

사료 내 condensed molasses soluble (CMS)의 첨가가 육성비육돈의 생산성 및 육질에 미치는 영향

김기현¹, 송일환², 천주란¹, 전중환¹, 서강민¹, 남기택^{2*}
¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²국립한경대학교 동물생명환경과학과

Effects of Dietary Supplementation of Condensed Molasses Soluble (CMS) on Growth Performance and Meat Quality in Growing-finishing Pigs

Ki Hyun Kim¹, Il-Hwan Song², Ju Lan Chun¹, Jung-Hwon Jeon¹,
Kangmin Seo¹, Ki-Taeg Nam^{2*}

¹National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

²Department of Animal Life and Environment Science, Hankyong National University

요약 본 연구는 생산비 절감을 위하여 양돈사료 내 당밀 대체 Condensed molasses soluble (CMS)를 육성비육돈 사료 내에 첨가 급여하였을 때, 생산성 및 육질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 수행하였다. 공시동물은 평균 체중 27.3±1.78 kg의 교잡종(LY×D) 육성돈 160두를 공시하여, 4개 처리구에 완전임의배치로 공시하였다. 시험사료는 시판 육성비육돈사료 급여구(무첨가구)와 시판사료에 각각 당밀 3 % 첨가구(MOL 3.0), CMS 1.5 % 첨가구(CMS 1.5), CMS 3 % 첨가구(CMS 3.0)로 설계하였다. 각 처리구별 시험사료와 물은 70일 동안 자유채식을 실시하였다. 생산성을 분석한 결과, 당밀과 CMS첨가구에서 대조구 대비 사료섭취량이 유의하게 높은 것이 관찰되었으며, CMS 3 % 첨가에 의해 대조구 대비 종로체중과 일당증체량이 유의하게 개선되는 효과를 확인하였다($p<0.05$). 사료요구율은 당밀 및 CMS 첨가 그룹에서 대조구와의 통계적 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 사양시험 종료 후 등심부위의 육질을 평가한 결과에서 보수력, 가열감량, pH 모두 처리구간에 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 본 연구의 결과는, 육성비육돈 사료 내 CMS 3%의 첨가급여는 육질의 저하 없이 생산성 개선 효과를 가지며, 양돈 사료 내 당밀 대체제로써 CMS의 활용 가능성을 시사한다.

Abstract This study was conducted to investigate the effects of dietary supplementation with condensed molasses soluble (CMS), which has economically benefitted as an alternative ingredient of molasses, on growth performance and meat quality in growing-finishing pigs. A total of 160 cross-bred growing pigs (LY×D) having body weight 27.3±1.78 kg, were allotted to 1 of the 4 treatment groups with 4 replications each, in a completely random block design. The experimental diet consisted of a basal diet (CON), with supplementation of molasses 3% (MOL 3.0), CMS 1.5% (CMS 1.5), and CMS 3% (CMS 3.0) to basal diet. Feed and water were provided ad libitum for 70 days. We observed higher feed intake in the MOL 1.5, CMS 1.5, and CMS 3.0 groups than CON group. The final body weight and weight gain were significantly improved in the CMS 3.0 group ($p<0.05$), as compared to CON group. Evaluation of the meat quality revealed no significant difference in water holding capacity, heating loss, and pH, among all experiment groups. This study indicates that feeding CMS results in improved growth performance in growing-finishing pigs without deterioration in meat quality, and has the potential to be used as an alternative ingredient of molasses in swine feed.

Keywords : CMS, Growth Performance, Meat Quality, Molasses, Pig

본 연구는 2020년도 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 지원사업에 의해 이루어진 것임

