

# 사료 내 라이신 수준이 육성돈의 성장, 영양소소화율, 혈액성상 및 경제성에 미치는 영향

최요한<sup>1</sup>, 정용대<sup>1</sup>, 김두완<sup>1</sup>, 김조은<sup>1</sup>, 조은석<sup>1</sup>, 사수진<sup>1</sup>, 정현정<sup>2</sup>, 진현주<sup>1</sup>, 민예진<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>농촌진흥청 국립축산과학원 양돈과, <sup>2</sup>농촌진흥청 국립축산과학원 영양생리과

## Effects of Different Dietary Lysine Levels on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Metabolites and Economic Efficiency in Growing Pigs

Yo Han Choi<sup>1</sup>, Yong Dae Jeong<sup>1</sup>, Doo Wan Kim<sup>1</sup>, Jo Eun Kim<sup>1</sup>, Eun Seok Cho<sup>1</sup>,  
Soo Jin Sa<sup>1</sup>, Hyun Jung Jung<sup>2</sup>, Hyun Ju Jin<sup>1</sup>, Ye Jin Min<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Swine Science Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration,  
<sup>2</sup>Animal Nutrition and Physiology Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

**요약** 본 연구는 사료 내 라이신 수준이 육성돈의 성장, 영양소소화율, 혈액성상 및 경제성에 미치는 영향을 평가하기 위해 수행하였다. 총 108두의 3원 교잡 육성돈(Landrace×Yorkshire×Duroc; 24.86±1.84 kg)을 공시하였으며, 개시체중에 기반하여, 3처리 18반복, 반복당 2두씩 완전임의 배치하였다. 시험기간은 phase I (25-50 kg), phase II (50-75 kg)로 나누어 진행하였다. 시험구는 National Research Council 라이신 요구량에 기반된 대조구(CON)와 라이신을 대조구 대비 각각 5%(HL5), 10%(HL10) 증량된 처리구가 포함되었다. Phase II에서 HL10 처리구의 사료효율이 CON에 비해 유의적으로 높게 나타났다. Overall에서 HL10의 일당증체량과 사료효율이 유의적으로 개선되는 것으로 나타났다. Phase I에서 HL10의 건물과 에너지 소화율이 유의적으로 개선되는 것으로 나타났다. Phase II의 조단백질 소화율은 HL10 처리구가 CON에 비해 유의적으로 높게 나타났다. Phase I에서 HL5와 HL10 처리구가 CON에 비해 혈 중 총단백질 함량이 유의적으로 높게 나타났다. 사료 내 라이신 수준은 혈액성상에 영향을 미치지 않았다. Overall에서 HL10 처리구의 총증체량과 1 kg 증체당 사료비가 CON에 비해 유의적으로 개선되는 것으로 나타났다. 시험의 결과를 종합해보면, 육성돈 사료 내 10% 수준의 라이신 증량은 성장, 영양소소화율 및 경제성에 긍정적인 효과를 미친다.

**Abstract** This study was conducted to evaluate the effects of dietary lysine (Lys) levels on growth response, nutrient digestibility, blood metabolites, and economic efficiency in growing pigs. A total of 108 cross-bred growing pigs [(Landrace×Yorkshire)×Duroc; 24.86±1.84 kg] were allotted to one of three treatments based on initial body weight (BW), in eighteen pens with two pigs per pen. All animals were divided into 3 groups, standard Lys diet (CON) based on National Research Council (NRC) recommendations 2012, CON+5% higher Lys diet (HL5), and CON+10% higher Lys diet (HL10). A greater ( $p<0.05$ ) G:F was shown in the HL10 pigs compared with the CON pigs in phase II. The overall results showed that the ADG and G:F were improved ( $p<0.05$ ) in the HL10 pigs. The digestibility of DM and GE was improved in the HL10 pigs in phase I ( $p<0.05$ ). In phase II, the digestibility of CP in the HL10 pigs was higher than in the CON pigs. The HL5 and HL10 pigs showed a significantly higher TP level compared with the CON pigs in phase I. The overall results showed that the BWG and FCG were improved ( $p<0.05$ ) in the HL10 pigs. In conclusion, the 10% increased dietary SID Lys compared with the SID Lys recommendation of NRC 2012 can increase the growth rate, nutrient digestibility, and economic efficiency of growing pigs. of NRC 2012 supply to growing pigs can increase the growth rate, nutrient digestibility and economic efficiency.

