

최 중
연구보고서

돼지 광역브랜드 개발을 위한 교배조합별
육질 · 생산성 연구

A comparison study on meat quality and
quantity in different types of intercross for
the development of a nation-wide pork brand

연구기관
경상대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “돼지 광역브랜드 개발을 위한 교배조합별 육질·생산성 연구”
과제의 최종보고서로 제출합니다.

(세부1과제 : “교배조합별 육질·생산성 구명”

세부2과제 : “국내 인기돈육부위(삼겹살, 목살)의 품질평가 표준 설정

세부3과제 : “브랜드육 식별 및 육질관련 DNA marker 개발”

협동1과제 : “생체 초음파 검사를 통한 국내선호부위 생산능력평가와 육질능력
평가 모델개발”)의 최종보고서로 제출합니다.

2006 년 5 월 24 일

주관연구기관명 : 경상대학교

총괄연구책임자 : 이 정 규

세부1연구책임자 : 이 정 규

연 구 원 : 김병우, 김효선

세부2연구책임자 : 주 선 태

연 구 원 : 양한술, 정진연

세부3연구책임자 : 전 진 태

연 구 원 : 임현태, 이상호

협동1연구기관명 : 경남 첨단양돈연구소

협동연구책임자 : 도 창 희

연 구 원 : 주영국, 이정일

요 약 문

I. 제 목

돼지 광역브랜드 개발을 위한 교배조합별 육질·생산성 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

지금까지 돼지개량은 산자수가 많고 육량이 많이 나오고 성장속도가 빠른 돼지개량에 중점을 맞추고있어서 한국에서는 종료용돈(Terminal Sire)을 성장형질이 좋은 Duroc종으로 하고 있다.

그러나, 우리나라 돈육 소비시장에서는 육질을 중시하여 선호하는 부위가 제한적이어서, 개량을 통한 비선호부위의 재고량을 줄이고 삼겹부위의 수입량을 줄여 내수 시장의 안정을 도모하고 선호부위의 수급조절을 통하여 가격을 안정화시킬 필요성이 있다.

따라서, 미국의 NPPC에서 제시하고 있는 종료용돈(Terminal Sire)의 후대검정 평가에서 육질형질에 가장 적합한 Berkshire종(아래 그림)을 국내 종료용돈(Terminal Sire)으로서의 육질·생산성 평가를 통하여 학술적으로 비교 검토하여 돈육시장 변화에 적극적으로 대응할 필요가 있다.

또한, 이를 통하여 국내내수 시장에 가장 적합한 교배조합별 육질·생산성 평가를 실시하고, 또한 현행 돼지도체등급제에서는 육량등급 위주인 등지방과 도체중에 의하여 결정되고 있으나 추후 국내에서 선호하는 삼겹부위와 육질이 등급에 반영토록 하며, 현재 돼지개량을 위한 검정방법이 등지방, 정육율, 일당증체량 등에 한정되어 있어 삼겹부위 등 국내 선호부위들을 검정형질에 적용할 수 있도록 하며, 현재 육질에 대한 소비자의 요구가 증대되고 있어 간편한 육질 개량방법을 개발하여, 돼지가격에 있어서 육량등급에 의한 가격 결정을 육질에 의한 가격정책으로 변화시킬 수 있는 여건을 제공하고, 돼지 유전자(DNA) 검사를 통하여 새로운 비육돈 교배조합을 이용한 광역브랜드 생산·유통체계의 검증체계 설정이 필요하다.

따라서, 본 과제에서는 기존 교배조합 이외에 새로운 교배조합을 통한 돼지고기의 육질 개량방법을 찾고 우리나라 실정에 맞는 돼지고기 생산과 삼겹부위의 품질

평가 기초자료를 제공하고 초음파 삼겹부위 측정기술의 기초자료 및 개발, DNA검사를 통한 유통망 점검체계 설정과 소비자 신뢰도 향상 등 돼지 광역브랜드에 적합한 비육돈 생산 체계를 확립하고자 수행하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 세부1과제 : “교배조합별 육질·생산성 구명”

- 교배조합별 비육돈 검정자료 수집, 검정성적 분석, 생산성 구명 및 종료용돈 능력평가
- 기존 생산라인의 비육돈과 새로운 생산라인의 비육돈의 생산성 비교 분석
- 여러 생산라인의 모델 분석을 통한 광역브랜드 적합 모델 설정

2. 세부2과제 : “국내 인기돈육부위(삼겹살, 목살)의 품질평가 표준 설정

- 삼겹과 목살에 대한 설문조사와 관능검사
- 교배조합별 도체성적 및 각 부위 생산량 조사(3개부위)
 - 삼겹살과 다른 부위의 육질(목살, 등심) 조사(육색, 보수력, 근내지방 등 11개 항목)조사
- 삼겹살 근내지방의 양과 지방산 조성에 따른 맛과의 관계 구명
- 한국인이 선호하는 삼겹살, 목살의 품질 기준 확보

3. 세부3과제 : “브랜드육 식별 및 육질관련 DNA marker 개발”

- 개체 식별을 위한 최적 DNA marker 선정
 - 최소 비용, 최단 시간 DNA typing 방법 개발
 - 광역 브랜드육 유통 시 부정육 식별 체계 확립
- 육질과 연관된 유전자 탐색 및 육질과의 연관성 분석
 - 육질관련 DNA marker 개발

4. 협동1과제 : “생체 초음파 검사를 통한 국내선호부위 생산능력평가와 육질능력 평가 모델 개발”

- 삼겹살 목살 부위 측정위치와 측정방법에 관한 연구
 - 실량 예측 회귀계수 추정 및 보정계수 개발

- 초음파 육질 화상의 근내지방도 수치 계량화 연구

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

본 연구는 현재의 비육돈 YLD품종의 성장형질 위주 및 육량위주의 비육돈이 아닌 육질, 육량 및 성장형질의 개선을 통한 새로운 광역브랜드의 비육돈 라인 및 기반조성을 목적으로 하여 새로운 비육돈 품종라인인 YLB와 YLBD의 번식형질, 성장형질 및 도축형질을 평가하여 광역브랜드에 가장 적합한 비육돈 라인을 조성하여 양돈농가의 수익증대를 꾀하고, 또한 개체식별 DNA marker를 개발하여 광역브랜드 돈육의 부정육 식별을 통한 브랜드 돈육 생산에 큰 파급효과가 기대된다.