*Corresponding Author : Ki-Taeg Nam(Hankyong National Univ.), Kangmin Seo(NIAS, RDA)

email: ktnam@hknu.ac.kr

Received October 14, 2020

Revised November 3, 2020

Accepted November 6, 2020

Published November 30, 2020

1. 서론

2012년부터 가축의 사료 내 항생제 사용이 전면 금지됨에 따라, 생균제, 유기산제, 효소제, 식물 추출물 등의 항생제 대체 기능성 물질이 주목받고 있으며, 생산성의 증대와 더불어 생산비 절감을 위한 첨가제 개발 연구가 꾸준히 증가하고 있다[1-4]. 게다가, 최근 식품 가공 산업에서 식품 부산물에 대한 환경 및 경제적 우려가 높아짐에 따라 이를 동물의 사료첨가제로 활용을 위한 관심이 커지고 있다[5,6]. 당밀은 사탕수수뿐만 아니라 Beet, Cane, Blackstrap 등의 식물로부터 설탕을 제조 후 발생하는 부산물이지만, Sucrose, Glucose, Fructose, 미네랄, Pantothenic acid 등이 풍부하여 가축 사료의 에너지 공급원 및 기호성 개선제로서 사용되어 왔다[7,8]. 하지만, 과거와 비교하여 당밀의 가격 증가로 인해 사료첨가제로써 사용하는데 생산비 증가의 부담이 증가하고 있다. 따라서 이와 같은 문제의 대안으로 당밀을 주원료로 Mono-sodium glutamate (MSG)를 생산 후 얻을 수 있는 부산물인 Condensed Molasses Soluble (CMS)의 이용 가능성에 관심이 집중되고 있으며, 저렴한 가격으로 사료 생산원가를 절감할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

CMS는 사료 당밀 대체제로서 가격적인 장점 이외에도 풍부한 단백질, 아미노산, 유기산, 비타민, 미네랄 및 미생물 발효에 의해 합성되는 미지의 성장인자 등이 풍부한 것으로 알려져 있어 가축 사료에서의 높은 사료 가치를 가지는 것으로 여겨지고 있다[9]. 이에 따라 몇몇 연구자들에 의하여 가축 사료 내 CMS를 첨가한 연구결과들이 보고 되고 있다. Choi (2019)는 산란계 사료 내 CMS 1% 첨가에 의해 계란의 난각 두께 및 신선도가 증진되는 결과를 보고하였으며[8], Waliszewski (1997) 등의 연구에서는 사료 내 6%g의 CMS 첨가 시 육계의 사료섭취량 및 체중이 증가하는 결과를 보고하였다[9]. CMS를 반추동물 사료에 적용한 연구에서는, 젖소 사료 내 CMS를 1%, 2%를 각각 첨가하여 급여하였을 때, 사료 영양소 소화율 및 혈중 면역글로블린이 증가되었으며[10], 반추위 미생물단백질 합성 증진[11] 및 송아지의 일당증체량, 도체중 및 등심단면적의 개선 효과 등이 보고되고 있다[12].

한편, CMS를 양돈 사료 내에 적용한 연구는 매우 제한적으로 보고되고 있는데[13,14], Stemme(2005) 등의 연구에서는 사료 내 CMS를 16%, 43%를 첨가하였을 때, 사료 소화율이 감소되는 결과를 보고 하였다[14]. 다만,

이들의 연구는 CMS의 첨가 비율이 과도하게 높아 양돈 사료에서의 CMS 활용 가능성을 평가하기에는 한계가 있다.

따라서, 본 연구에서는 육성비육돈의 사료 내 CMS를 첨가하였을 때, 양돈생산성과 육질에 미치는 영향을 평가하고, 적정 첨가비율을 제시하기 위하여 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험디자인 및 사양관리

2.1.1 공시동물

본 연구에 이용된 공시동물은 평균체중 25-30 kg의 3월 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 육성돈 총 640두를 공시하여, 4개 처리구에 각각 4반복으로 반복당 40두씩, 처리구당 160두를 배치하였다.

2.1.2 실험설계

실험 디자인은 대조구(CON)와 molasses 3.0 % 첨가구(MOL 3.0), CMS 1.5 % 첨가구(CMS 1.5), 및 CMS 3.0 % 첨가구(CMS 3.0)로 총 4개의 처리구를 배치하여 처리구당 4반복으로 실험을 실시하였다.

