



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

가소화에너지 및 라이신 수준이  
제주재래돼지 교잡종의 성장 및 육질  
특성에 미치는 영향

濟州大學校 大學院

動物生命工學科

申 文 澈

2020年 2月



# 가소화에너지 및 라이신 수준이 제주재래돼지 교잡종의 성장 및 육질 특성에 미치는 영향

指導教授 李 王 植

申 文 澈

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함

2019年 12月

申文澈의 理學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 \_\_\_\_\_ ㉠

委 員 \_\_\_\_\_ ㉠

委 員 \_\_\_\_\_ ㉠

濟州大學校 大學院

2019年 12月

Effect of Digestible energy and lysine levels on  
growth performance and meat quality of Jeju  
native black pig hybrids

Moon-Cheol Shin

(Supervised by professor Wang-Shik Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the  
requirement for the degree of Master of Science

2020. 2.

This thesis has been examined and approved.

Department of Animal Biotechnology

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

# 목 차

목 차 .....	i
LIST OF TABLES .....	iv
ABSTRACT .....	viii
I. 서 론 .....	1
II. 연구사 .....	3
1. 육성·비육돈 사료 에너지 수준에 따른 성장 및 도체특성 .....	3
1) 에너지 가치의 결정 .....	3
2) 육성·비육돈 사료 에너지에 따른 성장 및 도체특성 .....	4
2. 비육돈 배합사료의 아미노산 수준에 따른 육질특성 조사 .....	5
1) 품종별 육질특성 .....	5
2) 비육돈 배합사료 아미노산 수준에 따른 성장 및 육질특성 .....	6
III. 제주재래돼지 교잡종 육성돈의 가소화에너지 수준에 따른 성장, 도체 및 육질특성 .....	7
1. ABSTRACT .....	7
2. 재료 및 방법 .....	8
1) 공시축 및 사양관리 .....	8
2) 증체량 및 사료 섭취량 .....	10
3) 도체특성 .....	10
4) 육질특성 .....	10
5) 통계분석 .....	12
3. 결과 및 고찰 .....	13

1) 성장특성 .....	13
2) 도체특성 .....	15
3) 육질특성 .....	17

IV. 제주재래돼지 교잡종 비육돈의 가소화에너지 급여 수준에 따른 성장, 도체 및 육질특성 .....

1. ABSTRACT .....	19
2. 재료 및 방법 .....	20
1) 공시축 및 사양관리 .....	20
2) 증체량 및 사료 섭취량 .....	22
3) 도체특성 .....	22
4) 육질특성 .....	22
5) 통계분석 방법 .....	25
3. 결과 및 고찰 .....	26
1) 성장특성 .....	26
2) 도체특성 .....	28
3) 육질특성 .....	30

V. 제주재래돼지 교잡종 비육돈 후기에서 라이신 급여 수준에 따른 성장, 도체 및 육질특성 .....

1. ABSTRACT .....	34
2. 재료 및 방법 .....	35
1) 공시축 및 사양관리 .....	35
2) 증체량 및 사료 섭취량 .....	37
3) 도체특성 .....	37
4) 육질특성 .....	37
5) 통계분석 방법 .....	40
3. 결과 및 고찰 .....	41

1) 비육돈의 라이신 수준별 성장특성 .....	41
2) 비육돈의 라이신 수준별 도체특성 .....	43
3) 비육돈의 라이신 수준별 육질특성 .....	45
 VI. 요약 .....	 48
 VII. 참고문헌 .....	 50

## LIST OF TABLES

Table 1. Composition of the experimental diets in growing Jeju native pig hybrids .....	9
Table 2. Effects of digestible energy levels on growth performance in growing Jeju native pig hybrids .....	14
Table 3. Effect of digestible energy level on Carcass traits in growing Jeju native pig hybrids .....	16
Table 4. Effect of lysine level on the meat quality of the loin in growing Jeju native pig hybrids .....	18
Table 5. Composition of the experimental diets in finishing Jeju native pig hybrids .....	21
Table 6. Effects of digestible energy levels on growth performance in finishing Jeju native pig hybrids .....	27
Table 7. Effect of digestible energy level on Carcass traits in finishing Jeju native pig hybrids .....	28
Table 8. Effect of energy level on the meat quality of the digestible energy level in finishing Jeju native pig hybrids .....	32
Table 9. Comparison of fatty acid composition of the loin in finishing Jeju native pig hybrids .....	33



Table 10. Composition of the experimental diets(lysine) in finishing Jeju native pig hybrids .....	36
Table 11. Effects of lysine levels on growth performance in finishing Jeju native pig hybrids .....	42
Table 12. Effect of lysine levels on Carcass traits in growing Jeju native pig hybrids .....	44
Table 13. Effect of lysine level on the meat quality of the loin in finishing Jeju native pig hybrids .....	46
Table 14. Comparison of fatty acid composition of the lysine level in finishing Jeju native pig hybrids .....	47

## ABSTRACT

### Effect of Digestible energy and lysine levels on growth performance and meat quality of Jeju native black pig hybrids

Moon-Cheol Shin

Department of Animal Biotechnology, Graduate School  
Jeju National University, Jeju, Korea

The goal of this study was to establish the proper level of feed for establish the proper level of feed for digestible energy, finishing digestible energy, and finishing lysine, in order to establish a suitable specification system for hybrids of Jeju native pig and Landrace. I assessed the effects of the different diets on growth performance (weight gain, daily weight gain, daily feed intake, feed requirement), carcass characteristics (carcass weight, carcass rate, backfat thickness), and meat quality (general ingredients of sirloin, flesh color, pH, shear force, cooking loss, water holding capacity).

In the first experiment, in which i was assessed the diets given to growing pigs, a total of 36 pigs with an average initial body weight of  $26.62 \pm 3.07$  kg were allocated to four treatment groups given diets of different digestible energy levels. The treatments were: 3,000 kcal DE/kg, 3,200 kcal DE/kg, 3,400 kcal DE/kg and 3,600 kcal DE/kg. The compound feeds were given *ad libitum* for 50 days, and the nutrient components (except the plasticizing energy level) were set to the same conditions. During the growing period, the weight gains in the four treatment groups were  $19.7 \pm 0.99$  kg,  $18.64 \pm 0.40$  kg,

24.32±0.40 kg and 22.81±0.36 kg, respectively. The treatments of 3,400 kcal/kg and 50.33±7.15 kg, 3,600 kcal/kg produced significant differences in growth performance without any significant difference in carcass characteristics: percentage, back fat thickness, cooking loss, water holding capacity, and pH in the loin. The most significant result was obtained for the shear force (as one measure of meat quality) in the group fed at 3,200 kcal/kg. Collagen, moisture, and protein contents were highest in this group. Feeding a low-energy diet appeared to have no significant effect on carcass characteristics; however, phase feeding of a low-energy diet had negative effects on growth performance and meat quality. The results suggest that diets of digestible energy levels of 3,400 kcal/kg and 3,600 kcal/kg are suitable for growing Jeju native black pig hybrids.

The second experiment was conducted in a similar fashion as the first but with Jeju native black pig hybrids at the finishing stage. A total of 48 pigs, with an average initial body weight of 55.94±7.43 kg, were allocated to four treatments of different digestible energy levels. The treatments were: 3,200 kcal DE/kg, 3,300 kcal DE/kg, 3,400 kcal DE/kg and 3,500 kcal DE/kg. The compound feeds were given *ad libitum* for 90 days, and the nutrient components (except the digestible energy level) were set to the same conditions. During the finishing period, the weight gain values in the four treatment groups were 43.33±6.17 kg, 39.18±4.93 kg, 42.92±7.25 kg and 50.33±7.15 kg, respectively. Daily weight gain values in the four treatment groups were 0.46±0.04 kg, 0.42±0.04 kg, 0.45±0.05 kg and 50.33±7.15 kg. Treatment group 4, which received the diet of 3,500 kcal/kg, showed significantly higher growth ( $p<0.05$ ) than animals in the other treatment groups. Carcass characteristics were also tested at 210 days of age, and the carcass weight was also significantly higher ( $p<0.05$ ) for the fourth treatment group, at 74.17±9.86 kg. Backfat thickness in each of the treatment groups

was  $13.0 \pm 3.34$  mm,  $13.08 \pm 3.33$  mm,  $15.58 \pm 3.04$  mm and  $14.83 \pm 4.18$  mm. There was no significant difference between treatments, but the lower the digestible energy level, the thinner was the fat. There was no significant difference in proximate, carcass percentage, or cooking loss in the loin. However, the highest water-holding capacity was observed for the 3,300 kcal/kg treatment group. The results of the second experiment suggest that treatments at digestible energy levels of 3,500 kcal/kg are suitable for finishing Jeju native black pig hybrids.

In the third experiment we investigated growth rates and meat quality in response to lysine levels. I selected thirty-six 155-day-old hybrid pigs (Jeju native black pig x Landrace) with an average body weight of 85 kg and carried out the feeding trial for 45 days until the pigs were 200 days old. The pigs were separated into three treatment groups (12 heads per group) and given a blended feed that contained 1.0%, 0.8%, or 0.6% lysine. The plasticization energy was 3,200 kcal/kg, and the crude protein level was 15%. The feed method was autonomous, and unlimited feed and water were provided during the trial. In terms of growth characteristics, the treatment group given 0.8% lysine had an average total weight gain of  $24.06 \pm 3.92$  kg, with a daily weight gain of  $0.53 \pm 0.08$  kg, but there was no significant difference among the treatments. There was also no significant difference in the cooking loss. The lowest lysine level (0.6%) tended to thicken the back fat. In terms of meat quality, when the lysine level was lowered to 1%, 0.8%, and 0.6%, the fat content in the sirloin was  $5.21 \pm 0.84\%$ ,  $6.05 \pm 0.79\%$ , and  $7.23 \pm 0.79\%$ , respectively. As for physical properties, there was a significant decrease in cooking loss and shear force when the content of lysine was decreased from 1% to 0.6%. This decrease is thought to be influenced by muscle fat content. The results of our study indicate that a diet with 0.6% lysine is suitable for finishing Jeju native black pig hybrids.

## I. 서론

국내 양돈업에 이용되는 돼지 품종은 Landrace, Yorkshire, Duroc 또는 Berkshire 등이 주요 품종으로 서양에서 가공육에 맞추어 고기의 양을 증가시키기 위해 개발되어온 품종들이 대부분이다. 특히 국내 상업용 돼지 교잡 체계는 Landrace, Yorkshire 및 Duroc 종을 교배하여 생산하는 삼원교잡종(L×Y×D)이 가장 널리 이용되고 있으며, 이는 산자수가 높고 성장이 빠르며 고기 생산량이 높기 때문이다(Jin 등, 2006).

현재 국내에 이용하는 종돈의 대부분은 여전히 외국 품종을 사용하고 있으며, 대부분 수입에 의존하고 있다. 우리나라 연간 1인당 돼지고기 소비량은 약 30.1 kg (2018년, OECD)이며, 대부분 삼겹살, 목심 등 근내지방도가 높은 부위를 구워서 먹는 형태이다. 따라서 외국의 품종은 구워먹는 식습관을 가진 우리나라의 소비 형태와는 적합하지 않는 부분이 있다.

국내 고유 품종인 재래돼지는 일반 개량종 돼지보다 체격이 왜소하고 번식력, 일당 증체량, 산육능력이 낮아 생산성에 단점을 가지고 있지만 외국의 개량종에 비해 체질이 강건하고, 육색이 붉으며, 보수력이 높고, 다즙성과 고기의 풍미가 좋아 한국 소비자들에게 선호도가 높다(Jin 등, 2001; Moon 등, 2004; 정, 2010).

이러한 풍미의 차이는 지방산의 조성에 의한 것이며, 독특한 풍미는 불포화지방산 성분들과 지방을 가열 시 생성되는 지용성 물질에 의해 영향을 받는다고 보고 하였다(Jung 등, 2010).

제주재래돼지(Jeju native pig, JNP)의 우수한 유전형질을 양돈업에 도입하고, 제주재래돼지의 단점인 체형, 산육능력 등을 개선하기 위한 분자유종 전략을 마련하여 고 육질-우량 흑돼지 축군을 조성하는 연구를 수행하였으며, 2014년에 제주재래돼지와 랜드레이스의 합성종으로 흑모색과 육질형질을 결정하는 핵심유전자를 활용한 품종을 개발하였다(국립축산과학원, 2014).

돼지에서는 효과적이고 수익성 있는 가축 생산을 하기 위해서는 품종과 성장 속도에 맞는 적절한 영양소를 공급해야 한다. 영양수준이 과다할 경우 필요 이상

의 영양소 섭취로 살코기 축적에 쓰이고 난 잉여량의 단백질과 에너지는 지방으로 침착되며 또한 환경오염에 영향을 미칠 수 있다(Paik 등, 1996). 반대로 필요한 영양소를 섭취하지 못한다면 돼지의 성장률이 떨어져 경제적 손실을 가져올 수 있다(Jeong 등, 2010). 또한, 사료의 에너지나 단백질 수준에 따라서 성장과 도체특성이 다르게 나타나며 육성돈과 비육돈의 에너지 수준을 달리할 때 고에너지와 고단백질 처리구가 사료효율이 가장 좋았으며(Jeong 등, 2010; Hong 등, 2016), 도체율은 에너지 수준이 감소함에 따라 도체율이 향상된다고 보고하였다(Han 등 1988).

따라서 본 연구에서는 제주재래흑돼지 교잡종의 적정 영양소 요구량을 설정하기 위해 육성기와 비육기의 가소화에너지 급여 수준에 따른 성장특성과 도체특성을 조사하였으며, 비육기 사료 내 lysine 급여에 따른 도체특성과 육질특성을 조사하여 최종적으로 제주재래흑돼지 교잡 품종의 적정 영양소 요구량을 설정하기 위해 수행하였다.