**Keywords** : Lysine, Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Metabolites, Economic Efficiency.

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01491801)의 지원 및 2021년도 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

\*Corresponding Author : Ye Jin Min(National Institute of Animal Science)

email: myji0525@korea.kr

Received June 22, 2021

Revised July 26, 2021

Accepted August 5, 2021

Published August 31, 2021

## 1. 서론

돼지의 정상적인 성장과 발달은 단백질 또는 이를 구성하는 아미노산의 정확한 공급으로부터 이루어진다. 아미노산은 약 20여개가 존재하며, 이들 중 10여개는 돼지가 합성할 수 있기 때문에 모든 아미노산이 필수 아미노산으로 불리지는 않는다. 따라서 아미노산의 합성유무, 합성 수준 대비 요구량 등에 의해 필수, 준필수, 비필수 아미노산으로 나뉜다[1]. 필수 아미노산은 돼지 체내에서 합성되지 않거나 대사에 필요한 양에 충분하지 않기 때문에 반드시 외부로부터 공급되어야 하는 것으로 정의되고 있다[2].

필수 아미노산 중 라이신은 체내에서 영양소 이용과 같은 생리적인 대사과정에 관여하며, 특히 단백질 합성과 같은 근육성장에 중요한 역할을 한다[1]. 따라서 육성돈 사료 내 라이신의 충분한 공급은 근육 축적과 더불어 전반적인 돼지의 성장 향상을 기대할 수 있으며, 이와 관련하여 돼지 사료 내 라이신 요구량 설정 연구들이 광범위하게 수행되어 오고 있다[3-5]. 돼지 사료 내 적정 수준에 비해 낮은 라이신 수준은 일당증체량을 감소시키고 사료요구율 증가와 같은 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다[3]. 또한, 사료 내 라이신 수준이 낮을수록 등지방두께와 근내지방 함량이 증가하며[6], 등심, 뒷다리살과 같은 살코기의 양이 감소된다고 하였다[6,7]. 그밖에도 면역능력 기능이 저하되어 감염성 질병에 대한 감수성이 증가되는 것으로 보고되었다[8].

국내외 다양한 기관에서 돼지 영양소 요구량이 제시되고 있다. 그중 National Research Council(NRC)은 대표적인 돼지 영양소 요구량 기준이며, 10년이 넘는 주기로 개정되어오고 있다. 그러나 개정기간 동안에도 종돈은 지속적으로 개량되므로 개정된 영양소 요구량은 실제 필요로 하는 요구량에 비해 낮게 나타날 수 있는 문제점이 있다. 이와 관련된 국외 연구결과로써, 유전적 개량에 의해 실제 라이신 요구량은 제시된 표준 영양소 요구량에 비해 높다고 보고되었다[9-11]. 반면, 국내에서도 종돈 개량에 따른 라이신의 요구량이 더 높게 나타날 수 있으나, 이와 관련된 연구결과가 보고된 바 없다.

따라서 본 연구는 국내외적으로 사용되어지고 있는 NRC 요구량 수준보다 높은 라이신 수준이 육성돈의 성장, 영양소소화율, 혈액성상 및 경제성에 미치는 영향을 구명하고 향후 돼지 사료 내 라이신 수준 설정 시 기초자료로서 활용하고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시동물 및 시험설계

육성돈 사료 내 증량된 라이신 수준이 성장, 영양소소화율, 혈액성상 및 경제성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 개시체중이 평균  $24.86 \pm 1.84$  kg인 3원 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 육성돈 108두를 공시하였다. 시험설계는 NRC[12]에 제시하는 육성돈 사료 내 1일 라이신 요구량을 대조구(8.5 g/kg)로 하여, 라이신을 각각 5%(8.9 g/kg)와 10%(9.4 g/kg) 증량한 처리구로 설정하였다. 총 3처리, 처리구별 18반복, 반복당 2두씩 완전임의 배치하였다.

본 시험은 phase I(1-33일, 25-50 kg)과 phase II(34-61일, 50-75 kg)로 나누어 총 61일간 수행하였다.

