

# 우리흑돈 육성기 사료 내 아미노산 수준이 성장, 영양소 소화율 및 혈액성상에 미치는 영향

민예진, 박현주, 김조은, 최요한, 정용대, 전다연, 사수진, 정학재, 김채현, 진현주  
농촌진흥청 국립축산과학원 양돈과  
e-mail: myjj0525@korea.kr

## Effects of Amino Acid Levels on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Blood Metabolites of Woori Black Pigs

Ye-Jin Min, Hyun-Ju Park, Jo-Eun Kim, Yo-Han Choi, Da-Yeon Jeon, Soo-Jin Sa, Hak-Jae Chung, Chae-Hyun Kim, Hyun-Ju Jin  
Swine Science Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

### 요약

본 연구는 우리흑돈의 단백질 축적과 성장 능력 향상을 위해 육성기 사료 내 아미노산 수준에 따른 성장, 영양소 소화율 및 혈액성상에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다. 본 연구를 위해 우리흑돈 육성기 (개시 체중,  $25.22 \pm 0.31$  kg) 거세돈 60두와 암컷 60두를 공시하였으며, 개시체중을 기준으로 성별에 따라 4처리, 5반복, 반복 당 3두씩 완전 임의 배치하였다. 처리구는 National Research Council에서 제시한 아미노산 요구량을 대조구로 하여 각 필수아미노산을 4%, 8%, 12% 증량한 처리구로 설정하였으며, 시험기간은 43일간 수행되었다. 결과적으로, 종료체중과 일당증체량에서 아미노산 수준 증가에 따라 유의적인 Linear 효과가 나타났으며, 아미노산 4% 처리구가 12% 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 일일사료섭취량에서 4% 처리구가 8% 처리구보다 유의적으로 높게 나타났으나( $p < 0.05$ ), 사료효율과 등지방두께에서는 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한, 육성기 사료 내 필수 아미노산 증량급여가 영양소 소화율과 혈액성상에 영향을 미치지 않았다. 따라서, 본 연구 결과는 우리흑돈 육성기 사료 내 필수 아미노산 4% 증량은 성장에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 사료된다.

### 1. 서론

국내 돼지고기를 생산하는 상업돈은 대부분 삼원교잡돈(LYD, Landrace × Yorkshire × Duroc)이다. 최근 프리미엄 돼지고기에 대한 수요가 증가하면서 국립축산과학원은 새로운 품종인 우리흑돈을 개발하였다. 우리흑돈은 육질이 우수한 우리나라 고유의 품종인 재래돼지와 생산성이 우수한 축진듀록을 교잡하여 개발한 흑돼지 품종이다. 우리흑돈은 재래돼지 품종 비율을 37.5%로 고정하였으며, 털색 유전자(MC1R)을 100% 검은색으로 순수화하였다. 현재 국제식량농업기구(FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations)에 등록되어 고유 유전자원으로 가치를 인정받았다. 동일한 환경 조건에서 사육된 우리흑돈은 삼원교잡돈에 비해 육색이 붉고, 관능적평가(육색, 풍미, 다즙성, 연도, 만족도)에서 더 높은 점수를 받았다[1]. 그러나, 재래흑돼지 혈통으로 성장이 느리며, 출하 시 지방함량이 높은 것으로 나타났다[1,2,3].

최근 정부의 탄소중립 정책으로 양돈사료 내 단백질 제한 수준이 2~3% 낮아졌다. 사료 내 단백질 함량 감소로 인해 사료 내 에너지가 지방으로 축적되어 출하 시 등지방두께가 증가할 수 있다[4]. 이는 일부 아미노산을 보충하면 체지방을 감소시킬 수 있다고 알려져 있다[5]. 또한, National Research Council(NRC)에서는 단백질 축적 정도에 따른 아미노산 수준 함량을 다르게 설정하고 있다[6]. 이를 바탕으로 본 연구에서는 우리흑돈의 육성기 단백질 축적과 성장 능력 향상을 위하여 육성기 사료 내 아미노산 수준에 따른 성장, 영양소 소화율 및 혈액성상에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다.