## II. 연구사

### 1. 육성, 비육돈 배합사료 에너지 수준에 따른 성장 및 도체특성

#### 1) 에너지 가치의 결정

총에너지(GE, gross energy)는 열량계에서 사료를 완전 연소시킬 때 유리되는 에너지 값을 나타낸다. 섭취한 총 에너지 중에서 분으로 배출된 에너지를 제외한 에너지를 가소화에너지(DE, digestible energy)라고 하며, 가소화에너지에서 가스(소화관에서 생산되는 가스에너지)와 오줌으로 소실된 에너지를 대사에너지(ME, metabolizable energy)라 한다. 대사에너지 중 약 30%는 영양분 소화 및 대사를 위해 발생하는 열에너지(heat increment, HI)를 제외한 부분을 정미에너지(Net energy, NE)라고 하며 이 중 생명유지를 위한 정미에너지 요구량(NE for maintenance, NEm)과 생산을 위한 정미에너지 요구량(NE for production, NEp; 성장, 젖 생산 등)으로 구분된다(NRC, 2012; 한국가축사양표준, 2017).

가소화에너지(GE)는 가축의 체내에서 소화되어 흡수된 에너지양을 간접적으로 나타낼 수 있으며, 비교적 쉽고 정확하게 측정할 수 있기 때문에 돼지의 에너지 요구량과 원료사료의 에너지양을 표시하는 에너지 단위로 현재까지 널리 사용되어 왔다(한국가축사양표준, 2017). 돼지를 포함한 동물들은 생체가 필요로 하는 에너지를 충족시킬 수 있을 만큼의 음식물을 섭취한다(Ellis and Augspurger, 2001). 따라서 돼지는 사료의 에너지 함량이 낮으면 더 먹고, 사료의 에너지 함량이 증가할수록 사료섭취량 감소폭이 에너지 함량 증가폭보다 낮아 총 에너지섭취량은 조금씩 증가한다(양, 2019).

## 2) 육성 비육돈 사료 에너지에 따른 성장 및 도체특성

사료효율은 생산을 위한 정미에너지 요구량(NEp)이 단백질과 지방 합성에 어떻게 분배 되는가에 따라 차이가 난다(De Lange 등, 2001). 대사에너지의 경우 육성, 비육돈이 1 g의 단백질과 1 g의 지방을 합성하기 위해서는 각각 10.6 kcal와 12.5 kcal가 요구 된다(NRC, 2012; 한국가축사양표준, 2017).

육성돈은 에너지 섭취량 즉 사료 섭취량이 커질수록 섭취된 단백질 중 체내에 축적되는 단백질 비율이 증가한다(NRC, 2012). 비육기에는 육성기와는 달리 단백질 축적량 : 대사에너지 섭취량 비율이 낮으며, 단백질은 일정 한도까지만 축적되고 여분의 에너지는 지방으로 축적된다(Hill 등, 2003; Noblet and Van Milgen, 2013).

따라서 육성돈에서는 살코기 축적량이 에너지섭취량에 비례하는 반면 비육돈은 에너지 섭취량이 높을수록 지방침착이 과다해질 수 있기 때문에 대체로 육성돈 사료는 최대한 에너지 수준을 높이고 비육돈 사료는 에너지 함량을 일정 수준 내에 제한한다. 110 kg 이상의 비육돈 출하체중 연구결과에서 또한 에너지 수준을 증가시킬 때 높은 근육 내 지방 함량이 증가한다고 보고하였다(Cromwell 등 1978; Liu 등, 2007). 이러한 결과는 근육은 약 20%가 단백질이고 70%가 수분일 뿐만 아니라 근육단백질이 합성되면 중량비율로 3배 이상의 수분을 흡인하기 때문에 단백질합성에 배분되는 NEp 비율이 클수록 증체효과가 커진다. 반면, 지방조직은 약 85%가 지방으로 구성되어 있고, 지방세포에 지방이 저장될수록 수분이 세포 밖으로 빠져나오기 때문에 지방조직이 성장하기 위해서는 동일 중량의 근육 성장보다 약 4배의 에너지가 필요하다. 따라서 육성·비육돈의 지방 침착률이 높을수록 증체율 및 사료효율은 저하된다. 그러나 육성·비육돈 특히 비육돈의 일당 단백질 축적률은 일정 수준 이상 증가하지 않기 때문에 에너지 섭취량 즉 사료섭취량이 일정 수준을 초과하면 단백질 축적량은 한계치에 머물고 지방 침착만 증가하여 사료효율은 단백질 축적량이 최대일 때까지만 증가하고 이후에는 사료섭취량이 증가할수록 감소한다(Campbell 등, 1985).



## 2. 비육돈 배합사료의 아미노산 수준에 따른 성장 및 육질특성

### 1) 품종별 육질특성

돼지 육질특성은 여러 요인에 의해 결정되어 지는 것으로 알려져 있다. 랜드레이스(Landrace)종과 요크셔(Yorkshire)종, 듀록(Duroc)종과 함께 랜드레이스 × 요크셔 2원교잡종, 랜드레이스×요크셔×듀록 3원교잡종의 육질특성을 비교 하였을 때 보수성은 3원교잡종이 유의적으로 가장 높았고, 또한 육즙손실을 나타내는 가열감량에서는 2원교잡종이 유의적으로 가장 높게 나타내었으며, 3원 교잡종이 가장 낮은 수치를 나타내었다고 보고하였다(Kim 등, 2006). 국내에서 활용되고 있는 3원 교잡종의 마지막 부계인 듀록(Duroc)종에서 다른 외래종에 비하여 근내지방함량이 우수한 것으로 보고되고 있으며(Jelenikova 등, 2008), 버크셔종에 비하여 등지방두께가 얇고, 등심단면적의 크기가 크며, 근내지방도가 높아 육질이 우수하다고 보고하였다(Suzuki 등, 2003; 고, 2007).

국내 고유 품종인 재래돼지는 육색이 붉고, 마블링이 잘 되는 특성이 있으며, 육질이 쫄깃쫄깃하고 육즙이 풍부해 부드러우며 맛이 좋고, 담백하여 한국인의 입맛에 적합한 품종이라고 보고하였다(한, 2003; 고, 2014; Kim 등, 2008). 또한 타 품종에 비하여 풍미가 좋은 것으로 알려져 있는데, 풍미의 차이는 지방산의 조성에 의해 영향을 받고 있으며, 독특한 풍미는 불포화지방산 성분들과 지방을 가열시 생성되는 지용성 물질에 의해 영향을 받기 때문이라고 보고 하였다(Han 등, 2003; Jung 등, 2010). 한국 재래돼지와 랜드레이스의 교잡종의 F2를 대상으로 육질특성을 성별로 구분하여 분석한 결과에서 육색의 경우 암돼지가 명도(Lightness), 황색도(Yellowness), 적색도(Redness) 값이 높게 나타났으며( $p < 0.001$ ), 수돼지에서는 육즙과 관련되어진 보수력, 가열감량이 낮게 나타나( $p < 0.05$ ) 암돼지가 훨씬 더 좋은 육질특성을 보인 것으로 보고하였다(Jung 등, 2010).

## 2) 비육기 배합사료 아미노산 수준에 따른 성장 및 육질특성

비육돈의 아미노산 요구량은 유전적인 체단백질 축적능력의 영향을 받는다. 단백질 합성량은 다른 제한아미노산이 부족하지 않는 한 제1 제한아미노산인 lysine 섭취량에 비례한다(NRC, 2012; 한국사양표준, 2017). 일정 범위의 사료의 에너지 수준 내에서 lysine과 칼로리의 비율 변이는 비육돈의 총 에너지 섭취량 변이에 비해 크게 차이내기 때문에 lysine 필요 섭취량은 lysine과 칼로리의 비율에 의해 결정된다(Chung 등, 1981; Smith 등, 1999; De La Llata 등, 2001; Main 등, 2008). 따라서 급여되는 사료의 lysine : calorie 비율이 커질수록 생체의 단백질 합성량 즉 살코기 축적량( $2.55 \times$  단백질 합성량)이 커진다(NRC, 2012). 반면 Lysine과 칼로리의 비율이 높아지면 에너지 중 단백질합성에 배분되는 비율이 증가하여 지방합성은 감소하고, 비율이 감소하면 지방침착이 증가한다(De La Llata 등, 2001; Millet 등, 2011).

비육돈 사료의 조단백질 혹은 조단백질과 lysine 함량을 낮추면 에너지 섭취량은 거의 변하지 않지만 단백질 합성이 저하되어 지방침착이 증가하게 되는데 특히 근내지방 함량이 증가하는 것으로 알려져 있다(Castell 등, 1994; Kerr 등, 1995; Witte 등, 2000). 낮은 수준의 lysine 사료를 장기간 급여하면 근내지방 함량뿐만 아니라 등심의 풍미, 연도 및 다즙성이 증가하였다. 그러나 낮은 수준의 lysine 사료 급여의 단점으로는 근내지방 증가폭보다는 작지만 등지방두께 또한 증가하고 사료효율이 현저히 낮아지기 때문에 현장에 적용하기 위해서는 상당한 성장효율 저하를 감수해야 한다(Castell 등, 1994). 국내에서는 비육돈 사료의 에너지 함량을 낮추어 증체율을 낮춰 도살일령을 늦춤으로써 돈육 품질 향상을 위해 총 lysine 함량(0.9%)은 정상 이상 수준으로 유지하여 급여한 실험과 총 lysine 함량 까지 (0.67-0.68%) 수준으로 낮춘 연구에서 저에너지 사료와 그리고 lysine 함량 이 낮은 돼지가 등심, 뒷다리 와 같은 저지방 부위의 적색도와 상강도, 관능평가가 향상되었다고 보고 하였다(Park 등, 2006; Moon 등, 2008; Lee 등, 2014; Choi 등, 2015).

### Ⅲ. 제주재래돼지 합성종에서 육성기 가소화에너지 수준에 따른 성장, 도체 및 육질특성

#### 1. ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the effects of digestible energy levels on growth performance, carcass characteristics and meat quality of growing Jeju native black pig hybrids. A total of 36 pigs, average initial body weight  $26.62 \pm 3.07$  kg, were allocated to 4 treatment based on digestible energy levels. The treatments were 1) 3,000 kcal of DE/kg, 2) 3,200 kcal of DE/kg, 3) 3,400 kcal of DE/kg, 4) 3,600 kcal of DE/kg. The compound feeds were fed *ad libitum* for 50 days and the nutrient components except the plasticizing energy level were set to the same conditions. During the growing period, the weight gain were  $19.7 \pm 0.99$  kg,  $18.64 \pm 0.40$  kg,  $24.32 \pm 0.40$  kg and  $22.81 \pm 0.36$  kg respectively. The treatment 3,400 kcal/kg and 3,600 kcal/kg were different significant in growth performance. There was no significant difference in carcass percentage, backfat thickness, cooking loss, water holding capacity and pH in the loin. However, the highest value was in treatment for 3,000 kcal/kg shear force. In chemical composition, the collagen contents were the highest showed level found in the treatment 3,200 kcal/kg. The highest moisture and protein contents were found in treatment 3,000 kcal/kg. Feeding the low energy diet no significant effect on carcass characteristics. But, phase feeding with low energy diet had negative effects on growth performance and meat quality. The digestible energy levels treatments 3,400 kcal/kg and 3,600 kcal/kg can be suitable for growing Jeju native black pig hybrids.

## 2. 재료 및 방법

### 1) 공시축 및 사양관리

본 연구의 공시축은 평균 체중  $30.87 \pm 0.47$  kg의 70일령 제주재래돼지×랜드레이스 교잡종 암돼지 12두와 거세돈 24두로 총 36두를 공시하였고, 115일령까지 45일 간(2017년 3월 27일 ~ 5월 12일) 시험을 수행하였다. 시험에 공시된 돼지는 돈방당 거세돈 2 두, 암돼지 1 두로 3 두씩 12개의 돈방에 배치하였다.

육성기 시험축에 급여하는 처리구별 배합사료를 Table 1과 같이 배합하였다. 배합사료의 가소화에너지 수준은 4수준으로 각각 3,000 kcal/kg, 3,200 kcal/kg, 3,400 kcal/kg, 3,600 kcal/kg으로 설정하였으며 가소화에너지를 제외하고 칼슘 0.5%, 인 0.45%, 조단백질 15%, Lysine 1%로 영양소 함량을 동일하게 맞춰 사료를 생산하였다. 공시사료는 20 kg 지대사료를 활용하여 급여하였다. 사료와 물은 전 사양시험 기간 동안 무제한 급여하였다.

Table 1. Composition of the experimental diets in growing Jeju native pig hybrids.

Item	Digestible energy, kcal/kg			
	3,000	3,200	3,400	3,600
<b>Ingredients, %</b>				
Corn	48.90	59.60	60.00	60.40
Soybean Hull	20.50	8.35	4.60	1.00
Wheat Bran	14.80	14.80	14.80	14.80
Soybean meal	13.00	14.30	15.30	16.10
Molasses	1.00	1.00	1.00	1.00
Limestone	0.85	1.00	1.00	1.00
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25
Vitamin-Mineral premix <sup>1)</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20
Lysine	0.30	0.30	0.30	0.30
Methionine-50	0.20	0.20	0.15	0.15
Soybean Oil	-	-	2.40	4.80
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chemical composition</b>				
DE, Kcal/kg	3,000	3,200	3,400	3,600
Ca, %	0.50	0.50	0.50	0.50
P, %	0.45	0.45	0.45	0.45
Crude protein, %	15.00	15.00	15.00	15.00
Lysine, %	1.00	1.00	1.00	1.00

<sup>1)</sup>Premix composition : 1 kg contains vitamin A - 2,000,000 IU; vitamin D3 - 400,000 IU; vitamin E - 250 IU; vitamin K3 - 100 mg; vitamin B1 - 97 mg; vitamin B2 - 300 mg; vitamin B3 - 2,000mg; vitamin B6 - 200 mg; d-Biotin - 20mg; vitamin - B9 200mg; vitamin - B12 1.2 mg; choline chloride - 25,000mg; mineral chelates: Calcium Pantothenate - 1,000mg; Mn - 12,000 mg; Zn - 15,000mg; Fe - 4,000 mg; I - 250mg; Co - 100 mg; Mg - 2,000 mg

## 2) 증체량 및 사료섭취량

증체량과 사료효율을 구하기 위해 시험 시작시와 종료시에 공복 상태에서 체중을 측정하였으며, 사료섭취량을 조사하기 위해 20 kg 포대사료를 활용하여 1일 1포씩 급여하였고, 다음날 사료 급여 전 사료 잔량을 수거한 후 무게를 측정함으로써 시험기간의 사료섭취량을 측정하였다.