### 2.2 시험사료 및 사양관리

시험에 사용된 배합사료는 NRC에 기준하여 권장하는 영양소 수준을 충족하거나 초과하도록 하였다. 설정된 시험사료의 화학적 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition(%) of the experimental diet

Items	CON	HL5	HL10
Phase I(d 1-33)			
Metabolizable energy, Kcal/kg	3,300	3,300	3,300
Crude protein	18.53	18.58	18.63
Calcium	0.66	0.66	0.66
Phosphorus	0.31	0.31	0.31
Lysine	0.98	1.03	1.08
Phase II(d 34-61)			
Metabolizable energy, Kcal/kg	3,300	3,300	3,300
Crude protein	16.60	16.64	16.69
Calcium	0.59	0.59	0.59
Phosphorus	0.27	0.27	0.27
Lysine	0.85	0.89	0.94

\*CON, standard lysine basis(NRC 2012); HL5, CON+5% higher lysine; HL10, CON+10% higher lysine.

시험사료와 물은 시험동물이 원할 때 먹을 수 있도록 자유채식 시켰으며, 기본 백신 프로그램을 제외한 기타 첨가제나 약품은 일체 사용하지 않았다. 시험기간 동안의 사양관리는 본 연구실의 관행에 준하여 실시하였다.

## 2.3 조사항목

### 2.3.1 사양성적

체중측정은 phase I 과 phase II의 시험개시와 종료 되는 시점에 실시하였으며, 체중측정 시 사료급여기 내 사료잔량의 무게를 측정하여 총 사료급여량에서 공제하였다. 사양시험에서 얻어진 시험돈의 체중과 사료섭취량을 이용하여 일당증체량(ADG, average daily gain), 일일사료섭취량(ADFI, average daily feed intake) 및 사료효율(G:F, body weight gain to feed intake ratio)을 산출하였다.

### 2.3.2 영양소소화율

영양소소화율을 측정하기 위하여 phase I 과 phase II 종료 일주일 전부터 불소화지시제인 Chromic oxide( $Cr_2O_3$ )을 시험사료 내 0.25%로 첨가하여 급여하였다. 분 채취는 각 시험기간 종료 3일 전부터 각 돈방에서 분을 채취하였다. 채취한 분은 열풍건조기에서 60°C, 72시간 건조시켜 1 mm screen wiley mill로 분쇄한 후 일반성분 분석에 사용하였다.

시험사료와 분의 일반성분 분석은 AOAC[13]의 방법에 준하여 분석하였고, 총에너지는 단열폭발열량측정기(Model 1241 Parr Instrument Co., Molin, IL)로 측정하였다. 불소화지시제로 사용된  $Cr_2O_3$ 은 acid digestion method에 의하여 Spectrophotometer(Model V-550, Jasco Co., Japan)를 이용하여 측정하였다.

영양소소화율은 다음의 계산식에 의하여 산출하였다.

영양소소화율(%) =  $\{1 - (\text{사료 중의 } Cr_2O_3 \text{ 함량, \%} \times \text{분 중의 영양소함량, \%}) / (\text{분 중의 } Cr_2O_3 \text{ 함량, \%} \times \text{사료 중의 영양소함량, \%})\} \times 100$

### 2.3.3 혈액성상

혈액성상 변화를 분석하기 위해 phase I 과 phase II의 사양시험 종료 시, 반복당 1두씩 임의 선발 후 경정맥에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 separate serum vacutainer tube에 넣은 후 실험실로 옮겨 3,000 rpm에서 20분간 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 분석 전까지 -20°C에서 냉동 보관하였으며, 자동생화학 분석기(Dri-chem 3500i, Fuji, Japan)를 이용하여 blood urea nitrogen(BUN), total cholesterol(T-CHO), triglyceride(TG) 및 glucose(GLU)의 함량을 분석하였다.

### 2.3.4 경제성

경제성 분석은 phase I 과 phase II의 사양시험 기간 동안 제반 부대비용을 고려하지 않고, 사료비용만을 기준으로 하여 계산하였다. 각 시험기간별 산출된 총 증체량(TWG, total weight gain)과 총 사료섭취량(TFI, total feed intake)을 이용하여 1 kg 성장하는데 필요한 순수 사료비(FCG, feed cost per kg weight gain)를 산출하였다.

## 2.4 통계분석

본 연구에서 도출된 결과 값을 분석하기 위해 통계프로그램 SAS (version 9.3)[14]의 general linear model procedure를 이용하였으며, 사후검정은 Turkey 검정을 이용하였다. 분석에 사용된 성장능력, 영양소소화율 및 경제성 분석 결과의 단위는 처리구의 반복이며, 혈액성상 결과의 단위는 처리구의 개체 단위였다. 통계적 유의성 인정은 0.05 이하에서 인정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 사양성적

육성돈 사료 내 라이신의 수준에 따른 사양성적 분석 결과를 Table 2와 같다. Phase II에서 HL10 처리구의 사료효율이 CON에 비해 유의적으로 개선된 것으로 나타났다. Overall의 일당증체량과 사료효율은 HL10 처리구가 CON에 비해 증가된 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 이외의 항목에서는 처리구간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

현대 돼지의 유전형은 근육형으로써 과거 지방형에 비해 근육성장을 위한 라이신 요구량이 크게 증가하였다.