2.1.3 사양관리 및 시험사료

사양시험은 충남 공주시에 위치한 K농장에서 실시하였다. 사육방법은 일반 관행적으로 실시하는 육성비육돈 사양관리기준에 의거하여 사육하였다. 시험사료는 시판 육성돈용 사료를 기초사료로 하여, 처리구별로 각각 Molasses 3 %, CMS 1.5 %, CMS 3 %를 첨가 혼합하여 시험개시 이후 70일간 급여하였다. 기초시험사료의 영양소 함량은 Table 1에 나타내었다. 전체 시험기간 동안 사료와 음수는 자유채식을 실시하였다.

Table 1. Chemical composition of basal diet

Chemical composition	contents
Digestible energy, kcal/kg	3,400
Crude protein, %	16.5
Crude fat, %	4.50
Crude Fiber, %	6.00
Crude Ash, %	7.00
Calcium, %	0.50
Total Phosphorus, %	0.45
Lysine, %	1.01

2.2 분석항목 및 분석방법

2.2.1 생산성적

생산성적을 조사하기 위하여 실험 개시체중과 종료체중을 측정하였으며, 종료체중에서 개시체중을 감하고 전체 사육일수로 나누어 일당 증체량을 계산하였다. 사료섭취량은 실험기간 전체 총 사료섭취량을 사육두수와 사육일수로 나누어 계산하였으며, 일당증체량과 사료섭취량을 이용하여 아래의 계산식(1)과 같이 사료요구율을 산출하였다.

$$FCR = ADG/ADFI \quad (1)$$

Where, FCR feed conversion ratio, ADG average daily gain, ADFI average daily feed intake

2.2.2 육질평가

사양실험 종료 후 각 처리구별로 평균체중에 해당하는 개체를 각 3두씩을 선발하여 등심 시료를 채취하여 육질 분석에 이용하였다. 육질평가는 Kim (2017)등의 방법에 기초하여 보수력, 가열감량, pH 항목에 대하여 분석을 실시하였으며, 자세한 분석방법은 아래와 같다[15].

2.2.2.1 보수력

2장의 Plastic Plate 사이에 filter paper (Whatman No.2)와 등심 시료 0.2 g를 넣고 1.5 kg의 중력으로 5분간 압력을 가한 후 유출 육즙 면적과 육 조직 면적을 Planimeter (Tamiya, Super Planix- α , Japan)로 측정하였으며, 보수력은 다음 공식(2)를 이용하여 계산하였다.

$$WHC(\%) = (1 - a/b) \times 100 \quad (2)$$

where, WHC water holding capacity, a area of meat, b outflow area of meat juicy

2.2.2.2 가열감량

등심 시료 Sample 10 g을 한 조직으로 채취하여 polypropylene bag에 넣고 75 °C의 water bath에서 30분간 가열 후 desiccator에서 20분간 방냉하였다. 가열 전 및 방랭 후의 조직 무게를 측정하여 아래의 계산식(3)과 같이 가열감량을 계산하였다.

$$Heatingloss(\%) = ((a-b)/a) \times 100 \quad (3)$$

where, a sample weight before heating, b sample weight after heating

2.2.2.3 pH

등심 시료 2 g을 증류수(18 ml)에 넣고 균질기10,000 × rpm에서 60초간 균질한 후 pH meter (HM-30G, Japan)를 이용하여 pH를 측정하였다.

2.3 통계분석

대조구에 대한 각 처리구의 유의성은 통계분석 프로그램 Statistical Analysis System (SAS Software ver. 9.2)의 unpaired t-test를 통해 분석하였으며, *p* value 0.05 이하일 때 통계적 유의성을 인정하였다.

3. 결과

3.1 생산성적

Table 2에는 CMS의 첨가에 따른 생산성 결과를 나타내었고, Figure 1에는 생산성의 결과를 대조구와 비교하여 증감비율을 퍼센트로 환산하여 그래프로 나타내었다. 실험 개시시의 체중은 처리구간 두당 25-29 kg이었으며, 실험 종료시 체중은 대조구 88.6 kg, MOL 3.0 % 첨가구 91.6 kg, CMS 1.5 % 첨가구 95.3 kg, CMS 3.0 % 첨가구 98.0 kg으로 관찰되었다. CMS 첨가구에서 대조구와 당밀 첨가구보다 높은 체중을 나타내었으며, CMS 3 %첨가구는 대조구와 당밀 첨가구에 비하여 유의하게 높은 결과를 나타내었다(*p*<0.05). 종료체중에 대하여 대조구 대비 비율로 분석한 결과, MOL 3.0 % 첨가구, CMS 1.5 %와 3.0 % 첨가구가 대조구 대비 각각 103.0 %, 107.6 %, 110.6 %로 관찰되어 CMS 첨가구가 대조구와 당밀 첨가구에 비하여 체중이 높은 것으로 관찰되었다(Figure 1).