또한 개체 식별 DNA marker를 이용한 돈육 생산이력 및 부정육 유통 방지를 통한 생산자와 소비자의 신뢰 구축, 초음파를 이용한 생체 육질 평가, 새로운 비육돈 품종을 이용한 생산성, 육질을 동시에 만족 시킬 수 있는 비육돈 품종, 현재 육량만의 돼지 도체등급의 변화를 꾀할 수 있는 국내 선호부위 품질평가 기준 등을 통한 국내 돈육 브랜드의 변화를 주도할 주요 도구가 될 것이다.

- 광역 브랜드 인증제도 도입을 위한 기반조성(생산체계, 돈육식별기준, 품질평가 등)
- 육질·생산성이 확보된 브랜드(조합)의 농가 관리 체계로 활용
- 개발된 교배조합별 육질·생산성 구멍을 토대로 광역브랜드 도입 체계로 활용
- 삼겹살·목살 품질 평가 기준 작성을 통하여 향후 종돈선발지수 설정에 활용
- 국내선호 부위 종돈개량을 위한 기반조성
- 초음파를 활용한 국내선호 부위 검정기술로 활용
- 유전자 변이 탐색을 통한 브랜드 차별화의 가속화 및 기호에 맞는 돼지 개량

SUMMARY

I . Title

A comparison study on meat quality and quantity in different types of intercross for the development of a nation-wide pork brand

II. Aims and background of the study

In general, the Duroc is being used as terminal sires because litter size, growth rate and meat quantity of the breed has been known to be better than other breeds and these factors are well matched with the direction of breeding scheme of pigs in Korea. But, as Korean consumer's favorite choice is focused on a few part of the meat, such as Belly, and move to better quality of meat, alternative breeding schemes to reduce unfavorable part meat and importation of favorite part meat are demanded. The Berkshire, which is recommended as terminal sires by the NPPC of the USA because of high meat quality, could be suggested and introduced as terminal sires in the cross performed in Korea. The possibility of the use of the breed as terminal sires must be proven through comparison research with conventional cross system.

In the research, cross systems which can produce pork meat optimal for Korean domestic market must be surveyed, moreover, whether adding Belly and meat quality to the present meat quality evaluation system which consider only backfat thickness and carcass weight must be surveyed and considered in the future pork evaluation system. Also, adding productivity of favorite part meat such as Belly to the present pig performance testing system, considering backfat thickness, Meat-Percent and average daily gain, must be evaluated. Through the research, proper improvement and evaluation method for meat quality could be suggested, consequently, it could provide a condition to shift from meat quantity to meat quality for the determination of market price of the meat. Furthermore, DNA diagnosis in order to verify the produced nation-wide pork meat must be necessary.

This research project was designed for the following aims;

- 1) To set an improvement method for meat quality through finding new intercross system
- 2) To provide meat quality evaluation system including Belly which will be proper in Korean market
- 3) To provide a way to measure Belly using ultrasonography
- 4) To develop efficient DNA diagnosis system in order to obtain consumer's trust through verification of the produced pork meat

III. Content and scope of the research

1. Research subject 1 : " Evaluation of meat quality and productivity in two different intercross systems"

- Collecting performance test data, analysis performance data, evaluation of productivity and terminal sires in each intercross system
- Comparative analysis between conventional cross system and new cross system
- Setting an optimal production model for nation-wide pork brand

2. Research subject 2 : " Establishment of standard for evaluating favorite part meat (Belly, Boston)"

- Questionnaires and panel test for Belly and Boston
- Analysis of productivity (3 part meat) and carcass data in each cross system
- Analysis of intermuscular fat content and fat composition of Belly
- Obtaining quality standard for Belly and Boston which is favorite to Korean consumer

3. Research subject 3 : " Development of DNA marker system to verify nation-wide pork brand"

- Selection of optimal DNA markers for individual or brand identification
 - Development of a time and cost-effective DNA typing method
 - Establishment of identification system for counterfeit brand meat

- Survey of trait genes for meat quality
 - Development of DNA marker for meat quality traits
- 4. Research subject 4 : " Development of evaluation model for productivity and meat quality of favorite park meat using bio-ultrasonography"**
- Study on measuring method and location for Belly and Boston areas
- Study on converting numerical values of intramuscular fat from digital image of ultrasonography

IV. Results and discussion

Aims of the study was to establish fundamentals and producing lines of nation-wide pork brand which is not using conventional YLD cross focusing on growth and meat quantity, but new cross system YLBD considering meat quality as well as quantity. We did comparative analysis for reproductive, growth, carcass traits between YLB and YLBD whether to know which cross system will give pig farmers higher benefits. Additionally, DNA markers for individual or brand pork meat are expected to give strong impact for the brand meat distribution system. Moreover, Pork meat traceability using DNA markers, evaluation of meat quality in living pigs using ultrasonography, development of neo commercial breed possessing high meat quality as well as quantity, and establishment of pork meat evaluation system considering favorite park meat, etc. should be an important tool to lead alteration of pork brands in Korea.

V. Applications

- Establishment of fundamentals for validation of nation-wide pork brand (Producing system, pork evaluation standard, quality evaluation)
- Application for the control of interrelated pig farms in the brand
- Application for the introduction of the nation-wide pork brand on the basis of meat quality and productivity of the developed new cross system
- Application for setting an alternative selection index for seed stock through

considering Belly and Boston evaluation standard

- Establishment of fundamentals for breeding stock improvement using the performance of favorite part meats
- Application of ultrasonography as a technique for proving favorite part meat production
- Acceleration of discriminating brand meat using genetic variations
- Improvement of pork meat matching with consumer's demand

CONTENTS

Chapter 1. Overview of the project	1
Section 1. Aims and Necessity of the research and development	1
1. Technical aspect	2
2. Economic and industrial aspect	3
3. Social aspect	3
Section 2. Contents and scope of the project	4
Chapter 2. Status of the technology development in Korea and foreign countries	6
Section 1. Status and prospects of development of the technique in Korea and other countries	6
Chapter 3. Research contents and results	10
Section 1. Approach methods of the research	10
Section 2. Research contents	14
Section 3. Research results and expected effects	18
Subject 1 : Evaluation of meat quality and productivity in two different intercross systems	18
Subject 2 : Establishment of standard for evaluating favorite part meat (Belly, Boston)	44
Subject 3 : Development of DNA marker system to verify nation-wide pork brand	83
Subject 4 : Development of evaluation model for productivity and meat quality of favorite park meat using bio-ultrasonography ·	100
5. Expected effects of the research	130
Chapter 4. Achievement and contribution to related fields	131

Section 1. Achievement	131
Section 2. Contribution to related research fields	132
Chapter 5. Application of the results	134
Chapter 6. Overseas technology information collected during the research	135
Chapter 7. References	136

