5.68	5.90	0.28	0.594
WEI, d	5.17	4.83	0.44	0.605
Piglet performance				
Alive born, heads	12.17	11.67	0.26	0.209
Weaned pig, heads	10.83	10.67	0.26	0.664
Birth weight, kg	14.48	15.04	0.93	0.678
Weaning weight, kg	60.16	60.10	2.86	0.989

¹CON: Basal diet, POL: Basal diet+0.05% POL.

²BW, body weight; BF, backfat thickness; ADFI, average daily feed intake; WEI, wean to estrous interval; CON, control; POL, *Portulaca oleracea* L.; SEM, Standard error of means.

현재까지 번식모돈에서 POL을 이용한 생산성에 관한 선행연구가 존재하지 않는다. 마치현의 주성분 중 하나로 알려진 flavonoids가 함유된 허브추출물을 임신돈에게 급여한 결과[19,20], 모돈과 포유자돈의 생산성에 있어서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Flavonoids와 같은 생리활성물질은 대사작용과 효소에 의해 가수분해 되어 체내에서 효과가 나타나지 않을 수 있다고 보고된 바 있으며[21], 본 연구 결과 또한 POL 내 함유되어 있는 flavonoids 성분이 체내에서 가수분해 되어 효과가 나타나지 않은 것으로 사료된다. 한편 이유자돈에게 POL이 포함된 복합식물추출물을 사료 내 첨가한 결과[15], 장내의 환경이 개선됨으로써 28일령 체중이 증가하였다는 본 연구와 상반된 결과가 보고되었다.

3.2 혈액성상

사료 내 POL의 첨가급여가 모돈과 자돈의 혈액 성상에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 포유모돈의 백혈구, 적혈구 및 cortisol 수치는 처리구 간 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 림프구 수치는 POL 처리구의 모돈에서 대조구에 비해 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$).

Table 4. Effects of POL supplementation on blood profiles of multiparous sows and piglets

Item ¹	CON	POL	SEM	p-value
Sows				
WBC, 10 ³ /ul	17.44	17.30	1.91	0.960
RBC, 10 ⁶ /ul	6.42	6.22	0.10	0.184
LY, %	27.47	22.24	1.57	0.040
Cortisol, ug/dL	5.17	4.90	0.46	0.679
Piglets				
WBC, 10 ³ /ul	15.33	15.62	2.04	0.923
RBC, 10 ⁶ /ul	7.52	7.38	0.31	0.763
LY, %	72.68	70.96	2.67	0.657
Cortisol, ug/dL	4.34	3.83	0.82	0.674

¹CON: basal diet, POL: basal diet+0.05% POL.

²WBC, white blood cell; RBC, red blood cell; LY, Lymphocyte; CON, control; POL, *Portulaca oleracea* L.; SEM, Standard error of means.

선행연구[22,23]에 의하면 POL은 α -linolenic acid 이 함유되어 있기 때문에 항염증, 항알러지 및 항산화 작용에 효과적이며, 합성 약품보다도 항염증 작용이 우수하다고 보고하였다. 대부분의 연구[20,24,25]에서 식물추출물 첨가에 따른 돼지의 혈액성상의 변화는 발견되지 않았지만, β -carotene이 포함되어 있는 사료첨가제를 번식모돈에게 급여한 결과[26], 백혈구 수치는 차이가 없

었으며, 림프구 수치는 감소하는 것으로 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. β -carotene은 항산화 및 항염증 효과[10]가 우수한 것으로 알려져 있으며, 본 연구결과도 이와 같은 효능에 기인한 것으로 판단된다. 쥐에게 POL을 급여한 연구결과[27]에서 백혈구는 차이가 없었으며, 림프구는 α -linolenic acid에 의한 항염증 효과로 감소하였다. 따라서 POL 내 함유되어 있는 α -linolenic acid에 의한 항염증 효과가 있는 것으로 사료된다.