일당증체량은 대조구 892 g에 비하여 당밀이나 CMS 첨가구에서 각각 931 g, 925 g, 972 g으로 증체량이 증가하는 것으로 나타났으며, CMS 3.0 % 첨가구에서는 대조구와 CMS 1.5 % 첨가구에 비하여 통계적으로 유의한 증가가 관찰되었다(*p*<0.05; Table 2). 대조구와의 비교 분석에서도 대조구 대비 CMS 3.0 % 첨가에 의하여 증체량이 8.8 % 개선되는 것으로 나타났다(Figure 1). CMS 1.5 % 첨가는 대조구와 당밀 첨가구와 비교하여 유의미한 증체량 변화는 없는 것으로 관찰되었다.

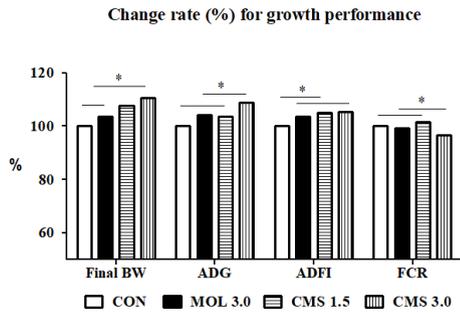


Fig. 1. Change rate for growth performance
 The bars mean are expressed as % of the change rate compared to the CON group. Horizontal lines including an asterisk indicate statistically significant differences ($p < 0.05$).
 BW, body weight; ADG, average daily gain; ADFI, average daily feed intake; FCR, feed conversion ratio; CON, non-supplementation; MOL 3.0, the supplementation of 3 % molasses in feed; CMS 1.5, the supplementation of 1.5 % condensed molasses soluble; CMS 3.0, the supplementation of 3 % condensed molasses soluble

일당 사료섭취량은 대조구가 두당 2.26 kg이었으나, MOL 3.0 % 첨가구는 2.33 kg, CMS 1.5 %와 3.0 % 첨가구에서는 각각 2.37, 2.38 kg으로 관찰되어 대조구에 비하여 당밀 및 CMS 첨가에 의해 유의하게 증가되는 것으로 확인하였다($p < 0.05$). 따라서 대조구 대비 증감율도 대조구 대비 처리구별로 각각 3.1 %, 4.9 %, 5.3 %의 증가를 나타내는 것으로 관찰되었다($p < 0.05$). 사료요구율

은 사료섭취량을 증체량으로 나누어 나타낸 값으로 대조구 2.49 대비 CMS 1.5 % 첨가구에서 2.53으로 높은 경향이었고, 당밀 3 %첨가구 2.47로 대조구와 비슷한 수준으로 통계적 유의차는 없었다. CMS 3.0 % 첨가구에서는 CMS 1.5 % 첨가구와 비교하여 유의하게 가장 낮은 2.41을 나타내었으나($p < 0.05$), 대조구와 당밀 첨가구는 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 다만, 사료요구율을 대조구 대비 변화량으로 분석한 결과에서는 CMS 3.0 % 첨가구가 다른 처리구에 비하여 유의하게 낮은 것을 확인하였다($p < 0.05$).

3.2 육질평가

Table 3에는 CMS의 첨가에 따른 육질 평가 결과를 나타내었다. 보수력에 있어서는 대조구가 44.7 %, MOL 3.0 % 첨가구 50.8 %, 그리고 CMS 1.5 % 및 3.0 % 첨가구에서 각각 53.31, 51.31 보수력을 나타내었으며 통계적으로 처리에 의한 유의미한 효과는 관찰되지 않았다. 한편 가열감량은 CMS 1.5 % 첨가구에서 가장 낮은 11.7 %를 보였으나, 다른 처리구에서는 14.1 - 15.0 %로 비슷한 수준을 나타내었다. 또한 pH의 변화는 대조구에서 5.35로 가장 낮은 값이 관찰되었고, CMS 1.5 % 첨가구에서 5.76으로 가장 높은 것으로 나타났으나, 모든 처리구에서 통계적 유의차는 인정되지 않았다.