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	1
제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성	1
1. 기술적 측면	2
2. 경제·산업적 측면	3
3. 사회 문화적 측면	3
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위	4
제 2 장 국내·외 기술개발 현황	6
제 1 절 국내·외 기술개발 현황 및 전망	6
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	10
제 1 절 연구개발 접근 방법	10
제 2 절 연구개발 내용	14
제 3 절 연구개발 결과 및 기대효과	18
1. 세부1과제 : 교배조합별 육질·생산성 구명	18
2. 세부2과제 : 국내 인기돈육부위(삼겹살, 목살)의 품질평가 표준 설정	44
3. 세부3과제 : 브랜드육 식별 및 육질관련 DNA marker 개발	83
4. 협동1과제 : 생체 초음파 검사를 통한 국내선호부위 생산능력평가와 육질능력 평가 모델 개발	100
5. 연구개발의 기대효과	130
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	131
제 1 절 연구개발 목표달성도	131
제 2 절 관련분야 기술발전예의 기여도	132
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	134

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	135
제 7 장 참고문헌	136

제 1 장 연구개발과제의 개요

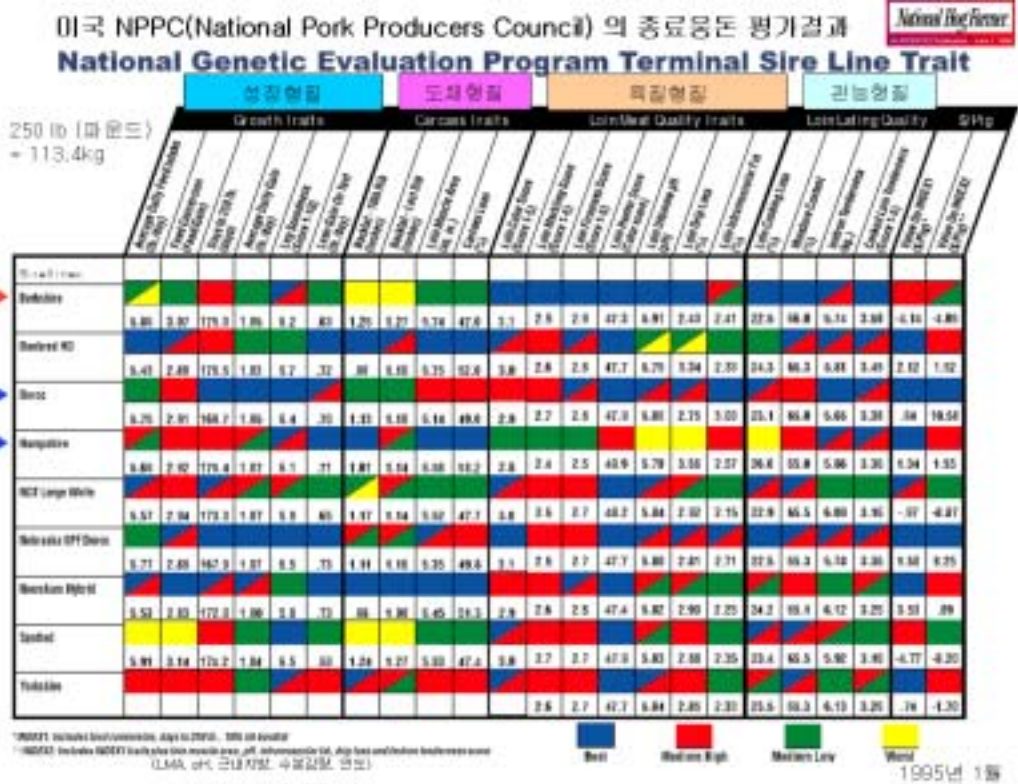
제 1절 연구개발의 목적 및 필요성

- 지금까지 돼지개량은 산자수가 많고 육량이 많이 나오고 성장속도가 빠른 돼지개량에 중점을 맞추고있어서 한국에서는 종료용돈(Terminal Sire)을 성장형질이 좋은 Duroc종으로 하고 있음
- 그러나, 우리나라 돈육 소비시장에서는 육질을 중시하여 선호하는 부위가 제한적이어서, 개량을 통한 비선호부위의 재고량을 줄이고 삼겹부위의 수입량을 줄여 내수 시장의 안정을 도모하고 선호부위의 수급조절을 통하여 가격을 안정화시킬 필요성이 있음
- 따라서, 미국의 NPPC에서 제시하고 있는 종료용돈(Terminal Sire)의 후대검정평가에서 육질형질에 가장 적합한 Berkshire종(아래 그림)을 국내 종료용돈(Terminal Sire)으로서의 육질·생산성 평가를 통하여 학술적으로 비교 검토하여 돈육시장 변화에 적극적으로 대응할 필요가 있음

또한, 이를 통하여

- 국내내수 시장에 가장 적합한 교배조합별 육질·생산성 평가를 실시하고,
- 또한 현행 돼지도체등급제에서는 육량등급 위주인 등지방과 도체중에 의하여 결정되고 있으나 추후 국내에서 선호하는 삼겹부위와 육질이 등급에 반영토록 하며,
- 현재 돼지개량을 위한 검정방법이 등지방, 정육율, 일당증체량 등에 한정되어 있어 삼겹부위 등 국내 선호부위들을 검정형질에 적용할 수 있도록 하며,
- 현재 육질에 대한 소비자의 요구가 증대되고 있어 간편한 육질 개량방법을 개발하여,
- 돼지가격에 있어서 육량등급에 의한 가격 결정을 육질에 의한 가격정책으로 변화시킬 수 있는 여건을 제공하고,
- 돼지 유전자(DNA) 검사를 통하여 새로운 비육돈 교배조합을 이용한 광역브랜드

생산·유통체계의 검증체계 설정이 필요하다.



따라서, 본 과제에서는 기존 교배조합 이외에 새로운 교배조합을 통한 돼지고기의 육질 개량방법을 찾고 우리나라 실정에 맞는 돼지고기 생산과 삼겹부위의 품질평가 기초자료를 제공하고 초음파 삼겹부위 측정기술의 기초자료 및 개발, DNA검사를 통한 유통망 점검체계 설정과 소비자 신뢰도 향상 등 돼지 광역브랜드에 적합한 비육돈 생산 체계를 확립하고자 한다.

