



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

제주 흑돼지 가계특성 별 돈육질 및
근육조직학적 특성 분석

濟州大學校 大學院

生命工學科

姜東權

2012年 6月

Comparison of Pork Quality and Muscle
Histochemical Characteristics in
Different lines of Jeju Black Pig

Dong-Geun Kang

(Supervised by professor Youn-Chul Ryu)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULLFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF NATURAL SCIENCES

2012. 6.

THIS THESIS HAS BEEN EXAMINED AND APPROVED

DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

	page
I. 서 론.....	1
II. 연구사.....	3
1. 흑돼지 품종 특성.....	3
2. 돼지 주요 경제형질의 유전.....	4
3. 경제형질의 유전력.....	6
4. 근육 조직학적 특성.....	7
III. 재료 및 방법.....	15
IV. 결과 및 고찰.....	26
1. 후보우돈의 선정.....	26
2. 후보우돈의 후대검정결과.....	29
3. 실험농가별 사양성적 및 육질분석.....	32
4. 후보우돈별 사양성적 및 육질분석.....	35
5. 후보우돈(MK001)의 사양성적 및 육질분석.....	40
6. 실험농가(A) 내 후보우돈 사양성적 및 육질분석.....	45
7. 조직학적분석.....	50
8. 상관관계분석.....	57
V. 요약.....	61
ABSTRACT.....	65
참고문헌.....	71

The list of Table

	page
Table 1. Comparison of biochemical Red and White muscle.....	9
Table 2. Physiological feature of Muscle fiber.....	11
Table 3. Heritability of muscle structure traits.....	12
Table 4. cDNA synthesis cycle.....	17
Table 5. Oligonucleotide primer sequences.....	18
Table 6. Experimental results of Boar's PCV-2, PRRSV.....	27
Table 7. Parturition rate and weaning rate of classified by Boar.....	30
Table 8. Parturition rate and weaning rate of classified by Farm.....	31
Table 9. Parturition rate of sow parity.....	31
Table 10. Growth performance and carcass characteristics classified by Farm.....	32
Table 11. Meat quality traits classified by Farm.....	34
Table 12. Eating quality and sensory evaluation classified.....	34

Table 13. Growth performance and carcass characteristics classified by Boar.....	36
Table 14. Meat quality traits classified by Boar.....	38
Table 15. Meat quality traits and sensory evaluation classified by Boar.....	39
Table 16. Growth performance and carcass characteristics of Boar MK001 classified by Farm.....	41
Table 17. Meat quality traits of Boar MK001 classified by Farm.....	43
Table 18. Meat quality traits and sensory evaluation of Boar MK001 classified by farm.....	44
Table 19. Growth performance and carcass characteristics of Farm A classified by Boar.....	46
Table 20. Meat quality traits of Farm A classified by Boar.....	48
Table 21. Meat quality traits and sensory evaluation of Farm A classified by Boar.....	49
Table 22. Muscle fiber type characteristics by Performance groups.....	52
Table 23. Muscle fiber type ratio by Performance groups.....	52
Table 24. Meat quality traits classified by Performance group	54

Table 25. Meat color and water holding capacity traits classified by Performance group.....	55
Table 26. Meat texture and sensory evaluation classified by Performance group.....	56
Table 27. Relative Correlation between muscle histochemical characteristics and Meat quality traits.....	60

The list of Figure

	page
Figure 1. Schematic diagram of the experiment protocol.....	15
Figure 2. Examination of Growth performance.....	24
Figure 3. Examination of meat quality traits and histochemical characteristics..	25
Figure 4. Experimental results of Boar's PCV-2, PRRSV.....	28
Figure 5. Scatter plot using Meat quality traits and Muscle histochemical characteristics.....	59

1. 서론

최근 국내의 육류소비량은 크게 증가하였다. 2005년 기준 1인당 주요 육류 소비량은 31.9kg이었으나, 2010년 기준 1인당 주요 육류 소비량 38.8kg로 약 6.9kg이 증가 하였다. 그 중 가장 큰 비중을 차지하는 돼지고기 소비율의 변화를 살펴보면 2005년 17.8kg에서 2010년 19.2kg으로 1.4kg가 증가 한 것을 알 수 있다(농림수산식품부, 2011 농수산물 주요 통계지표, 2011). 최근 들어서는 삶의 질 향상을 통한 육류 소비의 증가와 더불어, 맛과 영양, 건강까지 고려한 식육의 소비습관이 나타나고 있다(송 등, 2002). 이와 같은 추세에 맞추어 양돈 산업은 양적인 발전과 질적인 발전을 위해 많은 노력을 기울였다. 특히, 질적인 발전을 위해 종돈 등록과 교배검정을 통한 우수품종을 발전 유지시켜 왔다(Seo 등, 2011). 제주도 또한, 양돈 산업의 중심지로 많은 연구가 진행 되어 왔으며, 제주 재래흑돼지에 관한 연구도 다양하게 이루어져 왔다, 제주 재래흑돼지는 유전적으로 체격이 왜소하고, 피모가 흑색이며, 열악한 환경에서도 잘 견디는 특성을 가지고 있다(이 등, 2005). 하지만 현재 제주에서 사육되고 있는 제주 재래흑돼지 보다 제주 개량 흑돼지의 사육두수가 많다(Yang 등, 2001). 이는 제주 재래흑돼지의 경우 체구가 작고, 만숙종이라서 농가들이 사육에 어려움을 느끼고 있기 때문이다(Kim 등, 2010). 이에 따라 사육 농가들은 품종, 사양방법에 따라 육질에 큰 영향을 받는 돼지의 특성을 이용하여 개량 사육하기 시작 하였다(Warriss 등, 1995). 제주도내 사육농가에서 개량에 이용된 품종으로는 Berkshire종, Yorkshire종, Duroc종 등이 있다. 이들 품종 및 교배조합에 따라 각기 다른 특성을 갖기 때문에 제주도의 흑돼지 사육농가들은 자신들의 농장 특성에 맞는 품종 및 교배조합을 통해 농장을 운영 해온 것이다. 이러한 이유로 제주도 개량 흑돼지의 돈육품질 및 육질특성은 균일 하지 못하게 되었다. 그리고 제주 개량흑돼지의 경우 제주 재래흑돼지와 같이 명확한 품종이 정립 되어 있지 못하고, 각기 다른 품종과 교배조합들로 생산되어 있다. 이에 따라 제주 개량흑돼지를 명확히 설명 할 통일된 품종 및 교배조합이 조성 되어 있지 못한 실정이다. 이러한 상황 속에서 소비자들은 제주 재래흑돼지 보다 제주 개량흑돼지를 구입하는 경우가 많으며, 제주 개량흑돼지의

품질을 제주 재래흑돼지의 품질로 오인 할 수도 있다(Moon 등, 2007). 현재 국내외 양돈 산업은 가격경쟁이 아닌 품질경쟁을 하고 있으며 제주 재래흑돼지의 품종만큼 돈육품질이 우수하고, 외국 품종처럼 산육형질이 뛰어난 제주 개량흑돼지를 대표 할 수 있는 품종 및 교배조합이 필요하다. 현재 국내외 연구에서는 제주 재래흑돼지와 개량흑돼지에 관한 비교 연구는 이루어져 있지만(Kim 등, 2010), 제주 개량흑돼지 사육농가들을 대상으로 품종 및 교배조합을 통한 제주 개량흑돼지의 돈육품질 특성 및 근육조직학적 특성, 유전능력, 산육형질 등에 관한 연구가 이루어지지 않았다. 이러한 항목을 분석하여 제주 개량흑돼지의 품종 및 교배조합을 통한, 제주 개량흑돼지의 육질특성과 우수성에 대한 과학적 검증을 통해 통일된 제주 개량흑돼지의 품종 및 교배조합 조성이 시급한 실정이다.

따라서, 본 연구는 제주도내에서 제주 개량흑돼지를 사육하는 농가들을 대상으로 각각의 품종 및 교배조합을 통해 생산된 자돈 등을 통하여 제주 개량흑돼지의 번식능력, 도체성적, 육질평가, 조직생화학적 분석 등을 통하여 제주 개량흑돼지 최적의 품종 및 교배조합 조성을 위한 기초자료를 마련하고자 실시하였다.

2. 연구사

1. 흑돼지 품종 특성

돼지들은 각각의 품종마다 외형적인 차이와 품질의 차이를 보인다. 제주도 사육 농가들에서 개량에 이용된 품종들을 살펴보면 Duroc, Berkshire, Hampshire 등이 가장 많이 이용되었다.

Duroc의 경우, 미국의 뉴저지(New Jersey) 및 뉴욕(New York)이 원산지이며, 아이오아주(Iowa)와 일리노이스주(Illinois)에서 사육이 되던 종으로서, 우리나라에는 1950년 초에 도입되었다. 외형적인 특성으로는 피모색이 담홍색부터 녹색에 이르기 까지 털 색깔이 차이가 있으며, 체구는 크고 두터우며, 머리는 비교적 작고, 귀가 앞으로 향하여 하수되어 있으며, 얼굴이 오목하고 직선에 가깝다. 교잡종 생산 시 부계(父系)로써 육질개량에 많이 사용되며, 성장률이 우수하고 기후풍토에 대한 적응력이 강한 것으로 알려져 있다(농촌진흥청, 표준영농교본-3, p.42).

Berkshire의 경우 영국 버크셔지방(Berkshire)이 원산지이며, 개량이 가장 먼저 된 품종으로 유명하다. 우리나라에는 1905년 도입 되었으며, 누진교배 재래돼지 개량에 이용되었다. 외형적 특성은 육백색이며, 체구는 넓으나 다리가 짧고, 흉부가 충실한 대표적인 라드형(Lard-type)이다. 성장이 늦고, 지방침착이 많아 사육 시 기호도가 떨어지나, 최근 교잡종 생산 육질개량(부분육)용으로 인기가 있다(농촌진흥청, 표준영농교본-3, p.46).

Hampshire의 경우 미국 북부의 켄터키 주(Kentucky) 분(Boone)지방이 원산지이며, 우리나라 도입 시기는 1950년대 후반이다. 체질이 강하고, 기후풍토에 적응력이 강하며, 방목에 적합한 품종이다. 외형적으로 흑색 바탕에 앞다리와 어깨에 10~30cm 폭의 백색 띠가 있는 것이 가장 큰 특징이다. 교잡종 생산 시 부계(父系)로 사용하면 육질개량에 많은 도움이 되며, 지방층이 얇고 육질이 양호하며, 도체의 경우 정육이 많다. 단점은 자돈 생산 능력이 떨어지며, 자돈 육성 시 편차가 심하여 육성률이 낮고, 성질이 온순하지 못하여 사육두수가 점차 줄어들고

있는 실정이다(농촌진흥청, 표준영농교본-3, p.46).

2. 돼지 주요 경제형질의 유전

1) 모색의 유전

돼지의 모색은 다양한 색깔이 있으며 이들은 흑색, 적색, 백색, 백반 등이 있다. 품종에 따라서도 틀리며, 우성과 열성이 서로 교차하는 복잡한 양상이다. 모색을 표현하는 Extension/MCIR(melanocortin receptor I) 좌위의 인자형은 E^+ (wild eye), E^{D1} (우성흑), E^{D2} (우성흑), E^p (전신백색, 전신흑색, 부분흑색, 백색바탕에 흑반점, 적색바탕에 흑반점 등 다양한 모색발현), e (적색)의 5가지가 보고되어있다.

(1) 흑색의 경우, 흑색 단색인 Essex, Large Black 은 적색단색에 우성이다. Poland China, Berkshire 품종의 흑색은, 적색 Essex, Duroc Jergy 품종과의 F1에서 검은색 반점에 적색바탕색을 갖고 태어난다.

(2) 적색의 경우 Tamworth, Duroc Jergy 품종의 적색은, Berkshire의 흑색에 대하여 우성으로 작용하지만, F1에서 흑반점이 나타난다.

(3) 백색의 경우, Yorkshire, Landrace, Chester White 품종의 백색은 다른 모색에 대하여 우성으로 표현되며, Tamworth 품종과의 F1에서는 백색바탕을 갖고 부분적인 적색을 나타내고 있다. Chester White 품종의 백색과 Berkshire 품종의 흑색과의 교잡에서는 백색바탕을 갖고 흑점을 갖고 태어나는 경우도 있다. 이는, Berkshire 품종 흑색인자인 E^p 영향으로 알려져 있다.

(4) 백반을 포함한 육백, 백색대의 경우 Hampshire 품종에서 나타나는 흑백반은, 적색에 대하여 우성으로 표현되며, 백색대는 백색대가 없는 것에 대하여 우성으로 표현된다. Poland China, Berkshire 품종의 육백은 Tamworth 품종과 Duroc 품종의 단색에 대하여 열성으로 표현된다.

2) 체형상의 유전

(1) 얼굴모양의 경우, 얼굴 폭이 넓고 좁음, 얼굴의 길이가 길고 짧음, 콧등선의 직선과 만곡한 것 등 다양한 변이가 존재 하지만, F1 교잡종은 대체로 부모 품종간의 중간형으로 나타난다.

(2) 귀모양의 경우 직립(直立), 사수이(斜垂耳), 하수이(下垂耳), 등이 있으며, 귀모양에 대한 명확한 유전양식은 아직 확실하게 정립되어 있지는 않다.

(3) 유두수의 경우, 아직 확실히 보고된 유전방식은 없으나, 유전적인 형질이란 것은 확실하다고 보고 있다.

3) 치사 및 기형형질 유전

(1) 운동실조(運動失調)의 경우, 근육의 상호협조가 결여되어, 운동 또는 근육기능의 불균형으로 형성되어, 운동 불가 혹은 심한 과행을 유발하는 것을 말한다. 이는 열성으로 발현된다.

(2) 음고(陰蹼)의 경우, 고환이 정상적인 위치에 있지 못하고, 복강 내 또는 서혜관(鼠蹞管)에 위치하여 있는 상태를 말한다. 이는 불임으로 이어지며, 열성인자에 기인한다.

(3) 제헤르니아(Hernia, umbilical)는 배꼽부위의 근육조직이 연약하여 내장의 일부가 밖으로 밀려나가는 현상을 말한다. 이는 우성형질로 표현된다.

(4) 맹목(盲目)의 경우, 안구가 결여된 상태를 말하며, 열성인자로 표현된다.

(5) 사지결손(四肢缺損)의 경우, 열성형질로 분류되고 있으며, 사지가 없는 상태로 출산되어 태어난 후 바로 사망에 이르게 된다.

(6) PSS 증후군의 경우, 주위 환경 변화에 예민한 돼지의 습성으로 인하여 고온, 지나친 흥분, 예방접종, 거세, 교배 등 각종 스트레스로 인하여 체온이 올라가며 사망으로 까지 이어진다. 다수의 비대립 유전쌍이 관여되는 것으로 보이며, 그 중 한쌍의 유전자는 열성돌연변이에 의한 것으로 나타났다(동물유전의 이해, 2008).

3. 경제형질의 유전력

유전력(Heritability)은 집단의 변이 표현형 가운데, 유전적 요인에 의해 지배되는 비율이라 생각 할 수 있다. 유전력의 개념 또한, 특정한 변이(variation) 형질에 대한 환경적 요인과 유전적 요인의 상대적인 기여도를 나타내는데 이용된다(동물유전의 이해, 2008). 이러한 유전력을 이용하여 많은 동물들의 개량이 이루어지고 있는데 돼지의 개량에 있어서 가장 중요한 점 중 하나는 좋은 품질의 생산물을 효과적으로 생산하며, 좋은 형질을 후대에 까지 이어가는 것이다. 많은 육종 전문가들이 육종 프로그램 및 통계분석프로그램을 통해 효과적인 분석방법 등을 개발하였으며, 그 결과 통계육종을 통한 고도의 유전력을 가진 선발 정확도가 비교적 뛰어난 일당 증체량, 90kg 도달일령, 등지방두께, 정육량 등과 같은 도체의 경제적 효율성이 높은 형질들에 대한 개량이 활발히 이루어 졌다(Maciejowski 등, 1982; Haley, 1994; Harris, 1998).

일당증체량의 관한 유전력에 대한 연구결과를 살펴보면, Mode and Kennedy(1993) 일당증체량에 관한 유전력은 0.46 이라 보고하였으며, 국내 연구결과를 보면 서 (1996)는 Duroc, Landrace, Yorkshire 종의 일당증체량에 관한 유전력이 각각 0.26, 0.23, 0.23 이라고 보고 하였다. 김 (1996)은 2,877두의 Landrace를 이용한 실험을 통해 0.26의 유전력을 가졌다고 보고하였다.

Li and Kennedy(1994)의 DF-REML 방법을 통한 90kg도달일령에 관한 유전력 실험의 결과 0.30으로 보고되었다.

등지방 두께에 관한 유전력 연구 결과의 경우 Pas 등(1999)은 Yorkshire 종 2,807두를 이용 결과 유전력이 0.54 라고 보고하였다. Li 와 Kennedy (1994) 는 Yorkshire 종 47,360두 와 Landrace 종 28,762 두의 등지방두께와 관련된 유전력이 각각 0.51 과 0.53 으로 보고되었다.

도체율에 관한 유전력 추정치에서 Johnson 등(1986)은 0.70~0.81 로 보고하였으며, Geri 등(1990)도 0.82로 추정치를 보고하였다. Stern (1990)은 개체 모형을 이용한 실험을 통해 이들보다 약간은 낮으나 0.44~0.57 이라는 높은 수치 의 유전력을 갖고 있다고 보고하였다.