### 2. 재료 및 방법

#### 2.1 공시동물 및 시험설계

본 시험을 위해 평균 체중이  $25.22 \pm 0.31$  kg 인 우리흑돈 육성기 거세돈 60두, 암컷 60두를 공시동물로 사

용하였다. 시험설계는 NRC[6]에서 제시하는 standardized ileal digestibility(SID) 아미노산 요구량을 대조구로 하여, 각 필수아미노산을 추가로 4%, 8%, 12% 증량한 처리구로 설정하였다. 성별에 따라 각 4처리, 5반복, 반복 당 3두씩 완전 임의 배치하였다. 시험기간은 총 43일간 수행하였으며, 사용된 시험사료의 화학적 성분은 Table 1과 같다. 시험기간 동안 시험사료와 물은 자유롭게 먹을 수 있도록 무제한 급여하였으며, 기본 백신 프로그램을 제외한 기타 첨가제나 약품은 일체 사용하지 않았다.

Table 1. Chemical composition of experimental diets(as fed basis)

Items	Amino acid levels			
	0%	4%	8%	12%
ME(Kcal/kg)	3,300	3,300	3,300	3,300
CP	15.20	15.28	15.39	15.49
Available Lys	0.94	0.98	1.02	1.15
Available Ile	0.50	0.51	0.53	0.55
Available Met+Cys	0.53	0.55	0.57	0.59
Available Thr	0.57	0.59	0.62	0.64
Available Trp	0.16	0.17	0.17	0.18
Available Val	0.62	0.64	0.67	0.69
Ca	0.64	0.64	0.64	0.64
Available P	0.31	0.31	0.31	0.31

ME, metabolizable energy; CP, crude protein; Lys, lysine; Ile, isoleucine; Met, methionine; Cys, cysteine; Thr, threonine; Trp, tryptophan; Val, valine; Ca, calcium; P, phosphorus.

## 2.2 조사항목

### 2.2.1 성장

우리흑돈의 체중과 등지방두께 측정은 시험 개시와 종료되는 시점에 실시하였다. 등지방두께는 돼지 등의 정중선에서 수직으로 5cm 정도 외측으로 제 4늑골부위, 최후 늑골부위, 최후 척추골부위의 3개소를 측정하여 평균값을 산출하였으며, 측정 시 초음파 측정기(Anyscan BF, SongKang GLC, Gyeonggi-do, Korea)를 이용하였다. 일일사료섭취량은 시험기간 동안 급여한 시험사료 총량에서 사료급여기 내 사료 잔량의 무게를 공제하여 산출하였다. 또한, 체중과 사료섭취량을 이용하여 일당증체량과 사료효율을 산출하였다.

### 2.2.2 영양소 소화율

영양소 소화율 분석을 위하여 시험 종료 10일 전에 소화율 지시제인 Chromic oxide( $Cr_2O_3$ ) 0.3%을 시험사료와 배합하여 약 일주일 동안 급여하였다. 시험 종료 3일 전 돈방 별 분을 채취하였으며, 수집한 분은 60°C 건조기에서 약 72시간 동안 건조하였다. AOAC 방법을 이용하여 시험사료와 분의 조단백 및 조지방을 분석하였으며, 총 에너지는 단열폭발열량측정기

(Model 1241 Parr Instrument Co., Molin, IL) 측정하였다. 영양소 소화율은 다음과 같은 공식을 이용하여 산출하였다.

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

### 2.2.3 혈액성상

혈액성상을 분석하기 위해 시험 개시 시점에 처리구별 20두씩 임의로 선발하여 채취하였으며, 시험 종료 시점에는 전 두수 대상으로 혈액을 채취하여 분석하였다. 혈액은 정맥에서 채취하였으며, Separate serum vacutainer tube에 보관한 후 실험실로 옮겨 3,000 rpm에서 20분간 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 분석 전까지 -70°C에서 냉동 보관하였으며, 자동생화학 분석기(Dri-chem 3500i, Fuji, Japan)를 이용하여 Blood urea nitrogen(BUN), Total protein(TP), Total cholesterol(T-CHO), Triglyceride(TG) 및 Glucose(GLU)의 함량을 분석하였다.