1. 기술적 측면

- 생산성이 인정된 모든 F1(LY, YL)에 종료용돈(Terminal Sire) Duroc 순종이외에 미국 NPPC에서 제시한 자료를 토대로 생산성 저하에 많은 영향을 미치지 않을 것으로 판단되는 종료용돈(Terminal Sire) Berkshire 순종과 Berkshire와 Duroc 순종을 교배시켜 나온 용돈 F1(BD)를 교배시켜 나온 비육돈의 육량, 삼겹 및 육질의 비교가 필요함.

- 현행 도체 등급에서 반영되지 않는 삼겹부위를 적용하여 새로운 도체등급 설정을 위한 기초자료 제공이 필요
- 육질 및 삼겹부위의 유전자 탐색을 통한 해당 유전자 좌위를 찾고 그 기능의 구명과 동시에 돼지 개량에 적용하여 국내시장 사정에 맞는 돼지 개량이 필요
- DNA marker의 genotyping 기법을 이용한 계열화 된 브랜드육과 일반육 구분기술 적용 필요

2. 경제·산업적 측면

- 우리나라 실정에 맞는 교배조합 및 종돈개량을 통하여 양질의 돼지고기 생산 및 대외 경쟁력 강화
- 우리나라 소비 실정에 맞는 종료용돈(Terminal Sire) 선정을 통한 농가 소득 증대 기여
- 수출 지향적 양돈산업에서 내수시장에 중점을 둔 양돈산업 안정화를 위한 개량의 필요성이 제기되고 있고
- 국내 브랜드육과 일반육의 구분이 힘들고 또한 수입육과 브랜드육의 구분이 힘들어 소비자로부터 완벽한 신뢰를 얻을 수 없음.

3. 사회·문화적 측면

- 현재 돼지고기 브랜드만 하여도 150여개에 달하지만 이 많은 브랜드 가운데 브랜드를 뒷받침할 과학적인 근거가 없는 실정이다. 이에 과학적 근거를 통한 소비자의 브랜드의 인지도를 높일 필요성 제기.
- 소비자의 돈육에 대한 인식 및 소비자의 소비 형태가 고급화, 다양화, 편의성, 건강 우선, 친환경, 안전축산물 등으로 바뀌어 가고 있다. 이에 적극적으로 개입하여 교배조합의 변화로 인한 좋은 육질에 고급화된 돼지고기의 공급이 필요

제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
<p>(세부 1과제) ■ 교배조합별 육질·생산성 구명</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교배조합작성을 위한 자료 수집 ○ 자돈 위탁 사육을 위한 농장 확보 및 관리계약 체결 ○ 자돈 및 육성돈 검정 시스템 구축 ○ 교배조합별 비육돈(YL(♀)×D(♂), YL(♀)×B(♂), B(♀)×D(♂)) 225두 검정자료 수집, 검정성적 분석, 생산성 구명 ○ 교배조합별 비육돈(YL(♀)×D(♂), YL(♀)×B(♂), YL(♀)×BD(♂)) 180두 검정자료 수집, 검정성적 분석, 생산성 구명 ○ 종료용돈(Terminal Sire)의 능력 평가 ○ 기존 생산라인의 비육돈과 새로운 생산라인의 비육돈의 생산성 비교 분석 ○ 여러 생산라인의 모델 분석을 통한 광역브랜드 적합 모델 설정
<p>(세부 2과제) ■ 국내 인기돈육부위(삼겹살, 목살)의 품질평가 표준 설정</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 삼겹살과 목살에 대한 설문조사와 관능검사 : 한국인이 선호하는 삼겹살과 목살의 형태, 부위 결정 ○ 교배조합별 도체성적 및 각 부위 생산량 조사(3개부위) : 삼겹살과 다른 부위의 육질(목살, 등심) (육색, 보수력, 근내지방, 등 11개 항목) 조사 ○ 삼겹살 근내지방의 양과 지방산 조성에 따른 맛과의 관계 구명 ○ 한국인이 선호하는 삼겹살, 목살의 품질 기준 확보

연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
(세부 3과제) ■ 브랜드육 식별 및 육질 관련 DNA marker 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 도축시 부위별 조직 및 혈액 채취 ○ 개체 식별을 위한 최적 DNA marker 선정 및 최소비용, 최단시간 DNA marker typing 방법 개발 ○ 광역 브랜드육 유통 시 부정육 식별 체계확립 ○ 육질과 연관된 유전자 탐색 및 육질과의 연관성 분석 및 육질관련 DNA marker 개발
(협동 1과제) ■ 생체 초음파 검사를 통한 국내선호부위 생산능력 평가와 육질능력 평가 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 삼겹살 목살 부위 측정위치와 측정방법에 관한 연구 ○ 혈통 및 초음파 측정자료 수집 ○ 초음파 육질 화상의 근내지방도 수치 계량화 연구 ○ 검정종료시 초음파 측정 및 도축 후 실측 및 육질검사 ○ 실량 예측 회귀계수 추정 및 보정계수 개발 ○ 처리구에 Berkshire순종 정액 및 처리구에 BD(F1)정액 시험농장에 공급

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제 1 절 국내·외 기술개발 현황 및 전망

- 현재 종돈개량 목표는 등지방, 일당증체량, 산자수 및 도체형질에 중점을 두고 있다. 반면 돈육 최선호 부위인 삼겹살은 소비량의 1/3이 외국산 즉 수입에 의존하고 있는 실정이다. 그러나, 우리나라의 돼지 개량 기술은 전적으로 살코기 생산위주로 개발되어 있어 국내 시장 여건과는 다른 방향으로 개발되어 있음
- 현재 국내에 유통되고 있는 브랜드 돈육 대부분이 과학적인 충분한 근거를 제시하지 않고 있으며, 따라서 소비자들에게 그 차별성을 입증하지 못하고 있음
- 최근 2002년 한국육류수출입 협회 자료에 따르면 돈육 총 수입량(71,045 톤) 대비 삼겹살 수입량(50,817 톤) 71.5%, 목살 수입량(7,991 톤) 11.2%를 차지하고 있으며, 삼겹살과 목살을 합친 비율은 총수입량 대비 82.7%를 차지한다는 사실에서 외국 돈육시장과 국내 돈육시장의 차이에 따른 상대적 가격경쟁력이 삼겹살과 목살에 있음을 알 수 있다.