NRC 10번째 개정판[15]에서 제시된 20~50kg와 50~80kg의 사료 내 외관상 회장소화율 기준 라이신 요구량은 각각 0.77% 및 0.61%였으나, NRC 11번째 개정판[12]에서는 체중대를 25~50kg와 50~75kg로 구분하여, 각각 0.94% 및 0.81%로 제시하였다. 이는 11번째 개정판의 외관상 회장소화율 기준 라이신 요구량이 이전 개정판에 비해 약 20~30% 높은 수치이다. 이와 유사한 결과로 NRC 라이신 요구량 대비 라이신 함량을 증량한 연구들에서도 사양성적이 개선되는 긍정적인 효과가 보고된 바 있다[9-11].

Table 2. Effects of dietary lysine levels on growth performance of growing pigs

Items	CON	HL5	HL10	SEM	p-value
Phase I (d 1-33)					
ADG, g	674	709	718	13.09	0.062
ADFI, g	1,594	1,594	1,619	23.41	0.696
G:F	423	445	443	7.43	0.083
Phase II (d 34-61)					
ADG, g	1,023	1,078	1,085	22.52	0.115
ADFI, g	2,504	2,507	2,529	57.36	0.944
G:F	408 <sup>b</sup>	428 <sup>ab</sup>	434 <sup>a</sup>	7.00	0.035
Overall (d 1-61)					
ADG, g	848 <sup>b</sup>	892 <sup>ab</sup>	901 <sup>a</sup>	15.13	0.043
ADFI, g	2,048	2,063	2,062	36.53	0.949
G:F	416 <sup>b</sup>	436 <sup>ab</sup>	441 <sup>a</sup>	5.83	0.011

<sup>ab</sup>Values with different superscripts of the row significantly differ ( $p < 0.05$ ).

<sup>c</sup>CON, standard basis (NRC 2012); HL5, CON+5% higher lysine; HL10, CON+10% higher lysine; SEM, standard error of means; ADG, average daily gain; ADFI, average daily feed intake; G:F, body weight gain to feed intake ratio.

따라서 본 연구결과에서 나타난 라이신 공급량 증가에 의한 성장 개선 효과는 중돈이 개량됨에 따라 라이신의 요구량이 증가한 것에 기인된 것이다.

### 3.2 영양소소화율

육성돈 사료 내 라이신의 수준에 따른 외관상 소화율 분석결과를 Table 3과 같다. Phase I에서 HE10 처리구의 건물과 총에너지 소화율이 CON에 비해 유의적으로 개선된 것으로 나타났다 ( $p < 0.05$ ). Phase II의 조단백질 소화율은 HE10 처리구가 HE5 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 이외의 항목에서는 처리구간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

사료 내 충분한 라이신 수준은 아르기닌, 글루타믹, 류신 등과 같은 기능성 아미노산의 흡수를 돕거나 내분비 호르몬 조절에 관여함으로써 긍정적인 효과를 나타낼 수 있다 [16, 17]. 본 연구결과에서는 이들에 대한 정확한 수치를 제시할 수 없으나, 이와 관련된 연구에서 기능성 아미노산은 영양소 대사과정, 단백질 전환, 면역능력 활성화 등 생리대사에서 중요한 기능을 조절함으로써 사료효율을 개선시키는 것으로 보고하였다 [18]. 따라서 본 연구결과에서 관측된 영양소소화율 개선 효과는 라이신에 의한 기능성 아미노산 관련 대사 개선에 의한 것으로 사료되며, 이는 라이신 수준이 증가된 처리구에서 영양소소화율이 개선되었다는 연구결과들과 일치한다 [19, 20]. 그러나

일부 연구결과에서 요구량 이상 수준의 라이신은 성장과 영양소소화율에 영향을 미치지 않는다는 결과를 보고된 바 있다 [21]. 영양소 소화율은 사료를 구성하는 원료사료 조성, 원료별 영양소의 이용률, 사료 내 영양소 균형, 사육환경 등 다양한 조건에서 다르게 나타날 수 있다.