등심근 단면적의 유전력 추정치의 경우 Johnson 등 (1999)은 Large White 종에서 0.24 라고 보고, Geri 등(1990)이 253 두를 이용 분석한 결과 0.67 ± 0.26 이라고 보고 하였다. Cleveland 등(1988)이 331두를 이용하여 0.80이란 높은 유전력을 보고하였지만 비교적 적은 두수를 이용한 자료에 근거하였다.

4. 근육 조직학적 특징

1) 근섬유의 특징

(1) 근섬유의 형태적 구분

우리가 식육으로 이용하는 골격근의 구조적 기본단위는 근섬유이다. 또한, 근육의 약 75~92%는 근섬유로 구성되어있다. 근섬유는 육량 및 육질에 큰 영향을 미친다. 육량은 근섬유의 수와 크기에 영향을 받으며, 육질은 근섬유의 수, 형태, 크기에 따라 영향을 받는다. 근섬유는 형태의 다양성을 갖고 있다. 이는 연령, 영양상태, 활동성, 호르몬과 같은 요인들과 유전적 요인, 환경적 요인에 의해 영향을 받는다(Klont 등, 1998).

근섬유 자체 내 대사적 특성과 육질을 이해하는데 있어서 근섬유의 형태를 구분하는 것이 중요하다. 근섬유는 특징적인 외형, 염색특성, 생리화화학적인 반응에 의해서 구분되어지며, 근육은 myoglobin 함량에 따라 적색근, 백색근으로 구분되

어진다. 근육색의 강도는 적색근섬유와 백색근섬유 의 비율에 따라 정해지며, 적색근섬유 또는 백색근섬유 단일 종으로만 구성되어 있지는 않는다. 대부분 적색근섬유와 백색근섬유의 혼합으로 이루어져있다. 우리가 눈으로 보는 근육은 대부분 적색으로 보이지만 적색근섬유보다 백색근섬유의 비율이 높게 함유되어있다. 적색근섬유와 백색근섬유는 기능적, 구조적 대사와 특성이 다르며, 상대적이고 형태에 의한 특징들도 다르다(Table 1).

Table 1. Comparison of biochemical Red and White muscle

Property	Red	White
Myoglobin content	High	Low
Glycogen content	Low	High
Lipid content	High	Low
Size of muscle fibers	small	Large
Blood supply, amount	More	Less
Sarcoplasmic reticulum	Less	More
Calcium content	High	Low
Number of mitochondria	High	Low
contraction time	Slow	Fast
Relaxation time	Slow	Fast
Rate of fatigue	Slow	High
Innervation, surface area	Shallow	Deep

Pearson et al. (1989)

적색근섬유의 Myoglobin 함량은 백색근섬유 보다 높다. 적색근섬유의 경우 Myoglobin의 함량이 높아 산화적 대사가 이루어져 높은 산소활성이 이루어진다. 반대로, 백색근섬유의 경우 Myoglobin의 함량이 낮아 해당과정이 이루어져 낮은 산소활성을 나타낸다. 이러한 대사활동에 기인하여 Mitochondria의 양도 적색근섬유에 훨씬 많이 포함되어있다. Glycogen의 함량은 백색근섬유가 적색근섬유보다 높다. 적색근섬유의 경우 대사의 에너지원으로 이용되는 Liquid의 함량도 백색근섬유 보다 높다. 적색근섬유의 경우 모세혈관의 밀도가 높는데 이로 인해, 혈관계로부터 대사폐기물과 영양소의 수송이 비교적 쉽다. 적색근섬유의 직경이 작음으로 인해, 백색근섬유 보다 이런 물질들의 확산거리를 줄여 수송이 빠르고 용이하다. 적색근섬유는 수축시간과 완화시간이 적색근섬유 보다 빠르게 진행되는 데, 백색근섬유는 순간 빠르게 수축, 완화 하여 쉽게 피로하지만, 적색근섬유의 경우 장시간 동안 수축, 완화 하므로 쉽게 피로하지는 않는다. 즉, 적색근섬유는 자세유지에 있어서 중요한 역할을 하며, 산화적 대사를 통해 산소공급이 원활히 진행되면 쉽게 피로하지는 않는다.

근섬유의 수축과 피로에 관한 저항성 및 생리학적 특성과 근섬유 자체의 대사적 특징은 변이를 갖는다(Table 2).

Table 2. Physiological feature of Muscle fiber

Muscle fiber type	Speed of contraction	Metabolic characteristics
Type I	Slow twitch	Oxidative
Type II A	Fast twitch	Oxido-glycolytic
Type II X (IIC)	Fast twitch	Intermediate
Type II B	Fast twitch	Glycolytic

Brooke and Kaiser (1970), Schiafino et al. (1989)

자극에 대한 빠르고, 느린 반응 속도에 따라 근섬유 Type I과 Type II로 구분된다. Type I의 경우 호기적인 대사와 더불어 느린 수축 속도를 갖으며, Type II의 경우 호기적인 대사 특징, 혐기적인 대사 특징에 의하여 II A, II B로 다시 구분된다. Type I은 근섬유의 크기가 가장 작으며, II B의 직경이 가장 크며, II A는 중간 크기이다. 그리고 Type II X(IIC)는 II A, II B의 중간적인 특성을 가지고 있다(Schiafino 등, 1989). 또한 이 부분은 근섬유의 조직화학적 분석에 아주 중요한 부분으로 설명되고 있다(Tanable 등, 1999).

(2) 근섬유 형질의 유전력

근섬유의 크기와 근섬유수가 돼지의 주요경제형질인 육량과 육질에 큰 영향을 미치는 사실이 알려지면서, 여러 연구 사례를 통해 근섬유와 관련된 유전형질이 보고되었다(Table 3).

Table 3. Heritability of muscle structure traits

Species; muscle	Heritability		
	Fiber number	Fiber size	Reference
	0.66 - 0.88	0.17 - 0.31	Stan (1968)
	0.43 - 0.48	0.30 - 0.50	Saun (1972)
Pig; Longissimus	0.28 - 0.41	0.30 - 0.50	Fiedler et al.(1991), Diet al. (1993)
	0.22	0.34	Larzu et al. (1997)
			Rehfeldt et al. (2000)

(3) 근섬유형질이 도체 경제형질에 미치는 영향

현대의 식육동물들에서 가장 중요한 점 중 하나는 바로 경제형질이다. 동일 품종들 중에서도 각각의 질적, 양적 차이가 존재한다. 그리고 근육의 화학적, 물리적 특성 또한 차이가 있다(Brocks 등, 1998). 오랜 연구와 실험을 통한 육종의 결과 돼지의 성장특성에 많은 변이를 생성하였으며, 이를 통해 근섬유의 특성이 육질에 영향을 미치는 것으로 발표되었다(Oksbjerg 등, 1994). 근섬유의 수와 크기에 의하여 육량은 결정되어지며, 많은 근섬유를 가진 돼지일수록 더 많은 정육량을 생산한다. 또한, 우수한 육질을 가진 돼지의 동일면적당 근섬유수가 많다고 보고되었다. 근섬유의 증가에 의해 육량이 증가되며, 이러한 성장 시 육량증대와 함께 육질측면에서도 우수하다고 보고되어 있다(Rehfeldt 등, 2000).

돼지의 근섬유의 최대직경은 개체마다 다르지만 평균적으로 생후 약 150일이며, 비슷한 성장곡선을 따른다. 근섬유의 크기 또한 품종, 개체별 차이는 있으나 개체의 크기에 비례하지는 않는다고 보고되었다(Johns 등, 1975). 품종의 차이를 살펴보면, Hampshire 종이 Yorkshire, Landrace 보다 호기적 대사능력이 우수한 근섬유가 더 많다고 보고되기도 하였지만, 돼지의 근섬유 구성에는 종간 보다는 개체별 변이가 더 큰 것으로 보고되었다(Ruusunen 등, 1997). 즉, 근섬유들의 직경이 커서 근육이 큰 것이 아니라 근육을 구성하는 근섬유의 수가 많기 때문이다. 연구사례를 보면 Fiedler 등(1989)에 의해 도체 등심근 단면적 근섬유 수($\times 10^6$)는 총694두의 German Landrace종에서 1.041 ± 0.280 개, 총137두의 German Large White종에서 1.016 ± 0.251 이라 보고되었으며, Larzul 등(1997)은 Large White종 총33두의 근섬유수를 실험한 결과 1.26 ± 0.02 개라고 보고하였다. 근섬유의 수가 많은 개체의 육질이 뛰어나며, 근섬유의 크기가 큰 개체들은 육질이 근섬유의 크기가 작은 개체들에 비해 육질이 떨어진다. 그러나 증체량 및 증체속도 면에 서는 뛰어나다고 보고되었다(Rehfeldt 등, 2000).

근섬유의 크기에 관한 연구사례를 살펴보면 Larzul 등(1997)은 총33두의 Large White 종에 평균 근섬유 크기를 측정된 결과 $3,523 \pm 53 \mu\text{m}^2$ 라고 보고하였으며, Martin 등(1997)은 영국 다양한 육종회사의 Large White 종 line의 근섬유크기의 측정 결과 2346, 2627, 2093 μm^2 라고 보고하였다. 근육의 조직학적 연구에 따르면 이상육(pale, soft, and exudative; PSE)이 정상육에 비하여 근섬유의 크기가 크

며, 근섬유수가 적다고 보고되었다(Martin 등, 1997). 이 결과는 과도한 증체 위주의 사육으로 인한 두 형질간의 성장 불균형이 원인으로 밝혀졌다. 근섬유의 크기와 수는 도축 후 pH와 상관이 있으며, 이상육이 사후 빠른 대사속도를 나타냄을 고려한 결과, 근육을 조성하는 근섬유가 최종 육질에 까지 연관되었음을 알 수 있다. 이러한 결과를 통해 근섬유의 형태와 조성은 육질과 연관성이 높으며, 근섬유의 생화학적인 특성과 조성에 따라 사후 육색, 근내지방, pH, 보수력에 영향을 미친다고 보고하였다. 이러한 근섬유 조성은 25~90kg의 체중을 갖는 성장기간 중에는 많은 변화를 일으키는 요소는 아니지만 근섬유의 단면적, 모세혈관의 밀도, glycogen의 함량 그리고 여러 효소의 활성화에 관련된 큰 변화가 일어난다(Oksbjerg 등, 1994). 근섬유 Type IIb는 연도와 부의 상관관계를 가지며, 근섬유 형태 Type I는 연도와 정의 상관관계를 갖는다(Chang 등, 2003). 또한, 사료효율과 호기적 근섬유(oxidative fiber)의 면적 간 부의상관관계를 가지며, 육량증가와 모세혈관의 밀도간 정의 상관관계를 갖는다고 보고하였다(Klont 등, 1998). 이를 바탕으로 Ruusunen 과 Puolanne (1997)은 정육생산형 육종의 결과로 근섬유 조성에 큰 변화를 가져왔으며, 결과적으로 혐기적 대사능력이 우수한 근섬유의 비율이 증가하였으며, 근섬유의 직경 또한 증가하였다. 이러한 변화를 통해 직·간접적으로 육질에 영향을 주었다고 보고하였다. 그리고 호기적 근섬유의 빈도가 높은 돼지의 경우 스트레스에 대한 저항능력이 높고, 도축 후 pH 저하도 완만하게 일어나 이상육 발생이 낮다고 보고하였다. 결과적으로 경제형질 중 가장 중요한 부분 중 하나인 육질에 영향을 주는 여러 요인 중 근섬유 수, 근섬유 조성, 근섬유 단면적, 모세혈관 밀도는 근육의 성장과정에서 근육의 이화학적 특성에 큰 영향을 주었으며, 도축 전·후 근육의 생화학적 대사변이를 통해 결과적으로 육질에까지 영향을 미치게 된다(Karlsson 등, 1993).

3. 재료 및 방법

1. 실험설계

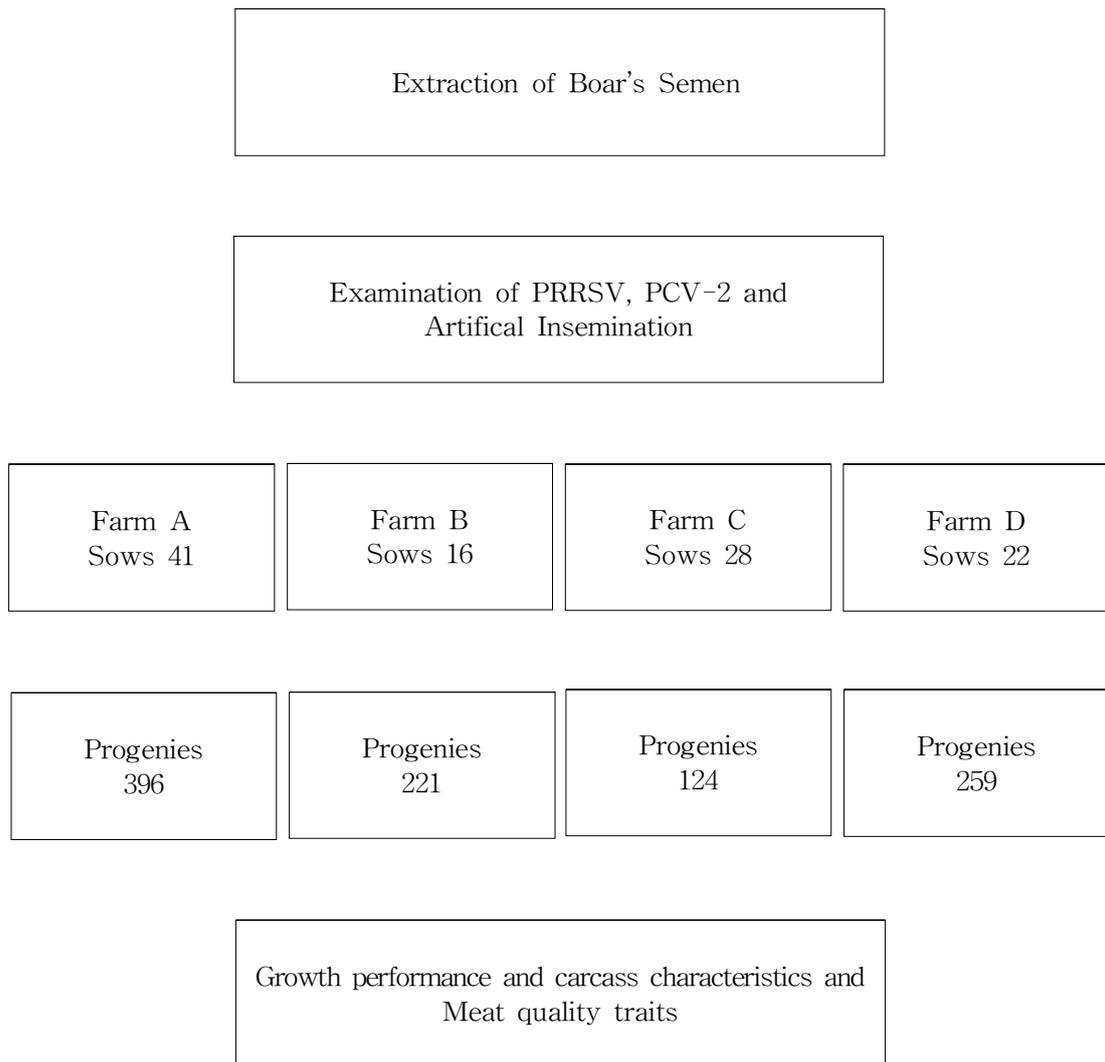


Figure 1. Schematic diagram of the experiment protocol.

본 연구에 이용된 공시동물들은 제주도 내에 흑돼지 사육 농가 중 4곳을 선정 하였으며, 후보웅돈 총 18두의 정액질병검사 완료 후 최종 9두를 선발하여, 실험 농장으로 정액을 공급하였다. 총 4개의 실험농장을 대상으로 총 134두의 종빈돈 에 인공수정이 완료되었다.

정액 공급 및 교배 후, 출생 자돈 및 이유자돈에 대한 사양 분석을 하였으며, 이상의 자료를 이용하여 후대검정을 통한 웅돈의 능력검정을 실시하고, 실험에 이용된 각 모돈의 생산 능력을 분석하였다.

이유자돈, 육성돈을 대상으로 한 사양성적 평가, 출하 후 도체성적 및 육질 분석을 하였다.

2. 후보 웅돈 선정

실험농가 4군데의 후보웅돈 중 우수 웅돈의 정액 10ml 채취하여 질병검사 PRRSV, PCV-2 검사를 하였다.

① 후보웅돈 정액의 핵산 추출

RNA Virus로 알려져 있는 PRRSV에 대해 RT-PCR(Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction)과 DNA Virus로 알려져 있는 PCV-2에 대한 PCR(Polymerase Chain Reaction)을 실시하였다.