## 3) 도체특성

공시축 도축은 육성기 시험 종료 후 처리구별 평균에 가까운 개체 1두씩 각 돈방에서 선발하여 3두씩 총 12두를 시험도축 하였다. 도축 완료 후 생체중, 온도체중, 냉도체중을 활용하여 도체율을 조사하였고, 축산물품질평가원의 등급판정 결과를 이용하여 등지방두께를 조사하였다.

## 4) 육질특성

육질특성 조사는 도축이 완료된 도체를 냉각 후 좌도체 등심 전체를 샘플링한 후 3분할하여 실험에 이용하였으며 분석항목은 일반성분, 육색, pH, 가열감량, 보수력, 전단력을 각각 3반복 실험하였다.

### (1) 일반성분

일반성분 함량은 Anderson 등(2007)의 방법에 따라 세절육 200 g을 Foodscan(Food Scan™ Lab 78810, Foss Tecator Co. Ltd., Denmark)을 이용하여 콜라겐, 지방, 수분, 및 단백질 함량을 분석하였다.

### (2) 육색

육색 측정은 등심을 절단하여 30분간 냉암소에서 발색시킨 후 절단면에서 chroma meter(CR-400, Konica Minolta, Japan)를 사용하여 L\* (Lightness, 명도), a\* (Redness, 적색도), 및 b\* (Yellowness, 황색도)를 CIE(Commission

Internationale de l'Eclairage) 값으로 동일한 시료를 3회 측정하였다.

### (3) pH

근육의 pH 측정은 pH meter(pH\*K21, NWKBinär GmbH Co., Germany)를 이용하여 도축 24시간 후에 근육시료에 직접 삽입하여 측정하였다.

### (4) 가열감량

가열감량은 시료를 3 cm 두께의 스테이크 모양으로 절단하여 무게를 측정한 다음 polyethylene bag에 넣어 80℃ 항온수조(Dehan Scientific Co. Model WSB-45, Korea)에서 심부온도를 70℃에 도달시킨 다음 30분간 흐르는 물에서 방냉시키고, 근육시료 표면에 남아있는 수분을 제거한 후 무게를 측정하여 가열 전후의 중량 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{가열감량(\%)} = \text{가열전 중량} - \frac{\text{가열 후 중량}}{\text{가열 전 중량}} \times 100$$

### (5) 보수력

보수력(water-holding capacity; WHC) 측정은 Laakkonen 등(1970)의 방법을 약간 변형한 Park 등(2001)의 방법을 활용하여 전체 수분과 유리수분 함량간의 차이에 의해서 측정했다. 전체 수분 함량은 시료의 가열 전·후의 중량차이에 의해 산출하였다. 유리수분 함량은 시료 0.5 g을 미세한 구멍이 있는 2 mL filter관(P25661, Millipore, Japan)에 넣고, 70℃ 항온수조에서 20분간 가열 후 10분간 방냉시켰다. 이후 filter 관은 원심분리관 하부에 넣고, 4℃/2,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상부 filter 관을 꺼내어 무게를 측정하였다. 최종 보수력은 아래의 공식에 의해 백분율(%)로 나타내었다.

$$\text{지방계수}(\%) = \frac{\text{지방}(\%)}{100}$$

$$\text{유리수분}(\%) = \frac{\text{원심분리 전 무게}(\text{g}) - \text{원심분리 후 무게}(\text{g})}{\text{시료무게}(\text{g}) \times \text{지방계수}} \times 100$$

$$\text{보수력}(\%) = \frac{\text{전체수분}(\%) - \text{유리수분}(\%)}{\text{전체수분}(\%)} \times 100$$

#### (6) 전단력 측정

가열감량이 끝난 시료를 이용해 등심근섬유와 수평하게 직경 1.27 cm core를 뚫어 시료를 채취한 다음 전단력측정기(texture analyzer(Model 4465, Instron corp., High Wycombe, UK)를 이용하여 측정하였다. 전단력 측정 시 근섬유의 수직방향으로 절단 되도록 측정하였다.

#### 5)통계분석

돼지의 생리적 변화에 관련된 모든 요소는 가소화에너지 수준에 따른 처리구 별 차이점을 Mean±S.D.로 나타내었고, 통계 처리는 R 통계 package(version 3.0.3)를 이용하여 대조구와 처리구간에 분산분석을 실시 하였으며 처리 간 유의성( $p < 0.05$ )은 ANOVA 분석 후 Duncan's multiple range test(1955)를 이용하여 검증하였다.



### 3. 결과 및 고찰

#### 1) 성장특성

가소화에너지 수준에 따른 제주재래돼지×랜드레이스 교잡종의 성장과 사료 섭취량에 따른 일당증체량 조사 결과는 위와 같다. 본 실험에서 45일간 처리구별 총 증체량과 일당증체량은 각각  $19.7 \pm 0.99$  kg,  $18.64 \pm 0.40$  kg,  $24.32 \pm 0.40$  kg,  $22.81 \pm 0.36$  kg과  $0.43 \pm 0.02$  kg,  $0.41 \pm 0.01$  kg,  $0.53 \pm 0.01$  kg,  $0.50 \pm 0.01$  kg으로 3,400 kcal/kg, 3,600 kcal/kg 수준에서 3,000 kcal/kg, 3,200 kcal/kg 수준에 비해 유의적으로( $p < 0.05$ ) 높은 성장을 보였으며 두 처리구 사이에서 유의적 차이는 나타나지 않았다. 처리구별 일당 사료섭취량은 각각  $1.93 \pm 0.02$  kg,  $1.94 \pm 0.02$  kg,  $1.98 \pm 0.06$  kg,  $1.97 \pm 0.02$  kg 으로 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 따라서 사료 요구율은 3,000 kcal/kg, 3,200 kcal/kg 수준에서 높아졌다. 이는 Choi 등(2008)이 재래흑돼지에서 육성기에 고에너지, 고단백질 사료급여를 하였을 때 증체량에 유의적 차이가 없었다는 것과는 차이를 보였으나, Jeong 등(2010)이 보고한 L×Y×D 3원 교잡종에서 육성기 고에너지, 고단백질 사료급여 시 육성기 체중이 유의적으로( $p < 0.05$ ) 높았다는 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 또한, R. Nieto 등(2002)이 이베리안 돼지에서 에너지와 단백질 수준별 15 kg - 50 kg 육성돈의 체중 변화를 조사 한 결과 에너지 수준이 높을수록 성장이 빨라지는 결과와 유사하였다. Campbell 등(1985), 한국가축사양표준(2017)에서 보고한 육성기 돼지에서 에너지 섭취량 즉 사료 섭취량이 커질수록 섭취된 단백질 중 체내에 축적되는 단백질 비율이 증가하고 성장이 빨라진다는 보고와 일치하는 결과를 나타내었다. 실험 결과 3,200 kcal/kg 처리구와 3,400 kcal/kg 처리구 사이에 성장에 요구되는 최소 에너지 수준이 있을 것으로 예측되며 추후 정밀한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 2. Effects of digestible energy levels on growth performance in growing Jeju native pig hybrids

Item	Digestible energy, kcal/kg			
	3,000	3,200	3,400	3,600
Initial B.W.(kg)	30.40±0.24*	31.08±0.44	30.87±0.58	31.15±0.63
Final B.W.(kg)	50.10±0.99b	49.72±0.30b	55.19±0.67a	53.95±0.85a
Total weight gain(kg)	19.7±0.99b	18.64±0.40b	24.32±0.40a	22.81±0.36a
ADG1)(kg)	0.43±0.02b	0.41±0.01b	0.53±0.01a	0.5±0.01a
ADFI2)(kg)	1.93±0.02	1.94±0.02	1.98±0.06	1.97±0.02
Feed:Gain(%)	4.54±0.21a	4.81±0.14a	3.74±0.08b	3.97±0.10b

1)ADG, average daily gain; 2)ADFI, average daily feed intake.

\* Mean±SD.

a, b Means with different superscript letters in the same lines are significantly different (p<0.05).

## 2) 도체특성

시험축의 가소화에너지 수준에 따른 도체중, 도체율, 등지방두께를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 조사 결과 3,000 kcal/kg, 3,200 kcal/kg, 3,400 kcal/kg, 3,600 kcal/kg 처리구에서 도체율은  $69.02 \pm 0.73$ ,  $68.04 \pm 1.67$ ,  $66.79 \pm 1.15$ ,  $70.96 \pm 0.26\%$ 로, 본 시험에서 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 등지방두께에서 3,600 kcal/kg 처리구가 다른 처리구들에 비해 평균이 1 mm 가 두꺼운  $9.33 \pm 0.88$  mm 으로 가소화에너지 수준이 높을수록 지방이 늘어난다는 보고와 유사하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Choi 등(2008)이 보고한 육성기 고영양 사료와 저영양 사료간 성장 및 도체성적에서 유의적인 차이가 없었다는 결과와 일치하였다. 도체성적에서 유의적인 차이가 나타나지 않은 것은 아직 비육 성장이 아닌 골격위주의 성장을 하고 있는 육성돈의 도체로서 체내 단백질 및 지방축적이 진행되지 않은 결과로 사료된다.

Table 3. Effect of digestible energy level on Carcass traits in growing Jeju native pig hybrids

Item	Digestible energy, kcal/kg			
	3,000	3,200	3,400	3,600
Live weight(kg)	58.10±2.95*	57.10±3.41	58.33±2.32	63.13±1.80
Carcass weight(kg)	40.07±1.71	38.97±3.25	38.97±1.77	44.80±1.27
Dressing percent(%)	69.02±0.73	68.04±1.67	66.79±1.15	70.96±0.26
Backfat thickness(mm)	8.33±0.33	8.33±1.33	8.33±0.88	9.33±0.88

\* Mean±S·D.

### 3) 육질특성

등심에 대한 일반성분 분석 결과는 Table 4와 같다. 등심의 일반성분에서는 가소화에너지 3,200 kcal/kg 수준에서 콜라겐 함량이  $1.23 \pm 0.04\%$ 로 가장 높았으며, 3,000 kcal/kg에서 수분과 단백질 함량이 각각  $74.40 \pm 0.20$ ,  $21.82 \pm 0.18\%$ 로 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 지방함량은 3,000 kcal/kg에서  $3.42 \pm 0.26$ 으로 가장 낮은 함량으로 나타내었고, 3,400 kcal/kg 수준에서  $5.25 \pm 0.41$ 로 가장 높은 지방 함량을 나타내었다. 이러한 결과는 3,000 kcal/kg 수준이 다른 처리구들에 비해 공급되는 에너지 함량이 낮아 지방율이 다른 처리구에 비해 낮은 것 때문으로 사료되지만, 육성기에서 지방이 끼지 않는 것은 좋은 결과이나 상대적으로 낮은 성장률을 보이고 있어 유의미한 결과는 아니라고 사료된다. 3,400 kcal/kg 처리구는 전체 처리구와의 결과에서 유의적 차이가 나타나지 않았는데 이러한 결과로 보았을 때 적정 가소화에너지 수준이라고 생각된다. 따라서 등심의 일반성분 분석에서 가장 적정 한 가소화 에너지 수준은 3,400 kcal/kg 처리구로 사료된다.

등심의 육색은 적색도(CIE  $a^*$ )에서 처리구별로 각각  $4.66 \pm 1.32$ ,  $6.59 \pm 0.23$ ,  $8.43 \pm 1.62$ ,  $7.34 \pm 0.47$ 로 3,400 kcal/kg 수준에서 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ).

가열감량, 보수력 및 pH에서는 육성기 가소화에너지 수준에 따른 차이가 없었으나 전단력에서 3,000 kcal/kg이 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 이는 일반성분 분석에서 콜라겐 함량과 지방 함량의 차이가 나타난 결과와 연관되는 결과로 사료된다.

Table 4. Effect of energy level on the meat quality of the loin in growing Jeju native pig hybrids

Item	Digestible energy, kcal/kg			
	3,000	3,200	3,400	3,600
General components, %				
Collagen	0.96±0.09 <sup>b</sup>	1.23±0.04 <sup>a</sup>	1.01±0.11 <sup>ab</sup>	1.04±0.04 <sup>ab</sup>
Fat	3.42±0.26 <sup>b</sup>	5.06±0.56 <sup>ab</sup>	4.53±0.64 <sup>ab</sup>	5.25±0.41 <sup>a</sup>
Moisture	74.40±0.20 <sup>a</sup>	73.50±0.36 <sup>ab</sup>	73.69±0.34 <sup>ab</sup>	73.12±0.12 <sup>b</sup>
Protein	21.82±0.18 <sup>a</sup>	20.88±0.04 <sup>b</sup>	21.52±0.34 <sup>ab</sup>	21.35±0.28 <sup>ab</sup>
CIE				
L*	51.48±2.55	51.96±1.63	49.46±0.65	50.22±1.62
a*	4.66±1.32 <sup>b</sup>	6.59±0.23 <sup>ab</sup>	8.43±1.62 <sup>a</sup>	7.34±0.47 <sup>ab</sup>
b*	3.77±0.39	4.82±0.13	5.23±0.98	5.14±0.39
Physical properties				
Cooking loss(%)	35.05±2.06	33.98±1.55	31.56±2.97	31.19±0.30
WHC(%)	65.99±0.57	65.03±1.85	66.14±0.26	64.21±1.71
pH	5.73±0.09	5.73±0.09	5.80±0.08	5.87±0.02
Gumminess(kgf)	5.43±0.03 <sup>a</sup>	2.66±0.34 <sup>bc</sup>	3.89±0.58 <sup>b</sup>	2.20±0.38 <sup>c</sup>

\* Mean±S·D.

<sup>a, b</sup> Means with different superscript letters in the same lines are significantly different ( $p<0.05$ ).