Table 2. Growth performance by dietary supplementation of CMS

Items	CON	MOL 3.0	CMS 1.5	CMS 3.0
Initial BW, kg	25.2±3.3	25.5±3.2	29.6±3.8	29.0±4.0
Final BW, kg	88.6±1.5	91.6±1.1	95.3±3.1*	98.0±3.0*
ADG, g/day	892±16	931±4	925±26	972±24*
ADFI, kg/day	2.26±0.01	2.33±0.02*	2.37±0.02*	2.38±0.02*
FCR	2.49±0.05	2.47±0.01	2.53±0.07	2.41±0.06

Data are Mean±standard error; *Superscript asterisk means significant difference between CON and other groups, respectively; BW, body weight; ADG, average daily gain; ADFI, average daily feed intake; FCR, feed conversion ratio; SEM, standard error mean; CON, non-supplementation; MOL 3.0, the supplementation of 3 % molasses in feed; CMS 1.5, the supplementation of 1.5 % condensed molasses soluble; CMS 3.0, the supplementation of 3 % condensed molasses soluble

Table 3. Effect of dietary supplementation of CMS on pig meat quality

Items	CON	MOL 3.0	CMS 1.5	CMS 3.0
Water Holding Capacity, %	44.7±3.2	50.8±4.7	53.3±4.0	51.3±8.5
Heating Loss, %	14.1±1.8	15.0±3.0	11.7±2.9	14.5±2.0
pH	5.35±0.21	5.61±0.14	5.76±0.26	5.66±0.14

Data are Mean±standard error; CON, non-supplementation; MOL 3.0, the supplementation of 3% molasses in feed; CMS 1.5, the supplementation of 1.5% condensed molasses soluble; CMS 3.0, the supplementation of 3% condensed molasses soluble

3. 고찰

본 연구는 MSG의 발효부산물인 CMS를 육성비육돈 사료 내에 첨가 급여하였을 때, 생산성 및 육질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 실시하였다. CMS의 급여 효과를 평가하기 위하여 무첨가구인 대조구와 당밀 첨가구를 배치하여 급여효과를 평가하였다. Table 2와 Figure 1에서 나타난 바와 같이 CMS의 첨가급여에 의해 일당증체량이 대조구 대비 유의하게 증가되었으며, 최종적으로 종료체중이 개선되는 효과를 관찰하였다.

양돈분야에서는 일당증체량과 기호성을 향상시키고 생산비를 절감하기 위해 다양한 부산물을 활용해 왔다 [16-18]. 그중 당밀은 에너지 소화율 및 가소화 단백질 함량이 높으며, 미네랄이 풍부하고 기호성이 좋아 가축사료 원료로서의 가치가 높은 것으로 알려져 왔다. 특히, 저급 조사료를 섭취하는 반추동물에 있어서 사료섭취량 증진에 효과가 뛰어나며 반추위 미생물에 의한 분해가 빨라 에너지 및 사료효율을 높이는 데에 기능적 이점이 많아 가축생산성 향상과 생산비 절감을 위한 대안으로 여겨져 왔다[19].