RNA 추출은 RNeasy[®] Protyect mini Kit(QIAGEN, GmbH, Germany)를 사용 하였다. 후보웅돈의 정액 200 μ l을 RLT buffer 350 μ l에 혼합 후 70% ethanol 350 μ l에 첨가, Mini column에 700 μ l의 반응액에 넣었다. 그리고 1000rpm에서 4 $^{\circ}$ C를 유지하며 30초간 원심분리 하였다. Column에 새로운 collecting tube를 사용하여 RPE buffer 500 μ l을 첨가하여 1000rpm에서 4 $^{\circ}$ C를 유지하며 60초간 원심분리 한 후, 전 과정과 동일하게 1회 반복 하였다. Column에 남은 용액이 없도록 1200rpm에서 4 $^{\circ}$ C를 유지하며 60초간 원심분리 한 후 Column을 새로운 1.5ml effendorf tube에 넣어 RNase free water를 40 μ l 분주 후 1200rpm에서 4 $^{\circ}$ C를 유지하며 60초간 원심분리 하여 얻은 최종 추출물을 이용하여 cDNA 합성에 사용 하였다.

cDNA의 합성은 RNA 500 ng에 1 μ l oligo DT, 1 μ l 10 mM dNTP를 첨가하여 5분간 배양하였으며, 4 μ l 5 \times First-strand buffer, 2 μ l 0.1 M DTT, 1 μ l RNase out(40 unit/ μ l)을 첨가 후 42 $^{\circ}$ C에서 2분간 배양 하였다. SUPERSCRIPT II mix(200 unit) 1 μ l 첨가 후 다시 42 $^{\circ}$ C에 50분간 배양 후, 70 $^{\circ}$ C에서 15분간 배양 후, -20 $^{\circ}$ C에서 보관하였다. 합성된 cDNA는 바이러스 감염유무를 검사하기 위하여 PCR을 실시하였다.

DNA 추출은 G-spinTM DNA extraction kit(iNtRON biotechnology, Korea)를 사용하였다. 후보용돈의 정액 200 μ l에 G-buffer 400 μ l을 혼합한 다음 10분간 70 $^{\circ}$ C에 방치 후 binding buffer 400 μ l를 첨가하고 Column에 800 μ l를 넣은 후, 12,000rpm에서 60초간 원심분리 하였다. Collection tube에 여과되어 있는 용액을 제거한 후 500 μ l의 washing buffer를 분주하여 12,000rpm에서 60초간 원심분리 한 후 전 과정과 동일하게 1회 반복 하였다. 새로운 1.5ml effendorf tube에 Column을 넣은 후 100 μ l elution buffer를 첨가한 후 13,000rpm에서 60초간 원심 분리를 실시하여 얻은 최종 추출물을 PCR 검사 하였다.

Table 4. cDNA synthesis cycle

Step	Reaction	Temp	Time
step 1	primer annealing	37 $^{\circ}$ C	30 sec
step 2	cDNA synthesis	48 $^{\circ}$ C	4 min
step 3	melting secondary structure & cDNA synthesis	55 $^{\circ}$ C	30 sec

② Oligonucleotide primer의 염기서열 과 PCR

PRRSV의 검출을 위해 primers는 Christophers 등(1995)의 방법을 사용하였다. PCV-2의 검출을 위하여 primer는 Larochelle 등(2000)이 제시한 염기서열을 준하여 제작하였다.

Table 5. Oligonucleotide primer sequences

Agent	Primer	Sequence(5' to 3')
PRRSV	ORF7 nF2	CCAGATGCTGGGTAAGATCATC
	ORF7 nR2	CAGTGTAACCTTATCCTCCCTGA
PCV-2	CF8	TAGGTTAGGGCTGTGGCCTT
	CR8	CCGCACCTTCGGATATACTG

③ RT-PCR 반응 조건 설정

PRRSV의 검출을 위해 추출한 RNA 2 μ l와 primer 0.5 μ l(20 pmol) 과 DNase RNase free water 17 μ l을 RT-PCR premix(Maxime RT-PCR, iNtRON biotechnology, Korea)에 첨가 한 후, 최종 반응용량이 20 μ l가 되도록 설정 하였다. 42 $^{\circ}$ C, 72 $^{\circ}$ C에서 30초간 30회 반복 후, 최종 72 $^{\circ}$ C에서 15분간 반응 시켰다. RT-PCR 과정이 완료 후 반응산물 2 μ l에 ORF7nF2, ORF7nR2 primer를 사용하여 nested을 실시하였다.

④ PCR 반응 조건 설정

PCV-2 검출을 위해 추출한 DNA 2 μ l와 검출을 요하는 Virus의 primer를 각각 0.5 μ l(20 pmol) 및 DNase RNase free water 17 μ l을 RT-PCR premix(Maxime RT-PCR, iNtRON biotechnology, Korea)에 첨가 한 후, 최종 반응용량이 20 μ l가 되도록 설정 하였다. PCV-2는 95 $^{\circ}$ C에 5분간 반응시킨 후 95 $^{\circ}$ C, 65 $^{\circ}$ C, 72 $^{\circ}$ C에서 각각 60초간 35회 반복 후 최종 32 $^{\circ}$ C에서 10분간 반응시켰다. PCR의 증폭은

PCR Thermal Cycle Dice TP600 (TaKaRa, Japan)을 이용하였으며, CF8, CR8 primer를 사용하였다.

⑤ RT-PCR 및 PCR 증폭산물 확인

반응 종료 후 각각의 반응액 7 μ l을 1.5% agarose gel상에서 전기영동을 실시한 후, ethidium bromide 용액(0.5 μ l/ml in DW)으로 염색을 실시하였다.

각각의 병원체에 관한 특이한 밴드유무를 확인하기 위해 UV Transilluminator (Mupid-Scope WD, TaKaRa, Japan)를 사용하였다. 증폭산물을 확인하기 위하여 100bp DNA ladder(TaKaRa, Japan)을 molecular size marker로 사용 하였다.

⑥ 운송 및 방법

후보용돈을 보유한 실험농가에서 채취된 정액을 각 실험농가 마다 동일한 희석액 Modena(S.G.I. Modena, Joong Ang Geen Tech, Korea)을 이용 10배정도 희석하여, 당일 채취 후 정액 보관고(Cell Incubator, Welson, Korea)를 이용하여 2시간내 해당 농가로 보급하였다.

3. 사양성적 조사 및 방법

조사항목은 검정실험으로서 이유일령, 이유체중, 도축일령 등을 측정하였고, 실험농가에서 출하된 실험자돈들을 도축과정에서 개체표시(이각)를 통해 확인 및 추적하여, 사후 도체일령, 도체중, 등지방두께, 일당증체량을 조사하였다. 그 후 조직학적 분석을 위해 도축 45분 후 돼지의 흉추 5번과 6번 사이를 절개하여 등심근을 발골하여 분석하였으며, 등심근 일부는 액체질소에 침지하여 사후 육질분석에 이용하였다.

(1) 성장능력

검정실험은 농림부 고시 제 2011-115(2011.06.23.)의 돼지 검정요령에 의거하여 실행하였으며, 검정항목은 이유일령, 이유체중, 도축일령, 도체중, 등지방두께, 일당증체량 등 6개 항목이며, 조사항목별 측정방법은 다음과 같다.

① 일당증체량

일당증체량은 검정기간중의 증체량을 검정일 수로 나눈 것으로 다음과 같이 측정하였다.

$$(\text{종료시 체중} - \text{개시체중}) / (\text{종료일} - \text{개시일})$$

(2) 도체성적

① 등지방 두께

실험설계를 통해 교배된 자돈의 성장특성 및 특이성 확인 후 도체특성 및 근육의 조직학적·이화학적 특성 및 최종적인 육질특성을 분석하기 위해 실험군을 동일일령(210±10일)에서 한국축산기술시험소 지침서(1998)에 의거하여 일반적인 방식에 의해 도축 후 흉추 11번과 12번 사이를 절개하여 등지방 두께를 측정하였다.

② 도체중

실험군의 도체특성분석 출하 시 체중, 도축 후 온도체중을 측정하여, 두 측정치를 분석하였다.

(3) 육질항목 측정

① pH 와 온도 측정

사후 45분이 지난 돼지의 흉추 5번과 6번 사이를 절개하여 노출된 등심근에 potable pH meter(Model HM-17MX, TOADKK, Japan)을 삽입하여 사후 45분 pH와 온도를 측정하였다. 사후 48시간이 지난 등심근의 경우 사후 45분이 지난 후 돼지의 흉추 5번과 6번 사이를 절개하여 등심근 일부를 채집 하여 저온실(4℃±2℃) 보관하였다가 동일한 방법으로 측정하였다.

② 육색

사후 45분 지난 돼지의 흉추 5번과 6번 사이를 절개하여 노출된 등심근 표면에 Minolta chromameter(Model CR-300, Minolta Camera co. Osaka., Japan)을 3번 씩 반복하여 L*값인 명도(Lightness), a*값을 나타내는 적색도(Redness), b*값을 나타내는 황색도(Yellowness)를 측정하였다. 사후 48시간이 지난 등심근의 경우 사후 45분이 지난 후 돼지의 흉추 5번과 6번 사이를 절개하여 등심근 일부를 채집 하여 저온실(4℃±2℃)에 보관하였다가 동일한 방법으로 측정하였다.

(표준화 작업 Y=91.7, x=0.3138, y=0.3200 인 표준색판사용)

③ 보수력 측정

보수력을 측정하기 위하여 여과지 흡수량과 유리 육즙량을 측정하였다. Honikel(1987)의 유리 육즙량 측정방법을 이용 돈육의 등심근에 core를 사용하여 시료를 채취(4×7×2.5cm), 무게를 측정 후 냉장온도(4℃±2℃)에서 48시간동안 Shackle에 걸어 육의 표면적이 닿지 않도록 보관하였다. 그리고 48시간 후 유리된 육즙량을 최초 무게에 대한 백분율로 계산하였다.

$$\text{Drip loss(\%)} = \frac{\text{최초의 시료 무게(g)} - \text{48시간 후 시료무게(g)}}{\text{최초의 시료 무게(g)}} \times 100$$

Kauffman 등(1986)의 여과지 흡수법을 이용하여, 절단된 등심근 표면을 20분간 냉장온도(4℃±2℃)의 공기중에 노출시킨 후 지름 5.5cm 여과지(Advantec #1)를 이용하여 여과지에 묻어나는 수분량을 저울(Elt202, Sartorius co., USA)을 이용하여 측정하였다.

④ 가열감량

조리 후에 유리되는 수분양을 측정하기 위하여 등심근을 일정한 크기(2×4×6cm)로 절단한 후 무게를 측정하여 polyethylene bag에 잔여 공기가 없도록 감싼 후, 80℃의 항온수조(Kmc-1205SW1, Vision co., USA)에서 심부온도가 72℃에 도달할 때 까지 가열 후 일정시간(30분) 방냉 후 시료의 무게를 측정하여 백분율로

나타내었다.

$$\text{Cooking loss(\%)} = \frac{\text{최초의 시료 무게(g)} - \text{가열 후 시료무게(g)}}{\text{최초의 시료 무게(g)}} \times 100$$

⑤ 조직감

가열감량을 통해 산출된 시료를 이용하여 일정한 크기(1.5×1.5×1.5cm)로 자른 후 Rheometer(compac-100, Sun scientific co., Japan)를 이용하여, 가열육의 경도(hardness), 씹힘성(gumminess), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness)을 측정하였다.

⑥ 관능검사

돈육의 육색 및 marbling 측정을 위하여 패널요원 5명을 선발하여, 예비 관능검사를 반복하여 신뢰도를 향상시켜 관능검사를 실시하였다. 사후 45분이 지난 돼지의 흉추 5번과 6번 사이를 절개하여 채취한 등심근을 Wisconsin University (USA, 1963)에서 개발, 꾸준한 보완이 이루어진 5단계 육색 판정 법 NPPC (National Pork Producers Council) 판별법에 의하여 측정하였다.

(4) 근육 조직학적 특성

도체 냉각 실시 전 사후 45분에 흉추 5번, 6번 사이를 절개 한 후, 등심근의 일부를 채취하여, 액체질소에 침지하여 근육의 단편을 제작하여 조직학적 특성분석에 사용하였다. 근섬유 단편은 미세절편기(DM 1950, Leica co., Mannheim, Germany)를 사용하여 10 μ m 두께로 절편 하였으며, 조직의 변성을 막기 위하여 -25 $^{\circ}$ C를 유지하며 채취하였다.

① 근섬유 밀도

채취한 절편은 현미경(DM2500, Leica, Germany)을 사용하여 관찰 하였고,

Image-Pro[®]Plus(Image & Graphics, Seoul, Korea)를 이용하여 단위면적당 근섬유수를 측정하였다.

② 근섬유 크기

채취한 절편은 현미경(DM2500, Leica, Germany)을 사용하여 관찰하였고, Image-Pro[®]Plus(Image & Graphics, Seoul, Korea)를 이용하여 근섬유 단면적(fiber area), 표면둘레(fiber perimeter), 직경(fiber diameter)을 계산하였다.

③ 근섬유 수

근섬유 수의 측정은 단위면적당 근섬유 수(근섬유밀도)에 등심근 단면적을 곱하여 측정하였다.

(5) 통계분석

실험결과의 통계분석은 SAS(Statistics Analysis System, USA) program(2001)을 이용하여 분산분석을 하였으며, Duncan의 다중검정법(multiple range test)을 이용하여 유의성 5% 수준에서 검정하였다.



Figure 2. Examination of Growth performance.

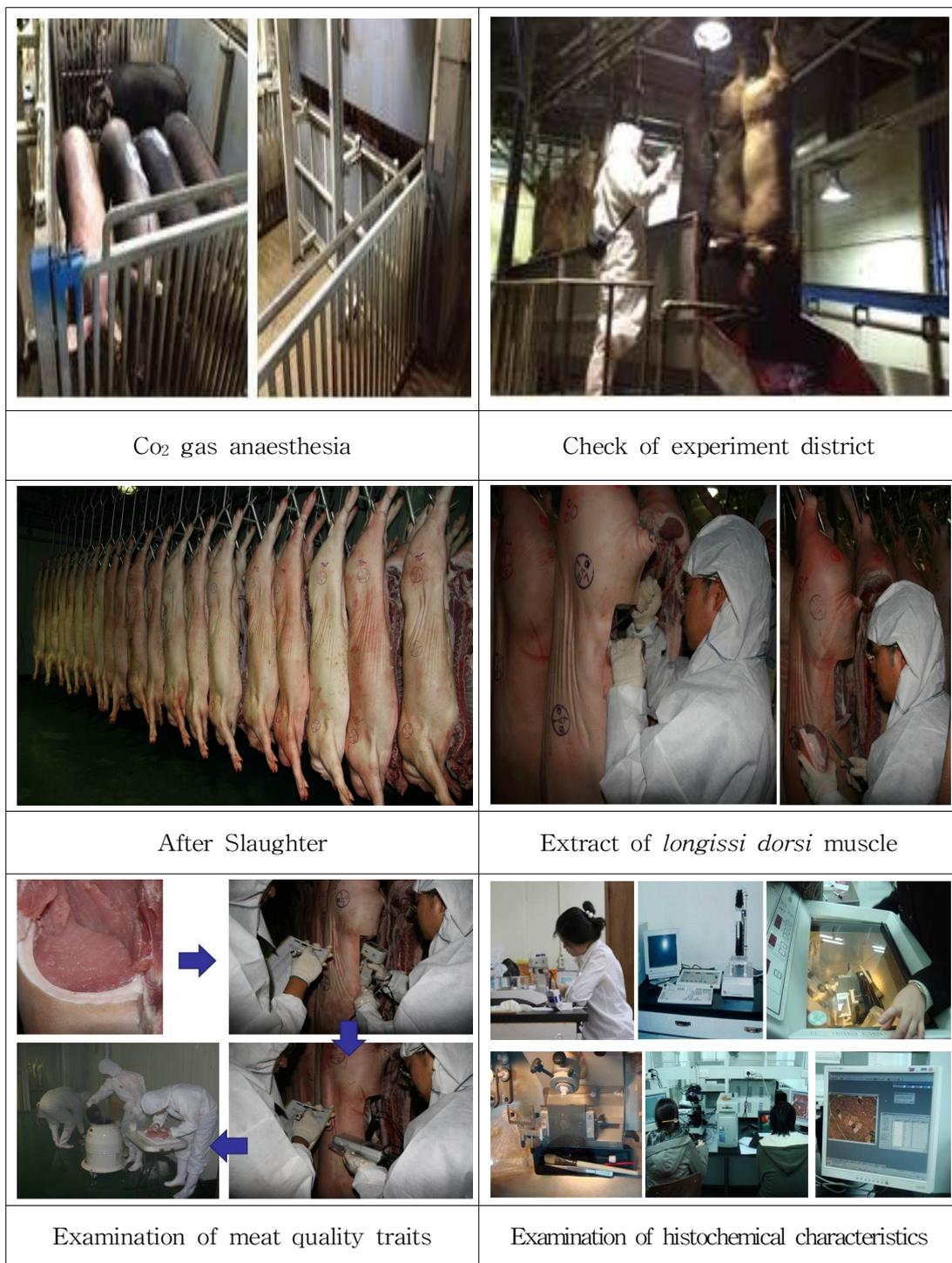


Figure 3. Examination of meat quality traits and histochemical characteristics.

IV. 결과 및 고찰

1. 후보우돈의 선정

후보우돈의 선정을 위해 총 18두의 후보우돈의 PRRSV, PCV-2 검사 결과 다음(Table 4, Figure4)와 같이 모두 음성으로 판정되었다. PRRSV 와 PCV-2는 1956년 인공수정이 우리나라에 도입된 이후로 우리나라에서 제2종 법정가축 전염병(가축전염예방법 제2조, 농림수산식품부, 2012)으로 관리되는 아주 유해한 Virus이며 2008, 2009, 2010년 돼지 전염병중 발생건수 가장 높은 Virus이다. 제주도의 경우 2008년도에는 발생하지 않았으나, 2009년 38건(211두), 2010년 20건(58두)가 발생하여 농가에 큰 피해를 주었다(전국 양돈장 질병 실태조사, 사단법인 대한양돈협회, 2010). 감염경로는 감염돼지의 구입과 공기전파, 감염돼지의 콧물, 뇨, 분변 등으로 감염이 이루어진다. 주요증상은 임신모돈의 유산, 사산, 자돈과 육성돈의 호흡기에 이상 증상 등이 발생한다. 유사한 태아는 백자, 흑자, 미이라, 태아 등의 출산을 하게 되며, 태어나더라도 허약하여 폐사율이 높다. 어린돼지에 감염되었을 경우 간질성 폐렴증상이 나타나고 세균성 등 다른 호흡기 질병에 쉽게 감염되어 항생제등의 치료효과가 떨어진다. 급성의 경우 어미 돼지나 비육돈에서 4~7일간 사료 섭취 거부 및 발열증상이 나타난다(Kim 등 2007).