## 2.3 통계분석

본 연구에서 나온 데이터의 통계분석은 SAS 프로그램(version 9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 General Linear Model(GLM) 함수를 이용하여 분석하였으며, 사후검정은 Turkey's test로 이용하였다. 또한, 선형 및 이차선형 효과를 보기 위하여 Mixed Model 프로시저를 이용하여 추가 분석하였다. 영양소 소화율과 성장 내 일일사료섭취량은 펜 반복으로 분석하였으며, 그 외는 개체 반복으로 분석하였다. 시험 처리 간의 통계적 유의성은 independent t-test를 이용하여 분석하였으며, 유의수준 0.05 이하에서 인정하였다.

## 3. 결과

### 3.1 성장

우리흑돈 육성기 사료 내 아미노산 수준별 급여에 따른 성장 결과를 Table 2에 나타내었다. 거세돈의 경우, 일당증체량과 종료 시 등지방두께에서 암컷보다 유의적으로 높은 결과를 보였으며( $p < 0.01$ ), 그 이외의 항목에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 종료체중과 일당증체량에서 아미노산 수준 증가에 따라 유의적인 Linear 효과가 나타났으며, 아미노산 4% 처리구가

12% 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.01$ ). 또한, 일일사료섭취량에서는 4% 처리구가 8% 처리구보다 유의적으로 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ), 0% 처리구와 12% 처리구와는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 사료효율과 등지방두께에서는 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다.

른 혈액성상 분석 결과는 Table 4와 같다. 종료 시점의 거세돈은 암컷보다 혈중요소질소, 총단백질, 총콜레스테롤에서 유의적으로 높은 결과를 보였으며, 혈당에서는 유의적으로 낮았다( $p < 0.01$ ). 개시와 종료 시점에서의 혈액성상은 모든 항목에서 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다.

### 3.2 영양소 소화율

우리흑돈 육성기 사료 내 아미노산 수준별 급여에 따른 영양소 소화율은 Table 3에 나타내었다. 건물, 조단백질, 조지방 및 총에너지 소화율은 성별과 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 2. Effects of amino acid levels on growth performance in woori black pigs

Items	Sex		Amino acid levels				SEM <sup>1</sup>	Linear	Quadratic
	Barrows	Gilts	0%	4%	8%	12%			
Body weight, kg									
Initial	25.03	25.41	25.18	25.27	25.24	25.19	0.31	0.994	0.825
Final	59.50	59.03	59.81 <sup>ab</sup>	60.36 <sup>a</sup>	58.88 <sup>ab</sup>	58.00 <sup>b</sup>	0.50	0.003	0.162
Average daily gain, g	796.07	784.67	799.60 <sup>ab</sup>	816.20 <sup>a</sup>	782.33 <sup>ab</sup>	761.54 <sup>b</sup>	10.46	0.002	0.077
Average daily feed intake, kg	1.80 <sup>a</sup>	1.74 <sup>b</sup>	1.77 <sup>ab</sup>	1.81 <sup>a</sup>	1.73 <sup>b</sup>	1.76 <sup>ab</sup>	0.02	0.207	0.838
Gain:Feed intake	0.45	0.45	0.46	0.45	0.45	0.44	0.02	0.087	0.317
Backfat thickness, mm									
Initial	8.10	8.34	8.26	8.11	8.20	8.30	0.14	0.77	0.389
Final	14.76 <sup>a</sup>	13.92 <sup>b</sup>	14.42	14.13	14.76	14.02	0.39	0.754	0.577

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

<sup>1</sup>Standard error of means.