3.3 면역반응

사료 내 POL의 첨가급여가 모돈과 자돈의 면역반응에 미치는 영향은 Table 5와 같다. 사료 내 POL을 첨가하였을 때 모돈의 IL-1 β 의 수치가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며($p < 0.05$), 모돈의 IgG의 수치가 증가하는 경향이 관찰되었다($p = 0.051$). 이를 제외한 항목에서는 POL 첨가에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 5. Effects of POL supplementation on immune response of multiparous sows and piglets

Item ¹	CON	POL	SEM	p-value
Sows				
IL-1 β , pg/ml	101.71	92.40	2.89	0.046
TNF- α , pg/ml	83.95	79.19	2.51	0.209
IL-6, pg/ml	53.33	52.98	0.92	0.794
IgG, ng/ml	19.65	26.77	2.27	0.051
Piglets				
IL-1 β , pg/ml	169.10	159.31	5.22	0.214
TNF- α , pg/ml	33.33	33.02	0.81	0.787
IL-6, pg/ml	83.87	83.36	0.78	0.657
IgG, ng/ml	19.65	21.29	1.56	0.473

¹CON: basal diet, POL: basal diet+0.05% POL.

IL-1 β , interleukin-1 β ; TNF- α , tumor necrosis factor- α ; IL-6, interleukin-6; IgG, immunoglobulin G; CON, control; POL, *Portulaca oleracea* L.; SEM, Standard error of means.

염증유도 사이토카인(Pro-inflammatory cytokine)은 외부물질로 인한 면역반응 시 면역세포로 신호를 전달함으로써 작용을 활성화시키는 역할을 한다. 외부 자극이 없을 경우에는 혈액 내에서 일정한 수준으로 유지되며, IL-1 β , IL-6, IL-12, IL-18, TNF- α 및 IFN- γ 가 가장 중요한 역할을 하는 사이토카인이다. 염증 발생 시, 염증성 사이토카인의 발현이 급격하게 증가하여 세포를 손상시킨다[15,28]. POL 추출물을 활용한 in vitro 실험에서 IL-1 β , IL-6 및 TNF- α 와 같은 염증성 사이토카인의 생성이 억제된다고 보고한 바 있다[29]. 또한 POL이 포함된 식물추출물을 이우자돈에게 급여하였을 때, 혈중 IgG 수치는 증가하고, IL-1 β 는 유의적인 차이가 나타나

지 않았다[13,15]. 임신돈 사료 내 β -carotene을 첨가 급여한 결과[30], 항산화효과로 인하여 임신 110일령 초유 내 IgG 함량과 혈중 항산화수치가 개선되었다고 보고하였다. 따라서 다양한 항산화 및 면역물질이 포함된 POL을 모든 사료에 첨가하면 면역반응에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

3.4 분 중 미생물

사료 내 POL의 첨가급여가 모돈과 자돈의 분 중 미생물총에 미치는 영향은 Table 6과 같다. 포유모돈과 포유자돈의 모든 항목에서 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, 모돈의 분 중 coliforms가 감소하는 경향이 관찰되었다($p = 0.063$).

Table 6. Effects of POL supplementation on fecal microflora (Log₁₀CFU/g) of multiparous sows and piglet

Item ¹	CON	POL	SEM	p-value
Lactating sows				
Total anaerobic bacteria	8.59	8.65	0.08	0.417
<i>Bifidobacterium</i> spp.	7.55	7.61	0.09	0.675
<i>Lactobacillus</i> spp.	8.31	8.47	0.08	0.166
<i>Clostridium</i> spp.	8.33	8.29	0.04	0.422
Coliforms	8.49	8.37	0.04	0.063
Suckling piglets				
Total anaerobic bacteria	8.88	8.84	0.12	0.818
<i>Bifidobacterium</i> spp.	7.66	7.70	0.11	0.762
<i>Lactobacillus</i> spp.	7.61	7.74	0.06	0.189
<i>Clostridium</i> spp.	8.19	8.20	0.04	0.905
Coliforms	8.54	8.56	0.01	0.356

¹CON: basal diet, POL: basal diet + 0.05% POL.

²CON, control; POL, *Portulaca oleracea* L.; SEM, Standard error of means.

이우자돈에게 POL이 함유된 식물추출물을 급여한 연구[15]에서 맹장 내 총균수와 *Lactobacillus* spp.는 유의적인 차이가 없었으며, *E. coli*는 첨가수준에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 POL이 장내 미생물 균형을 개선시킴으로써 장내 소화율, 세포들의 면역력 및 항산화능력을 높여준 것으로 판단되어지며, 본 연구에서는 모돈에서 자돈으로 생리학적 효과가 전이되지 않은 것으로 사료된다. 육성·비육돈과 같은 성돈은 자돈에 비해 장내 미생물총이 더 안정적이므로 *bacillus*, yeast와 같은 생균제 효과가 미미하거나 없다고 보고되었다[31]. 또한 육성·비육돈에게 probiotics와 synbiotics를 급여한 연구[32,33]에서 분 내 lactic acid bacteria와