Table 3. Effects of dietary lysine levels on apparent total tract digestibility (%) of nutrients in growing pigs

Items	CON	HL5	HL10	SEM	p-value
Phase I (d 30-33)					
Dry matter	81.44 <sup>b</sup>	82.38 <sup>ab</sup>	83.30 <sup>a</sup>	0.42	0.012
Crude protein	82.92	84.30	83.34	0.53	0.183
Gross energy	80.67 <sup>b</sup>	82.24 <sup>ab</sup>	83.08 <sup>a</sup>	0.46	0.002
Phase II (d 58-61)					
Dry matter	81.46	82.15	83.22	0.54	0.079
Crude protein	81.78 <sup>ab</sup>	80.54 <sup>b</sup>	83.44 <sup>a</sup>	0.65	0.010
Gross energy	80.51	81.08	83.04	0.78	0.065

<sup>ab</sup>Values with different superscripts of the row significantly differ ( $p < 0.05$ ).

<sup>c</sup>CON, standard basis (NRC 2012); HL5, CON+5% higher lysine; HL10, CON+10% higher lysine; SEM, standard error of means.

### 3.3 혈액성상

육성돈 사료 내 라이신의 수준에 따른 혈액성상 분석결과를 Table 4와 같다. Phase I에서 HE10 처리구의 혈중 요소질소가 CON에 비해 유의적으로 낮게 나타났으며, 총콜레스테롤은 HE10 처리구가 CON에 비해 유의적으로 높게 나타났다. Phase II의 총콜레스테롤은 HE5 처리구가 CON에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 이외의 항목에서는 처리구간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

육성돈 사료 내 라이신 수준과 관련된 연구들에서 혈중 요소질소와 총콜레스테롤은 라이신 수준이 요구량에 접근할수록 감소하였으며, 요구량 이상의 수준 내에서는 변화가 발견되지 않았다 [22-24]. 또한 혈당과 중성지방도 라이신 요구량 이상 수준에서는 수준 간의 차이가 없었으나, 라이신 요구량 이하 수준에서 증가하였다 [23, 25, 26]. 일부 제한된 단백질, 라이신 수준 및 사료 내 에너지 수준에 따른 혈중요소질소, 혈당, 중성지방 및 총콜레스테롤의 변화가 관찰될 수 있으며, 본 연구결과에서는 처리구간의 유의적인 차이는 보였으나 모두 정상수치 범주에 해당되었다. 따라서 10% 수준의 라이신 증량은 혈액성상에 부정적인 영향을 주지 않았다.

Table 4. Effects of dietary lysine levels on blood metabolites (mg/dl) in growing pigs

Items	CON	HL5	HL10	SEM	p-value
Phase I (d 33)					
BUN	14.83 <sup>a</sup>	12.78 <sup>ab</sup>	12.39 <sup>b</sup>	0.63	0.020
GLU	92.89	94.50	95.33	2.03	0.691
TG	32.44	29.94	27.83	2.46	0.433
T-CHO	6.17 <sup>b</sup>	6.51 <sup>a</sup>	6.63 <sup>a</sup>	0.09	0.002
Phase II (d 61)					
BUN	13.56	11.72	12.06	0.64	0.126
GLU	89.56	90.56	90.94	2.29	0.908
TG	35.33	32.06	31.83	2.17	0.453
T-CHO	6.46 <sup>b</sup>	6.80 <sup>a</sup>	6.76 <sup>ab</sup>	0.08	0.015

<sup>a</sup>CON, standard basis(NRC 2012); HL5, CON+5% higher lysine; HL10, CON+10% higher lysine; SEM, standard error of means; BUN, blood urea nitrogen; GLU, glucose; TG, triglyceride; T-CHO, total cholesterol.

### 3.4 경제성

육성돈 사료 내 라이신의 수준에 따른 경제성 분석결과를 Table 5와 같다. Overall에서 HL10 처리구의 총 증체량이 CON에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 1 kg 증체당 사료비는 HL10 처리구가 CON에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 이외의 항목에서는 처리구간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