#### IV. 제주재래돼지 교잡종에서 비육기 가소화에너지 급여 수준에 따른 성장, 도체 및 육질특성

##### 1. ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the effects of digestible energy levels on growth performance, carcass characteristics and meat quality of Finishing Jeju native black pig hybrids. A total of 48 pigs, average initial body weight  $55.94 \pm 7.43$  kg energy levels. The treatments were 1) 3,200 kcal of DE/kg, 2) 3,300 kcal of DE/kg, 3) 3,400 kcal of DE/kg, 4) 3,500 kcal of DE/kg. The compound feeds were fed *ad libitum* for 90 days and the nutrient components except the digestible energy level were set to the same conditions. During the finishing period, the weight gain and daily weight gain of each treatment group were  $43.33 \pm 6.17$  kg,  $39.18 \pm 4.93$  kg,  $42.92 \pm 7.25$  kg,  $50.33 \pm 7.15$  kg in all treatments, and  $0.46 \pm 0.04$  kg,  $0.42 \pm 0.04$  kg,  $0.45 \pm 0.05$  kg and  $50.33 \pm 7.15$  kg showed significantly higher growth ( $p < 0.05$ ) than other treatments at 3,500 kcal/kg. Carcass characteristics were also tested at 210 days of age, and the carcass weight was also significantly higher ( $p < 0.05$ ) at  $74.17 \pm 9.86$  kg at 3,500 kcal/kg. Backfat thickness was  $13.0 \pm 3.34$  mm,  $13.08 \pm 3.33$  mm,  $15.58 \pm 3.04$  mm,  $14.83 \pm 4.18$  mm, so there was no significant difference between treatments, but the lower the digestible energy level, the thinner the fat thickness. There was no significant difference in proximate, carcass percentage, cooking loss in the loin. However, the highest value was in treatment for 3,300 kcal/kg for water-holding capacity. The digestible energy levels treatments 3,500 kcal/kg can be suitable for finishing Jeju native black pig hybrids.

## 2. 재료 및 방법

### 1) 공시축 및 사양관리

본 연구의 공시축은 평균 체중  $55.94 \pm 7.44$  kg의 120일령 제주재래흑돼지×랜드레이스 교잡종 거세돈 48두를 공시하였고, 210일령 까지 90일간 시험을 수행하였다(2018년 8월 11일 ~ 11월 9일). 시험에 공시된 돼지의 육성기 사료급여 수준을 첩터 3 연구에서 설정된 가소화에너지 3,400 kcal/kg 처리구(조단백질 15%) 수준의 배합사료로 급여하였고 120일령에 평균체중에 맞춰 처리구별 12두를 3두씩 16개의 돈방에 배치하였다.

비육기 처리구별 배합사료는 Table 7 과 같이 배합하였다. 배합사료의 가소화에너지 수준은 4수준으로 각각 3,200 kcal/kg, 3,300 kcal/kg, 3,400 kcal/kg, 3,500 kcal/kg으로 설정하였으며 가소화에너지를 제외하고 칼슘 0.7%, 인 0.43%, 조단백질 15%, Lysine 1.34%로 영양소 함량을 동일하게 맞춰 사료를 생산하였다. 20 kg 포대로 사료를 공급 받았으며, 시험기간 중 사료급여 방법은 자율채식으로 사료와 물을 무제한 급여하였다.



Table 5. Composition of the experimental diets in finishing Jeju native pig hybrids

Item	Digestible energy, kcal/kg			
	3,200	3,300	3,400	3,500
Ingredients, %				
Corn	51.00	54.10	55.80	58.40
Soybean meal	16.00	16.70	17.30	17.80
Soybean Hull	15.00	12.00	9.90	6.00
Wheat.Bran	10.50	9.00	8.00	8.00
Molasses	4.90	5.10	5.00	5.20
Limestone	1.10	1.10	1.10	1.10
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitamin-Mineral premix <sup>1)</sup>	0.30	0.30	0.30	0.30
Lysine	0.10	0.10	0.10	0.10
TCP	0.60	0.60	0.60	0.60
Methionine-50	0.20	0.20	0.20	0.20
Soybean Oil		0.50	1.40	2.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition				
DE, Kcal/kg	3,200.00	3,300.00	3,400.00	3,500.00
Ca, %	0.70	0.70	0.70	0.70
P, %	0.43	0.43	0.43	0.43
Crude protein, %	15.00	15.00	15.00	15.00
Lysine, %	1.34	1.34	1.34	1.34

<sup>1)</sup>Premix composition: 1 kg contains vitamin A - 2,000,000 IU; vitamin D3 - 400,000 IU; vitamin E - 250 IU; vitamin K3 - 100 mg; vitamin B1 - 97 mg; vitamin B2 - 300 mg; vitamin B3 - 2,000mg; vitamin B6 - 200 mg; d-Biotin - 20mg; vitamin - B9 200mg; vitamin - B12 1.2 mg; choline chloride - 25,000mg; mineral chelates: Calcium Pantothenate - 1,000mg; Mn - 12,000 mg; Zn - 15,000mg; Fe - 4,000 mg; I - 250mg; Co - 100 mg; Mg - 2,0000 mg

## 2) 증체량 및 사료섭취량

증체량과 사료효율을 구하기 위해 시험개시와 종료시에 공복 상태에서 체중을 측정하였다. 사료섭취량을 조사하기 위해 20 kg 포대사료를 활용하여 무제한 급여하였고, 다음날 사료 급여 전 사료 잔량을 수거한 후 무게를 측정함으로써 시험기간의 사료섭취량을 측정하였다.

## 3) 도체특성

공시축 도축은 비육기 시험 종료 후 도축 완료 후 생체중, 온도체중을 활용하여 도체율을 조사하였고, 축산물품질평가원의 등급판정 결과를 이용하여 등지방 두께를 조사하였다.

## 4) 육질특성

육질특성을 조사하기 위해 냉도체 상태의 좌도체 등심시료를 채취하였으며, 등심시료를 활용하여 일반성분, 육색, pH, 가열감량, 보수력, 전단력 및 지방산 분석을 아래와 같이 분석하였다.

### (1) 등심근 내 수분

AOAC 방법(1990)을 따라 등심 근육시료를 분쇄, 혼합하여 2 g 정도의 시료를 알루미늄 접시에 취하고 시료의 수분손실을 줄이기 위해 가능한 한 신속하게 무게를 측정 후, 시료가 담긴 알루미늄 접시를 오븐에 넣고 100~102℃에서 24시간 건조시켰다. 건조시간이 경과한 후에 시료를 오븐에서 꺼내 데시케이터에 넣고 실온으로 냉각(약 30분간)시킨 후, 정확하게 무게를 측정하여 시료무게에서 건조 후 무게를 뺀 값을 시료무게로 나누고 100을 곱하여 백분율로 수분함량을 계산하였다.

### (2) 등심근 내 조지방

AOAC 방법(1990)을 따라 수기 및 원통여과지의 무게를 칭량하고 마쇄한 등심 근육시료 30 g을 칭량한 후 원통여과지에 넣고 직시천평에서 정확히 무게를 칭량(원통여과지+시료)한 후 원통여과지 상단을 솜으로 막은 다음 siphon에 넣었다. soxhlet에 용매인 에테르가 넘을 수 있도록 충분히 넣고(약 100 ml 정도)  $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 동안 환류 시켰다. 환류를 마친 수기 내용물을 glass filter에서 여과하고, 이어서 증발농축기에서 용매를 회수하고, 아세톤으로 수분을 제거한 후,  $38^{\circ}\text{C}$  건조기에서 1시간 동안 건조시킨 후 데시케이터에서 30분간 방냉시킨 다음 칭량하였다. 조지방 계산은 추출된 지방량을 시료무게로 나누고 100을 곱하여 백분율로 나타내었다.

### (3) 등심근 내 조단백질

Micro kjeldahle(AOAC, 1990) 방법으로  $70^{\circ}\text{C}$ 의 건조기에서 72시간 건조시킨 등심 근육시료를 마이크로 켈달에 시료 5 g과 산화촉매제 2 g을 넣은 후, 진한 황산 2 mL를 넣고, 분해대에서  $700^{\circ}\text{C}$ 로 분해시켜 실온에서 방냉시킨 다음 증류수로 희석하였으며, 이어서 증류장치의 증류 플라스크를 3회 이상 세척하고, 0.1N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10 mL과 혼합지시약 5~6 방울이 든 삼각 플라스크를 냉각장치 하단에 놓고, 증류 플라스크에 희석된 시료와 10N NaOH 7 mL을 넣고 삼각플라스크 원용 액의 3배가 될 때까지 가열한 다음 적정하였다. 조단백질(%)은 무시료 적정치에서 시료 적정치를 뺀 값에 1.4와 factor를 곱하고 시료무게로 나눈 다음 100을 곱하여 백분율로 나타내었다.

### (4) 조회분

AOAC 방법(1990)을 따라 세절한 등심 근육시료 10 g을 회화용 도가니에 취해 시료를 전기 회화로에 넣고 온도를 서서히  $525^{\circ}\text{C}$ 까지 올려 완전히 회화(灰化)될 때까지 가열하였다. 회분이 흰색이 아닐 경우 시료를 냉각시키고 물을 축인 다음 다시 건조시키고 향량이 될 때까지  $525^{\circ}\text{C}$  전기로에서 반복해 태운다. 만일 시료의 순도가 낮아서 암회색의 덩어리진 회분이 나올 경우, 시료를 냉각시키고 올리브유 몇 방울을 가하고 가열 판에 놓았다가 향량이 될 때까지 전기로에서 되풀이하여 회화시킨 후 칭량을 하여 회분무게에 시료무게를 나눈 후 100을 곱하여

백분율로 조회분을 계산하였다.

(5) 육색

육색 측정은 근육샘플 절단면에서 Chroma meter(Model CR-300, Minolta Co., LTD. Japan)를 사용하여 동일한 시료를 3회 반복하여 L\*(Lightness, 명도), a\*(Redness, 적색도), b\*(yellowness, 황색도)를 CIE(Commission Internationale de l'Éclairage) 값으로 측정하였다. 이때 표준화 작업은 표준색판 No. 12633117을 이용하여  $Y = 93.50$ ,  $x = 0.3136$ ,  $y = 0.3198$  값으로 표준화시킨 후 측정하였다.

(6) pH

근육들의 pH 측정은 pH meter(pH\*K21, NWK-Binär GmbH Co., Germany)를 이용하여 근육시료에서 직접 측정하였다.

(7) 가열감량

냉장저장 3, 7, 14일 각각의 근육을 두께 2.54 cm 스테이크 모양으로 절단하여 무게를 측정한 다음 polyethylene bag에 넣어 70°C 항온수조(Water bath DS-23SN, Dasol Scientific Co., LTD, Korea)에서 육 내부온도가 70°C에 도달한 시점부터 10분간 가열하였다. 가열 후 30분간 방냉시키고, 근육시료 표면에 남아 있는 수분을 제거한 후 무게를 측정하여 다음 식에 의하여 계산하였다.

(8) 보수력

Park 등(2001)의 방법을 사용하였다. 먼저 미세한 구멍이 있는 2 mL 튜브의 무게를 칭량하고 이곳에 분쇄시료 1 g을 넣어 무게를 칭량한 다음 50 mL 원심 분리튜브에 넣고, 이것을 70°C 열탕조에서 30분간 가열하였다. 가열한 시료를 10분간 방냉한 다음 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 2 mL 튜브의 무게를 칭량하여 유리수분을 구하였다. 전수분은 petridish의 무게를 칭량하고 이곳에 분쇄 시료 5 g를 넣어 고르게 펼쳐 무게를 칭량한 후 drying oven(102°C)에서 향량이 될 때까지(24시간이상) 건조시킨 후 desiccator에 옮겨 식히고 무게를 측정한 후 전수분에서 유리수분을 뺀 값에 전수분을 나누고 100을 곱하여 백분율로 보수력

을 계산하였다.

(9) 전단력(WBS; Warner-Bratzler Shear force : kg/0.5 inch<sup>2</sup>)

근육샘플을 2.54 cm 두께의 스테이크 모양으로 절단하여 육 내부온도 70℃에서 10분간 가열한 후 실온에서 30분간 냉각시킨 후 직경 1.27 cm의 core를 사용하여 근섬유 방향과 평행하게 시료를 채취한 다음 전단력 측정기(Warner-Bratzler shear force meter, G-R Elec. Mfg. Co., USA)로 측정하였다.

(10) 지방산 분석

Foch 등(1957)의 방법에 따라 시료 50g과 chloroform : methanol(2:1) 용액 250 mL을 homogenizer 3,000ppm 로 균질하여 지질을 추출한 다음 무수황산 나트륨을 이용하여 수분을 제거하고 여과액을 50-55℃에서 농축하였다. 1 ml tricosanic acid 먼저 첨가하고 1 ml 0.5N NaOH를 첨가한다. 100℃에서 20분간 가열한 후 30분간 방냉한 다음 BF<sub>3</sub>를 2 ml 첨가하고 20분간 가열한 후 30분간 방냉한다. heptane과 4 ml NaCl 첨가한 후 상등액을 취하여 GC에 주입하여 지방산을 측정하였다.

4) 통계분석

돼지의 성장과 도체특성에 관련된 모든 요소는 가소화에너지 수준에 따른 처리구별 차이점을 Mean±S.D.로 나타내었고, 통계 처리는 R 통계 package(version 3.0.3)를 이용하여 대조구와 처리구간에 분산분석을 실시하였으며 처리 간 유의성 ( $p < 0.05$ )은 ANOVA 분석 후 Duncan's multiple range test(1955)를 이용하여 검증하였다.