coliforms에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 연구결과와 유사하였으며, 본 연구에서 번식모돈의 분 중 coliforms가 감소하는 경향은 이것에 기인한 것으로 판단되어진다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 사료 내 POL의 첨가급여가 모돈의 번식성적, 혈액성상, 면역반응 및 분 중 미생물에 미치는 영향을 구명하기 위해 실시하였다. 혈 중 림프구 수치가 POL 첨가제 급여 처리구에서 감소하는 것으로 나타났으며, 혈중 IL-1 β 의 수치가 감소하였다. 또한 혈중 IgG의 수치가 증가하는 경향이 관찰되었다. 모돈의 분 중 미생물에서 coliforms가 감소하는 경향이 관찰되었다. POL 첨가 시 모돈의 체중, 등지방두께, 재귀발정일 및 번식성적에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

따라서 이와 같이 본 결과들을 종합해 보았을 때 모돈 사료 내 POL 첨가 시, 모돈의 번식성적에 부정적인 영향을 나타내지 않으며, 혈액성상, 면역반응 및 분 중 미생물에 긍정적인 효과가 있음을 시사한다.

References

- [1] C. Y. Lee, K. H. Baik, D. H. Lee, H. C. Park, "Relationships of plasma insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-II concentrations to litter size and lactation performance in landrace and yorkshire pigs", *Journal of Animal Science and Technology*, Vol.45, No.1, pp.33-40, 2003.
DOI: <https://doi.org/10.5187/JAST.2003.45.1.033>
- [2] H. J. Kim, J. H. Cho, Y. J. Chen, J. S. Yoo, S. O. Shin, Y. Huang, I. H. Kim, "Effects of dietary coconut fat powder supplementation on performance and milk characteristics in lactating sow", *Journal of Animal Science and Technology*, Vol.49, No.6, pp.773-782, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.5187/JAST.2007.49.6.773>
- [3] R. C. Thaler, J. L. Nelsens, R. D. Goodband, G. L. Allee, "Effect of dietary folic acid supplementation on sow performance through two parities", *Journal of Animal Science and Technology*, Vol.67, No.12, pp.3360-3369, 1988.
DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1989.67123360x>
- [4] Y. X. Yang, S. Heo, Z. Jin, J. H. Yun, J. Y. Choi, S. Y. Yoon, M. S. Park, B. K. Yang, B. J. Chae, "Effects of lysine intake during late gestation and lactation on blood metabolites, hormones, milk composition and reproductive performance in primiparous and multiparous sows", *Animal Reproduction Science*, Vol.112, pp.199-214, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.04.031>
- [5] K. H. Kim, A. Hosseindoust, S. L. Ingale, S. H. Lee, H. S. Noh, Y. H. Choi, S. M. Jeon, Y. H. Kim, B. J. Chae, "Effects of gestational housing on reproductive performance and behavior of sows with different backfat thickness", *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol.29, No.1, pp.142-148, 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.14.0973>
- [6] J. W. Hong, I. H. Kim, O. S. Kwon, S. H. Lee, J. W. Kim, "Effects of Yolk Antibodies to Replace Antibiotic in Segregated Early-Weaned Pigs", *Journal of Animal Science and Technology*, Vol.43, No.2, pp.177-184, 2001.
- [7] S. K. Lim, J. E. Lee, H. S. Lee, H. M. Nam, D. C. Moon, G. C. Jang, Y. J. Park, Y. G. Jung, S. C. Jung, S. H. Wee, "Trends in antimicrobial scales for livestock and fisheries in Korea during 2003-2012", *Korean Journal of Veterinary Research*, Vol.54, No.2, pp.81-86, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14405/kjvr.2014.54.2.81>
- [8] P. A. Thacker, "Alternatives to antibiotics as growth promoters for use in swine production: a review", *Journal of Animal Science and Biotechnology*, Vol.4, No.35, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-35>
- [9] N. K. Im, G. S. Jeong, "Neuroprotective effect of ethyl acetate fraction of *Portulaca oleracea* L.", *Korea Journal of Pharmacology*, Vol.44, No.4, pp.379-383, 2013.
- [10] L. Xiang, D. Xing, W. Wang, R. Wang, Y. Ding, L. Du, "Alkaloids from *Portulaca oleracea* L.", *Phytochemistry*, Vol.66, No.21, pp.2595-2601, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.08.011>
- [11] N. E. Awad, "Lipid content and antimicrobial activity of phenolic constituents of cultivated *Portulaca oleracea* L.", *Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University*, Vol.32, No.1, pp.137-142, 1994.
- [12] N. Sakai, K. Inada, M. Okamoto, Y. Shizuri, Y. Fukuyama, "Portulacide A, a monoterpene glucoside from *Portulaca oleracea*", *Phytochemistry*, Vol.42, No.6, pp.1625-1628, 1996.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(96\)00202-6](https://doi.org/10.1016/0031-9422(96)00202-6)
- [13] C. Y. Li, Y. H. Meng, Z. M. Ying, N. Xu, D. Hao, M. Z. Gao, W. J. Zhang, L. Xu, Y. C. Gao, X. X. Ying, "Three Novel Alkaloids from *Portulaca oleracea* L. and Their Antiinflammatory Effects", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.64, pp.5837-5844, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02673>
- [14] M. Iranshahy, B. Javadi, M. Iranshahi, S. P. Jahanbakhsh, S. Mahyari, F. V. Hassani, G. Karimi, "A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Portulaca oleracea* L.", *Journal of ethnopharmacology*, Vol. 205, pp.158-172, 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2017.05.004>