일반적으로 육성기는 생리학적으로 골격과 근육이 발달하고 이에 따른 단백질 합성이 활발하게 이루어지는

Table 5. Effects of dietary lysine levels on economic efficiency in growing pigs

Items	CON	HL5	HL10	SEM	p-value
Phase I (d 1-33)					
TWG, kg/pig	22.31	23.39	23.72	0.43	0.070
TFI, kg/pig	52.57	52.61	53.40	0.77	0.699
FCG, ₩/kg gain	860.22	820.19	822.13	13.57	0.075
Phase II (d 34-61)					
TWG, kg/pig	28.63	30.18	30.36	0.63	0.117
TFI, kg/pig	67.33	68.05	67.40	1.60	0.941
FCG, ₩/kg gain	820.70	786.03	776.71	14.10	0.079
Overall (d 1-61)					
TWG, kg/pig	50.91 <sup>b</sup>	53.56 <sup>ab</sup>	54.05 <sup>a</sup>	0.89	0.037
TFI, kg/pig	121.93	122.75	122.77	2.23	0.954
FCG, ₩/kg gain	853.42 <sup>a</sup>	816.67 <sup>ab</sup>	811.33 <sup>b</sup>	11.87	0.031

<sup>ab</sup>Values with different superscripts of the row significantly differ( $p < 0.05$ ).

<sup>a</sup>CON, standard basis(NRC 2012); HL5, CON+5% higher lysine; HL10, CON+10% higher lysine; SEM, standard error of means; TWG, total weight gain per pig; TFI, total feed intake per pig; FCG, feed cost per kg weight gain.

시기이다. 기본적인 단백질 합성능력은 유전자형과 성별에 따라 다르게 나타나며, 사료섭취량과 사료 내 단백질(아미노산) 수준에 영향을 받는다[27]. 본 연구결과에서도 사료 내 라이신의 수준이 증가함에 따라 사료섭취량에 부정적인 영향 없이 증체량이 증가하였다. 이는 동일한 사료섭취량이라도 높은 라이신 섭취량을 나타낸 처리구의 증체량이 높게 나타냄으로써 1 kg 증체당 사료비가 개선되는 결과로 나타났다. 따라서 육성돈 사료 내 라이신의 증량은 증체량을 개선시켜 사료비를 절감시킬 수 있을 것이다.

## 4. 요약 및 결론

본 연구는 사료 내 라이신의 수준이 육성돈의 성장, 영양소소화율, 혈액성상 및 경제성에 미치는 영향을 구명하기 위해 수행하였다. 시험결과 기존 요구량 대비 10% 증가된 라이신 처리구의 수준에 따라 일당증체량, 사료효율, 영양소 소화율 및 1 kg 증체당 사료비가 개선되는 것으로 나타났다. 따라서 육성돈 사료 내 라이신 수준을 10%까지 증량하여도 체내 대사에 부정적인 영향 없이 성장과 경제성 개선에 긍정적인 효과를 나타낼 수 있음을 시사한다.

## References

- [1] S. F. Liao, T. Wang, N. Regmi, "Lysine nutrition in swine and the related monogastric animals: muscle protein biosynthesis and beyond". *Springerplus*, Vol.4, e.147, pp.1-12, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40064-015-0927-5>
- [2] W. Wang, Z. Dai, Z. Wu, G. Lin, S. Jia, S. Hu, S. Dahanayaka, G. Wu, "Glycine is a nutritionally essential amino acid for maximal growth of milk-fed young pigs". *Amino Acids*, Vol.46, No.8, pp.2037-2045, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00726-014-1758-3>
- [3] N. Roy, H. Lapiere, J. F. Bernier, G. Wu, "Whole-body protein metabolism and plasma profiles of amino acids and hormones in growing barrows fed diets adequate or deficient in lysine". *Canadian Journal of Animal Science*, Vol.80, No.4, pp.585-595, 2000.  
DOI: <https://doi.org/10.4141/A98-057>
- [4] N. W. Shelton, M. D. Tokach, S. S. Dritz, R. D. Goodband, J. L. Nelssen, J. M. DeRouchey, "Effects of increasing dietary standardized ileal digestible lysine