## 5. 결과 및 고찰

### 1) 성장특성

가소화에너지 수준에 따른 비육기 제주재래돼지×랜드레이스 교잡종의 증체량과 사료 섭취량에 따른 사료효율 조사 결과는 Table 8과 같다. 비육기 실험에서 처리구별 총 증체량은 각각  $43.33 \pm 6.17$  kg,  $39.18 \pm 4.93$  kg,  $42.92 \pm 7.25$  kg 그리고  $50.33 \pm 7.15$  kg 이었으며, 일당 증체량은 각각  $0.46 \pm 0.04$  kg,  $0.42 \pm 0.04$  kg,  $0.45 \pm 0.05$  kg 그리고  $0.53 \pm 0.03$  kg 으로 3,500 kcal/kg 수준이 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높은 성장을 보였다( $p < 0.05$ ). 이는 양(2019)과 Choi 등(2015)의 연구에서 비육기 사료효율이 저영양구 보다 고영양구에서 증체율이 높았다는 결과와 일치한다. 또한 Jeong 등(2010)과 Han 등(1988)이 보고한 3원 교잡종에서 비육기에 고에너지, 고단백질 사료급여 시 비육기 체중이 증가한다는 보고와 유사하였으며, Choi 등(2008)이 보고한 재래흑돼지에서의 결과와도 유사하였다. 하지만 Suarez-Belloch 등(2013)이 비육 후기의 3원교잡종의 정미에너지 수준에서 유의적인 차이가 나지 않았다는 보고와 상반되었다. 처리구별 일당 사료섭취량은 각각  $2.13 \pm 0.06$  kg,  $2.11 \pm 0.04$  kg,  $2.13 \pm 0.03$  kg,  $2.12 \pm 0.02$  kg 으로 유의적인 차이는 나타나지 않았기 때문에 사료요구량이 3,300 kcal/kg, 3,400 kcal/kg 수준에서 유의적으로 낮아졌다. 이는 양(2019)과 Choi 등(2015)의 연구에서 고영양사료를 급여했을 때에 비해 저영양사료 급여시 사료효율이 저하되었다는 결과와 일치하였다.

Table 6. Effects of digestible energy levels on growth performance in finishing Jeju native pig hybrids

Item	Digestible energy, kcal/kg			
	3,200	3,300	3,400	3,500
Initial B.W.(kg)	56.17±9.15*	56.08±5.88	55.75±6.89	55.75±7.82
Final B.W.(kg)	99.50±11.41 <sup>ab</sup>	94.91±6.73 <sup>b</sup>	98.67±10.06 <sup>b</sup>	106.08±13.79 <sup>a</sup>
Total weight gain(kg)	43.33±6.17 <sup>ab</sup>	39.18±4.93 <sup>b</sup>	42.92±7.25 <sup>b</sup>	50.33±7.15 <sup>a</sup>
ADG <sup>1)</sup> (kg)	0.46±0.04 <sup>ab</sup>	0.42±0.04 <sup>b</sup>	0.45±0.05 <sup>b</sup>	0.53±0.03 <sup>a</sup>
ADFI <sup>2)</sup> (kg)	2.13±0.06	2.11±0.04	2.13±0.03	2.12±0.02
Feed:Gain(%)	4.18 <sup>ab</sup> ±0.33	4.57 <sup>a</sup> ±0.42	4.27 <sup>a</sup> ±0.52	3.59 <sup>b</sup> ±0.20

<sup>1)</sup> ADG, average daily gain; <sup>2)</sup>ADFI, average daily feed intake.

\* Mean±S·D.

<sup>a, b</sup> Means with different superscript letters in the same lines are significantly different ( $p<0.05$ )

## 2) 비육돈 도체특성

가소화 에너지 수준에 따른 비육돈의 도체특성에 대하여 Table 9에 나타내었다. 210일령에 일괄 출하를 통하여 육성기 이후 사육기간이 길었던 비육기에서 3,200kcal/kg, 3,300kcal/kg, 3,400 kcal/kg에 비해 생체중이 높은 가소화에너지 수준인 3,500 kcal/kg에서 각각  $106.08 \pm 13.79$  kg,  $74.17 \pm 9.86$  kg으로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 수치를 나타나는 것을 확인 할 수 있었다( $p < 0.05$ ). 도체율에서는 각 처리구별 유의적 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 Jeong 등(2010)과 Han 등(1988)이 보고한 낮은 에너지와 보통 단백질수준에서 출하일령이 늦어지는 것과 유사한 결과를 나타내었다. 또한 Choi 등(2015)이 보고한 낮은 영양수준에서의 성장 특성과도 비슷하였다. 등지방두께에서는 각 처리구 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 하지만 각각  $13.67 \pm 4.29$ ,  $12.92 \pm 2.23$ ,  $15.17 \pm 4.36$ ,  $15.92 \pm 2.69$  mm 으로 3,300 kcal/kg 처리구를 제외한 나머지 3,200 kcal/kg, 3,400 kcal/kg, 3,500 kcal/kg에서 가소화 에너지 수준이 증가함에 따라 등지방 두께 또한 두꺼워지는 수치를 나타내었다. 이는 Hill 등(2003)과 Noblet and Van Milgen(2013)이 보고한 비육기에 에너지 섭취에서, 단백질은 일정 한도까지만 축적되고 여분의 에너지는 지방으로 축적된다는 보고와 양(2019)과 Choi 등(2015)의 저영양구보다 고영양구에서 등지방 두께가 유의적으로 차이가 나타난다는 결과와 유사하였으나 개체 간 표준편차가 높게 나타나 유의성이 나타나지는 않았다.



Table 7. Effect of digestible energy level on Carcass traits in finishing Jeju native pig hybrids

Item	Digestible energy, kcal/kg			
	3,200	3,300	3,400	3,500
Live weight(kg)	99.50±11.41 <sup>ab</sup>	94.91±6.73 <sup>b</sup>	98.67±10.06 <sup>b</sup>	106.08±13.79 <sup>a</sup>
Carcass weight(kg)	69.83±8.16 <sup>b</sup>	64.36±6.12 <sup>b</sup>	69.67±7.90 <sup>b</sup>	74.17±9.86 <sup>a</sup>
Dressing percent(%)	70.20±2.51	68.04±1.80	70.66±1.45	69.96±1.65
Backfat thickness(mm)	13.67±4.29	12.92±2.23	15.17±4.36	15.92±2.69

\* Mean±S·D.

<sup>a, b</sup> Means with different superscript letters in the same lines are significantly different ( $p<0.05$ )

### 3) 비육돈 육질특성

비육기 가소화에너지 수준에 따른 등심의 일반성분 분석 결과를 Table 10에 나타내었다. 일반성분에서는 가소화에너지 처리구별 콜라겐, 지방, 수분, 단백질 함량에서 유의적 차이가 나타나지 않았다. 이는 Suarez-Belloch 등(2013)이 정미 에너지 수준변화에 따른 비육 후기 등심의 일반성분에서 유의적 차이가 없었던 보고와 일치하며, Choi 등(2015)의 낮은 영양수준에서의 육질 분석 결과와도 일치한다. 하지만 기존에 알려져 있던 에너지섭취량 즉 사료섭취량이 일정 수준을 초과하면 단백질축적량은 한계치에 머물고 지방 침착만 증가하여 사료효율은 단백질축적량이 최대일 때까지만 증가하고 이후에는 사료섭취량이 증가할수록 감소한다(Campbell 등. 1985)는 결과와, Cromwell 등(1978)과 Liu 등(2007)이 보고한 비육에서 에너지 수준을 증가시킬 때 높은 근육 내 지방 함량이 증가한다는 결과와는 차이를 나타내었다. 이러한 결과는 본 실험에서 비육기 가소화에너지 수준의 편차를 크게 설정하지 않고, 영양소 요구량에 가까운 처리를 함으로써 최적의 에너지 수준을 찾는 데 의의를 두었기 때문으로 사료된다. 또한 앞서 두 연구들의 결과가 상반되는 것으로 보아 가소화에너지 수준의 차이가 많이 나지 않는다면 일반성분에 미치는 영향이 적다고 사료된다.

비육기 가소화에너지 수준별 등심 육색에 대한 결과 등심 육색에서 또한 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 적색도가 높은 것을 확인 할 수 있었다. 등심의 육색은 Jung 등(2010), Seo 등(2015)이 보고했던 제주재래흑돼지와 랜드레이스 교잡돈에서의 결과와 유사한 값을 나타내는 결과를 나타냈다. Park 등(2009)이 보고했던 저에너지 사료 급여 실험에서 비육돈의 등심 적색도(CIE a\*) 6.93에 비해 높은 값을 나타내었고, In(2012)이 비교한 3원교잡종(LYD)과 한국재래돼지의 적색도(CIE a\*) 비교에서 3원교잡종 6.43±1.30, 한국재래돼지 10.4±2.27로 보고한 내용과 유사한 결과를 나타내었다. 또한 김(2017)이 보고한 Y×Y, YL×Y, YL×D, YL×L 품종의 적색도 6.29, 5.58, 5.20, 5.85 에 비해 높은 결과를 나타내었다. 이러한 결과 재래흑돼지와 본 연구에서 공시된 제주재래흑돼지교잡종간의 적색도는 유사하였으며 다른 외래 교잡종들에 비해 높다고 사료된다.

비육기 가소화에너지 수준별 등심의 가열감량과 전단력에서는 가소화에너지

처리구별 각각 로 유의적 차이가 나타나지 않았으며, 보수력과 pH가 3,300 kcal/kg, 3,400 kcal/kg 처리구 에서 높게 나타났다( $p<0.05$ ). Seo 등(2015)이 제주 재래흑돼지와 랜드에레이스 교잡돈에서 보고 했던 등심의 결과 값과 차이를 나타냈는데 이러한 결과는 도축 후 분석시간의 차이에 의해서 나타난 결과로 사료된다. In(2012)이 보고한 한 3원교잡종과 한국재래돼지의 물리적 특성보다 보수력에서는 높은 결과를 나타내었고, 전단력에서는 낮은 결과를 나타내어 제주재래 돼지 교잡종이 타 품종과 비교하였을 때 연도가 높다고 사료된다.

가소화에너지 수준별 등심 지방산 조성을 Table 11에 나타내었다. 돈육 등심내 포화지방산 중 함량이 높은 지방산은 Palmitic acid(C16:0)와 Stearic acid(C18:0)였으며, 불포화 지방산 중 주요 지방산은 Oleic acid(C18:1n9)였다. 이는 Whittington 등(1986)의 돈육 지질 조성에 관한 연구에서 주요 포화지방산에는 Palmitic acid, 불포화지방산에는 Oleic acid의 함량이 가장 높았다는 보고와 일치하였다. 근육내 총 지방산의 함량과 근내지방은 식육의 품질에 크게 영향을 미치는 요인이며, 특히 다즙성과 연도에 크게 관련이 있다. 이는 지방이 수분을 묶어 두는 역할을 하기 때문에 연도가 개선된다고 보고되어 있다(Wood 등, 2003).

Whittington 등(1986)은 straric acid(18:0)와 linoleic acid(18:2)의 비율이 돈육 지방의 경도와 크게 관련이 있으며, 이러한 이유는 위의 두가지 지방산이 돈육내에 가장 많이 함유하고 있기 때문이라고 보고하였다. Chung과 Lin(2006)은 식육의 지방산 조성은 사료에 따라서 크게 달라지는데 linoleic acid가 많이 함유된 사료를 먹이면 모든 부위에서 linoleic acid 의 비율이 높아진다고 보고하였다. 이에 지방산 함량은 품 종 및 부위별로 미세한 차이만 있으며 품종보다는 사양관리 시 사료 성분에 의한 함량 차이를 나타내는 것으로 판단된다고 하였으며(강 등, 2011), 이는 단위동물의 경우 근육 내 지방산의 조성은 식이를 통해 바꿀 수 있다고 보고된 내용과 같다(Dorado 등, 1999).

Table 8. Effect of energy level on the meat quality of the loin in finishing Jeju native pig hybrids

Item	Digestible energy, kcal/kg			
	3,200	3,300	3,400	3,500
General components				
Collagen(%)	1.01±0.04	1.99±0.04	1.00±0.04	1.01±0.03
Fat(%)	2.56±1.48	2.77±2.00	2.90±0.98	2.06±1.02
Moisture(%)	73.50±1.23	73.77±1.04	73.15±0.69	74.02±1.26
Protein(%)	23.55±0.86	23.61±1.25	23.84±0.54	23.74±0.89
CIE				
L*	49.14±2.57*	50.11±2.88	49.23±2.12	48.48±2.52
a*	10.10±1.82	10.02±2.52	11.00±2.42	9.99±1.45
b*	4.40±1.31	4.17±1.54	4.49±1.41	3.92±1.29
Physical properties				
Cooking loss(%)	32.41±2.00	31.74±2.25	30.50±2.13	31.35±2.13
WHC(%)	59.20±2.04 <sup>ab</sup>	59.81±1.93 <sup>a</sup>	59.25±1.58 <sup>ab</sup>	57.89±1.81 <sup>b</sup>
pH	5.59±0.10 <sup>b</sup>	5.70±0.08 <sup>a</sup>	5.63±0.06 <sup>ab</sup>	5.64±0.06 <sup>ab</sup>
Gumminess(kgf)	3.34±1.00	3.34±1.00	3.34±1.00	3.47±0.83

\* Mean±S·D.

<sup>a</sup>, <sup>b</sup> Means with different superscript letters in the same lines are significantly different ( $p<0.05$ )

Table 9. Comparison of fatty acid composition of the loin in finishing Jeju native pig hybrids

Item	Digestible energy, kcal/kg			
	3,200	3,300	3,400	3,500
Myristic acid(C14:0)	1.25±0.14*	1.26±0.08	1.22±0.07	1.28±0.07
Palmitic acid(C16:0)	24.14±1.55	24.68±1.04	24.65±0.50	24.25±1.13
Palmitoleic acid(C16:1n7)	2.81±0.51	2.50±0.18	2.61±0.20	2.76±0.54
Stearic acid(C18:0)	13.89±1.37	14.87±1.22	14.44±0.98	14.39±1.67
Oleic acid(C18:1n9)	45.24±2.21	44.15±0.79	45.56±1.03	45.40±2.21
Linoleic acid(C18:2n6)	10.52±1.65	10.44±2.08	9.43±0.95	9.74±0.93
γ-Linoleic acid(C18:3n6)	0.07±0.01	0.07±0.02	0.06±0.01	0.07±0.02
Linolenic acid(C18:3n3)	0.54±0.10	0.55±0.12	0.46±0.08	0.46±0.07
Eicosenoic acid(C20:1n9)	1.12±0.07	1.07±0.09	1.17±0.12	1.09±0.11
Arachidonic acid(C20:4n6)	0.43±0.17	0.42±0.13	0.40±0.21	0.55±0.28
Total	100	100	100	100
Saturated fatty acid (SFA)	39.28±2.73	40.81±2.11	40.31±1.14	39.92±2.59
Unsaturated fatty acid (USFA)	60.72±2.73	59.20±2.11	59.69±1.14	60.08±2.59
Mono-	49.17±2.49	47.72±0.85	49.33±1.07	49.26±2.75
Poly-	11.55±1.81	11.48±2.27	10.36±1.04	10.82±0.96

\* Mean±S·D.