이와 같은 이유로 법정전염병인 PRRSV 와 PCV-2의 검사결과에 안전하며, 농가에서 성적이 우수한 후보우돈 9두(MD001, MD002, MD003, MK001, MK002, MK003, MK004, MK005, MS001)을 선발하여 실험에 이용하였다.

Table 6. Experimental results of Boars PCV-2, PRRSV

PE No.	Boar NO.	PCV-2			PRRSV		
		Whole semen	Cell fraction of semen	Seminal plasma fraction	Whole semen	Cell fraction of semen	Seminal plasma fraction
10016-1①	101-19	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1②	36-22	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1③	33-40	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1④	102-70	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1⑤	100-186	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1⑥	36-19	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1⑦	37-82	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1⑧	101-39	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1⑨	36-18	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1⑩	18-10	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1⑪	39-68	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-1⑫	38-11	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-2①	H9-2	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-2②	B-T2	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-2③	B193	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-3①	X4 (2010.10.17)	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-3②	X9 (2010.10.19)	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative
10016-3③	X10 (2010.10.20)	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative	Negative

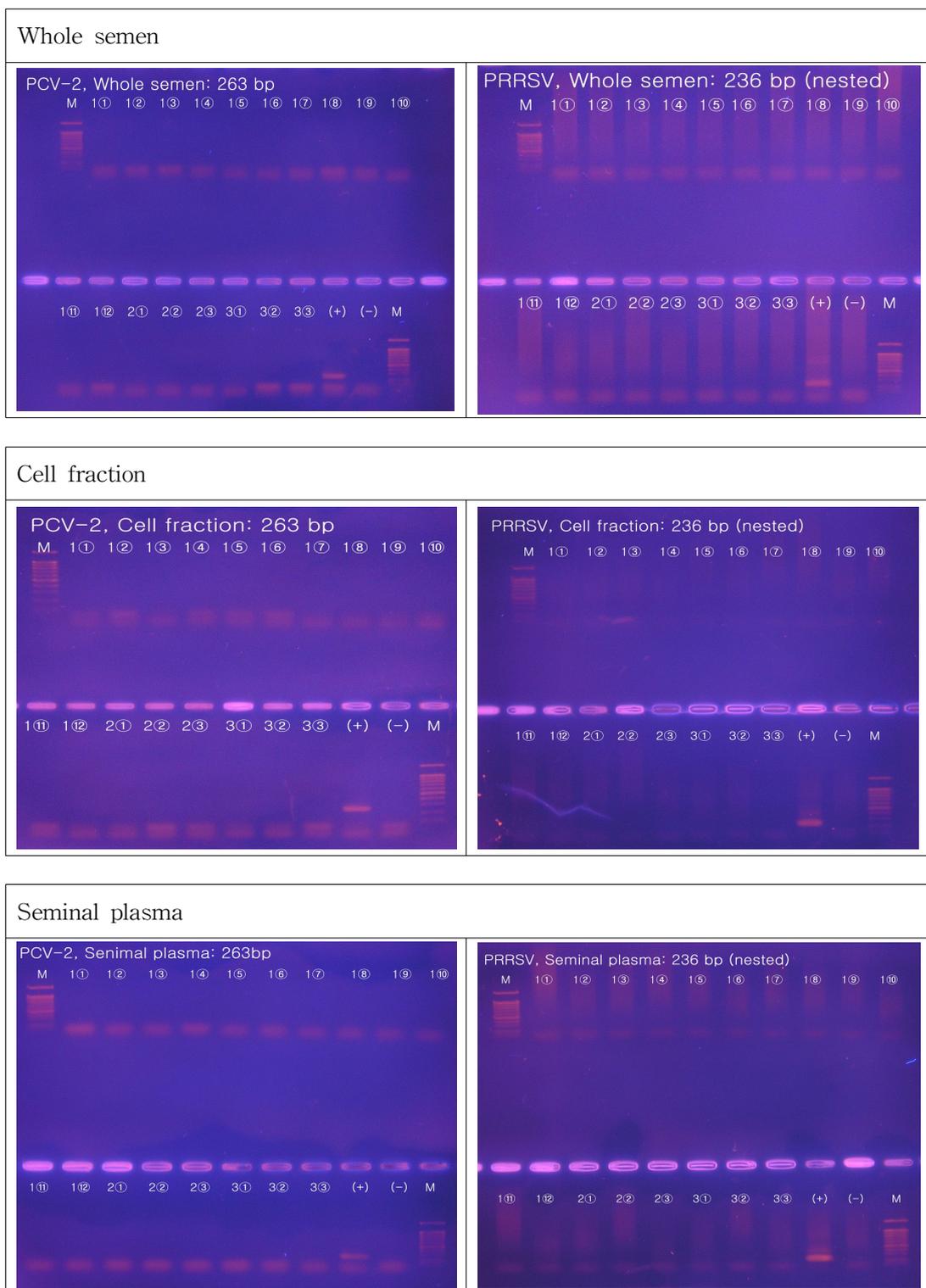


Figure 4. Experimental results of Boar's PCV-2, PRRSV.

M: 100bp DNA Ladder, (+): Positive control, (-): Negative control

2. 후보용돈의 후대검정결과

실험에 참가한 농가는 총 4곳이며, 후보용돈 9두와 실험모돈 134두와 교배조합이 이루어졌으며, 총 1,000두의 자돈의 출생하였다. 교배 모돈들의 평균 임신기간은 115.2일이며, 검정자돈의 이유일령은 약 25일이다. 검정자돈의 평균 이유체중은 7.3kg, 모돈당 이유두수는 8.2두, 자돈의 평균이유율은 96.1%로 측정되었다.

후보 용돈별 복당 산자수는 평균11.1두(생자수 10.0)로 후보돈 MK001이 11.2두(생자수 9.8두), MK002가 9.9두(생자수 9.1두), MS001은 11.8두(생자수 10.8두), MD001은 11.3두(생자수 11.0두)로 나타났다.

후보용돈 별 이유체중은 평균 7.3kg으로 후보용돈 MK001이 7.7kg, MK002가 7.2kg, MS001은 6.7kg, MD001은 6.9kg으로 조사되었다.

검정자돈의 분석결과 자돈의 96.7%가 흑모색을 나타냈으며, 3.3%의 이모색을 나타냈다. 그리고 PSE육의 출현율 또한, 1.6%로 아주 낮은 값을 나타내어, 아주 우수한 사양성적 및 육질성적을 나타내었다.

Table 7. Parturition rate and weaning rate of classified by Boar

Measurements	Total sucking pig	No. of weaned pig	Weaning weight (Kg)	Another color		Weaning weight (genetic abilities, kg)
				no	Percentage	
MD001	134	10.3	7.3	0	0.0	-0.18
MD002	73	9.1	7.3	1	1.4	-0.10
MD003	26	8.7	7.1	6	23.1	0.40
MK001	196	9.8	7.7	7	3.6	0.90
MK002	130	8.7	7.3	1	0.8	0.21
MK003	173	9.1	7.3	2	1.2	0.14
MK004	76	8.4	7.0	3	3.9	-0.83
MK005	94	8.5	7.5	6	6.4	-0.02
MS001	98	10.9	6.8	7	7.1	-0.52
Total	1,000	9.3	7.3	33	3.3	0.00

Table 8. Parturition rate and weaning rate of classified by Farm

Measurements	Farm				
	Total	P1	P2	P3	P4
Boar	9	8	5	6	7
Sow	107	41	16	28	22
Total sucking pig	1,120	425	150	300	245
Sucking pig	1,000	396	124	259	221
No. of pig at weaning	917	343	116	251	207
No. of weaned pig	881	323	116	248	192
Percentage of weaning pig(%)	96.1	94.2	102	98.8	92.8
No. of weaning pig per sow	8.2	7.9	7.4	8.9	8.7
Percentage of another color(%)	33 (3.3)	6 (1.5)	7 (5.6)	12 (4.6)	8 (3.6)

Table 9. Parturition rate of sow parity

Parity	sow	Total sucking pig	Average
1	9	74	8.2
2	9	68	7.6
3	26	254	9.8
4	19	189	10.0
5	16	159	9.9
6	16	151	9.4
7	12	105	8.8
Total	107	1,000	9.4

3. 실험농가 별 사양성적 및 육질 분석

(1) 실험농가별 사양 및 도체 성적

농가별 이유일령은 D농장(23.2±32.6일), C농장(24.8±3.0일), B농장(26.7±2.2일), A농장(28.4±1.8일)순으로 나타났다.

도축일령은 A농장(200±11.1일), C농장(217±13.8일), D농장(217±14.6일), B농장(22일±12.3일)순으로 나타났다. 하지만 도체중의 경우 사육기간이 길어야만 도체중이 높게 나타나는 것은 아니었다. B농장(74.5±9.8kg), D농장(74.6±4.5kg)이 경우 사육기간이 길었지만 낮은 도체중을 나타냈다. 이를 통해 사육기간과 도체중과의 관계보다는 다른 요인에 관한 영향이 높다고 판단된다.

Table 10. Growth performance and carcass characteristics classified by Farm

Measurements	Total	Farm A	Farm B	Farm C	Farm D	significance
Weaning Day	25.0	28.4 ^a ± 1.8	26.7 ^b ± 2.2	24.8 ^c ± 3.0	23.2 ^d ± 2.6	*
Weaning Weight (Kg)	7.3	7.3 ^b ± 1.5	8.0 ^a ± 1.5	6.7 ^c ± 1.1	6.7 ^{bc} ± 1.4	*
Slaughter Day	213	200.1 ^b ± 11.1	220.0 ^a ± 12.3	217.8 ^a ± 13.8	217.2 ^a ± 14.6	*
Carcass Weight (Kg)	78.0	81.4 ^a ± 7.0	74.5 ^b ± 9.8	80.3 ^a ± 5.4	74.6 ^b ± 4.5	*
Backfat thickness (mm)	21.9	22.1 ^a ± 4.9	22.6 ^a ± 4.7	21.5 ^a ± 4.8	21.1 ^a ± 4.4	NS
Average daily gain(g)	364	406	338	368	343	

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b,c}Means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

(2) 실험농가별 육질 분석

실험농가에 따른 육질변이를 분석하기 위해 도축 후 농가별로 사후 대사 속도 및 외관 육질 평가 항목을 분석하였다. 사후 대사 속도의 지표로 이용되는 근육의 pH 분석결과 4개의 농장이 비슷한 값을 유지하였다. 또 사후 24시 최종 근육의 pH 역시 4개 농장이 비슷한 값을 보였다. pH는 사후속도 및 이상 돈육의 발생지표로 이용하는데, 4개 농장의 경우 최종 pH가 A농장(pH 5.6±0.1), B농장(pH 5.6±0.2), C농장(pH 5.7±0.1), D농장(pH 5.7±0.1)로 정상적인 사후대사 최종 pH 5.5~5.8의 범위에 속하는 것으로 나타나 정상적인 사후대사가 이루어진 것으로 분석된다.

식육의 육색을 기계적 분석법으로 평가한 결과 식육의 명도는 C농장(43.5±3.6)이 가장 낮게 나타나 육색이 가장 짙은 것으로 확인되었다. 하지만 나머지 농장들도 정상적인 범위인 42~50의 범위에서 측정되었다. 보수력을 측정한 결과 C농장(3.9±1.4%), A농장(3.9±0.9%), B농장(4.1±1.3%), D농장(4.4±1.0%)순으로 낮은 보수력 비율을 나타냈다. 가열감량의 경우 A농장(7.8±4.2%), B농장(8.1±2.4%), C농장(11.1±12.6%), D농장(8.9±3.6%)순으로 낮은 가열감량을 나타냈다. 식육의 관능검사(육색)결과 A농장(2.9±0.4점), C농장(2.8±0.4점), B농장(2.6±0.5점), D농장(2.5±0.5점)순으로 나타났다. 식육의 관능검사(마블링)결과 B농장(2.0±0.6점), D농장(1.9±0.5점), A농장(1.8±0.5점), C농장(1.8±0.4점)순으로 나타났다. 식육의 물성(경도성)결과 C농장(36.2±5.4), D농장(32.9±5.5), B농장(32.4±6.5), A농장(31.8±6.1)순으로 나타났다. 식육의 씹힘성(고체식품을 삼킬 수 있을 때까지 씹는데 필요한 일의 양 “연하다~질기다”)의 측정결과 C농장(15.6±4.3), A농장(14.2±4.4), B농장(14.1±3.8), D농장(12.7±5.2)순으로 측정되었다.

분석결과 각 실험항목별 농장간의 큰 차이는 발견되지 않았으나, C농장에서 측정된 실험돈들의 육질특성이 pH가 높고, 육색이 짙으며, 식육의 경도가 우수하였다.

Table 11. Meat quality traits classified by Farm

Measurements	Farm A	Farm B	Farm C	Farm D	significance
Muscle pH _{45min}	6.3 ^{ab} ± 0.2	6.2 ^b ± 0.3	6.4 ^a ± 0.2	6.3 ^{ab} ± 0.2	*
Muscle Temperature	22.7 ^b ± 3.7	23.1 ^b ± 3.3	25.2 ^a ± 2.3	22.7 ^b ± 3.8	*
Muscle pH _{24hr}	5.6 ^{bc} ± 0.1	5.6 ^c ± 0.2	5.7 ^a ± 0.1	5.7 ^{ab} ± 0.1	*
L* (Lightness)	44.9 ^b ± 3.0	46.8 ^a ± 3.9	43.5 ^c ± 3.6	45.9 ^{ab} ± 2.6	*
a* (Redness)	6.1 ^b ± 0.8	6.7 ^a ± 1.2	7.1 ^a ± 1.2	6.7 ^a ± 1.1	*
b* (Yellowness)	2.1 ^c ± 0.7	3.3 ^a ± 1.0	2.5 ^b ± 1.0	2.6 ^b ± 0.7	*

Levels of significance: *P < 0.05

^{a,b,c}Means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

Table 12. Eating quality and sensory evaluation classified by Farm

Measurements	Farm A	Farm B	Farm C	Farm D	significance
Drip loss (%)	3.9 ^{ab} ± 0.9	4.1 ^{ab} ± 1.3	3.9 ^a ± 1.4	4.4 ^b ± 1.0	*
Cooking loss (%)	7.8 ^b ± 4.2	8.1 ^b ± 2.4	11.1 ^a ± 12.6	8.9 ^{ab} ± 3.6	*
NPPC Color	2.9 ^a ± 0.4	2.6 ^b ± 0.5	2.8 ^a ± 0.4	2.5 ^b ± 0.5	*
NPPC Mabling	1.8 ^a ± 0.5	2.0 ^a ± 0.6	1.8 ^a ± 0.4	1.9 ^a ± 0.5	NS
hardness	31.8 ^b ± 6.1	32.4 ^b ± 6.5	36.2 ^a ± 5.4	32.9 ^b ± 5.5	*
cohesiveness	14.2 ^{ab} ± 4.4	14.1 ^{ab} ± 3.8	15.6 ^a ± 4.3	12.7 ^b ± 5.2	*

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b}Means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

4. 후보용돈 별 사양성적 및 육질 분석

(1) 후보용돈 별 사양 성적 및 도체성적

후보용돈 별 사양성적 측정 결과 이유일령은 23~28일 사이에 이유가 완료 되었으며, 이유 시 체중은 MK004($8.5 \pm 1.7\text{kg}$), MK001($7.8 \pm 1.6\text{kg}$), MD003($7.4 \pm 1.1\text{kg}$), MD002($7.3 \pm 0.7\text{kg}$), MK002($7.3 \pm 1.4\text{kg}$), MD001($7.2 \pm 1.2\text{kg}$), MK005($7.0 \pm 1.4\text{kg}$), MS001($6.7 \pm 1.5\text{kg}$), MK003($6.4 \pm 2.0\text{kg}$)순서로 측정 되었다.

용돈별 도축일령은 205일~220일(평균 210일)사이에 도축이 이루어졌으며, 도체중은 79.12kg 으로 측정되었다. 등지방 두께는 평균 21.9mm 으로 측정되었는데, 도체중이 높을수록 등지방 두께가 두껍게 나타나는 경향을 측정 할 수 있었다. 이는 Lee와 Joo(1999)가 발표한 도체중이 무거울수록 등지방두께의 차이는 유의하다는 결과와 유사하였다.

후보용돈 MK004, MD001과 MK001, MK00의 경우 사육기간이 MK004, MD001이 짧았지만 도체중은 더욱더 높은 값을 나타내었다($P < 0.05$).

이를 통해 돼지의 증체나 육질에는 사육기간 보다는 품종, 교배조합, 성별, 사양관리 등에 의하여 더 많은 영향을 받는다는 Choi 등(2009)의 연구결과와 일치하였다.