최고기		2002년	Search								(단위 : 톤, 천\$)
월별	구분	부위별								계	
		삼겹살	목살	갈비	뒷다리	앞다리	통삼	기타			
합계											
1	물량	4,197	1,188	365	25	94	0	0	5,869		
	금액	11,969	3,547	973	22	166	0	0	16,577		
2	물량	2,227	410	122	25	47	0	24	2,855		
	금액	6,684	1,139	370	23	83	0	24	8,323		
3	물량	5,827	462	266	48	120	0	379	7,102		
	금액	17,338	1,274	692	35	175	0	428	19,942		
4	물량	5,080	915	362	710	185	41	231	7,524		
	금액	14,914	2,432	783	848	262	62	247	19,548		
5	물량	6,171	1,225	190	71	594	23	399	8,673		
	금액	16,677	3,138	359	60	1,220	29	417	21,900		
6	물량	4,332	749	260	95	919	14	329	6,698		
	금액	12,671	2,044	512	88	1,396	17	480	17,208		
7	물량	5,039	658	544	167	574	6	426	7,414		
	금액	14,368	1,794	1,214	126	881	10	375	18,768		
8	물량	5,330	447	430	170	377	5	91	6,650		
	금액	15,153	1,177	950	112	501	8	77	17,978		
9	물량	3,468	339	424	72	378	0	72	4,753		
	금액	9,807	839	1,019	61	474	0	87	12,287		
10	물량	3,826	391	362	78	483	0	64	5,204		
	금액	10,518	950	733	57	713	0	132	13,103		
11	물량	2,900	669	446	52	174	8	24	4,273		
	금액	7,562	1,509	982	38	260	20	47	10,427		
12	물량	2,420	538	502	24	299	0	47	3,830		
	금액	6,066	1,160	984	15	532	0	44	8,601		
소계	물량	50,817	7,991	4,273	1,537	4,244	97	2,086	71,045		
	금액	143,727	21,003	9,571	1,485	6,672	146	2,368	184,962		

그림1. 한국육류수출입 협회 2002년 돈육 부위별 수입량(<http://www.kmta.or.kr>)

- 또한, 국내 소비자 수요를 보면, 삼겹살과 목살을 요구하는 경우가 93% 이고, 부위별 가격차이에 있어서는 선호부위(삼겹)와 비선호부위(뒷다리)간에 가격차이는 6배정도이며, 브랜드육과 일반육의 차이는 kg당 2,000원정도이다.

2003년 11월 3주 Search (단위 : 원/Kg)

부위별	일반		브랜드		수입육
	냉장	냉동	냉장	냉동	냉동
삼겹	8,087	7,142	10,000	0	3,600
갈비	4,180	3,783	5,150	0	3,120
목살	6,113	5,275	7,050	0	3,900
등심	2,320	2,158	3,300	0	0
견지	2,927	2,525	4,150	0	0
후지	1,607	1,467	2,800	0	0
안심	2,733	2,333	4,600	0	0
갈매기	8,233	7,833	10,400	0	0

그림2. 한국육류수출입협회 부위별 가격(<http://www.kmta.or.kr>)

- 외국의 경우 돈육의 소비패턴이 살코기 중심이어서, 삼겹살이나 목살에 대한 관심이 적으며, 따라서 본 연구에서 추구하는 삼겹살 및 목살에 집중하는 연구는 전무한 상태임
- 현재 교배조합은 생산성 위주의 교배조합으로 육질부분의 개량이 이루어지지 않고 있다.
- 많은 사육농가가 계열화가 이루어져 있지 않고 비육돈 생산에 있어서도 체계적인 교배조합을 통한 생산이 잘 이루어지고 있지 않은 편이다.

가. 앞으로의 전망

- 교배조합의 변화로 돼지고기의 육질부분의 향상으로 인한 농가 수익이 증대.
- 국내 내수시장에 맞는 종료용돈(Terminal Sire) 선정으로 인한 광역브랜드와 수입 고기 차별화가 가능
- 계열화된 양질의 브랜드육 생산을 통한 소비자와의 신뢰도 구축
- 육질 개량으로 인한 돼지고기 생산을 통한 육량 위주의 등급제도에서 육량과 육질부분이 포함된 등급제도의 기초자료 제공
- 초음파 측정기술을 이용한 삼겹살부위의 측정으로 생체상태에서도 삼겹부위, 목살부위를 검정성적에 적용할 수 있음

- DNA typing 기법을 통한 브랜드 육과 일반육의 식별이 가능하며 이를 통한 소비자 신뢰도 향상, 홍보의 용이성 및 브랜드육 가격 차별화의 객관적 타당성을 제시할 수 있음