## V. 제주재래돼지 교잡종의 비육돈 후기에서 라이신 급여 수준에 따른 성장, 도체 및 육질특성

### 1. ABSTRACT

This study is investigation of growth and meat quality according to the lysine level, 36 heads of 155 days of Jeju native black pig x Landrace hybrids with an average body weight of 85 kg were disclosed and tested for 45 days until 200 days of age. Feeding of the blended feed was divided into 1.0%, 0.8% and 0.6% with 3 treatments, respectively, according to the level of lysine. The plasticization energy and crude protein levels were 3,200 kcal / kg and 15%. Twelve heads per treatment were placed at three heads per pig, and the feed method was autonomous and unlimited feed and water during the trial. As a result of the growth characteristics, the lysine 0.8% treatment showed  $24.06 \pm 3.92$  kg and  $0.53 \pm 0.08$  kg in growth and daily gain, but there was no significant difference among the treatments. There was also no significant difference in the conductor properties. The 0.6% treatment with low lysine level tended to thicken the back fat thickness. In meat quality, when the lysine level was lowered to 1%, 0.8%, and 0.6%, the fat content in the sirloin was  $5.21 \pm 0.84\%$ ,  $6.05 \pm 0.79\%$ ,  $7.23 \pm 0.79\%$ . The results of physical properties showed a significant decrease in cookinging loss and shear force when the content of lysine 1% to lysine 0.6% was decreased. This is thought to be influenced by muscle fat content in meat quality. The lysine levels treatments 0.6% can be suitable for finishing Jeju native black pig hybrids.

## 2. 재료 및 방법

### 1) 공시축 및 사양관리

본 연구의 공시축은 평균 체중 85kg의 제주재래흑돼지×랜드레이스 교잡종 155일령 36두를 공시하였고, 200일령 까지 45일간 시험을 수행하였다(2019년 9월 2일 ~ 10월 21일). 시험에 공시된 돼지의 사료 급여는 육성기에 가소화에너지 3450 kcal/kg, 조단백질 13.6% 수준의 배합사료를 급여하였고, 비육기에 가소화에너지 수준을 3,200 kcal/kg로 동일하게 급여하였다. 시험축 배치는 Lysine 수준에 따라 3처리로 각 처리 당 12두를 돈방 당 3두씩 배치하였다.

비육기 처리구별 배합사료는 Table10과 같이 배합하였다. Lysine 수준을 제외한 가소화에너지 3,200 kcal/kg, 칼슘 0.7%, 인 0.43%, 조단백질 15% 로 영양소 함량을 동일하게 맞춰 사료를 생산하였다. 시험기간 중 사료급여 방법은 자율채식으로 사료와 물을 무제한 급여하였다.

Table 10. Composition of the experimental diets(lysine) in finishing Jeju native pig hybrids.

Item	Lysine levels(%)		
	1	0.8	0.6
Ingredients, %			
Corn	51.00	51.00	51.00
Soybean Hull	13.00	13.00	9.00
W.Bran(Imp)	12.50	12.50	17.50
Soybean meal	16.00	16.00	14.00
Molasses	4.90	5.00	6.00
Limestone	1.10	1.10	1.10
Salt	0.30	0.30	0.30
Vitamin-Mineral premix <sup>1)</sup>	0.30	0.30	0.30
Lysine	0.10	0.00	0.00
TCP	0.60	0.60	0.60
Methionine-50	0.20	0.20	0.20
Total	100	100	100
Chemical composition			
DE, Kcal/kg	3,200.00	3,200.00	3,200.00
Ca, %	0.70	0.70	0.70
P, %	0.43	0.43	0.43
Crude protein, %	15.00	15.00	15.00
Lysine, %	1.00	0.80	0.60

<sup>1)</sup>Premix composition : 1 kg contains vitamin A - 2,000,000 IU; vitamin D3 - 400,000 IU; vitamin E - 250 IU; vitamin K3 - 100 mg; vitamin B1 - 97 mg; vitamin B2 - 300 mg; vitamin B3 - 2,000mg; vitamin B6 - 200 mg; d-Biotin - 20mg; vitamin - B9 200mg; vitamin - B12 1.2 mg; choline chloride - 25,000mg; mineral chelates: Calcium Pantothenate - 1,000mg; Mn - 12,000 mg; Zn - 15,000mg; Fe - 4,000 mg; I - 250mg; Co - 100 mg; Mg - 2,0000 mg



## 2) 증체량 및 사료섭취량

체중측정은 시험 시작 시와 시험 종료 시 2회 측정하였고, 사료섭취량은 매일 20 kg씩 개량하여 급여하였으며, 다음날 사료급여 전 사료를 회수하여 측정하였다.

## 3) 도체특성

공시축 도축은 비육기 시험 종료 후 일괄 출하 후 도축하였고, 도축 완료 후 생체중, 온도체중을 활용하여 도체율을 조사하였으며, 등급판정 기준에 따라 등지방두께를 조사하였다.

## 4) 육질특성

### (1) 등심근 내 수분

AOAC 방법(1990)을 따라 등심 근육시료를 분쇄, 혼합하여 2 g 정도의 시료를 알루미늄 접시에 취하고 시료의 수분손실을 줄이기 위해 가능한 한 신속하게 무게를 측정 후, 시료가 담긴 알루미늄 접시를 오븐에 넣고 100~102°C에서 24시간 건조시켰다. 건조시간이 경과한 후에 시료를 오븐에서 꺼내 데시케이터에 넣고 실온으로 냉각(약 30분간)시시키고, 정확하게 무게를 측정하여 시료무게에서 건조 후 무게를 뺀 값을 시료무게로 나누고 100을 곱하여 백분율로 수분함량을 계산하였다.

### (2) 등심근 내 조지방

AOAC 방법(1990)을 따라 수기 및 원통여과지의 무게를 칭량하고 마쇄한 등심 근육시료 30 g을 칭량한 후 원통여과지에 넣고 직시천평에서 정확히 무게를 칭량(원통여과지+시료)한 후 원통여과지 상단을 솜으로 막은 다음 siphon에 넣었다. soxhlet에 용매인 에테르가 넘을 수 있도록 충분히 넣고(약 100 ml 정도) 35±2°C에서 24시간 동안 환류 시켰다. 환류를 마친 수기 내용물을 glass filter에

서 여과하고, 이어서 증발농축기에서 용매를 회수하고, 아세톤으로 수분을 제거한 후, 38℃ 건조기에서 1시간 동안 건조시킨 후 데시케이터에서 30분간 방냉시킨 다음 칭량하였다. 조지방 계산은 추출된 지방량을 시료무게로 나누고 100을 곱하여 백분율로 나타내었다.

### (3) 등심근 내 조단백질

Micro kjeldahle(AOAC, 1990) 방법으로 70℃의 건조기에서 72시간 건조시킨 등심 근육시료를 마이크로 켈달에 시료 5 g과 산화촉매제 2 g을 넣은 후, 진한 황산 2 mL를 넣어, 분해대에서 700℃로 분해시켜 실온에서 방냉시킨 다음 증류수로 희석하였다. 이어서 증류장치의 증류 플라스크를 3회 이상 세척하고, 0.1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 mL과 혼합지시약 5~6 방울이 든 삼각 플라스크를 냉각장치 하단에 놓고, 증류 플라스크에 희석된 시료와 10N NaOH 7 mL을 넣고 삼각플라스크 원용 액의 3배가 될 때까지 가열한 다음 적정하였다. 조단백질(%)은 무시료 적정치에서 시료 적정치를 뺀 값에 1.4와 factor를 곱하고 시료무게로 나눈 다음 100을 곱하여 백분율로 나타내었다.

### (4) 조회분

AOAC 방법(1990)을 따라 세절한 등심 근육시료 10 g을 회화용 도가니에 취해 시료를 전기 회화로에 넣고 온도를 서서히 525℃까지 올려 완전히 회화(灰化)될 때까지 가열한다. 회분이 흰색이 아닐 경우 시료를 냉각시키고 물을 축인 다음 다시 건조시키고 항량이 될 때까지 525℃ 전기로에서 반복해 태웠다. 만일 시료의 순도가 낮아서 암회색의 덩어리진 회분이 나올 경우, 시료를 냉각시키고 올리브유 몇 방울을 가하고 가열 판에 놓았다가 항량이 될 때까지 전기로에서 되풀이하여 회화시킨 후 칭량을 하여 회분무게에 시료무게를 나눈 후 100을 곱하여 백분율로 조회분을 계산하였다.

### (5) 육색

육색 측정은 근육샘플 절단면에서 Chroma meter(Model CR-300, Minolta Co., LTD. Japan)를 사용하여 동일한 시료를 3회 반복하여 L\*(Lightness, 명도),

a\*(Redness, 적색도), b\*(yellowness, 황색도)를 CIE 값으로 측정하였다. 이때 표준화 작업은 표준색판 No. 12633117을 이용하여  $Y = 93.50$ ,  $x = 0.3136$ ,  $y = 0.3198$  값으로 표준화시킨 후 측정하였다.

#### (6) pH

근육들의 pH 측정은 pH meter(pH\*K21, NWK-Binär GmbH Co., Germany)를 이용하여 근육시료에서 직접 측정하였다.

#### (7) 가열감량(Cooking loss)

냉장저장 3, 7, 14일 각각의 근육을 두께 2.54 cm 스테이크 모양으로 절단하여 무게를 측정한 다음 polyethylene bag에 넣어 70°C 항온수조(Water bath DS-23SN, Dasol Scientific Co., LTD, Korea)에서 육 내부온도가 70°C에 도달한 시점부터 10분간 가열하였다. 가열 후 30분간 방냉시키고, 근육시료 표면에 남아 있는 수분을 제거한 후 무게를 측정하여 다음 식에 의하여 계산하였다.

#### (8) 보수력

Park 등(2001)의 방법을 사용하였다. 먼저 미세한 구멍이 있는 2 mL 튜브의 무게를 칭량하고 이곳에 분쇄시료 1 g을 넣어 무게를 칭량한 다음 50 mL 원심분리튜브에 넣고, 이것을 70°C 열탕조에서 30분간 가열하였다. 가열한 시료를 10분간 방냉한 다음 1,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 2 mL 튜브의 무게를 칭량하여 유리수분을 구하였다. 전수분은 petridish의 무게를 칭량하고 이곳에 분쇄시료 5 g를 넣어 고르게 펼쳐 무게를 칭량한 후 drying oven(102°C)에서 항량이 될 때까지(24시간이상) 건조시켰다. 그리고 desiccator에 옮겨 식히고 무게를 측정 후 전수분에서 유리수분을 뺀 값에 전수분을 나누고 100을 곱하여 백분율로 보수력을 계산하였다.

#### (9) 전단력(WBS; Warner-Bratzler Shear force : kg/0.5 inch<sup>2</sup>)

근육샘플을 2.54 cm 두께의 스테이크 모양으로 절단하여 등심 육 내부온도 70°C에서 10분간 가열한 후 실온에서 30분간 냉각시키고 직경 1.27 cm의 core를

사용하여 근섬유 방향과 평행하게 시료를 채취한 다음 전단력 측정기 (Warner-Bratzler shear force meter, G-R Elec. Mfg. Co., USA)로 측정하였다.

#### 5) 통계분석

돼지의 생리적 변화에 관련된 모든 요소는 가소화에너지 수준에 따른 처리구별 차이점을 Mean±S.D.로 나타내었고, 통계 처리는 R 통계 package(version 3.0.3)를 이용하여 처리구간에 분산분석을 실시 하였으며 처리 간 유의성( $p<0.05$ )은 ANOVA 분석 후 Duncan's multiple range test(1955)를 이용하여 검증하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 1) 비육돈에서 Lysine 수준별 성장특성

제주재래흑돼지×랜드레이스 교잡종의 비육기 Lysine 수준별 급여에 따른 성장에 미치는 효과를 Table 11에 표시하였다. 실험 결과 lysine 0.8% 수준에서  $24.06 \pm 3.92$  kg 으로 성장이 높은 경향을 나타내었으나 처리구 별 증체량, 일당증체량, 사료요구율에서 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Castell 등(1994)과 De La Llata 등(2001)이 보고한 낮은 수준의 lysine 사료 사료효율이 현저히 낮아지기 때문에 현장에 적용하기 위해서는 상당한 성장효율 저하를 감수해야 한다는 연구결과와 차이가 있었다. 이러한 결과는 비육기 전기간에 걸쳐 사육된 결과와의 차이점으로 사료된다. 따라서 Witte 등(2000)의 연구 결과에 의하면 비육후기 42일 동안 사료 중 lysine 함량 0.48% 사료 급여시, 0.64% 사료 급여구 대비 일당증체량에는 차이가 없었다는 보고처럼 위와 같은 현상이 나타나기 지 않기 위해 비교적 짧은 기간으로 급여한 결과를 잘 나타낸 것으로 사료된다. 또한, 양(2019), R. Barea 등(2006), Hong 등(2016)의 비육 후기에 에너지 수준과 단백질 수준에서 저영양사료와 고영양사료 간의 성장에 차이가 나지 않았다는 보고들과 일치하였다. 따라서 비육기 제주재래돈 교잡종에서는 성장 특성에서는 Lysine 함량의 한 요인에 따른 유의적인 차이가 없는 것으로 사료된다.