- for gilts grown in a commercial finishing environment". *Journal of Animal Science*, Vol.89, No.11, pp.3587-3595, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3030>
- [5] R. O. Ball, K. L. Urschel, P. B. Pencharz, "Nutritional consequences of interspecies differences in arginine and lysine metabolism". *The Journal of Nutrition*, Vol.137, No.6, pp.1626S-1641S, 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/137.6.1626S>
- [6] B. S. Bidner, M. Ellis, D. P. Witte, S. N. Carr, F. K. McKeith, "Influence of dietary lysine level, pre-slaughter fasting, and rendement napole genotype on fresh pork quality". *Meat Science*, Vol.68, No.1, pp.53-60, 2004.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.10.018>
- [7] R. D. Goodband, J. L. Nelssen, R. H. Hines, D. H. Kropf, R. C. Thaler, B. R. Schricker, G. E. Fitzner, A. J. Lewis, "Influence of dietary lysine level, pre-slaughter fasting, and rendement napole genotype on fresh pork quality". *Journal of Animal Science*, Vol.68, No.10, pp.3261-3276, 1990.  
DOI: <https://doi.org/10.2527/1990.68103261x>
- [8] P. Li, Y. L. Yin, D. Li, S. W. Kim, G. Wu, "Amino acids and immune function". *British Journal of Nutrition*, Vol.98, No.2, pp.237-252, 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1017/S000711450769936X>
- [9] D. C. Kendall, A. M. Gaines, G. L. Allee, J. L. Usry, "Commercial validation of the true ileal digestible lysine requirement for eleven- to twenty-seven-kilogram pigs". *Journal of Animal Science*, Vol.86, No.2, pp.324-332, 2008.  
DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0086>
- [10] J. L. Landero, M. G. Young, K. J. Touchette, M. J. Stevenson, A. B. Clark, M. A. D. Gonçalves, S. S. Dritz, "Lysine requirement titration for barrows and gilts from 25- to 75-kg". *Journal of Animal Science*, Vol.94(suppl 2), 95, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.2527/msasas2016-201>
- [11] J. K. Mathai, H. H. Stein, "Estimated lysine requirement of 25 to 50 kg growing gilts", Joint Annual Meeting, Kansas City, Missouri, USA: American Dairy Science Association and American Society of Animal Science, pp. 218-219. Retrieved from: <http://www.jtmtg.org/JAM/2014/abstracts.asp>
- [12] NRC, Nutrient requirements of swine. 11th Ed. National Academy Press: Washington, DC: 2012.
- [13] AOAC. 2007, Official methods of analysis (18th ed.). Association of Official Agricultural Chemists. Washington, DC.
- [14] SAS. 2012, SAS Software for PC. Release 9.3, SAS Institute. Ins, Cart, NC, USA.
- [15] NRC. Nutrient requirements of swine. 10th Ed. National Academy Press: Washington, DC: 1998.
- [16] A. Takenaka, N. Oki, S. Takahashi, T. Noguchi, "Dietary restriction of single essential amino acids reduces plasma insulin-like growth factor-I(IGF-I) but does not affect plasma IGF-binding protein-1 in rats", *The Journal of Nutrition*, Vol.130, No.12, pp.2910-2914, 2000.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/130.12.2910>
- [17] M. Katsumata, S. Kawakami, Y. Kaji, R. Takada, M. J. Dauncey, "Differential regulation of porcine hepatic IGF-I mRNA expression and plasma IGF-I concentration by a low lysine diet". *The Journal of Nutrition*, Vol.132, No.4, pp.688-692, 2002.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/132.4.688>
- [18] G. Y. Wu, "recent advances in swine amino acid nutrition". *Journal of Animal Science and Biotechnology*, Vol.1, No.2, pp.118-130, 2010.
- [19] P. L. Zeng, H. C. Yan, X. Q. Wang, C. M. Zhang, C. Zhu, G. Shu, Q. Y. Jiang, "Effects of dietary lysine levels on apparent nutrient digestibility and serum amino acid absorption mode in growing pigs". *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, Vol.26, No.7, pp.1003-1011, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12555>
- [20] X. Q. Wang, P. L. Zeng, Y. Feng, C. M. Zhang, J. P. Yang, G. Shu, Q. Y. Jiang, "Effects of dietary lysine levels on apparent nutrient digestibility and cationic amino acid transporter mRNA abundance in the small intestine of finishing pigs, *Sus scrofa*". *Animal Science Journal*, Vol.83, No.2, pp.148-155, 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2011.00941.x>
- [21] Y. X. Yang, Z. Jin, S. Y. Yoon, J. Y. Choi, P. L. Shinde, X. S. Piao, B. W. Kim, S. J. Ohh, B. J. Chae, "Lysine restriction during grower phase on growth performance, blood metabolites, carcass traits and pork quality in grower finisher pigs". *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, Vol.58, No.1, pp.14-22, 2008.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/09064700801959908>
- [22] Y. H. Jin, H. K. Oh, L. G. Piao, S. K. Jang, Y. H. Choi, P. S. Heo, Y. D. Jang, Y. Y. Kim, "Effect of dietary lysine restriction and energy density on performance, nutrient digestibility and meat quality in finishing pigs". *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, Vol.23, No.9, pp.1213-1220, 2010.  
DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90585>
- [23] N. Regmi, T. Wang, M. A. Crenshaw, B. J. Rude, S. F. Liao, "Effects of dietary lysine levels on the concentrations of selected nutrient metabolites in blood plasma of late-stage finishing pigs". *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Vol.102, No.2, pp.403-409, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/jpn.12714>
- [24] G. Skiba, "Physiological aspects of compensatory growth in pigs". *Journal of Animal and Feed Sciences*, Vol.14, No.1, pp.191-203, 2005.  
DOI: <https://doi.org/10.22358/jafs/70362/2005>
- [25] J. Zhang, J. Yin, X. Zhou, F. Li, J. Ni, B. Dong, "Effects of lower dietary lysine and energy content on carcass