Table 3. Effects of amino acid levels on nutrient digestibility(%) in woori black pigs

Items	Sex		Amino acid levels				SEM <sup>1</sup>	Linear	Quadratic
	Barrows	Gilts	0%	4%	8%	12%			
Dry matter	84.55	83.45	82.0	84.4	84.8	84.7	1.30	0.161	0.358
Crude protein	77.66	76.06	74.5	77.9	78.6	76.4	1.97	0.468	0.162
Crude fat	60.72	60.09	59.3	59.9	61.3	61.1	3.33	0.635	0.902
Gross energy	82.06	80.55	79.5	80.8	81.8	83.1	1.50	0.086	0.979

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

<sup>1</sup>Standard error of means.

Table 4. Effects of amino acid levels on Blood Metabolites in woori black pigs

Items	Sex		Amino acid levels				SEM <sup>1</sup>	Linear	Quadratic
	Barrows	Gilts	0%	4%	8%	12%			
Initial									
Blood urea nitrogen(mg/dL)	9.33	9.55	8.89	9.58	9.30	10.00	0.62	0.287	0.981
Total protein(g/dL)	4.92	5.06	5.00	4.95	5.04	4.98	0.11	0.914	0.985
Total cholesterol(mg/dL)	94.40	88.43	84.95	91.95	93.90	94.85	3.89	0.074	0.443
Triglyceride(mg/dL)	37.78	37.21	33.11	35.47	42.60	38.65	3.17	0.092	0.324
Glucose(mg/dL)	89.32	91.00	92.65	90.60	87.20	90.60	3.31	0.545	0.404
Final									
Blood urea nitrogen(mg/dL)	11.55 <sup>a</sup>	10.28 <sup>b</sup>	10.73	11.43	10.67	10.83	0.46	0.823	0.568
Total protein(g/dL)	6.04 <sup>a</sup>	5.66 <sup>b</sup>	5.84	5.68	5.95	5.91	0.09	0.233	0.524
Total cholesterol(mg/dL)	93.59 <sup>a</sup>	85.03 <sup>b</sup>	87.63	87.79	92.83	87.96	2.71	0.565	0.358
Triglyceride(mg/dL)	34.39	39.32	38.60	34.28	35.13	39.40	2.88	0.806	0.138
Glucose(mg/dL)	80.89 <sup>b</sup>	86.68 <sup>a</sup>	84.79	79.63	85.28	85.96	1.99	0.311	0.138

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

<sup>1</sup>Standard error of means.

### 3.3 혈액성상

우리흑돈 육성기 사료 내 아미노산 수준별 급여에 따

참고문헌

- [1] V. B. Hoa, D. H. Song, K. H. Seol, S. M. Kang, H. W. Kim, S. S. Moon, S. H. Cho, “Carcass trait, meat yield and quality characteristics of recently-synthesized Woori Heukdon and commercial LYD pigs under identical rearing condition”, *Animal Bioscience*, 2023.  
DOI: <https://doi.org/10.5713/ab.22.0304>
- [2] B. Y. Park, N. K. Kim, C. S. Lee, I. H. Hwang, “Effect of fiber type on postmortem proteolysis in longissimus muscle of Landrace and Korean native black pigs”, *Meat science*, Vol.77, No.4, pp.482-491, 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.04.022>
- [3] G. D. Kim, B. W. Kim, J. Y. Jeong, S. J. Hur, I. C. Cho, H. T. Lim, S. T. Joo, “Relationship of Carcass Weight to Muscle Fiber Characteristics and Pork Quality of Crossbred (Korean Native Black Pig × Landrace) F2 Pigs”, *Food and Bioprocess Technology*, Vol.6, No.2, pp.522-529, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0724-2>
- [4] G. Wu, F. W. Bazer, Z. Dai, D. Li, J. Wang, Z. Wu, “Amino acid nutrition in animals: protein synthesis and beyond”, *Annual Review of Animal Biosciences*, Vol.2, No.1, pp.387-417, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022513-114113>
- [5] Y. Wang, J. Zhou, G. Wang, S. Cai, X. Zeng, S. Qiao, “Advances in low-protein diets for swine”, *Journal of animal science and biotechnology*, Vol.9, No.1, pp.1-14, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0276-7>
- [6] NRC, Nutrient requirements of swine. 11th Ed. National Academy Press; Washington, DC: 2012.