Table 11. Effects of lysine levels on growth performance in finishing Jeju native pig hybrids

Item	Lysine levels		
	1%	0.8%	0.6%
Initial B.W.(kg)	86.05±10.35*	86.38±7.05	86.00±8.77
Final B.W.(kg)	106.11±12.71	110.89±9.66	104.61±9.04
Total weight gain(kg)	22.67±5.93	24.06±3.92	21.67±2.92
ADG <sup>1)</sup> (kg)	0.456±0.42	0.534±0.08	0.413±0.12
ADFI <sup>2)</sup> (kg)	2.13±0.56	2.32±0.20	2.40±0.33
Feed:Gain(%)	4.67±1.41	4.20±0.64	4.72±1.95

<sup>1)</sup>ADG, average daily gain; <sup>2)</sup>ADFI, average daily feed intake.

\* Mean±S·D.

## 2) 비육돈의 Lysine 수준별 도체 특성

제주재래돼지×랜드레이스 교잡종의 비육기 lysine 수준별 도체특성을 Table 12에 나타내었다. Lysine 1%, 0.8%, 0.6% 처리구의 도체율은  $70.33\pm 2.74$ ,  $70.38\pm 1.61$ ,  $70.93\pm 2.67\%$ 로 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Lysine 수준이 낮아질수록 등지방두께는  $12.50\pm 1.31$ ,  $12.56\pm 2.76$ ,  $13.02\pm 1.91$  mm 로 두꺼워지는 수치를 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 Witte 등(2000)의 저 lysine 사료 급여시, 등지방은 증가하고 등심단면적은 감소한다고 보고한 결과와 Castell 등 (1994)과 De La Llata 등(2001)이 보고한 낮은 수준의 lysine 사료 급여는 근내지방 증가폭보다는 작지만 등지방두께 또한 증가한다고 보고와 차이를 나타내었다. 하지만, 본 연구에서 lysine 수준이 낮아질수록 등지방두께가 두꺼워지는 경향이 있다. 이는 비육기 전체 기간이 아닌 짧은 기간 동안 사료를 급여하여 나타난 결과로 사료된다.

Table 12. Effect of lysine levels on Carcass traits in growing Jeju native pig hybrids

Item	Lysine levels		
	1%	0.8%	0.6%
Live weight (kg)	106.11±12.71*	110.89±9.66	104.61±9.04
Carcass weight (kg)	74.44±7.78	78.11±7.67	74.22±7.16
Dressing percent (%)	70.33±2.74	70.38±1.61	70.93±2.67
Backfat thickness (mm)	12.50±1.31	12.56±2.76	13.02±1.91

\* Mean±S·D.



### 3) 비육돈의 라이신 수준별 육질 특성

제주재래돼지×랜드레이스 교잡종의 비육기 Lysine 수준별 육질특성을 Table 13에 나타내었다. Lysine 수준이 1%, 0.8%, 0.6%로 함량이 낮아질 때 등심 내 지방함량은  $5.21\pm 0.84\%$ ,  $6.05\pm 0.79\%$ ,  $7.23\pm 0.79\%$ 로 수치가 점차적으로 높아지는 경향을 나타냈다. 저 lysine과 저 단백질 사료 급여 시 근내지방(intramuscular fat) 함량이 유의적으로 증가하였다고 보고(Castell 등, 1994; Kerr 등, 1995; Cisneros 등, 1996; Witte 등, 2000; Donato 등, 2006; Park 등, 2006)들이 있다. 본 연구에서도 유의성은 나타나지 않았으나 Lysine 1% 수준보다 Lysine 0.6% 수준으로 급여하였을 때 근내지방 함량이 높은 수치를 보인 결과와 유사하였다. 또한 Kim 등(1995)이 보고한 DE 3,150 kcal/kg 수준에서 Lysine 함량을 각각 0.6%, 0.75% 수준으로 급여하였을 때 등심의 일반성분에 유의적 차이가 없었던 결과와 일치하였고, Park 등(2006)등이 보고한 비육 후기 듀록 품종에서 저수준의 Lysine 사료에서 Leucine 첨가 수준에 따라 등심의 상강도가 증가하였고, 유의성은 인정되지 않았으나 lysine 0.45% 수준의 사료를 급여 시, 0.75% 수준의 사료 급여구에 비해 근내지방 함량이 높은 수치를 보였다는 (1.85% vs 1.49%) 보고와 Moon 등(2008)이 보고한 비육기 저 수준의 Lysine 함량의 사료에서 사료 중 Lysine과 Leucine의 수준을 조절하였을 때 등심의 상강도가 증가하지만 등심의 지방함량에는 차이가 없었다는 보고와 유사하였다. 적색도(a\*) 또한  $10.99\pm 0.61$ ,  $11.87\pm 0.58$ ,  $12.04\pm 0.58$ 로 lysine의 함량이 낮아질수록 수치가 높아졌지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 물리적 특성 조사결과 조리 시 육즙 손실량을 나타내는 가열감량과 씹힘성을 알아 볼 수 있는 전단력에서 lysine 1% 처리구 부터 lysine 0.6% 까지 함량이 낮아질 때 유의적으로 낮아지는 결과를 나타내었다. 이는 근내지방함량에 영향을 받은 것으로 사료된다.

지방산 조성을 조사한 결과를 Table 14에 나타내었다. 포화지방산에서 Palmitic acid(C16:0)의 함량이 lysine 6% 수준에서 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 체내의 잉여 탄수화물은 팔미트산으로 전환되고, 팔미트산은 지방산의 합성 과정에서 생성되는 최초의 지방산이며 길이가 더 긴 지방산들의 전구물질로, 체내 지방산 합성이 다른 처리구에 비해 많이 진행되고 있다고 사료된다.

Table 13. Effect of lysine levels on the general components of the loin in finishing Jeju native pig hybrids

Item	Lysine levels		
	1%	0.8%	0.6%
General components			
Ash(%)	1.01±0.02	1.00±0.02	0.98±0.02
Fat(%)	5.21±0.84	6.05±0.79	7.23±0.79
Moisture(%)	22.58±0.34	22.40±0.32	22.04±0.32
Protein(%)	72.72±0.61	72.24±0.58	71.36±0.58
CIE			
L*	55.14±0.84	56.92±0.79	55.29±0.79
a*	10.99±0.61	11.87±0.58	12.04±0.58
b*	6.34±0.52	6.71±0.49	6.68±0.49
Physical properties			
Cooking loss(%)	29.80±0.59 <sup>a</sup>	28.61±0.56 <sup>ab</sup>	27.40±0.56 <sup>b</sup>
WHC(%)	60.74±0.46	59.89±0.43	60.57±0.43
pH	5.68±0.04	5.71±0.04	5.79±0.04
Gumminess(kgf)	2.55±0.10 <sup>a</sup>	2.37±0.09 <sup>ab</sup>	2.25±0.09 <sup>b</sup>

\* Mean±S·D

<sup>a, b</sup> Means with different superscript letters in the same lines are significantly different ( $p<0.05$ )

Table 14. Comparison of fatty acid composition of the lysine level in finishing Jeju native pig hybrids (%)

Item	Lysine levels		
	1%	0.8%	0.6%
Myristic acid(C14:0)	1.67±0.04	1.64±0.04	1.71±0.04
Palmitic acid(C16:0)	25.40±0.35 <sup>b</sup>	25.70±0.35 <sup>b</sup>	26.53±0.35 <sup>a</sup>
Palmitoleic acid(C16:1n7)	2.39±0.18	2.74±0.18	2.60±0.18
Stearic acid(C18:0)	10.85±0.34	11.12±0.34	11.20±0.34
Oleic acid(C18:1n9)	47.96±0.68	47.06±0.68	47.45±0.68
Linoleic acid(C18:2n6)	10.47±0.70	10.41±0.70	9.12±0.70
γ-Linoleic acid(C18:3n6)	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01
Linolenic acid(C18:3n3)	0.33±0.02	0.36±0.02	0.34±0.02
Eicosenoic acid(C20:1n9)	0.66±0.04	0.69±0.04	0.75±0.04
Arachidonic acid(C20:4n6)	0.23±0.02	0.26±0.02	0.26±0.02
Total	100	100	100
Saturated fatty acid(SFA)	37.93±0.61	38.45±0.61	39.44±0.61
Unsaturated fatty acid(USFA)	62.07±0.61	61.55±0.61	60.56±0.61
Mono-	51.01±0.66	50.49±0.66	50.81±0.66
Poly-	11.06±0.71	11.06±0.71	9.76±0.71

\* Mean±S·D

<sup>a, b</sup> Means with different superscript letters in the same lines are significantly different ( $p<0.05$ )

## IV. 요약

본 연구는 제주재래돼지와 랜드레이스의 교잡종의 적합한 사양체계를 설정하기 위해 수행되었다. 육성기 가소화에너지, 비육기 가소화에너지, 비육기 Lysine 함량의 급여 수준을 설정하여 처리구 별로 영양 수준에 따라 성장특성(증체량, 일당증체량, 일당사료섭취량, 사료 요구율), 도체특성(도체중, 도체율, 등지방두께), 육질특성(등심의 일반성분, 육색, pH, 전단력, 가열감량, 보수력)에 미치는 영향에 대해 수행하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 육성기에서 가소화에너지 수준에 따른 성장단계별 제주재래돼지×랜드레이스 교잡종의 성장, 도체 및 육질 특성을 구명하기 위해 70일령 제주재래돈 교잡종(제주재래흑돼지×랜드레이스) 36두를 공시하였으며, 각 9두씩 115일령까지 45일 동안 가소화에너지 3,000 kcal/kg, 3,200 kcal/kg, 3,400 kcal/kg, 3,600 kcal/kg 수준의 4처리 배합사료를 자율급여 하였고 가소화에너지 수준 외 영양성분은 동일한 조건으로 설정하였다. 그에 따른 증체량과 사료 섭취량을 조사하고, 처리구별 등지방 두께와 등심에 대해 육질을 조사하였다. 제주재래돼지×랜드레이스 교잡종의 육성기 동안 가소화에너지 수준별 성장을 조사한 결과 증체량은 3,000 kcal/kg, 3,200 kcal/kg, 3,400 kcal/kg, 3,600 kcal/kg 처리구에서 각각  $19.7 \pm 0.99$  kg,  $18.64 \pm 0.40$  kg,  $24.32 \pm 0.40$  kg 및  $22.81 \pm 0.36$  kg으로 3,400, 3,600 kcal/kg 구에서 유의적으로 빠른 성장을 보였으며, 사료요구율 또한 3,000, 3,200 kcal/kg 처리구에 비해 낮은 요구율을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 육성기 등심에서는 가열감량과 보수력 pH에서는 유의적 차이가 없었으나 전단력에서 3,000 kcal/kg이 가장 높았다. 일반성분에서는 가소화에너지 3,200 kcal/kg 수준에서 콜라겐 함량이 가장 높았으며, 3,000 kcal/kg에서 수분과 단백질 함량이 가장 높았다( $p < 0.05$ ).

2. 비육기 가소화에너지 수준별 성장특성 및 육질특성에 대한 실험에서 육성기 배합사료를 가소화에너지 수준을 part III 의 3,400 kcal/kg 처리구 수준으로 동일하게 급여한 제주재래돼지×랜드레이스 교잡종 120일령 48두를 공시하였고, 210

일령 까지 90일간 가소화에너지 3,200 kcal/kg, 3,300 kcal/kg, 3,400 kcal/kg, 3,500 kcal/kg 으로 수준으로 12두씩 4처리 하여 시험을 수행하였다. 시험 결과 3,500 kcal/kg 처리구에서 증체량이  $50.33 \pm 7.15$  kg, 일당증체량  $0.53 \pm 0.03$  kg으로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 가소화에너지 수준에 따른 도체 특성에서는 처리구 별 도체율은 유의적 차이가 나타나지 않았으며, 등지방두께가 에너지 수준이 3,200 kcal/kg에서 3,500 kcal/kg으로 높아질수록  $13.67 \pm 4.29$  mm에서  $15.92 \pm 2.69$  mm으로 점차 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 육질특성에서는 일반성분은 처리구 별 유의적인 차이가 없었으며, 보수력과 pH 는 3,300 kcal/kg과 3,400 kcal/kg 처리구에서 유의적으로( $p < 0.05$ ) 높은 결과를 나타내었다.

3. Lysine 수준에 따른 비육기 성장 및 육질 특성 구명 실험에서는 평균체중 85 kg의 제주재래흑돼지×랜드레이스 교잡종 155일령 36두를 공시하였고, 200일령 까지 45일간 시험을 수행하였다. 비육기 배합사료의 급여는 Lysine 수준에 따라 3처리로 각각 1.0%, 0.8%, 0.6%로 구분하였으며, 그 외 가소화에너지와 조단백질 수준은 3,200 kcal/kg, 15% 수준으로 동일하게 급여하였다. 처리 당 12두를 돈방 당 3두씩 배치하였으며, 시험기간 중 사료급여 방법은 자율채식으로 사료와 물을 무제한 급여하였다. 시험결과 성장특성 중 증체량과 일당증체량에서 lysine 0.8% 처리구가  $24.06 \pm 3.92$  kg 과  $0.53 \pm 0.08$  kg으로 다른 처리구에 비해 성장이 높은 경향을 나타내었으나, 처리구간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 도체 특성에서 또한 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Lysine 수준이 낮은 0.6% 처리구에서 등지방두께가 두꺼워지는 경향을 나타내었다. 육질특성에서는 Lysine 수준이 1%, 0.8%, 0.6%로 함량이 낮아질 때 등심 내 지방함량은  $5.21 \pm 0.84\%$ ,  $6.05 \pm 0.79\%$ ,  $7.23 \pm 0.79\%$ 로 수치가 점차적으로 높아지는 경향을 나타냈다. 물리적 특성 조사결과 가열감량과 전단력에서 lysine 1% 처리구 부터 lysine 0.6% 까지 함량이 낮아질 때 유의적으로 낮아지는 결과를 나타내었다.

본 연구의 결과를 분석하였을 때 육성기와 비육기의 높은 성장을 위한 가소화에너지 함량은 육성기 3,400 kcal/kg, 비육기 3,500 kcal/kg 이라고 판단되며, 비육후기에 한정해서 근내지방함량의 증가를 위한 적정 lysine 함량은 0.6% 라고 판단된다.