가축생산성 평가에 있어서 사료섭취량의 증가는 사료에 대한 높은 기호성과 증체량을 높일 수 있는 요인으로 평가된다. Mavromichalis 등(2001)의 연구에서 당밀을 양돈 사료 내 첨가하였을 때, 다른 당류(lactose, sucrose) 급여 시 보다 체중 증체량이 유의하게 개선되는 결과가 보고되었다[20]. 본 연구의 결과에서는 당밀 3% 첨가 급여에 의해 사료섭취량은 유의하게 증가되었으며, 체중 및 일당증체량은 통계적으로 유의한 차이는 인정되지 않았지만 대조구 대비 높은 수준으로 관찰되어 이들의 연구와 유사한 결과를 확인하였다. 한편, 더 나아가 본 연구에서는 CMS 3.0% 첨가구에서 대조구 대비 사료섭취량, 체중 및 일당증체량이 유의하게 개선되는 결과를 보여주어($p < 0.05$), 결론적으로 양돈 사료 내 당밀 대체 CMS의 첨가는 생산성 개선에 효과가 있는 것을 검증하였다(Figure 1). 한편, 사료 내 유당 또는 당밀의 첨가가 이유자돈의 증체량에 미치는 영향을 평가한 Dunmire 등(2020)의 연구에서는 33일간의 사육기간 동안 일당 사료섭취량과 일당 증체량은 다른 처리구와 비교하여 차이를 나타내지 않았다[21]. 이러한 차이는 돼지의 성장단계(이유자돈 VS. 비육돈)에서 요구되는 생리적인 에너지 및 영양소 요구량 차이에 기인 한 것으로 사료된다.

기존의 CMS 첨가 급여에 의한 가축생산성 평가 연구들은 가금과 대가축에서 주로 보고되고 있다. 서론에서

거론된 바와 같이 사료 내 CMS의 첨가급여에 의해 산란계[8], 육용계[9], 비육우[10,11] 및 비육우[12]의 생산성이 개선되는 효과가 보고되고 있으며, 이들 연구는 본 연구에서 제시하고 있는 CMS의 양돈 생산성 향상효과에 대한 결과를 뒷받침하고 있다. 한편, 2005년 Stemme의 연구에 의하면 양돈 사료 내 CMS 16%와 43%까지 양돈 사료 내 CMS를 첨가했을 때, 소화율이 감소되는 부정적인 영향을 보고한 바 있다[14]. Stemme 연구에서의 CMS의 첨가수준은 기초사료의 사료 영양소 화학적 조성에 영향을 미칠 수 있는 높은 수준으로 첨가되어 CMS의 효과를 검증하기에 한계를 가지고 있었다. 본 연구결과에서는 양돈에서 생산성 향상을 위해 육성비육돈의 사료에 3%의 CMS 첨가시 생산성 향상에 미치는 긍정적인 효과를 입증하였으며 사료첨가제로서의 활용가능성을 새롭게 제시하고 있다.

보수력, 가열감량, pH는 식육의 신선도와 품질을 결정하는 평가지표로 활용되고 있다. 본 연구에서는 모든 처리구간에 이들 지표의 유의한 변화는 관찰되지 않았다 ($p > 0.05$). 따라서 비육돈 사료 내 당밀 또는 CMS의 첨가 급여는 돈육의 육질에는 부정적인 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 비육돈 사료 내 CMS의 첨가 급여는 육질의 저하 없이 양돈 생산성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단되며, 영양학적 측면과 생산비 절감 측면에서 양돈사료 내에 당밀 대체제로서의 활용가능성이 있음이 확인되었다. 또한, 사료 내 CMS의 첨가는 사료비 절감과 더불어 증체량 개선에 따른 출하일령 단축으로 연간 출하두수 증가로 이어져 농가 소득 증대에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 결론

본 연구는 사료 내 CMS의 첨가급여는 육성비육돈의 사료섭취량, 일당증체량을 증가시키고, 사료효율을 개선시켜 생산성에 긍정적인 효과를 가지는 것을 입증하였다. 또한, CMS 급여는 비급여 그룹과 비교하여 육질의 저하 없이 동일한 수준을 유지하는 것을 확인하였다. 이와 같은 결과를 통해, CMS는 당밀보다 우수한 양돈의 생산성 증진효과가 있는 것으로 판단되며, 저렴한 가격에 따른 사료비 절감을 효과를 기대할 수 있어 향후 국내의 양돈의 생산성 향상과 수익성 개선에도 기여할 것으로 사료된다.