Table 13. Growth performance and carcass characteristics classified by Boar

Boar	Weaning Day	Weaning Weight (Kg)	Slaughter Day	Carcass Weight (Kg)	Backfat thickness (mm)
MD001	28.6 ^a ± 1.9	7.2 ^{ab} ± 1.2	209.2 ^a ± 16.5	81.1 ^a ± 8.9	22.5 ^a ± 4.6
MD002	27.8 ^a ± 0.3	7.3 ^{ab} ± 0.7	205.1 ^a ± 17.2	78.5 ^a ± 4.2	20.0 ^a ± 2.3
MD003	26.7 ^{ab} ± 1.9	7.4 ^{ab} ± 1.1	210.5 ^a ± 10.5	79.7 ^a ± 3.5	21.2 ^a ± 4.3
MK001	25.9 ^{ab} ± 2.0	7.8 ^{ab} ± 1.6	213.8 ^a ± 13.4	77.14 ^a ± 5.48	21.07 ^a ± 5.01
MK002	26.7 ^{ab} ± 3.8	7.3 ^{ab} ± 1.4	210.7 ^a ± 16.2	77.95 ^a ± 8.66	21.23 ^a ± 4.87
MK003	22.4 ^c ± 2.9	6.4 ^b ± 2.0	209.2 ^a ± 16.3	78.00 ^a ± 7.41	24.66 ^a ± 6.00
MK004	27.0 ^{ab} ± 1.8	8.50 ^a ± 1.7	206.0 ^a ± 17.0	86.00 ^a ± 5.5	24.00 ^a ± 5.0
MK005	23.8 ^{bc} ± 2.2	7.0 ^{ab} ± 1.4	220.4 ^a ± 16.4	76.5 ^a ± 3.9	21.8 ^a ± 4.0
MS001	26.7 ^{ab} ± 2.8	6.7 ^{ab} ± 1.5	208.6 ^a ± 15.1	79.73 ^a ± 10.64	22.06 ^a ± 3.43
Significance	*	*	NS	NS	NS

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b,c}Means with different superscripts in the same column significantly differ (P < 0.05).

(2) 후보용돈 별 육질 분석

후보용돈 별 육질검사를 위해 사후 2시간 경과 후 pH(45)측정 결과 pH6.1~6.4의 값으로 정상적인 범위 안에서 저하속도를 나타내었으며, 24시간이 경과 후 최종 pH(24)는 pH5.6~5.8 사이의 범위 안에 측정되었으며, 정상적인 사후대사의 범위인 pH5.5~5.8범위에 포함되어 정상적인 사후대사가 일어난 것으로 분석된다.

색도계를 이용하여 측정한 육색은 후보 9개 용돈이 44~47의 서로 비슷한 범위에서 값이 측정되었다. 명도가 50이상, 유리육즙량이 6%이상일 경우 PSE로 분류된다.

후보용돈 별 보수력은 유리육즙량, 가열감량 등의 방법을 통해서 측정되어지는데, 본 연구에서는 유리육즙량을 통하여 측정을 하였다. 일반적으로 보수력의 6%미만일 경우 보수력이 우수하다고 한다. 본 연구 결과에서는 3.7~5.2% 범위에서 측정 되어 보수력이 매우 우수한 것으로 확인 되었다.

소비자들이 식육의 소비 시 품질을 평가하는 가장 중요한 지표 중 하나인 가열감량의 경우 7.4~12.7%범위에서 측정되어 매우 우수한 것으로 나타났다. 돈육의 경우 가열시 손실되는 수분의 양은 가열방법이나 속도에 따라 다르지만, 20~35%정도 손실이 된다. 가열감량이 적을수록 식육 섭취 시 다즙성을 느껴 기호도가 좋아진다.

후보용돈 별 육질 분석 결과 대체적으로 유사한 값을 보였으며, 육질의 특성은 우수하게 측정 되었다.

Table 14. Meat quality traits classified by Boar

Boar	Muscle pH _{45min}	Muscle Temperature	Muscle pH _{24hr}	L* (Lightness)	a* (Redness)	b* (Yellowness)
MD001	6.20 ^a ± 0.2	23.9 ^a ± 3.3	5.60 ^a ± 0.2	45.9 ^a ± 3.6	6.5 ^{ab} ± 1.1	2.5 ^b ± 1.0
MD002	6.30 ^{ab} ± 0.2	20.8 ^a ± 4.8	5.60 ^a ± 0.1	47.5 ^a ± 1.9	5.9 ^b ± 0.8	2.2 ^b ± 0.5
MD003	6.20 ^a ± 0.2	23.4 ^a ± 1.9	5.80 ^a ± 0.2	46.0 ^a ± 2.7	7.4 ^a ± 0.6	3.0 ^{ab} ± 0.8
MK001	6.41 ^b ± 0.28	25.29 ^a ± 3.17	5.78 ^a ± 0.11	43.74 ^b ± 3.5	6.84 ^a ± 1.2	4.20 ^a ± 1.4
MK002	6.18 ^a ± 0.21	25.43 ^a ± 3.64	5.61 ^a ± 0.10	49.20 ^a ± 2.9	6.60 ^{ab} ± 1.3	2.92 ^b ± 1.2
MK003	6.40 ^b ± 0.23	24.85 ^a ± 3.29	5.69 ^a ± 0.12	46.4 ^a ± 2.8	7.07 ^a ± 1.4	3.92 ^{ab} ± 1.5
MK004	6.10 ^a ± 0.2	14.9 ^b ± 3.5	5.70 ^a ± 0.1	44.3 ^b ± 2.0	7.5 ^a ± 1.0	3.0 ^{ab} ± 1.0
MK005	6.30 ^{ab} ± 0.2	22.0 ^a ± 3.8	5.70 ^a ± 0.2	46.4 ^a ± 2.6	6.9 ^{ab} ± 0.9	2.6 ^b ± 0.7
MS001	6.15 ^b ± 0.33	22.80 ^a ± 4.46	5.68 ^a ± 0.11	47.83 ^a ± 2.6	6.96 ^{ab} ± 1.0	3.32 ^{ab} ± 1.1
Significance	*	*	NS	*	*	*

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b}Means with different superscripts in the same column significantly differ (P < 0.05).

Table 15. Meat quality traits and sensory evaluation classified by Boar

Boar	Drip loss (%)	Cooking loss (%)	NPPC Color	NPPC Mablmg	Hardness	Cohesiveness
MD001	4.1 ^a ± 1.1	8.5 ^a ± 4.0	2.7 ^a ± 0.6	1.8 ^a ± 0.6	31.7 ^b ± 6.5	14.4 ^{ab} ± 4.2
MD002	4.5 ^a ± 0.6	9.0 ^a ± 4.9	3.2 ^a ± 0.2	2.0 ^a ± 0.5	29.9 ^b ± 3.4	12.7 ^b ± 2.8
MD003	3.7 ^a ± 1.2	12.7 ^a ± 13.1	2.6 ^a ± 0.5	1.7 ^a ± 0.5	39.4 ^a ± 6.5	16.5 ^a ± 5.1
MK001	3.68 ^a ± 1.0	8.9 ^a ± 8.9	3.00 ^a ± 0.72	1.89 ^a ± 0.58	42.38 ^a ± 4.87	14.50 ^{ab} ± 6.75
MK002	5.37 ^b ± 1.43	8.0 ^a ± 5.1	2.75 ^a ± 0.51	1.86 ^a ± 0.47	32.98 ^{ab} ± 4.53	15.84 ^{ab} ± 4.25
MK003	3.63 ^a ± 0.79	7.9 ^a ± 2.1	2.85 ^a ± 0.49	2.04 ^a ± 0.78	36.84 ^{ab} ± 6.33	12.99 ^b ± 4.40
MK004	5.2 ^b ± 1.2	10.7 ^a ± 5.0	3.0 ^a ± 0.4	2.0 ^a ± 0.6	33.7 ^{ab} ± 5.0	18.8 ^a ± 5.3
MK005	4.6 ^{ab} ± 0.8	10.7 ^a ± 4.4	2.6 ^a ± 0.5	1.8 ^a ± 0.6	31.7 ^b ± 6.1	14.5 ^{ab} ± 5.0
MS001	5.00 ^b ± 0.86	7.4 ^a ± 4.2	2.81 ^a ± 0.40	2.11 ^a ± 0.50	36.67 ^{ab} ± 8.01	16.08 ^a ± 5.37
Significance	*	NS	NS	NS	*	*

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b}Means with different superscripts in the same column significantly differ (P < 0.05).

5. 후보용돈(MK001)의 사양성적 및 육질 분석

(1) 후보용돈(MK001)의 농장 별 사양 및 도체 성적

후보용돈(MK001)의 농장별 성적을 측정한 결과(table 14) 이유 시 체중은 A농장($9.4\pm 1.1\text{kg}$), B농장($8.06\pm 1.5\text{kg}$), D농장($6.9\pm 0.9\text{kg}$), C농장($6.8\pm 1.2\text{kg}$)순으로 나타났다.

도체중 측정결과 C농장($80.9\pm 3.3\text{kg}$), A농장($80.2\pm 4.6\text{kg}$), D농장($73.1\pm 4.1\text{kg}$), B농장($71.7\pm 5.2\text{kg}$)순으로 나타났다. 등지방두께의 측정결과는 20.6~22.7mm사이의 값으로 측정되었다.

일당증체량은 A농가에서 401g으로 가장 우수하였고, C농장 360g, D농장 346g, B농장 333g의 순서로 측정되었다.

측정결과 농장간의 사육환경과 사양관리, 환경적 요인, 출하시기에 따라 실험군의 사양성적 및 도체 성적의 차이가 있음을 확인 할 수 있었다. 이는 돼지의 증체나 육질에는 품종, 교배조합, 성별, 사양관리, 사육환경 등에 의하여 많은 영향이 있다는 Choi 등(2009)의 연구결과와 유사 하였다.

Table 16. Growth performance and carcass characteristics of Boar MK001 classified by Farm

Measurements	Farm A	Farm B	Farm C	Farm D	significance
Weaning Day	28.0 ^a ± 1.1	24.7 ^b ± 1.9	26.1 ^b ± 0.9	25.6 ^b ± 2.9	*
Weaning Weight (Kg)	9.4 ^a ± 1.1	8.06 ^b ± 1.5	6.8 ^c ± 1.2	6.9 ^c ± 0.9	*
Slaughter Day	200.0 ^c ± 11.5	215.2 ^b ± 7.3	224.4 ^a ± 11.2	211.2 ^b ± 14.9	*
Carcass Weight (Kg)	80.2 ^a ± 4.6	71.7 ^b ± 5.2	80.9 ^a ± 3.3	73.1 ^b ± 4.1	*
Backfat thickness (mm)	20.6 ^a ± 4.9	21.7 ^a ± 4.4	22.7 ^a ± 4.6	21.5 ^a ± 4.4	NS
Average daily gain(g)	401	333	360	346	

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b,c}Means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

(2) 후보 후보용돈(MK001)의 농장별 육질분석

사후 2시간 경과 후 pH값 과 사후 24시간 경과 후 최종 pH값은 모두 정상범위 5.5~6.0내에서 비슷한 값으로 측정되었다.

이유일령은 24일~28일 사이에 시작 하였으며, 이유 시 체중은 이유일령이 다르지만, 6.8~8.06kg사이로 이유일령이 동일하지 않아 조금씩의 차이가 있었다.

도축일령 또한, 200일~224일 사이에 도축이 되었으며, 도축일령에 따라 도체중도 차이가 있었다. 하지만, D농장의 경우 도축일령이 211일로 3번째로 도축일령이 길었지만 도체중은 73.1±4.1kg으로 가장 낮은 결과를 나타냈다.

등지방두께의 측정결과 C농장(22.7±4.6mm)이 가장 두꺼웠으며, B농장(21.7±4.4mm), D농장(21.5±4.4mm), A농장(20.6±4.9mm)순으로 측정되었다.

생애일당증체량의 측정 결과는 A농장(401g)로 가장 우수하였으며, C농장(360g), D농장(346g), B농장(333g)순으로 측정되었다.

보수력의 측정 결과 B농장(3.7±1.4%)로 가장 우수한 값을 나타내었으며, C농장(3.8±1.2%), A농장(4.3±1.1%), D농장(5.0±1.1%)순으로 측정되었다.

가열감량의 측정 결과 모든 농가에서 정상범위보다 월등히 좋은 값으로 측정되었다(P < 0.05).

관능검사 육색의 측정결과 실험농가 모두 비슷한 값을 보였으며, 마블링의 경우 B농장(2.3±0.4점)으로 다른 농가들에 비해 높은 값을 나타내었다(P < 0.05).

식육을 섭취 시 느껴지는 정도의 측정값은 C농장(36±4.5)으로 가장 높았으며, A농장(31.7±4.5), B농장(31.0±5.7), D농장(30.3±3.1)순으로 나타났다.

후보용돈 MK001의 농장 간 육질의 분석 결과를 살펴보면 후보용돈 MK001의 특성이 균일하게 농장별로 표현되기 보다는 농장간의 사육환경, 사양관리 등에 대해 더욱 영향을 받는 것으로 보인다.

Table 17. Meat quality traits of Boar MK001 classified by Farm

Measurements	Farm A	Farm B	Farm C	Farm D	significance
Muscle pH _{45min}	6.3 ^a ± 0.2	6.3 ^a ± 0.3	6.4 ^a ± 0.2	6.4 ^a ± 0.2	NS
Muscle Temperature	24.4 ^{ab} ± 4.1	22.5 ^{bc} ± 3.2	25.1 ^a ± 1.9	20.3 ^c ± 2.8	*
Muscle pH _{24hr}	5.6 ^{bc} ± 0.08	5.5 ^c ± 0.1	5.7 ^a ± 0.1	5.7 ^{ab} ± 0.1	*
L* (Lightness)	44.2 ^{ab} ± 3.4	46.5 ^a ± 3.2	42.6 ^b ± 3.2	45.7 ^a ± 2.7	*
a* (Redness)	5.9 ^b ± 0.5	6.6 ^{ab} ± 1.0	7.1 ^a ± 1.0	6.3 ^{ab} ± 1.4	*
b* (Yellowness)	1.9 ^b ± 0.6	3.4 ^a ± 1.0	2.3 ^b ± 0.9	2.5 ^b ± 1.0	*

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b,c}Means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

Table 18. Meat quality traits and sensory evaluation of Boar MK001 classified by farm

Measurements	Farm A	Farm B	Farm C	Farm D	significance
Drip loss (%)	4.3 ^{ab} ±1.1	3.7 ^b ± 1.4	3.8 ^b ± 1.2	5.0 ^a ± 1.1	*
Cooking loss (%)	6.2 ^a ± 2.3	7.8 ^a ± 2.2	13.2 ^a ± 16.2	7.3 ^a ± 2.1	NS
NPPC Color	2.8 ^a ± 0.2	2.6 ^{ab} ± 0.4	2.7 ^{ab} ± 0.5	2.5 ^b ± 0.4	*
NPPC Mabling	1.7 ^b ± 0.5	2.3 ^a ± 0.4	2.0 ^{ab} ± 0.4	1.8 ^b ± 0.5	*
hardness	31.7 ^b ± 4.5	31.0 ^b ± 5.7	36 ^a ± 4.5	30.3 ^b ± 3.1	*
cohesiveness	14.6 ^{ab} ± 3.1	13.3 ^{ab} ± 3.3	16.1 ^a ± 4.2	12.6 ^b ± 3.8	*

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b}Means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

6. 실험농가(A) 내 후보응돈 사양성적 및 육질분석

(1) 실험농가(A) 내 후보응돈 사양성적 및 도체성적

후보응돈의 사양성적 중 이유일령의 측정 결과 MK003(22일)로 가장 빨랐으며, MK002, MK004, MS001은 27일, MK001 28일 MD001과 MK002는 29일령에 이유를 한 것으로 측정 되었다.

이유 시 체중의 측정결과 MK001(9.4 ± 1.1 kg)으로 가장 높았으며, MK004(8.5 ± 0.9 kg), MK002(7.6 ± 1.2 kg), MD002(7.3 ± 0.7 kg), MD001(6.9 ± 1.2 kg), MS001(6.5 ± 1.3 kg), MK003(6.2 ± 0.2 kg)순으로 측정되었다. 이유일령이 가장 짧았던 MK003의 이유 시 체중이 가장 낮게 측정되었으나, 이유일령 가장 길었던 MK002의 이유 시 체중은 3번째로 높게 측정되었다. 도축일령은 194~206일 사이에 이루어졌으며, 도축일령에 따라 79~82.9kg 사이에 측정되었다($P < 0.05$).

등지방 두께의 측정 결과는 MK003(29.0 ± 2.6 mm)이 가장 두꺼웠으며, MK004(24.0 ± 4.3 mm), MK002(23.1 ± 4.4 mm), MD001(21.8 ± 4.1 mm), MK001(20.6 ± 4.9 mm), MD002(20.0 ± 2.3 mm) 순으로 측정 되었다.

등지방 두께가 가장 두껍게 측정되었던 MK003은 도체중이 가장 높게 측정되었지만, 등지방 두께가 가장 얇게 측정되었던 MK001의 도체중은 5번째로 낮게 측정되었다($P < 0.05$). 이를 통해 도체중과 등지방두께는 유의성이 있다고 판단 된다.