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

● 연구목표

광역브랜드 개발을 위한 교배조합별 육질·생산성 연구

제 1 절 연구개발 접근 방법 및 추진체계

○ 추진체계

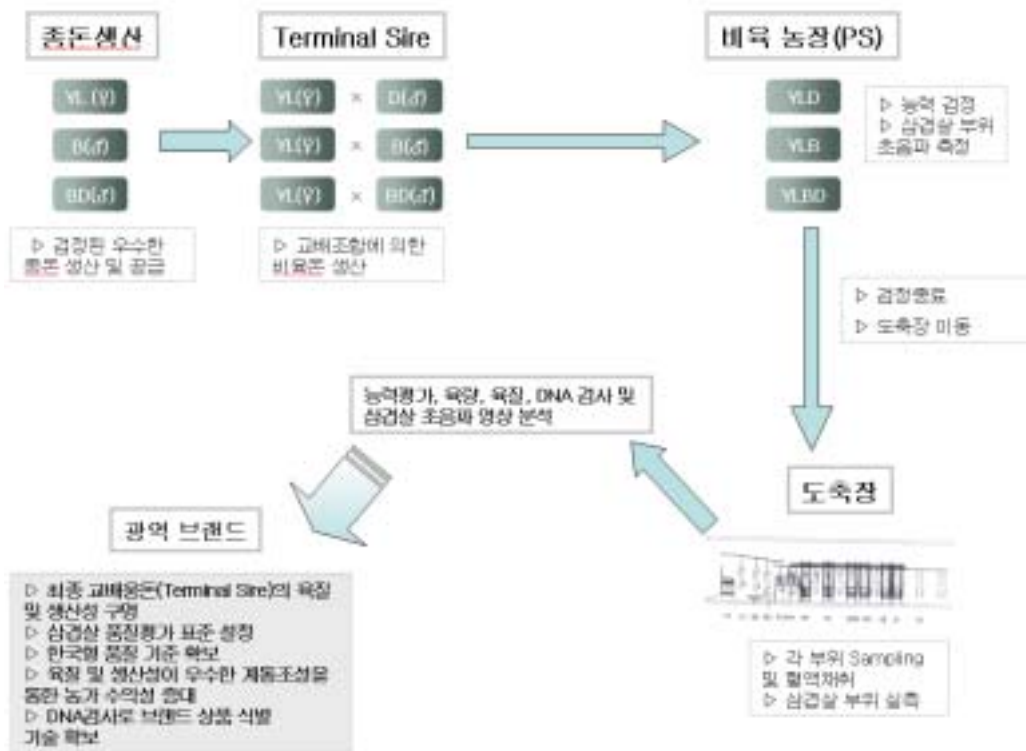


그림 3. 연구개발 접근 방법 및 추진체계

○ 2품종 종돈 생산 및 3품종, 4품종 비육돈 생산 방안



그림 4. 품종 종돈 생산 및 3품종, 4품종 비육돈 생산 방안

○ 육질 및 DNA 검사 방안

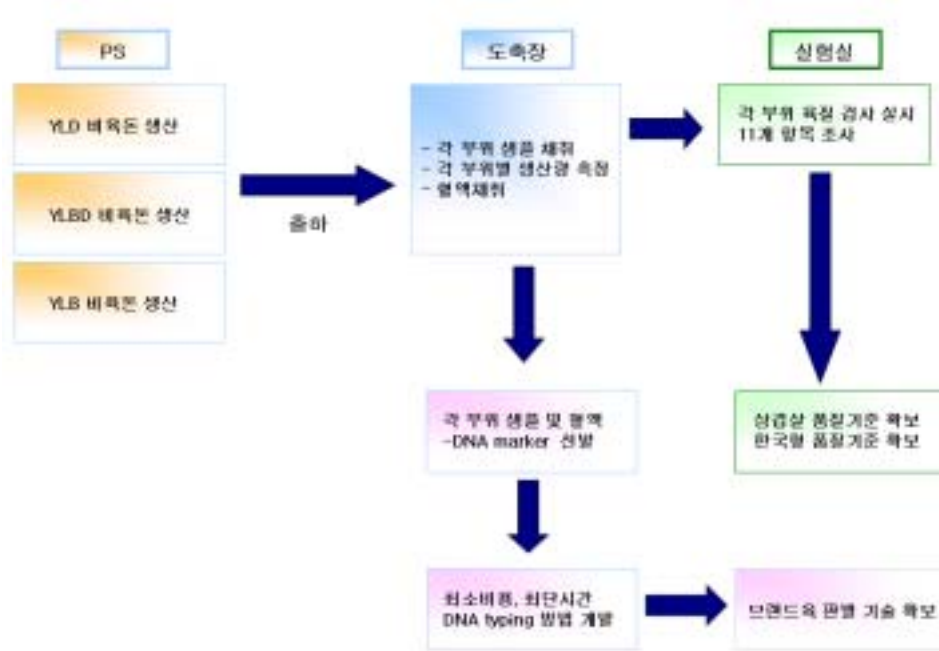


그림 5. 육질 및 DNA 검사 방안

○ 초음파 삼검부위 측정 방안

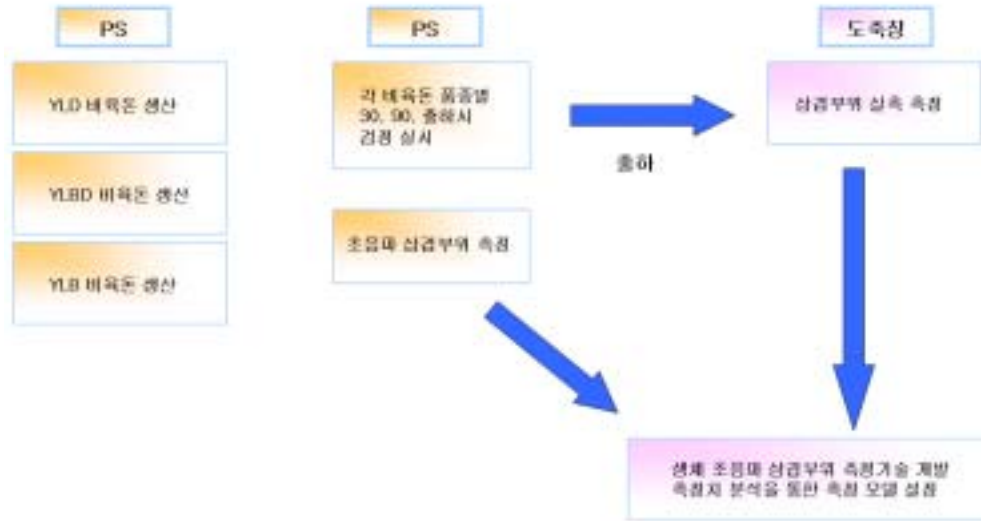


그림 6. 초음파 삼검부위 측정 방안

제 2 절 연구개발내용

1. 세부1과제 : “교배조합별 육질·생산성 구명”

■ 교배조합별 육질·생산성 구명

- 종료용돈(Terminal Sire)의 능력 평가
- 기존 교배조합이외에 새로운 교배조합을 이용한 육질과 생산성 구명
- 교배조합별 비육돈 검정 자료를 수집하여 비육돈 검정성적 분석
- 기존 생산라인의 비육돈과 새로운 생산라인의 비육돈의 생산성 비교 분석
- 여러 생산라인의 모델 분석을 통한 광역브랜드에 적합 모델 설정

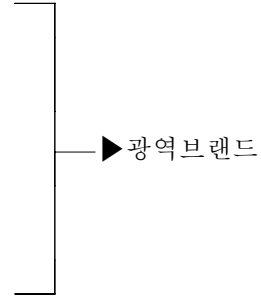


표 1. 교배조합별 시험 설계 (환경편차 최소화 방안 : 비육농장 선정후 일관사육 및 일관검정)

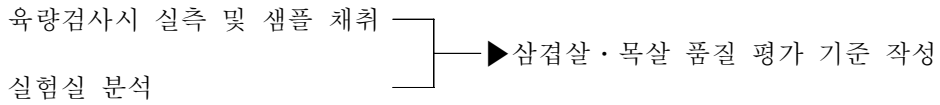
연차	구분	교배조합(두수)			비고
		대조구	처리구1	처리구2	
1년차 (2004)		YL(♀)×D(♂) (13복)	YL(♀)×B(♂) (13복)	B(♀)×D(♂) (8복)	
	능력검정	90두	90두	50두 (첨단양돈연)	(5두 상 선발) 3회검정
	초음파검사	90두	90두	50두	출하시 삼겹, 등심 (10~13늑골)
	육량검사(도체)	90두	90두	45두	대분할 (7개 부위)
	육질검사	15두	15두	10두	40두 , 등심, 삼겹, 목살 (각 11개 항목)
	소계(육질)	90두(15)	90두(15)	45두(10)	225두(40)
2년차 (2005)		YL(♀)×D(♂) (8복)	YL(♀)×B(♂) (8복)	YL(♀)×BD(♂) (12복)	1차년도에 BD종돈5두를 2차년도에 이용
	능력검정	50두	50두	80두	3회검정 (30·90·출하시)
	초음파검사	50두	50두	80두	출하시 삼겹, 등심 (10~13늑골)
	육량검사(도체)	50두	50두	80두	대분할 (7개 부위)
	육질검사	10두	10두	20두	40두 , 등심, 삼겹, 목살 (각 11개 항목)
	소계(육질)	50두(10)	50두(10)	80두(20)	180두(40)
총계	도축두수(육질)	140두(25)	140두(25)	125(30)	405두(80)*