## VII. 참고문헌

Anderson S, Aldana S, Beggs S, Birkey J, Conquest A, Conway R, Hemminger T, Herrick J, Hurley C, Ionita C, Longbind J, McMaigal S, Milu A, Mitchell T, Nanke K, Perez A, Phelps M, Reitz J, Salazar A, Shinkle T, Strampe M, Van Horn K, Williams J, Wipperfurth C, Zelten S and Zerr S. 2007. Determination of fat, moisture, and protein in meat and meat products by using the FOSS foodscan near-infrared spectrophotometer with FOSS artificial neural network calibration model and associated database: collaborative study. *J. AOAC International*. 90: 1073-1082.

Campbell, R. B., Taverner, M. R. and Curic, D. M. 1985. The influence of feeding level on the protein requirement of pigs between 20 and 45 kg live weight. *Anim. Prod.* 40: 489-496.

Castell, A. G., Cliplef, R. L., Poste-Flyun, L. M. and Butler, G. 1994. Performance, carcass and pork characteristics of castrates and gilts self-fed diets differing in protein content and lysine:energy ratio. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 519-528.

Choi, J. S., Jin, S. K. and Lee, C. Y. 2015. Assessment of growth performance and meat quality of finishing pigs raised on the low plane of nutrition. *J. Anim. Sci. Tech.* 57: 37-42.

Choi, Y. S., Park, B. Y., Lee, J. M., Chae, B. J. and Lee, K. S. 2008. Effect of Nutritional levels on the growth and meat quality of Korean Native Black Pigs. *Kor. J. Food Sci. Anim. Resour.* 28: 39-44.

Chung, C. Y., Chung, I. B., Kwon, D. J., Chung, S. K., Yoon, H. J. and Kim, K. S. 1981. Experiments on swine production. Effects of plane of nutrition and market weight on pork quality. Annual Research Reports of National Livestock Research Institute, Republic of Korea. 436-476.

Cromwell, G. L., Hays, V. W., Trujillo-Figueroa, V. and Kemp, J. D. 1978. Effects of dietary protein and energy levels for growing-finishing swine on performance, muscle composition and eating quality of pork. *J. Animal. Sci.* 47: 505-513.

De La Llata, M., Dritz, S. S., Langemeier, M. R., Tokach, M. D., Goodband, R. D. and Nelssen J. L. 2001. Economics of increasing lysine:calorie ratio and adding dietary fat for growing-finishing pigs reared in a commercial environment. *J. Swine Health Prod.* 9: 215-223.

De Lange, C. F. M., Birkett, S. H. and Morel, P. C. H. 2001. Protein, fat, and bone tissue growth in swine. In *Swine Nutrition*, A. J. Lewis and L. L. Southern (Eds.), 2nd ed., CRC Press LLC, Boca Raton, FL, U.S.A., 65-81.

Donato, J., Pedrosa, R. G., Cruzat, V. F., Pires, I. S. O. and Tirapegui, J. 2006. Effects of leucine supplementation on the body composition and protein status of rats submitted to food restriction. *Nutrition* 22: 520-527.

Ellis, M. and Augspurger, N. 2001. Feed intake in growing-finishing pigs. In *Swine Nutrition*, A. J. Lewis and L. L. Southern (Eds.), 2nd ed., CRC Press LLC, Boca Raton, FL, U.S.A. 447-467.

Folch J, Lees M and Sloane-Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification and total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509.

Han, G. P., Han, J. S., Nobuyuki Kozukue, Yeo, J, S., Lee, S. E. and Takahisa Minamide. 2003. A comparative study on nutritional composition of native and improved pork in Korea. *J. East. Asian soc. Dietary Life.* 13(3): 189-191

Han, I. K., Lee, N. H., Kim, M. K. 1988. Effect of energy and protein levels in the diet on the growth rate and carcass quality of growing-finishing swine. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* 12: 82-88.

Hernandez, P., J.-L. Navarro, F. Foldra. 1998. Lipid composition and lipolytic enzyme activities in porcine skeletal muscles with different oxidative pattern. *Meat. Sci.* 49: 1-10.

Hill, R. A., Dunshea, F. R. and Dodson, M. V. 2003. Growth of livestock. In *biology of growth of domestic animals*, C. G. Scanes (Eds). Iowa State Press, A Blackwell Publishing Company, Ames, IA, U.S.A. 342-364.

Hong, J. S., Lee, G. I., Jin, X. H., Kim., Y. Y., 2016. Effect of dietary energy levels and phase feeding by protein levels on growth performance, blood profiles and carcass characteristics in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci. Tech.* 58: 37-47

J. Jeleníková, P. Pipek and M. Miyahara. 2008. The effects of breed, sex, intramuscular fat and ultimate pH on pork tenderness. *Eu. Food. Research. Tech.* 227: 989 - 994



J. Suarez-Belloch, M. A. Sanz, M. Joy, M. A. Latorre. 2013. Impact of increasing dietary energy level during the finishing period on growth performance, pork quality and fatty acid profile in heavy pigs. *Meat Science*. 93: 796-801

Jeong, T. S., Heo, P. S., Lee, G. Y., Kim, D. H., Ju, W. S., Kim, Y. Y. 2010. The influence of phase feeding methods on growth performance, meat quality, and production cost in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci. Tech.* 52: 29-36.

Jin, S. K., Kim, C. W., Song, Y. M., Jang, W. H., Kim, Y. B., Yeo, J. S., Kim, J. W. and Kang, K.H. 2001. Physicochemical characteristics of longissimus muscle between the Korean native pig and Landrace. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 21: 142-148.

Jin, S. K., Kim, I. S., Hur, I. S., Kim, S. J. and Jeong, S. J. 2006. The influence of pig breeds on qualities of loin. *J. Anim. Sci Tech.* 48: 747-758.

Kerr, B. J., McKeith, F. K. and Easter, R. A. 1995. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid supplemented diets. *J. Anim. Sci.* 73:433-440.

Kim, I. S., Jin, S. G., Kim, C. W., Cho, K. K. and Chung, K. H. 2008. The effects of pig breeds on proximate, physicochemical, cholesterol, amino acid, fatty acid and sensory properties of loins. *J. Anim. Sci. Tech.* 50(1): 121-132

Kim, J. H., Park, B. Y., Yoo, Y. M., Cho, S. H., Hwang, I. H., Seong, P. N., Hah, K. M. and J. M. Lee. 2006. Characteristics of carcass and meat quality for Landrace, Yorkshire, Duroc and their crossbreeds. *J. Anim. Sci. Tech.* 48(1): 101-106.

Kim, K. H. and Chun, W. B. 1955. Effects of dietary lysine and energy levels on the growth and carcass quality of finishing pig. *J. Anim. Nutr. Feed.* 19(2): 104-108.

Laakkonen, E. Wellington, G. H. and Skerbon, J. W. 1970. Low-temperature, long-time cooking of bovine muscle 1. Changes in tenderness, water-binding capacity, ph and amount of water-soluble components. *J. Food Sci.* 35: 175-177.

Lee, C. H., Jung, D. Y., Choi, J. S., Jin, S. K. and Lee, C. Y. 2014. Effects of the plane of nutrition on physiochemical characteristics and sensory quality traits of the muscle in finishing pigs. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 34: 516-524.

Liu, Z. H., Yang, F. Y., Kong, L. J., Lai, C. H., Piao, X. S., Gu, Y. H. and Ou, X. Q. 2007. Effects of dietary energy density on growth, carcass quality and mRNA expression of fatty acid synthase and hormone-sensitive lipase in finishing pigs. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 20: 1587 - 1593.

Main, R. G., Dritz, S. S., Tokach, M. D., Goodband, R. D. and Nelssen, J. L. 2008. Determining an optimum lysine:calorie ratio for barrows and gilts in a commercial finishing facility. *J. Anim. Sci.* 86: 2190-2207.

Millet, S., Langendries, K., Aluwe, M. and De Grabander, D. L. 2011. Effect of amino acid level in the pig diet during growing and early finishing on growth response during the late finishing phase of lean meat type gilts. *J. Sci. Food Agr.* 91: 1254-1258.

Moon, H. K., Lee, S. D., Jung, H. J., Kim, Y. H., Park, J. C., Ji, S. Y., Kwon, O. S. and Kim, I. C. 2008. Effects of dietary lysine and leucine levels on growth performance and meat quality parameters in finishing Pigs. *J. Anim. Sci. Tech.* 50(5): 687-694.

Moon, Y. H. 2004. Physicochemical properties and palatability of loin from crossbred Jeju Black Pigs. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* 24: 238-245.

Noblet, J. and Van Milgen, J. 2013. Energy and energy metabolism in swine. In *Sustainable Swine Nutrition*, L. I. Chiba (Ed.), John Wiley & Sons, Inc., Ames. IA., U.S.A. 23-57.

NRC. 2012. *Nutrient Requirements of Swine (11th Ed.)* National Academy Press. Washington, D. C.

OECD. 2019. *OECD-FAO AGRICULTURAL OUTLOOK 2019-2028*. Meat consumption. indicator. <https://doi.org/10.1787/fa290fd0-en>. 175-176

Paik, I. K., Blair, R., Jacob, J. 1996. Strategies to reduce environmental pollution from animal manure: Principles and nutritional management. A review. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 9:615 - 35.

Park, J. C., Kim, Y. H, Jung, H. J, Lee, S. D., Cho, K. H., Kim, I. C., Lee, S. J. and Moon, H. K. 2006, Effects of dietary L-leucine levels in low-lysine on growth performance and meat quality parameters in finishing duroc pigs. *J. Anim. Sci. Tec.(kor.)*. 48: 813-818

Park, M. J., Jeong, J. Y., Ha, J. Y., Park, J. W., Sim, T. G., Yang, H. S., Lee, C. Y., Joo, C. Y. and Park, B. C. 2009. Relationships of the slaughter weight to growth performance and meat quality traits in finishing Pigs fed A low-energy diet. *J. Anim. Sci. Tech.* 51(2): 135-142

R. Nieto, A. Miranda, M. A. Garcia and J. F. Aguilera. 2002. The effect of dietary protein content and feeding level on the rate of protein deposition and energy utilization in growing Iberian pigs from 15 to 50kg body weight. *British Journal of Nutrition.* 88: 39-49.

Seo, S. U., Park, K. M., Hoa Van-ba, Seo, H. W., Cho, S. H., Park, B. Y., Cho, I. C., Seong P. N., 2012. Pork quality characteristics of different parts from crossbred(Jeju Native Pig × Landrace) pigs. *J. Agri. Life. Sci.* 49(5): 221-223

Smith, J. W., Tokach, M. D., O'Quinn, P. R., Nelssen, J. L. and Goodband, R. D. 1999. Effects of dietary energy density and lysine:calorie ratio on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 77: 3007-3015.

Suzuki, K., T. Shibata, H. Kadowaki, H. Abe, and T. Toyoshima. 2003. Meat Quality comparison of Berkshire, Duroc and crossbred pigs sired by Berkshire and Duroc. *Meat. Science.* 64: 35-42.

Whittington, F. M., N. J. Prescott, J. D. Wood and M. Enser.1986. The effect of dietary linoleic acid on the firmness of backfat in pigs on 85kg live weight. *J. Sci. Food and Agri.* 37: 753 - 761.

Witte, D. P., Ellis, M., McKeith, F. K. and Wilson, E. R. 2000. Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. *J. Anim. Sci.* 78: 1272-1276.

Wood, J. D., R. I. Richardson, G. R. Nute, A. V. Fisher, M. M. Campo, E. Kasapidou, P. R. Sheard and M. Enser. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* 66: 21-32.

고광웅. 2007. 국내 생산 돼지의 품종에 따른 육질 및 지방산 특성 비교. 고려대학교 대학원. 석사학위논문: 15-37

고문석. 2014. 제주재래돼지를 활용한 고 육질형 난축맛돈의 개발. 충북대학교 대학원. 박사학위논문: 62-97

국립축산과학원. 2013. 품종 특허출원 10-2013-0034479

김영진. 2017. 돼지 품종과 교배조합이 돼지 육질에 미치는 영향. 충북대학교 대학원. 석사학위논문: 26-46

양보석. 2019. 육성·비육돈의 영양수준이 성장 및 육질에 미치는 영향. 경남과학기술대학 대학원. 박사학위논문: 9-47

한경필. 2003. 재래종 돼지고기의 이화학적 특성과 인지 및 기호도. 영남대학교 대학원. 박사학위논문: 28-85

한국사양표준 돼지. 2017. 농촌진흥청 국립축산과학원

## 감사의 글

2년이라는 짧은 시간동안 부족하지만 제자로 받아들여 인생의 큰 가르침을 주시고 배움의 길로 인도하시고 아낌없는 조언으로 논문의 결실을 맺게 해 주신 이왕식 지도교수님께 진심으로 감사드리며, 바쁘신 와중에도 저의 논문을 세심하게 심사해주신 류연철 교수님과 항상 옆에서 신경써주신 박남건 연구관님께도 진심 어린 마음으로 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

이렇게 감사의 글을 적으면서 연구 수행에 도움을 주신 많은 분들이 떠올라 가슴이 멍멍해 집니다. 사회인으로 직장과 학위를 병행하며 여러 어려움이 생겼을 때 연구에 전념할 수 있도록 배려해주신 난지축산연구소 양병철 소장님과 국립축산과학원 영양생리팀 김상호 김상호 팀장님께 감사드립니다.

또한 돼지라는 축종에 대해 눈을 뜨게 해주신 조인철 연구관님께도 감사의 말씀을 드리고 싶습니다. 연구를 진행하며 여러 방면으로 도움주신 난지축산연구소 돈사팀, 영양생리팀의 시험사료제조동팀 부족한 저로 인해 고생 많이 하셨습니다. 감사합니다.

지금 제가 이 자리에 있을 수 있도록 물심양면 희생하시며, 늘 따뜻하게 격려해 주시고 용기를 분돋워 주신 사랑하는 아버지, 어머니 그리고 사랑하는 가족 정철 형에게 고마운 마음을 전하며, 이 기쁨을 함께 나누고자 합니다.

마지막으로 지면으로 통해서 일일이 언급을 하지 못했지만 그동안 저를 아끼고 사랑해주신 모든 분들께 다시 한번 진심으로 감사드립니다.