Table 19. Growth performance and carcass characteristics of Farm A classified by Boar

Boar	Weaning Day	Weaning Weight (Kg)	Slaughter Day	Carcass Weight (Kg)	Backfat thickness (mm)
MD001	29.7 ^a ± 1.3	6.9 ^{bc} ± 1.2	201.4 ^a ± 10.6	82.9 ^a ± 7.4	21.8 ^{ab} ± 4.1
MD002	27.8 ^b ± 0.3	7.3 ^{bc} ± 0.7	205.1 ^a ± 17.7	78.5 ^a ± 4.2	20.0 ^b ± 2.3
MK001	28.0 ^b ± 0	9.4 ^a ± 1.1	200.2 ^a ± 11.5	80.2 ^a ± 4.6	20.6 ^b ± 4.9
MK002	29.8 ^a ± 1.5	7.6 ^{abc} ± 1.2	194.9 ^a ± 8.9	79.7 ^a ± 8.2	23.1 ^{ab} ± 4.4
MK003	22.0 ^c ± 0	6.2 ^c ± 0.2	194.6 ^a ± 23.0	89.3 ^a ± 2.5	29.0 ^a ± 2.6
MK004	27.0 ^b ± 0.1	8.5 ^{ab} ± 0.9	206.0 ^a ± 22.8	86 ^a ± 2.4	24.0 ^{ab} ± 4.3
MS001	27.3 ^b ± 0.4	6.5 ^c ± 1.3	200.0 ^a ± 8.6	80.6 ^a ± 7.4	22.6 ^{ab} ± 6.3
significance	*	*	NS	NS	*

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b,c}Means with different superscripts in the same column significantly differ (P < 0.05).

(2) 실험농가(A) 내 후보우돈 육질분석

사후 45분 후 pH측정결과 pH6.1~6.3 사이에 측정이 되었고, 사후 24시간 후 측정 결과는 pH5.6~5.7사이의 값으로 측정 되었다.

근육의 명도 또한 44~47 사이의 값으로 측정되어 큰 차이는 없는 것으로 보였다.

보수력의 측정결과 MK004(5.1±1.3%)이 가장 높은 값을 나타내었으며, MD002(4.5±0.6%), MK001(4.3±1.1%), MS001(4.1±0.8%), MK003(3.8±2.0%), MD001(3.7±0.7%), MK002(3.4±0.5%)순으로 측정 되었다.

가열감량의 측정결과 보수력이 가장 높게 측정 되었던 MK004(10.7±4.0)이 가장 높게 측정 되었으며, MD002(9.0±4.9), MK003(8.8±4.1), MD001(8.3±4.6), MS001(7.5±5.2), MK002(7.3±2.7), MK001(6.2±2.3)순으로 측정되었다.

관능검사 육색과 마블링의 측정 결과 각각 2.6~3.2, 1.7~2.0 사이의 값으로 측정이 되어 서로 큰 차이가 없는 것으로 보였다.

후보우돈 별 식육의 경도를 측정한 결과 28.5~35.1 사이에 측정되어 서로 차이는 없었으나, 씹힘성의 측정 결과는 MK004(18.8±1.5), MK003(18.3±1.7)는 비슷한 값을 보였으며, MS001(15.8±4.7), MK001(14.6±3.1), MD001(13.9±4.0), MD002(12.7±2.8)도 비슷한 값을 나타낸 반면, MK002(11.0±5.4)의 가장 낮은 값을 나타내었다($P < 0.05$).

이를 통해 실험군의 육질 분석결과 육질은 후보우돈의 유전력이 영향을 끼치지 만, 농가간의 사양관리, 사육환경 등의 영향을 많이 받는 것으로 판단된다.

Table 20. Meat quality traits of Farm A classified by Boar

Boar	Muscle pH _{45min}	Muscle Temperature	Muscle pH _{24hr}	L* (Lightness)	a* (Redness)	b* (Yellowness)
MD001	6.2 ^a ± 0.1	23.7 ^a ± 3.3	5.6 ^a ± 0.1	44.6 ^a ± 2.8	6.3 ^{ab} ± 0.8	2.2 ^a ± 0.9
MD002	6.3 ^a ± 0.2	20.8 ^a ± 4.8	5.6 ^a ± 0.1	47.5 ^a ± 1.9	5.9 ^b ± 0.8	2.2 ^a ± 0.5
MK001	6.3 ^a ± 0.2	24.4 ^a ± 4.1	5.6 ^a ± 0	44.2 ^a ± 3.4	5.9 ^b ± 0.5	1.9 ^a ± 0.6
MK002	6.3 ^a ± 0.1	23.8 ^a ± 3.3	5.6 ^a ± 0	45 ^a ± 2.6	6.2 ^{ab} ± 0.8	2.2 ^a ± 0.7
MK003	6.1 ^a ± 0.2	21.6 ^a ± 7.9	5.7 ^a ± 0.2	46.2 ^a ± 2.7	6.6 ^{ab} ± 1.2	2.7 ^a ± 1.3
MK004	6.1 ^a ± 0.1	14.9 ^b ± 0.8	5.7 ^a ± 0.3	47.4 ^a ± 3.1	7.5 ^a ± 0.1	3.01 ^a ± 1.2
MS001	6.3 ^a ± 0.2	21.0 ^a ± 1.8	5.7 ^a ± 0.1	44.6 ^a ± 3.4	5.9 ^b ± 0.9	2.1 ^a ± 0.6
significance	NS	NS	NS	NS	*	NS

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b}Means with different superscripts in the same column significantly differ (P < 0.05).

Table 21. Meat quality traits and sensory evaluation of Farm A classified by Boar

Boar	Drip loss (%)	Cooking loss (%)	NPPC Color	NPPC Mablign	hardness	cohesiveness
MD001	3.7 ^{ab} ± 0.7	8.3 ^a ± 4.6	2.9 ^a ± 0.4	1.8 ^a ± 0.5	30.6 ^a ± 5.5	13.9 ^{ab} ± 4.0
MD002	4.5 ^{ab} ± 0.6	9.0 ^a ± 4.9	3.2 ^a ± 0.2	2.0 ^a ± 0.5	29.9 ^a ± 3.4	12.7 ^{ab} ± 2.8
MK001	4.3 ^{ab} ± 1.1	6.2 ^a ± 2.3	2.8 ^a ± 0.2	1.7 ^a ± 0.5	31.7 ^a ± 4.5	14.6 ^{ab} ± 3.1
MK002	3.4 ^b ± 0.5	7.3 ^a ± 2.7	2.8 ^a ± 0.3	1.8 ^a ± 0.5	28.5 ^a ± 5.0	11.0 ^b ± 5.4
MK003	3.8 ^{ab} ± 2.0	8.8 ^a ± 4.1	2.6 ^a ± 0.5	2.0 ^a ± 0.8	34.7 ^a ± 2.9	18.3 ^a ± 1.7
MK004	5.1 ^a ± 1.3	10.7 ^a ± 4.0	3.0 ^a ± 0.3	2.0 ^a ± 0.6	33.7 ^a ± 2.7	18.8 ^a ± 1.5
MS001	4.1 ^{ab} ± 0.8	7.5 ^a ± 5.2	3.0 ^a ± 0.4	1.8 ^a ± 0.5	35.1 ^a ± 7.5	15.8 ^{ab} ± 4.7
significance	*	NS	NS	NS	NS	*

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b}Means with different superscripts in the same column significantly differ (P < 0.05).

7. 조직학적 분석

근육의 기본단위인 근섬유는 대사, 육질, 이상육의 발생과 밀접한 연관성이 있다. 이에 본 연구에서는 실험군의 조직학적 특성과 성장, 도체, 육질 형질과의 연관성을 규명해보기 위해 조직학적 성적이 우수한 상위 20%그룹(MK001, MK003)과 하위 20%그룹(MS001, MK002)을 선발하여 각각의 조직학적 특성을 비교분석해보았다.

(1) 상위 그룹과 하위그룹간의 조직학적 분석 I.

조직학적 분석을 위하여 근섬유 크기(Muscle Fiber Area)를 상위그룹과 하위그룹간의 비교 분석 해보았다. 전반적으로 유의한 값을 나타내고 있었지만, 상위 20%그룹(MK001, MK003)이 Type I의 크기가 하위 20%그룹(MS001, MK002)보다 약간 크게 측정되었으며, Type IIb의 크기는 하위 20%그룹(MS001, MK002)이 Type I의 크기 차이 보다 많이 차이 나는 것으로 측정되었다($P < 0.05$). 즉, 하위 20%그룹(MS001, MK002)이 전반적으로 상위 20%그룹(MK001, MK003)보다 근섬유 크기(Muscle Fiber Area)가 크게 측정되었다($P < 0.05$).

조직학적 분석을 위하여 근섬유의 밀도(Muscle Fiber Area percentage, Muscle Fiber Number percentage)의 측정결과는 상위 20%그룹(MK001, MK003)과 하위 20%그룹(MS001, MK002)간의 차이가 근섬유 크기(Muscle Fiber Area)의 측정값 보다는 많은 차이를 나타냈다($P < 0.05$).

근섬유의 밀도 중 근섬유 크기의 밀도(Muscle Fiber Area percentage)을 측정 결과 상위 20%그룹(MK001, MK003)이 하위 20%그룹(MS001, MK002)보다 Type I의 근섬유 크기 밀도가 크게 측정되었으며, Type IIb의 근섬유 크기 밀도는 작게 측정되었다. 이는 상위 그룹의 근섬유는 Type I 크기가 하위 그룹 보다는 크고, Type IIb의 크기는 작다는 결과를 알 수 있다.

또한, 상위 그룹은 근섬유의 밀도 중 근섬유 수의 밀도(Muscle Fiber Number percentage)의 측정 결과 상위 20%그룹(MK001, MK003)이 하위 20%그룹(MS001, MK002)보다 Type I을 구성하는 수가 많았으며, Type IIb를 구성하는 근섬유의 수는 하위그룹이 높게 측정 되었다($P < 0.05$).

이를 통해, 근섬유의 전체적인 크기와 Type IIb의 크기, 밀도는 하위 20%그룹 (MS001, MK002)이 높으나, Type I의 크기와 밀도는 상위 20%그룹(MK001, MK003)이 높다는 결과를 측정할 수 있었다($P < 0.05$). 이는 근섬유수와 근섬유 크기가 반비례하며, 근섬유 밀도는 근섬유수와 정의상관관계를 갖는다는 Lee (2003)의 연구결과 와 일치하였다.

Table 22. Muscle fiber type characteristics by Performance groups

Measurements	High Performance		Low Performance		Significance
	MK001	MK003	MS001	MK002	
Mean area(μm^2)	4799 ^a ± 846	4846 ^a ± 968	5374 ^a ± 1048	5495 ^a ± 1156	NS
Type I area(μm^2)	3332 ^a ± 546	3004 ^a ± 572	3536 ^a ± 891	3374 ^a ± 696	NS
Type IIa area(μm^2)	3208 ^a ± 690	3045 ^a ± 518	3063 ^a ± 995	3194 ^a ± 932	NS
Type IIb area(μm^2)	3208 ^a ± 1062	5467 ^a ± 1229	5992 ^a ± 1266	6023 ^a ± 1316	NS

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05

^{a,b}Means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

Table 23. Muscle fiber type ratio by Performance groups

Measurements	Fiber area percentage			Fiber number percentage		
	Type I	Type IIa	Type IIb	Type I	Type IIa	Type IIb
MK001	13.25 ^a ± 2.13	5.97 ^a ± 2.19	80.77 ^b ± 2.18	19.05 ^a ± 2.97	9.00 ^a ± 3.15	71.93 ^b ± 4.53
MK003	9.36 ^b ± 2.15	6.00 ^a ± 2.34	84.62 ^c ± 0.72	15.13 ^b ± 3.82	9.38 ^a ± 2.91	75.47 ^c ± 2.81
MS001	7.87 ^c ± 1.57	5.31 ^{ab} ± 1.69	86.80 ^b ± 0.31	12.34 ^c ± 3.49	9.49 ^a ± 2.96	78.16 ^b ± 3.87
MK002	6.68 ^c ± 1.41	4.35 ^b ± 1.33	88.95 ^a ± 1.42	10.93 ^c ± 2.66	7.74 ^a ± 2.62	81.32 ^a ± 3.11
significance	***	*	***	***	NS	***

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05; ***P < 0.001.

^{a,b,c}Means with different superscripts in the same column significantly differ (P < 0.05).

(2) 상위 그룹과 하위그룹간의 육질분석

상위 20%그룹(MK001, MK003)과 하위 20%그룹(MS001, MK002)의 육질 분석 결과 도체중, 등지방두께, 온도 등은 유사한 값을 보였으나, pH, 명도, 보수력, 가열감량, 경도 간의 차이는 존재하였다.

상위 20%그룹(MK001, MK003)이 하위 20%그룹(MS001, MK002) 보다 pH45min, 24hour 가 높았으며, 명도 또한 더 짙은색을 나타냈다($P < 0.05$).

상위 20%그룹(MK001, MK003)은 식육의 보수력과 가열감량 또한 하위 20%그룹(MS001, MK002) 보다 뛰어났으며, 육색도 좋은 평가를 받았다($P < 0.05$).

식육의 섭취 시 느껴지는 식감을 나타내는 경도와 씹힘성의 비교 분석에서도 상위 20%그룹(MK001, MK003)이 하위 20%그룹(MS001, MK002) 보다 높은 결과를 나타냈다($P < 0.05$).

이를 통해, 상위 20%그룹(MK001, MK003)이 하위 20%그룹(MS001, MK002)에 비해 근섬유의 수가 많았던 상위그룹이 pH가 높고, 육색이 좋으며, 보수력이 뛰어났다. 또한, 가열감량과 식육의 경도 또한 우수하였다($P < 0.05$).

이는 Lee (2003)이 발표한 근섬유수와 성장, 도체육질간의 연관성분분석결과 근섬유수가 많은 그룹이 성장능력 및 적육 생산능력이 뛰어나다는 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

Table 24. Meat quality traits classified by Performance group

Measurements	High Performance		Low Performance		significance
	MK001	MK003	MS001	MK002	
carcass weight (kg)	77.14 ^a ± 5.48	78.00 ^a ± 7.41	79.73 ^a ± 10.64	77.95 ^a ± 8.66	NS
back fat thickness (mm)	21.07 ^a ± 5.01	24.66 ^a ± 6.00	22.06 ^a ± 3.43	21.23 ^a ± 4.87	NS
Muscle pH _{45min}	6.41 ^a ± 0.28	6.40 ^a ± 0.23	6.15 ^b ± 0.33	6.18 ^b ± 0.21	*
Muscle pH _{24hr}	5.78 ^a ± 0.11	5.69 ^b ± 0.12	5.68 ^b ± 0.11	5.61 ^b ± 0.10	**
Muscle temperature _{45min}	25.29 ^a ± 3.17	24.85 ^a ± 3.29	22.80 ^a ± 4.46	25.43 ^a ± 3.64	NS
Muscle temperature _{24hr}	6.30 ^a ± 2.15	6.44 ^a ± 1.51	6.78 ^a ± 1.55	5.75 ^a ± 1.57	NS

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05; **P < 0.01.

^{a,b}Means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

Table 25. Meat color and water holding capacity traits classified by Performance group

Measurements	High Performance		Low Performance		significance
	MK001	MK003	MS001	MK002	
Lightness (L* _{24hr})	43.74 ^c ± 3.5	46.4 ^b ± 2.8	47.83 ^{ab} ± 2.6	49.20 ^a ± 2.9	***
Redness (a* _{24hr})	6.84 ^a ± 1.2	7.07 ^a ± 1.4	6.96 ^a ± 1.0	6.60 ^a ± 1.3	NS
Yellowness (b* _{24hr})	4.20 ^a ± 1.4	3.92 ^{ab} ± 1.5	3.32 ^{ab} ± 1.1	2.92 ^b ± 1.2	*
FFU(mg)	58.71 ^a ± 37.8	39.50 ^{ab} ± 25.9	29.40 ^b ± 18.0	41.23 ^{ab} ± 22.5	*
Drip loss(%)	3.68 ^b ± 1.0	3.63 ^b ± 0.79	5.00 ^a ± 0.86	5.37 ^a ± 1.43	***
Cooking loss (%)	22.06 ^a ± 10.1	14.18 ^b ± 9.2	9.28 ^b ± 7.12	11.82 ^b ± 8.2	**

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05; **P < 0.01; ***P < 0.001.

^{a,b,c}Means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

Table 26. Meat texture and sensory evaluation classified by Performance group

Measurements	High Performance		Low Performance		significance
	MK001	MK003	MS001	MK002	
NPPC Color	3.00 ^a ± 0.72	2.85 ^a ± 0.49	2.81 ^a ± 0.40	2.75 ^a ± 0.51	NS
NPPC Marbling	1.89 ^a ± 0.58	2.04 ^a ± 0.78	2.11 ^a ± 0.50	1.86 ^a ± 0.47	NS
Hardness	42.38 ^a ± 4.87	36.84 ^b ± 6.33	36.67 ^b ± 8.01	32.98 ^b ± 4.53	***
Cohesiveness	0.37 ^{ab} ± 0.15	0.35 ^b ± 0.10	0.45 ^a ± 0.12	0.44 ^a ± 0.10	*
Springiness	0.63 ^a ± 0.23	0.62 ^a ± 0.13	0.74 ^a ± 0.13	0.68 ^a ± 0.15	NS
Gumminess	14.50 ^a ± 6.75	12.99 ^a ± 4.40	16.08 ^a ± 5.37	15.84 ^a ± 4.25	NS
Chewiness	10.90 ^a ± 4.84	10.12 ^a ± 3.44	12.51 ^a ± 3.80	11.95 ^a ± 2.94	NS

Levels of significance: NS, Not Significant; *P < 0.05; ***P < 0.001.

^{a,b}Means with different superscripts in the same row significantly differ (P < 0.05).