* 주) 최종 405두에 대한 도체검사 및 육량검사 실시 (80두는 3개부위, 각11개 항목 육질검사)

2. 세부2과제 : “국내 인기돈육부위(삼겹살, 목살)의 품질 평가 표준 설정”

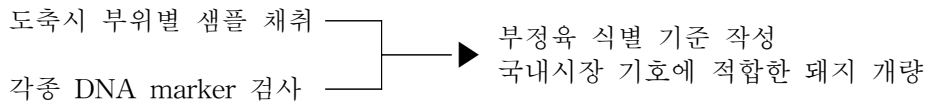
■ 국내 인기돈육부위(삼겹살, 목살)의 품질평가 표준 설정

- 삼겹살과 목살을 기준으로 한 광역브랜드 돼지 도체의 품질 평가 기준 설정
- 수입 돈육과의 품질 차별화를 통한 국내 돈육의 우수성 확립
- 국내 돼지도체등급 개정의 기초자료 확립



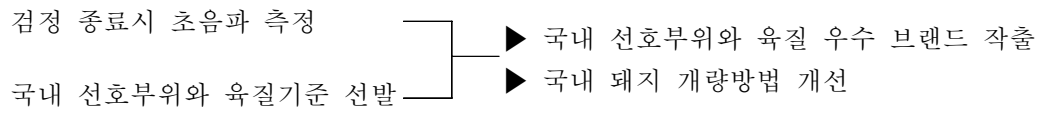
3. 세부3과제 : “DNA marker를 이용한 브랜드육 식별 및 형질과의 연관성 분석”

- 브랜드육 식별 및 육질관련 DNA marker 개발
 - 광역 브랜드육 유통 시 부정육 식별 체계확립
 - 개체 식별을 위한 최적 DNA marker 선정
 - 최소 비용, 최단 시간 DNA typing 방법 개발
 - 경제형질과 연관된 유전자 탐색 및 분석
 - 육질관련 DNA marker의 개발



4. 협동1과제 : “생체 초음파 검사를 통한 국내 선호부위 및 육질 능력평가 방법 개발”

- 생체 초음파 검사를 통한 국내선호부위 생산능력평가와 육질능력 평가 모델 개발
 - 생체 초음파 삼겹부위 목살 측정기술 개발
 - 생체 초음파 육질평가 기술 개발
 - 새로운 경제 형질을 포함하는 돼지개량 방법 개발
 - 한국인 선호부위 우수한 능력의 돼지 생산
 - 육질 우수 돼지품종의 조성



제 3 절 연구개발 결과 및 기대효과

1. 세부1과제 : 교배조합별 육질·생산성 구명

○ 교배조합작성을 위한 자료 수집

- 미국의 NPPC에서 제시하고 있는 종료용돈(Terminal Sire)의 후대검정 평가에서 육질형질에 가장 적합한 Berkshire종(아래 그림)을 국내 종료용돈(Terminal Sire)으로서의 육질·생산성 평가를 통하여 학술적으로 비교 검토하여 돈육시장 변화에 적극적으로 대응할 필요가 있음

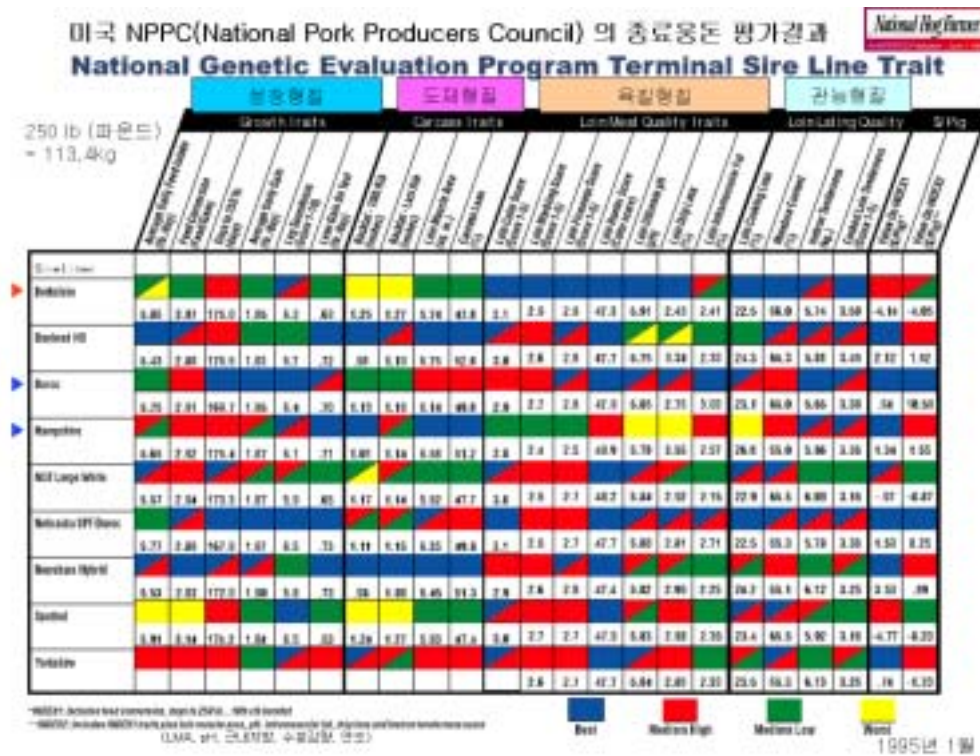


그림 7. 미국 NPPC에서 제시하고 있는 종료용돈(Terminal Sire)의 후대검정 평가

○ 자돈 및 육성돈 검정 시스템 구축

- 각 교배조합별 비육돈의 검정을 30kg(70일령), 90kg(145일령), 출하시의 체중, 체

장, 체고, 체폭, 생체등지방 측정을 기본으로 한 검정체계 구축 완료

○ 자돈 위탁 사육을 위한 농장 확보 및 관리계약 체결

- 부산경남 양돈협동조합의 계열농가 중 1차년도 3개농장, 2차년도 2개농장을 확보하였다.