characteristics and meat quality in growing-finishing pigs", *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, Vol.21, No.12, pp.1785-1793, 2008.

DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2008.80191>

- [26] R. B. Kamalakar, L. I. Chiba, K. C. Divakala, S. P. Rodning, E. G. Welles, W. G. Bergen, C. R. Kerth, D. L. Kuhlers, N. K. Nadarajah, "Effect of the degree and duration of early dietary amino acid restrictions on subsequent and overall pig performance and physical and sensory characteristics of pork", *Journal of Animal Science*, Vol.87, No.11, pp.3596-3606, 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.22358/jafs/70362/2005>

- [27] J. F. Patience, M. C. Rossoni-Serão, N. A. Gutiérrez, "A review of feed efficiency in swine: biology and application", *Journal of Animal Science and Biotechnology*, Vol.6, No.33, pp.1-9, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0031-2>

최요한(Yo-Han Choi)

[정회원]



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

<관심분야>

동물영양 및 사양, 동물복지

정용대(Yong-Dae Jeong)

[정회원]



- 2008년 2월 : 전북대학교 축산학가금영양생리전공 (농학석사)
- 2016년 2월 : 전북대학교 축산학분자영양생리 (농학박사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연구원

<관심분야>

동물영양생리, 단위동물사양

김두원(Doo-Wan Kim)

[정회원]



- 1998년 2월 : 전남대학교 농업생명과학대학 축산학과 (농학석사)
- 2016년 2월 : 전북대학교 축산학과 (식육가공석사)
- 2016년 9월 ~ 현재 : 전북대학교 축산학과 (식육학 박사수료)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

가축사양, 식육

김조은(Jo-Eun Kim)

[정회원]



- 2016년 8월 : 경상대학교 농업생명과학대학 축산학과 (농학석사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 충남대학교 (농학박사과정)
- 2012년 10월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

동물영양, 미생물체

조은석(Eun-Seok Jo)

[정회원]



- 2007년 3월 : 경남과학기술대학교 동물소재공학과 (농학석사)
- 2011년 8월 : 경상대학교 응용생명공학 (이학박사)
- 2012년 1월 ~ 2015년 6월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연구원

- 2015년 7월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

가축육종, 유전체학

사 수 진(Soo-Jin Sa)

[정회원]



- 2002년 2월 : 강원대학교 축산대학 축산학과 (농학석사)
- 2006년 2월 : 강원대학교 축산대학 축산학과 (농학박사)
- 2007년 2월 ~ 2009년 1월 : University of Nottingham (영국) 박사후연구원

• 2009년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

동물번식, 생명공학

민 예 진(Ye-Jin Min)

[정회원]



- 2019년 8월 : 충남대학교 농업생명과학대학 축산학과 (농학석사)
- 2019년 9월 ~ 현재 : 충남대학교 농업생명과학대학 축산학과 (농학박사과정)
- 2016년 10월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

동물영양, 동물복지

정 현 정(Hyun-Jung Jung)

[정회원]



- 1998년 2월 : 서울대학교 농업생명과학대학 축산학과 (농학석사)
- 2002년 8월 : 서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부 (농학박사)
- 2005년 12월 ~ 2017년 12월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

• 2018년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구관

<관심분야>

동물영양, 가축사양

진 현 주(Hyun-Ju Jin)

[정회원]



- 2002년 8월 : 강원대학교 축산학과 (축산학박사)
- 1988년 5월 ~ 1991년 12월 : 포항시·경주시 농업기술센터
- 1992년 1월 ~ 2021년 5월 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사
- 2021년 6월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구관

<관심분야>

스마트축산, 동물유전자원