- [15] L. Wang, L. Gong, L. Zhu, C. Peng, J. Liao, L. Ke, B. Dong, "Effects of activated charcoal-herb extractum complex on the growth performance, immunological indices, intestinal morphology and microflora in weaning piglets", *RSC advances*, Vol.9, No.11, pp.5948-5957, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1039/C8RA10283J>
- [16] L. Wang, L. Zhu, L. Gong, X. Zhang, Y. Wang, J. Liao, L. Ke, B. Dong, "Effects of activated charcoal-herb extractum complex on antioxidant status, lipid metabolites and safety of excess supplementation in weaned piglets", *Animals*, Vol.9, No.12, pp.1151. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9121151>
- [17] National Research Council(NRC), "Nutrient requirements of swine", *Livestock Production Science*, pp.208-238, The national academies press, 2012.
- [18] SAS. 2012, SAS Software for PC. Release 9.3, SAS Institute. Ins, Cart, NC, USA.
- [19] R. Zabielski, Z. Gajewski, J. L. Valverde Piedra, D. Laubitz, J. Wilczak, B. Bałasińska, G. Kulasek, "The perinatal development of the gastrointestinal tract in piglets can be modified by supplementation of sow diet with bioactive substances", *Livestock science*, Vol.109, No.1-3, pp.34-37, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.01.037>
- [20] K. H. Kim, K. S. Kim, J. E. Kim, H. J. Jung, S. D. Lee, S. J. Sa, J. K. Hong, T. Y. Hur, J. C. Park, Y. H. Kim, "Effects of dietary supplementation of *Codonopsis pilosula* extract powder on the productivity and immunity in sows and piglets", *Korean Journal of Organic Agriculture*, Vol.21, No.3, pp.423-435, 2013.
- [21] L. Calani, M. Dall'Asta, E. Derlindati, F. Scazzina, R. Bruni, D. Del Rio, "Colonic metabolism of polyphenols from coffee, green tea, and hazelnut skins", *Journal of Clinical Gastroenterology*, Vol.46, pp.S95-S99, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1097/MCG.0b013e318264e82b>
- [22] K. Chan, M. W. Islam, M. Kamil, R. Radhakrishnan, M. N. M. Zakaria, M. Habibullah, A. Attas, "The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. subsp. *sativa* (Haw.) Celak", *Journal of ethnopharmacology*, Vol.73, No.3, pp.445-451, 2000.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00318-4](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00318-4)
- [23] B. Chen, H. Zhou, W. Zhao, W. Zhou, Q. Yuan, G. Yang, "Effects of aqueous extract of *Portulaca oleracea* L. on oxidative stress and liver, spleen leptin, PAR α and FAS mRNA expression in high-fat diet induced mice", *Molecular Biology Reports*, Vol.39, No.8, pp.7981-7988, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-012-1644-6>
- [24] S. D. Upadhaya, J. W. Park, I. H. Kim, "Effect of plant extract YGF251 on growth performance, reproductive performance and insulin like growth factor secretion in primiparous and multiparous sows", *Animal Nutrition and Feed Technology*, Vol.16, pp. 393-402, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2016.00035.4>
- [25] B. J. Min, O. S. Kwon, J. W. Hong, K. S. Son, I. H. Kim, "Effects of herbal plant mixture (Miracle®) supplementation on the productivities of lactating sows and growth performance and hematological characteristics of piglets", *Journal of Animal Science and Technology*, Vol.47, No.3, pp.371-378, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.5187/JAST.2005.47.3.371>
- [26] E. Pietrzak, E. R. Grell, "The effects of adding lucerne protein concentrate to diets on the reproductive traits and blood metabolic profiles of sows and piglets", *Journal of Animal and Feed Science*, Vol.24, No.3, pp.216-225, 2015.
- [27] M. Kaveh, A. Eidi, A. Nemati, M. H. Boskabady, "The extract of *Portulaca oleracea* and its constituent, alpha linolenic acid affects serum oxidant levels and inflammatory cells in sensitized rats", *Iranian Journal of Allergy Asthma and Immunology*, Vol.16, No.3, pp.256-270, 2017.
- [28] T. Guzik, R. Korbut, T. Adamek-Guzik, "Nitric oxide and superoxide in inflammation", *Journal of physiology pharmacology*, Vol.54, No.4, pp.469-487, 2003.
- [29] S. W. Seo, "The anti-inflammatory effect of *Portulaca oleracea* 70% EtOH Extracts on lipopolysaccharide-induced inflammatory response in RAW 264.7 cells", *The Korea Journal of Herbology*, Vol.30, No.6, pp.33-38, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.6116/kjh.2015.30.6.33>
- [30] J. Feng, F. Deng, Y. Yu., C. Yang, A. Chen, "Effects of β -carotene microcapsules on reproducibility, immunity and antioxidant capability in late-pregnancy sows", *Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences)*, Vol.35, No.6, pp.665-669, 2009.
- [31] B. B. Jensen, "The impact of feed additives on the microbial ecology of the gut in young pigs", *Journal of Animal and Feed Sciences*, Vol.7, No.1, pp.45-64, 1998.
DOI: <https://doi.org/10.22358/jafs/69955/1998>
- [32] J. Willamil, I. Badiola, E. Devillard, P. A. Geraert, D. Torrallardona, "Wheat-barley-rye-or corn-fed growing pigs respond differently to dietary supplementation with a carbohydrase complex", *Journal of Animal Science*, Vol.90, NO.3, pp.824-832, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3766>
- [33] H. H. Giang, T. Q. Viet, B. Ogle, J. E. Lindberg, "Effects of supplementation of probiotics on the performance, nutrient digestibility and faecal microflora in growing-finishing pigs", *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, Vol.24, No.5, pp.655-661, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.10238>