8. 상관관계분석

측정항목간의 상관관계를 분석하기 위해 상관분석을 실시하였다. 전체적으로 조직학적 특성과 육질특성 항목간의 다양한 연관성을 관찰 할 수 있었다.

사후 pH 항목의 측정결과 Type I area(%)는 정의 상관관계를 보였으며, Type IIb area(%)는 부의 상관관계를 나타냈다.

식육의 육색을 나타내는 명도(L*)의 측정값은 Type I area(%)의 경우 부의 상관관계를 나타냈으며, Type IIb area(%)는 정의 상관관계를 나타냈다.

식육의 보수력을 측정하는 Drip loss(%)의 측정결과 Type I area(%)은 부의 상관관계, Type IIb(%)는 정의 상관관계를 나타냈다.

식육의 식감과 관련 있는 경도(Hardness)의 측정결과 Type I area(%)은 정의 상관관계를 나타냈으며, Type IIb(%)는 부의 상관관계를 나타냈다.

이를 분석하면, Type I area(%)의 경우 명도와 보수력을 제외한 나머지 육질관련 항목에서는 정의 상관관계를 보였으며, Type IIb(%)는 이와 정반대의 측정 결과를 나타냈다.

조직학적 특성과 육질이 우수한 상위그룹은 근섬유 밀도(Muscle Fiber Area percentage)가 높았으며, 이에 비해 하위그룹은 근섬유 밀도가 낮았다.

근섬유 밀도(Muscle Fiber Area percentage)가 높은 상위그룹은 하위그룹에 비해 도체의 사후특성에 큰 영향을 미치는 pH는 높게 유지 되었으며, 육색이 짙으며, 보수력, 경도가 우수하게 측정되었다.

이를 통해, 근섬유의 밀도는 도체의 육질과 밀접한 상관관계가 있음을 확인 할 수 있었다.

본 연구의 연구결과 후보우돈들의 교배조합을 통해 생산된 후대검정자돈들의 성장특성 및 사양성적은 농가의 사양관리와 사육환경에 따라 많은 차이가 있었다. 이는 사양관리와 사육환경의 조절이나 통일된 육성 시스템을 구축한다면, 지금보다 균일하고 규격화된 도체를 상품화 할 수 있을 것이라 판단된다. 이에 반해 상품의 질을 좌우하는 육질의 특성 및 조직학적 특성을 분석해본결과 후보우돈을 통해 생산된 후대검정자돈들의 육질특성 및 조직학적 특성은 후보우돈의 유전력에 많은 영향을 받는 것으로 분석되었다. 육질이 우수한 후보우돈 일수록 근섬유의 크기가 작고, 근섬유 Type I의 분포밀집도가 높은 것으로 분석되었다. 이러한 근섬유의 분포밀도는 도체의 pH, 보수력, 육색 등에 영향을 미치며, 최종육질에 큰 영향을 미치는 것으로 분석 되었다. 이를 통해 종돈의 선택 시

후보종돈의 육질 및 조직학적 분석을 통해, 우수 육질 생산능력이 뛰어난 종돈을 선택하여 농가의 이익을 창출하며, 우수 종돈을 등록, 보존, 개량하여 지속적으로 우수한 품종 및 교배조합을 선발할 수 있을 것 이라 판단된다.

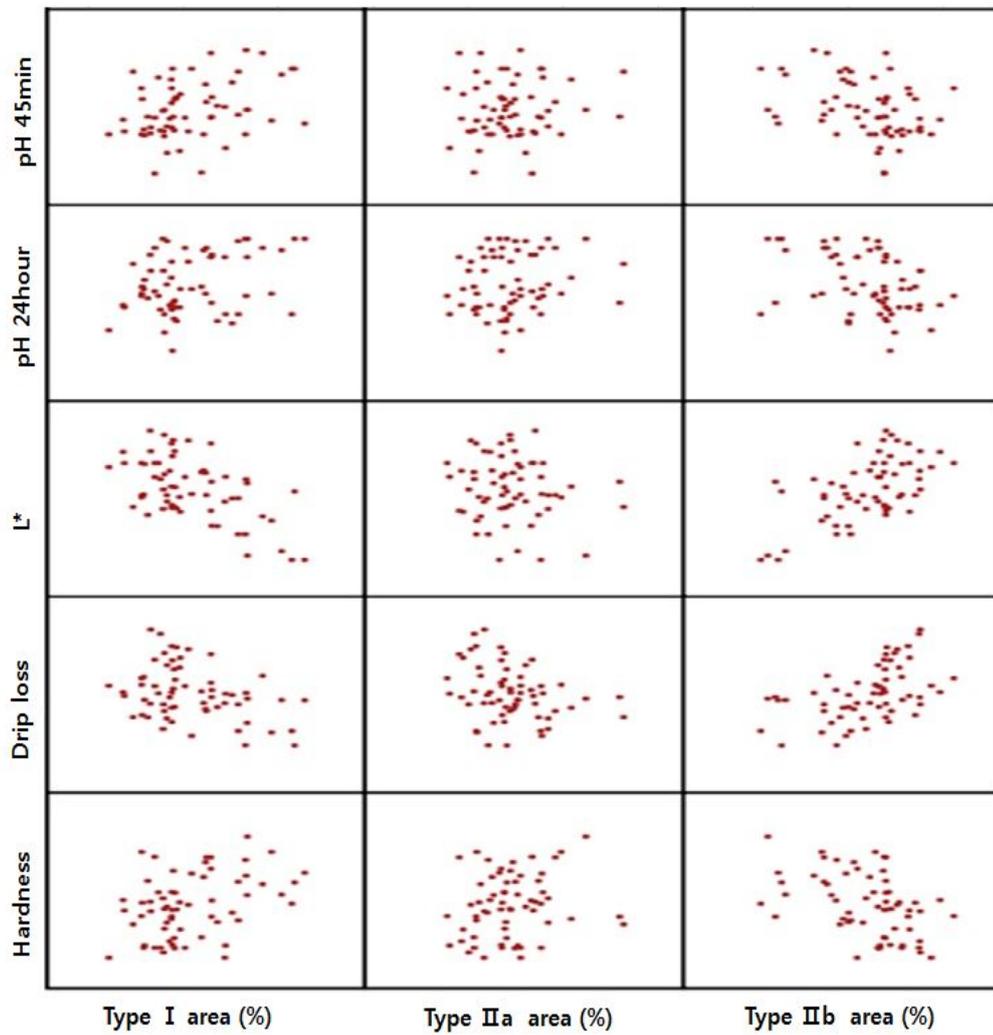


Figure 5. Scatter plot using Meat quality traits and Muscle histochemical characteristics.

Table 27. Relative Correlation between muscle histochemical characteristics and Meat quality traits

Measurements	mean area	type I area	type IIa area	type IIb area	type I area P	type IIa area P	type IIb area P	type I no P	type IIa no P	type IIb no P
Muscle pH _{45min}	-0.295	-0.185	-0.080	-0.273*	0.346**	0.090	-0.363**	0.293*	-0.030	-0.241*
Muscle temperature _{45min}	0.082	0.214	-0.004	0.057	0.013	-0.024	0.002	-0.107	0.053	0.063
Muscle pH _{24hr}	0.005	-0.003	0.092	0.052	0.333**	0.153	-0.387**	0.359**	0.075	-0.359**
Lightness (L* _{24hr})	0.320*	0.272*	0.202	0.240	-0.575***	-0.145	0.601***	-0.552***	-0.111	0.550***
Redness (a* _{24hr})	-0.043	0.049	-0.055	-0.032	0.200	-0.036	-0.160	0.114	0.019	-0.112
Yellowness (b* _{24hr})	-0.171	-0.012	-0.320**	-0.121	0.407***	-0.069	-0.327**	0.311*	0.114	-0.340**
drip loss (%)	0.283*	0.177	0.213	0.236	-0.355*	-0.299	0.490***	-0.256*	-0.280*	0.387**
cooking loss (%)	0.038	0.044	-0.099	0.086	0.338*	0.085	-0.353**	0.332**	0.211	-0.414***
NPPC color	0.140	0.015	0.131	0.185	0.123	0.177	-0.212	0.224	0.202	-0.314**
NPPC marbling	-0.276*	-0.187	-0.283*	-0.274*	0.047	-0.125	0.029	-0.033	-0.062	0.065
Hardness	0.013	0.125	0.152	0.039	0.382**	0.193	-0.455***	0.316*	0.135	-0.356**

Levels of significance: *P < 0.05; **P < 0.01; ***P < 0.001.

V. 요약

제주 흑돼지는 소비자들로부터 기호도가 우수하며, 육질 및 물성이 우수한 것으로 알려져 있다. 하지만, 제주 흑돼지는 높은 브랜드 이미지에 비해 사육농가마다 품질이 균일화 되어있지 않고, 규격화 되어있지 못하며, 농가별로 변이가 크다. 이는 아직 제주 흑돼지의 품종이 명확히 정립 되어있지 못하기 때문이다. 이에 제주도는 제주 흑돼지의 품종 정립을 통해 농가별 변이를 줄이고, 품질 및 도체 규격화를 통해 보다 지속적이고 발전적인 제주 흑돼지 양돈 사업이 필요할 시점이다.

이를 위해 본 연구는 제주 흑돼지 사육농가들을 대상으로 각각의 품종 및 교배조합을 통해 생산된 자돈들을 통하여 제주 흑돼지의 번식특성, 도체특성, 육질특성, 조직학적특성 분석을 통하여 제주 흑돼지 품종정립에 가장 최적인 교배조합 및 품종 조성을 위한 기초자료를 마련하고자 실시하였다.

본 연구를 위해 제주흑돼지 종모돈 능력검정을 위해 후보우돈 18두의 정액질병 검사(PRRSV 및 PVV-2 검사결과 모두 음성판정)완료 후 최종 9두를 선발하였다. 후대검정을 위해 총 4개 실험농장을 선정 하였으며, 총 134두의 종빈돈에 인공수정을 완료하였다. 이를 토대로 생산된 생산자돈은 총 1,000두이며, 검정자돈 분석 결과 96.7%가 흑모색을 나타내었으며, 33두(3.3%)에서만 이모색이 출현하였다. 후보종모돈별 복당 산자 수는 평균 9.8두, 생자수 8.7두, 이유체중 7.3kg으로 조사 되었다.

실험농가 별 사양성적 분석 결과 사육기간에 따른 도체중의 변화는 사양관리, 사육환경 등의 환경적 요인에 더 많은 영향이 높다는 것을 확인 할 수 있었다.

실험농가 별 육질 특성 결과 또한 사육기간과 도체율에 관한 영향 보다는 사양관리, 사육환경 등의 환경적 요인에 더 많은 영향을 받음을 확인 할 수 있었다.

후보우돈 별 사양성적 특성을 분석 결과 실험농가 별 사양성적과 비슷한 결과를 보였으며, 사육기간 과 증체량 보다는 품종, 교배조합, 성별, 사양관리 등의 환경적, 유전적 요인에 더 많은 영향을 받음을 확인 할 수 있었다. 이는, Choi 등

(2009)의 연구결과와도 일치하는 결과를 보였다.

후보용돈 별 육질 특성 또한, 환경적 요인의 영향을 많이 받는 것을 확인할 수 있었다.

이를 통해, 성장특성과 도체특성에 관해서는 사육기간과 도체중 보다는 품종, 교배조합, 성별, 사양관리 등의 환경적 요인과 유전적 요인이 더 높은 영향을 미친다는 것을 확인 할 수 있었다.

후보용돈간의 품질적인 특성을 분석하기 위해 조직학적 분석을 실행하였다.

조직학적 분석을 위하여 조직학적으로 우수한 상위그룹20%(MK001, MK003)과 하위그룹20%(MS001, MK002)를 선발하여 비교 분석하였다.

조직학적 분석을 위하여 근섬유 크기(Muscle Fiber Area)를 비교 측정 해본 결과, 다소 유의한 크기를 보였지만, Type I, Type IIb의 근섬유 크기는 하위그룹이 크게 측정되었다. 하지만, 근섬유 밀도(Muscle Fiber Number Percentage, Muscle Area Number Percentage)는 상위그룹이 하위그룹에 비해 높은값이 측정 되었다.

이를 통해, 근섬유의 전체적인 크기와 Type IIb의 크기, 밀도는 하위그룹 20%(MS001, MK002)이 높으나, Type I의 크기와 밀도는 상위그룹20%(MK001, MK003)이 높다는 결과가 측정 되었다. 이는 근섬유수와 근섬유 크기가 반비례 하며, 근섬유 밀도는 근섬유수와 정의 상관관계를 갖는다는 Lee (2003)의 연구결과와 일치하는 경향을 보였다.

분석 결과 도체중, 등지방두께, 온도 등은 유사한 값을 보였으나, pH, 명도, 보수력, 가열감량, 경도 간의 차이는 존재하였다.

상위그룹20%(MK001, MK003)이 하위그룹20%(MS001, MK002)보다 pH45min, 24hour 가 높았으며, 명도 또한 더 짙은색을 나타냈다($P < 0.05$).

상위그룹20%(MK001, MK003)은 식육의 보수력과 가열감량 또한 하위그룹 20%(MS001, MK002)보다 뛰어났으며, 육색도 좋은 평가를 받았다($P < 0.05$).

식육의 섭취 시 느껴지는 식감을 나타내는 경도와 씹힘성의 비교 분석에서도

상위그룹20%(MK001, MK003)이 하위그룹20%(MS001, MK002)보다 높은 결과를 나타냈다($P < 0.05$).

이를 통해, 상위그룹20%(MK001, MK003)이 하위그룹20%(MS001, MK002)에 비해 근섬유의 수가 많았던 상위그룹이 pH가 높고, 육색이 좋으며, 보수력이 뛰어났다. 또한, 가열감량과 식육의 경도 또한 우수하였다($P < 0.05$).

이는 Lee (2003)이 발표한 근섬유수와 성장, 도체육질간의 연관성분석결과 근섬유수가 많은 그룹이 성장능력 및 적육 생산능력이 뛰어나다는 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

측정항목간의 상관관계를 분석하기 위해 상관분석을 실시하였다. 전체적으로 조직학적 특성과 육질특성 항목간의 다양한 연관성을 관찰 할 수 있었다.

사후 pH 항목의 측정결과 Type I area(%)는 정의 상관관계를 보였으며, Type IIb area(%)는 부의 상관관계를 나타냈다.

식육의 육색을 나타내는 명도(L*)의 측정값은 Type I area(%)의 경우 부의 상관관계를 나타냈으며, Type IIb area(%)는 정의 상관관계를 나타냈다.

식육의 보수력을 측정하는 Drip loss(%)의 측정결과 Type I area(%)은 부의 상관관계, Type IIb(%)는 정의 상관관계를 나타냈다.

식육의 식감과 관련 있는 경도(Hardness)의 측정결과 Type I area(%)은 정의 상관관계를 나타냈으며, Type IIb(%)는 부의 상관관계를 나타냈다.

이를 분석하면, Type I area(%)의 경우 명도와 보수력을 제외한 나머지 육질관련 항목에서는 정의 상관관계를 보였으며, Type IIb(%)는 이와 정반대의 측정 결과를 나타냈다.

조직학적 특성과 육질이 우수한 상위그룹은 근섬유 밀도(Muscle Fiber Area percentage)가 높았으며, 이에 비해 하위그룹은 근섬유 밀도가 낮았다.

근섬유 밀도(Muscle Fiber Area percentage)가 높은 상위그룹은 하위그룹에 비해 도체의 사후특성에 큰 영향을 미치는 pH는 높게 유지 되었으며, 육색이 짙으며, 보수력, 경도가 우수하게 측정되었다.

이를 통해, 근섬유의 밀도는 도체의 육질과 밀접한 상관관계가 있음을 확인 할 수 있었다.

본 연구의 연구결과 후보응답자들의 교배조합을 통해 생산된 후대검정자돈들의 성장특성

및 사양성적은 농가의 사양관리와 사육환경에 따라 많은 차이가 있었다. 이는 사양관리와 사육환경의 조절이나 통일된 육성 시스템을 구축한다면, 지금보다 균일하고 규격화된 도체를 상품화 할 수 있을 것이라 판단된다. 이에 반해 상품의 질을 좌우하는 육질의 특성 및 조직학적 특성을 분석해본결과 후보우돈을 통해 생산된 후대검정자돈들의 육질특성 및 조직학적 특성은 후보우돈의 유전력에 많은 영향을 받는 것으로 분석되었다. 육질이 우수한 후보우돈 일수록 근섬유의 크기가 작고, 근섬유 Type I의 분포밀집도가 높은 것으로 분석되었다. 이러한 근섬유의 분포밀도는 도체의 pH, 보수력, 육색 등에 영향을 미치며, 최종육질에 큰 영향을 미치는 것으로 분석 되었다. 이를 통해 종돈의 선택 시 후보종돈의 육질 및 조직학적 분석을 통해, 우수 육질 생산능력이 뛰어난 종돈을 선택하여 농가의 이익을 창출하며, 우수 종돈을 등록, 보존, 개량하여 지속적으로 우수한 품종 및 교배조합을 선발할 수 있을 것 이라 판단된다.

ABSTRACT

Comparison of Pork Quality and Muscle Histochemical Characteristics
in Different lines of Jeju Black Pig

Dong-Geun Kang

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

Jeju black pig is well known for the good preference from consumers and its excellent meat quality and property. But, the quality is not equalized for each raising farm, nor standardized either and the variation is huge for each farm comparing with its famous brand image. The reason for that is that the breed of Jeju black pig has not been established clearly yet. So, Jeju needs to reduce the variations for each farm through breed definition of Jeju black pig and it is the right time for Jeju black pig raising business to be constant and developmental through the standardization of quality and carcass.