References

- [1] J. S. Yoo, Y. J. Chen, I. H. Kim, "Effects of dietary complex probiotics on growth performance nutrient digestibility and blood characteristics in growing pigs", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.8, No.5, pp.1266-1272, Oct. 2007.
- [2] C. H. Lee, I. H. Jo, J. C. Shon, S. H. Lee, "Effects of dietary supplementation of organic acid and antibiotics mixture on growth performances and blood metabolites in growing pigs", *Korean Journal of Organic Agriculture*, Vol.17, No.2, pp.237-251, Jun. 2009.
- [3] K. H. Kim, J. Y. Jeong, I. H. Song, S. D. Lee, S. Y. Ji, Y. K. Lee, K. T. Nam, "Effects of dietary supplementation of enzyme complex on growth performance, carcass characteristics and meat storability in broiler chickens", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.19, No.12, pp.740-748, Dec. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.12.740>
- [4] J. H. Cho, Y. J. Chen, B. J. Min, H. J. Kim, J. S. Yoo, T. G. Ko, Y. Hyun, I. H. Kim, "Effects of dietary herbal plant mixture (Koppuulv[®]) on growth performance, blood immunological parameters, fecal VFA and NH₃-N concentrations in growing pigs", *Journal of Animal Science and Technology*, Vol.48, No.3, pp.375-282, Jun. 2006.
DOI: <https://doi.org/10.5187/JAST.2006.48.3.375>
- [5] G. M. Chu, H. Y. Kim, J. H. Ha, J. M. Yang, B. S. Yang, C. J. Park, Y. M. Song, "Agricultural and marine by-products fermented diet and its economic value in pig", *Journal of Agriculture & Life Science*, Vol.46, pp.59-68, Jun. 2012.
- [6] V. Tufarelli, M. Introna, E. Cazzato, D. Mazzei, V. Laudadio, "Suitability of partly destoned exhausted olive cake as byproduct feed ingredient for lamb production", *Journal of Animal Science*, Vol.91, pp.872-877, Feb. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5541>
- [7] A. W. Speedy, FAO Tropical Feeds, FAO Tropical Feeds Database (Version 3.0), Oxford Computer Journals, 1992.
- [8] I. H. Choi, "Effects of dietary microbial-fermented molasses on egg production and egg quality in laying hens", *Journal of Environmental Science International*, Vol.28, No.1, pp.159-162, Jan. 2019.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5322/JESI.2019.28.1.159>
- [9] K. N. Waliszewski, A. Romero, V. T. Pardio, "Use of cane condensed molasses solubles in feeding broilers", *Animal feed science and technology*, Vol.67, No.2-3, pp.253-258, Jul. 1997.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00004-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00004-7)
- [10] J. Ma, C. Ma, X. Fan, A. M. Shah, J. Mao, "Use of condensed molasses fermentation solubles as an alternative source of concentrates in dairy cows", *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Online published, Feb. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0844>
- [11] J. M. Yeo, S. G. Jeong, H. S. Kim, B. S. Ahn, C. H. Kim, H. T. Shin, "The effects of condensed molasses solubles (CMS)/molasses mixtures on ruminal microbial protein synthesis", *Journal of Animal Science and Technology*, Vol.46, No.1, pp.61-68, Feb. 2004.
DOI: <https://doi.org/10.5187/JAST.2004.46.1.061>
- [12] A. Zali, M. Eftekhari, F. Fatehi, M. Ganjkanlou, "Effect of vinasse (condensed molasses solubles) on performance and meat chemical composition of Holstein male calves", *Italian Journal of Animal Science*, Vol.16, No.3, pp.515-520, Mar. 2017.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/1828051X.2017.1298407>
- [13] M. Eklund, R. Mosenthin, M. Tafaj, J. Wamatu, "Effects of betaine and condensed molasses solubles on nitrogen balance and nutrient digestibility in piglets fed diets deficient in methionine and low in compatible osmolytes", *Archives of animal nutrition*, Vol.60, No.4, pp.289-300, Aug. 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/17450390600785525>
- [14] K. Stemme, B. Gerdes, A. Harms, J. Kamphues, "Beet-vinasse (condensed molasses solubles) as an ingredient in diets for cattle and pigs-nutritive value and limitations", *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Vol.89, No.3-6, pp.179-183, Mar. 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2005.00554.x>
- [15] H. J. Kim, D. Kim, J. S. Shin, A. Jang, "Effects of dietary chitosan and probiotics on the quality and physicochemical characteristics in Hanwoo striploin", *Journal of Agriculture and Life Science*, Vol.51, No.5, pp.115-128, Oct. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.14397/jals.2017.51.5.115>
- [16] J. H. Lee, K. W. Park, S. O. Shin, J. H. Cho, Y. J. Chen, I. H. Kim, "Effects of dietary pine cone meal on growth performance, blood characteristics, carcass quality and fecal noxious gases compounds in finishing pigs", *Journal of Animal Science and Technology*, Vol.49, No.6, pp.761-772, Dec. 2007.
DOI: <https://doi.org/10.5187/JAST.2007.49.6.761>
- [17] S. N. Kang, Y. M. Song, C. W. Kim, T. W. Kim, G. M. Chu, B. S. Yang, I. S. Kim, "Effect of feeding high carbohydrate-low fat fermented feed on the meat quality characteristics in finishing pigs", *Food Science of Animal Resources*, Vol.30, No.5, pp.826-832, Oct. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2010.30.5.826>
- [18] D. I. Kim, G. I. Jang, D. I. Yoo, J. H. Cho, "Evaluation of apple by-product as protein source in growing pigs diet", *Bulletin of the Animal Biotechnology*, Vol.7, pp.23-26, Jun. 2015.