오 승 민(Seung-Min Oh)

[정회원]



- 2018년 2월 : 강원대학교 동물생 명과학전공 (농학석사)
- 2018년 1월 ~ 현재 : 경상북도 축 산기술연구소 농업연구사

〈관심분야〉
가축영양, 가축사양

전 세 민(Se-Min Jeon)

[정회원]



- 2016년 2월 : 강원대학교 동물생 명과학전공 (농학석사)
- 2016년 11월 ~ 현재 : ㈜에드바이 오텍

〈관심분야〉
동물영양, 가축사양

최 요 한(Yo-Han Choi)

[정회원]



- 2015년 2월 : 강원대학교 동물생 명과학전공 (농학석사)
- 2019년 2월 : 강원대학교 동물생 명과학전공 (농학박사)
- 2019년 4월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연구원

〈관심분야〉
동물영양 및 사양, 동물복지

김 진 수(Jin-Soo Kim)

[정회원]



- 2010년 2월 : 강원대학교 동물영양학(농학석사)
- 2012년 2월 : 강원대학교 동물영양학(농학박사)
- 2013년 ~ 2016년 : University of Minnesota research fellow
- 2017년 2월 : 강원대학교 동물산업융합 학과 조교수

〈관심분야〉
동물영양 및 사양, 축사시설

정 현 정(Hyun-Jung Jung)

[정회원]



- 1998년 2월 : 서울대학교 농업생 명과학대학 축산학과 (농학석사)
- 2002년 8월 : 서울대학교 농업생 명과학대학 농생명공학부 (농학박사)
- 2005년 12월 ~ 2017년 12월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업 연구사
- 2018년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연 구관

〈관심분야〉
동물영양, 가축사양