For that, this study was carried out to arrange most optimal cross combination for breed establishment of Jeju black pig and basic data for formation of breed targeting the raising farms of Jeju black pig through the analysis of reproductive characteristics, carcass characteristics, characteristics of meat quality and histochemical characteristics of Jeju black pig by the produced piglets from each breed & cross combination.

For this study, the evaluation of semen for diseases (turned out to be negative for all as the results of PRRSV & PCV-2 tests) were completed against 18 candidate boars for performance test of boars of Jeju black pig

and 9 were selected. Total 4 experimental farms were selected for progeny test and artificial insemination was completed against total 134 sows. The produced piglets based on that were total 1,000 and, as the results of analyzing black piglets, 96.7% appeared black color and another color appeared from 33 piglets (3.3%) only. The produced number for each candidate gilt was recognized as 9.8 for average, 8.7 for number of born alive and 7.3kg for weaning weight.

As the results of analyzing growth performance for each experimental farm, it could be recognized that the change of carcass weight along raising term was influenced more by environmental factors such as performance control and raising environment.

As the results of analyzing meat quality for each experimental farm, it could be recognized that it was influenced more by environmental factors such as performance control, raising environment and etc. than that of raising term and carcass percentage.

As the results of analyzing the characteristics of growth performance of candidate boars, they showed the similar results as growth performance for experimental farm and it could be recognized that it was influenced more by environmental & genetic factors such as breed, cross combination, gender and performance control than raising term and weight gain. It showed the identical result with the research result of Choi et al.(2009).

It was recognized that characteristics of meat quality for each boar candidate was influenced more by environmental factor as well.

It could be recognized that environmental & genetic factors such as breed, cross combination, gender and performance control influence more than raising term and carcass weight regarding growth characteristics and carcass characteristics.

Histochemical analysis was performed to analyze the qualitative characteristics among candidate boars.

High performance group 20% (MK001 & MK003) and low performance group 20% (MS001 & MK002) which are excellent in histochemical respect were selected and comparative analysis was performed for histochemical analysis.

As the result of performing comparative measurement against muscle fiber area for histochemical analysis, it showed significant difference slightly, but the measured value of muscle fiber area of Type I and Type IIb turned out to be large in the Low performance group. But, regarding muscle fiber number percentage & muscle area number percentage, the measured value turned out to be higher at the high performance group than the low performance group.

It was measured that the low performance group 20% (MS001 & MK002) showed the higher values regarding whole size of muscle fiber, size & density of Type IIb, but the high performance group 20% (MK001 & MK003) showed the higher values regarding size & density of Type I. It showed the identical tendency with the research results of Lee (2003) that says that the number of muscle fibers was in inverse proportion with size of muscle fiber and the density of muscle fiber was in direct correlation with the number of muscle fibers.

As the analysis results, it showed the similar values regarding carcass weight, backfat thickness, temperature and etc., but there existed the differences between pH, brightness, drip loss, cooking loss and hardness.

The high performance group 20% (MK001, MK003) was higher than the low performance group 20% (MS001 & MK002) by pH45min & 24hour and it showed the darker color regarding brightness as well ($P < 0.05$).

The high performance group 20% (MK001, MK003) was superior to the low

performance group 20% (MS001 & MK002) regarding drip loss and cooking loss and received the better evaluation regarding meat color ($P < 0.05$) as well.

The high performance group 20% (MK001, MK003) showed the higher result than the low performance group 20% (MS001 & MK002) regarding the comparative analysis of hardness and chewiness that express the feeling when eating the meat as well ($P < 0.05$).

The high performance group 20% (MK001, MK003) which had more number of muscle fibers than the low performance group 20% (MS001 & MK002) had the higher in pH, good meat color and excellent drip loss. And, it was excellent regarding cooking loss and hardness as well ($P < 0.05$).

It showed the similar result with the result announced by Lee (2003) analyzing the number & growth of muscle fibers and meat quality of carcass that the group with more number of muscle fibers was superior regarding growing performance and producing performance of lean-meat.

The correlation analysis was performed to analyze the correlation among the measured items. The various correlations between items of histochemical characteristics and meat quality characteristics could be wholly observed.

As the result of measuring post-pH items, Type I area(%) showed the direct correlation and Type IIb area(%) showed the negative correlation.

Regarding the measured value of brightness(L^*) that indicates the meat color of meat, it showed the negative correlation in case of Type I area(%) and Type IIb area(%) showed the direct correlation.

As the result of measuring drip loss(%) that measures the drip loss of meat, Type I area(%) showed the negative correlation and Type IIb(%) showed the direct correlation.

As the result of measuring hardness that is related with the feeling of meat, Type I area(%) showed the direct correlation and Type IIb area(%) showed the negative

correlation.

To analyze that, it showed the direct correlation in the meat quality-related items except for brightness and drip loss in case of Type I area(%) and Type IIb(%) showed the opposite measured results.

The high performance group that has the excellent histochemical characteristics and meat quality was higher regarding muscle fiber area percentage and the low performance group was low performance regarding muscle fiber area percentage comparing with that.

pH that loads huge influences on post-characteristics of carcass was kept higher in the high performance group that has the higher muscle fiber area percentage comparing with the low performance group, meat color was darker and drip loss & hardness were measured as excellent.

It could be recognized that the density of muscle fiber has the close correlation with meat quality of carcass through that.

As the results of this study, there were huge differences regarding growth characteristics and growth performance of the progeny black piglets produced from cross combination of candidate boars depending on performance control and raising environment of the farms. It is judged that more uniform and standardized carcass can be commercialized than now if establishes performance management, control of raising environment or unified cultivation system. On the contrary, as the results of analyzing the characteristics of meat quality and histochemical characteristics that decide the quality of good, it was analyzed that the characteristics of meat quality and histochemical characteristics of candidate black piglets produced from the candidate boars were influenced much by heritability of the candidate boars. As much as it is candidate boar with excellent meat quality, it was analyzed that the size of muscle fiber was small and distribution density of muscle fiber Type 1 was higher. It was analyzed that such distribution density of muscle fiber influences on pH, drip loss & meat color

of carcass and final meat quality much. It is judged that the profits of farms can be produced by selecting the excellent breeding pig whose capability of producing good meat quality and the excellent breed and cross combination can be selected continuously by registering, preserving and improving the excellent breeding pig through that.

VI. 참고 문헌

- Brocks, L., R. E. Klont, W. Buist, K. de Greef, M. Tieman, and B. Engel. (2000) The effects of selection of pigs on growth rate vs leanness on histochemical characteristics of different muscles. *Journal of Animal Science*, 78:1247-1254.
- Brooke, M, H. and K. K. Kaiser. (1970) Three myosin adenosine triphosphatase system: the nature of their pH liability and sulphhydryl dependence. *Journal of Histochemistry Cytochemistry*, 18:670-672.
- Chang, K. C., and K. Fernandes. (1997) Developmental expression and 5' end cDNA cloning of the porcine 2x and 2b myosin heavy chain genes. *Journal of DNA Cell Biology*, 16:1429-1437.
- Cleveland, E. R., R. K. Johnson and P. J. Cunningham. (1988) Correlated responses of carcass and reproductive traits to selection for rate of lean growth swine. *Journal of Animal Science*, 66:1371-1377.
- Fiedler, I., C. Rehfeldt, K. Ender, M. Henning. (1998) Histophysiological features of skeletal muscle and adrenal glands in wild-type and domestic pigs during growth. *Journal of Archives Animal Breeding*, 41:489-496.
- Geri, G., O. Franci, B. M. Poli, G. Campodoni and A. Zappa. (1990) Relationships between adipose tissue characteristics of new born pigs and subsequent performance: I. Carcass traits at 95 and 145 kilograms live weight. *Journal of Animal Science*, 68:1929-1935.

- Johnson, Z. B., J. J. Chewning and R. A. Nugent, III. (1999) Genetic parameters for production traits and measures off residual feed intake in Large White swine. *Journal of Animal Science*, 77:1679-1685.
- Johnson, Z. B., J. J. Chewning and R. A. Nugent, III. (1999) Maternal effects on traits measured during postweaning performance test of swine from four breeds. *Journal of Animal Science*, 80:1470-1477.
- Karlsson, A., A. C Enfaelt., B. Essén-Gustsvsson., K. Lundstroem., L. Rydhmer and S. Strem. (1993) Muscle histochemuchal and biochemical properties in relation to meat quality during selection for increased lean tissue growth rate in pigs. *Journal of Animal Science*, 71:930-939.
- Kim, G. W., You, J. Y., Kim, K. J., Lee, J. W., Kim, Y. B., Min, K. H. and Kim, S. E. (2010) Analysis of Carcass Characteristics by Gender and Carcass Grades of Jeju Native Pigs. *Journal of Animal Science*, 52(4): 313-318.
- Klont R. E., L. Brocks and G. Eikelenboom. (1998) Muscle fibre type and meat quality. *Journal of Meat Science*, 49(1):s219-s229.
- Lauzul, C., L. P. Lefaucheur. J. Ecolan., A Gogue., P. Talmant, P. Sellier, Le Roy and G. Monin. (1997) Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass, and meat quality traits in Large White pigs. *Journal of Animal Science*, 75:3126-3137.
- Li, X. and B. W. Kennedy. (1994) Genetic parameters for growth rate and back fat in Canadian Yorkshire, Landrace, Duroc, and Hampshire

- pigs. *Journal of Animal Science*, 72:1450-1454.
- Haley, C. S. (1994) Livestock QTLs-bringing home the bacon. *Trend. Genet*, 11:488-492.
- Maltin, C. A., C. C. Warkup, K. R. Matthews, C. M. Grnat, A. D. Porter and M. I. Delday. (1997) Pig muscle fibre characteristics as a source of variation in eating quality. *Meat Science*, 47:237-248.
- Moon, Y. H. (2007) Physical and Sensory Characteristics of Pork from Korean Native Black Pig Reared in Jeju Island. *J East Asian Society Dietary Life*, 17(6):846-852.
- Mode, R. A. and B. W. Kennedy. (1993) Genetic variation in measures of food efficiency in pigs and their genetic relationships with growth rate and back fat. *Journal of Animal Production*, 56:225-232.
- Oksbjerg, N., P. Henckelckel. and T. Rolph. (1994) Effects of salbutamol, a 2- adrenergic agonist, on muscles of growing β pigs fed different levels of dietary protein: I. Muscle fibre properties and muscle protein accretion. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Journal of Animal Science*, 44:12-22.
- Pearson, A. M. and Young, R. B. (1989) Muscle and meat biochemistry. *Academic*, 135-150.
- Rehfeldt, C., I. G. Fiedler, K. Dietl and Ender. (2000) Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. *Livestock Production Science*, 66:177-188.

- Ruusunen, M. and E. Puolanne. (1997) Comparison of Histochemical Properties of Different Pig breeds. *Meat Science*, 45:119-125.
- Schiafino, S., L. Gorza, S. Sartore, L. Saggin, S. Ausoni, M. Vianello, K. Gundersen and T. Lomo. (1989) Three myosin heavy chain isoforms in type 2 skeletal muscle fibers. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 10:197-205.
- Seo, J. H., Shin, J. S., Noh, J. K., Song, C. E. and Do, C. H. (2011) The Situation of Genetic Exchange in Duroc Breed and Impacts on Genetic Evaluation. *Journal of Animal Science*, 53(5):397-408.
- Stern, S., L. Rydhmer, K. Johansson and K. Anderson. (1990) Selection for lean tissue growth rate in Swedish Yorkshire pigs on low or high protein diets. *Proc. 4th World Congr. Genet. Appl. Livestock Production*, XV:450-453.
- Te Pas, M. F. W., A. Soumillion, F. L. Harders, F. J. Verburg, T. J. van den Bosch, P. Galesloot and T. H. T. Meuwissen. (1999) Influences of Myogenin geotypes on birth weight, growth rate, carcass weight, backfat thickness, and lean weight of pigs. *Journal of Animal Science*, 77: 2352-2356.
- Wariss, P. D., Brown, S. N., Edwards, J. E. and Knowles, T. G. (1995) Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. *Journal of Animal Science*, 66:255-261.
- Yang, S. J., Koh, S. M., Yang, T. I., Jung, I. C. and Moon, Y. H. (2008) Feeding effect of citrus byproduct on the quality of cross-bred black pig

in Jeju island. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 35:897-902.

김시동. (1996) Method R과 Animal Model에 의한 돼지 경제형질의 유전 모수와 육종가 추정에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.

이성기, 주영규, 김진형, 김병직, 성필남, 김영중, 김동훈, 안종남. (2007) 한국재래돼지의 출하체중별 도체수율 및 육질특성. 한국동물자원과학회지, 45(4):523-530.

송영민, 진상근, 이성대, 하경희, 정명화. (2002) 돈방구조와 발효사료 급여가 비육돈의 육질에 미치는 영향. 한국국제농업개발학회지, 14(3):169-175.

농림수산식품부. (2011) 주요농수산물 1인당 연간 소비량. 2011 농수산물식품 주요 통계지표, 14:38-39.

감사의 글

논문을 마무리 지으며 처음 대학원생활 시작이 기억이 났습니다. 졸업을 앞둔 지금 그동안 많은 도움을 받으며, 행복하게 지내온 것 같다는 생각이 듭니다.

감사하고 은혜로운 마음을 담아 도움주신 많은 분들께 감사의 글을 올립니다.

부족한 저를 항상 믿어주시고 격려해주시며 학문적으로, 인성적으로 크게 성장할 수 있게 큰 도움을 주신 류연철 지도교수님께 진심으로 감사의 말씀과 존경의 마음을 올립니다. 또 바쁘신 일정 속에서도 시간을 내어주시고, 항상 웃는 모습으로 논문심사와 지도편달에 심혈을 기울여 주신 강민수 교수님과 정동기 교수님께 깊은 감사드립니다. 그리고 학교생활 내내 항상 큰 가르침을 주신 강태숙 교수님, 이현종 교수님, 김문철 교수님, 김규일 교수님, 양영훈 교수님, 이왕식 교수님께도 깊은 감사드립니다. 또, 학교생활 동안 언제나 큰 도움이 되어주던 김정현, 한경은 조교선생님, 강옥득 박사님께 감사드립니다.

항상 현장지식과 필요한 모든 지원을 아끼지 않고 큰 도움을 베풀어 주신 오영익 사장님, 성낙건 사장님, 김충남 사장님, 김진욱 사장님, 강태문 부장님, 김호수 부장님, 김상희 농장장님께도 깊은 감사드립니다.

대학교 시절부터 항상 따뜻한 격려와 충고를 해주셨던 고경보 실험실장님 감사드립니다. 그리고 뜨거운 여름 힘든 실험을 같이 진행해준 광훈, 언제나 활기찬 순희, 든직한 도훈, 믿음직스러운 영화, 귀여운 민경, 성실한 익동, 창의적인 지원까지 함께 뜨거운 땀 흘려준 동물성 단백질공학 실험실 식구들께 감사드리며, 우리 항상 서로 믿으며, 큰 힘이 되는 실험실을 만들어 가자.

대학원 시절 항상 조언과 큰 용기를 주신 태준이형 감사드립니다. 그리고 대학원 생활 내내 항상 곁에서 힘이 되어준 재호, 용준, 준형, 대수, 성미, 미나, 미경 누나, 상미에게도 감사드립니다.

항상 바쁘다는 핑계로 약속을 어겨도 언제나 변함없이 같은 자리에서 반겨주고, 가장 힘들고 지칠 때 가장 큰 위로가 되어주었던 사랑하는 친구들 재문, 준호,

승용, 성현, 태환, 세훈, 상림, 종민, 원중, 진우, 현건, 병근, 진혁, 민찬, 호남, 광열, 영일아 고맙다. 그리고 형이 없는 제게 항상 친형처럼 따뜻하게 안아주신 천호형, 동혁이형, 해성이형, 정규형, 현이형, 경범이형, 성범이형, 장훈이형 항상 좋은 동생이 되도록 노력하겠습니다. 그리고 감사합니다.

항상 저의 건강과 안녕을 기원하고 기도해주시는 할아버지 감사합니다. 항상 믿어 주시고 큰 용기와 응원을 보내주시는 사랑하는 어머니 감사드립니다. 언제나 곁에서 지켜주는 작은 고모 고맙습니다. 자주 표현 못하지만 늘 감사하고 사랑하는 마음으로 고모를 바라보고 있습니다. 오랜 기간 공부하는 형 때문에 항상 많은걸 희생하는 내동생 문기야 늘 큰 힘과 믿음이 되어줘서 너무 고맙다.

지금 계셨다면 누구보다 기뻐해주시고, 대견해 하셨을 사랑하는 할머니, 아버지 깊은 감사드립니다. 두 분의 따뜻한 사랑이 있었기에 모든 것이 가능했습니다. 하루도 두 분을 잊어 본적이 없습니다. 베풀어주신 사랑 항상 기억하며 항상 그리워하며 가슴속에 깊이 간직하며 열심히 살아가도록 하겠습니다.

많은 것을 얻으려하고, 바라기만 했던 제게 선뜻 손 내밀고 앞에서 이끌어주시고 뒤에서 밀어주신 감사한분들이 많습니다. 이글을 빌어 감사를 모두 표현하기에는 모자라다는 것을 잘 알고 있습니다. 앞으로 성실한 모습으로 노력하며 베풀어 주신 은혜에 보은하는 삶을 살며 더 큰 꿈을 이루도록 노력하겠습니다.

2012년 6월

강 동 근