[19] S. Senthilkumar, T. Suganya, K. Deepa, J. Muralidharan, K. Sasikala, "Supplementation of molasses in livestock feed", *International Journal of Science, Environment and Technology*, Vol.5, No.3, pp.1243-1250, Jun. 2016.

[20] I. Mavromichalis, J. D. Hancock, R. H. Hines, B. W. Senne, H. Cao, "Lactose, sucrose, and molasses in simple and complex diets for nursery pigs", *Animal feed science and technology*, Vol.93, No.3-4, pp.127-135, Oct. 2001.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00287-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00287-5)

[21] K. M. Dunmire, T. A. Wickersham, L. L. Frenzel, S. R. Sprayberry, L. C. Joiner, L. P. Hernandez, C. B. Paulk, "Effects of adding liquid lactose or molasses to pelleted swine diets on pellet quality and pig performance", *Translational Animal Science*, Vol.4, No.2, pp.616-629, Apr. 2020.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/tas/txaa039>

김 기 현(Ki Hyun Kim)

[정회원]



- 2013년 3월 : 일본 교토대학교 동물영양학 전공 (농학박사)
- 2013년 4월 ~ 2017년 2월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연구원
- 2017년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

동물영양학, 사료

송 일 환(II-Hwan Song)

[정회원]



- 2017년 2월 : 한경대학교 동물생명환경과학과 (농학석사)
- 금강농장 대표
- 연암대학교 겸임교수
- 한국농수산대학교 겸임교수

<관심분야>

양돈, 가축사양

천 주 란(Ju Lan Chun)

[정회원]



- 2012년 5월 : 일로노이 주립대학교 줄기세포치료 전공 (박사)
- 2014년 10월 ~ 2018년 7월 충남대학교 산학협력단 계약교수
- 2019년 1월 ~ 2020년 6월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연구원

- 2020년 7월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

동물복지연구, 동물대체실험

전 중 환(Jung-Hwon Jeon)

[정회원]



- 2006년 2월 : 경상대학교 응용생명과학부 (이학박사)
- 2006년 6월 ~ 2007년 7월 : University of British Columbia (연구원)
- 2007년 12월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

동물복지, 동물행동, 동물발성음

서 강 민(Kang-Min Seo)

[정회원]



- 2013년 2월 : 국립한경대학교 동물·낙농생명과학전공 (농학석사)
- 2019년 3월 : 일본 북해도대학교 공생기반학전공 (농학박사)
- 2019년 5월 ~ 2020년 1월 : 일본 북해도대학교 박사후연구원
- 2020년 2월 ~ 현재 : 국립축산과학원 동물복지연구팀 전문연구원

<관심분야>

가축영양생리, 동물세포생리학

남 기 택(Ki-Taeg Nam)

[정회원]



- 1992년 3월 : 일본 동북대학교 가축생리학 (농학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 국립한경대학교 동물생명환경과학부 교수

〈관심분야〉

가축영양생리, 사료영양