1) 시험돈의 모돈과 시험돈의 현장사진



그림 8. 실험 1농장 시험돈 이각장면



그림 9. 실험 1농장의 자돈 사진



그림 10. 실험 1농장 실험 모돈 및 자돈 사진



그림 11. 실험 2농장 자돈사진



그림 12. 실험 2농장 실험 모돈 및 자돈 사진



그림 13. 실험 3농장 자동사진



그림 14. 실험 3농장 실험 모돈 및 자돈 사진



그림 15. 실험 4농장 이각장면 및 자돈 사진



그림 16. 검정개시전 실험돈 사진



그림 17. 실험 5농장 검정개시 사진

- 교배조합별 비육돈(YL(♀)×D(♂), YL(♀)×B(♂), B(♀)×D(♂)) 225두 검정자료 수집, 검정성적 분석, 생산성 구명, 종료용돈의 능력 평가 및 생산라인별 비육돈 생산성 비교

가. 재료 및 방법(1차년도)

1) 공시두수

본 연구에 공시된 품종별, 성별 공시돈을 표 2에 나타내었다. 연구에 사용된 모돈은
 실험 1농장 : 경남 합천군 소재 ㄱ 농장 F1(Yorkshire×Landrace) 6두,
 실험 2농장 : 경남 의령군 소재 ㄱ 농장 F1(Yorkshire×Landrace) 7두,
 실험 3농장 : 경남 진주시 소재 ㄱ 농장 F1(Yorkshire×Landrace) 7두,
 실험 4농장 : 경남 고성군 소재 ㄱ 육종회사 F1(Yorkshire×Landrace) 3두,
 실험 5농장 : 경남 산청소재 ㄷ 연구소 Berkshire종 8두
 총 31두의 모돈을 이용하여 YLD : 98두, YLB : 103두, BD 65두, 총 266두의 실험돈을 생산하였다.

표 2. 실험에 공시된 성별, 품종별, 자돈 공시두수(1차년도)

Sire breed	Dam breed	Piglet breed	No. of pigs
Duroc	Yorkshire×Landrace 11 (13)	Yorkshire×Landrace× Duroc(YLD)	YLD 98 (90)
Berkshire	Yorkshire-Landrace 12 (13)	Yorkshire×Landrace× Berkshire(YLB)	YLB 103 (90)
Duroc	Berkshire 8 (8)	Berkshire×Duroc(BD)	BD 65 (45)
Total (head)	31 (34)		266 (225)

* () 괄호안 수치는 실험계획 두수이며, 종부 후 유산이나 불임에 의한 모돈은 제외하였음.

나. 실험항목

1) 총산자수

총산자수는 분만시 태어난 모든 자돈으로서 사산, 미이라, 기형등을 포함하고 있으나, 미이라로서 두부의 형태가 완성되지 않은 것은 대상에서 제외시켰다.

2) 실산자수

실산자수는 복당 총산자수에서 죽어서 태어난 사산 및 미이라 두수를 제외하였고, 기형 자돈도 제외한 생존자돈 두수이다.

3) 이유두수

이유두수는 복당 실산자수에서 포유중 사고인 압사, 설사, 기타포유중 사고를 제외한 이유시킨 자돈의 두수이다.

5) 사산두수

죽어서 분만된 것으로 형태를 완전히 갖춘 것과 미이자로 분만된 자돈의 두수이다.

6) 체중미달

분만시 0.8kg 미만의 생시체중을 가진 자돈의 두수

7) 검정성적

검정은 검정소 검정을 기준으로 생시 70일령(약 30kg)에 검정개시를 하고 145일령(약 90kg)에 2차 검정을 실시하고 110kg일때 검정종료를 실시한다.

8) 도체성적

도체성적은 우선 생축이 도축시 도체율, 정육율 및 등급을 조사하고, 육량조사는 대분할(7개 부위)를 조사한다.

다. 결과 및 고찰

표 3. 전체 실험모돈의 번식성적(1차년도)

농장구분	모돈명호	부돈명호	분만일	총 산자수	체미	사산	실산	이유 두수
실험 1농장 (모돈 6두)	YL-2003-24-16	BB-73	2004-10-28	8	1		8	8
	YL-2002-7751	BB-12	2004-10-29	11	2		11	9
	YL-2002-7316	BB-34-4	2004-10-29	9		1	8	8
	YL-2003-6110	DD-302	2004-10-29	13	1		13	13
	YL-2003-39-143	DD-302	2004-10-29	8	1		8	8
	LY-2002-60-40	DD-3007	2004-10-29	11	1		11	10
실험 2농장 (모돈 7두)	F1-2002-A-8	B66-7	2004-11-06	11		1	10	10
	F1-2002-A-5	B108	2004-11-06	10	1		10	9
	F1-2002-2590	B34-4	2004-11-06	11	1		11	10
	F1-2003-7959	D78058	2004-11-14	13			13	13
	F1-2002-2603	D78058	2004-11-12	10	1	1	9	9
	F1-2001-4-1	D78058	2004-11-14	11	2		11	9
	F1-2003-1000	D78058	2004-11-12	10			10	10
실험 3농장 (모돈 7두)	F1-2003-111	B82-5	2004-11-13	9		1	8	8
	F1-2002-174	B63-11	2004-11-13	9		1	8	8
	F1-2000-97	B33-9	2004-11-13	10		1	9	9
	F1-2003-102	B52-2	2004-11-13	10	1		10	9
	F1-2002-180	D78059	2004-11-29	11	1		11	11
	F1-2001-76	D78059	2004-11-29	5		1	4	4
	F1-2002-175	D78059	2004-11-29	12	1		12	11

<표 3 계속>

농장구분	모돈명호	부돈명호	분만일	총 산자수	체미	사산	실산	이유 두수
실험 4농장 (모돈 3두)	108-170N	D5105	2004-11-17	11		2	9	9
	109-146N	B3309	2004-11-18	12			12	12
	111-124N	B12	2004-11-24	12			12	12
실험 5농장 (모돈 8두)	27	D2201	2004-10-30	6			6	6
	32	D5105	2004-10-30	8		1	7	7
	B35(53-1)	D2502	2004-10-30	9			8	8
	B2(106-3)	D5105	2004-11-05	11	4	1	10	6
	B17(81-3)	D2502	2004-11-06	9		1	8	8
	91	D2502	2004-11-06	9			9	9
	B29(104-2)	D2502	2004-11-11	12		1	11	11
	18	D1706	2004-11-13	12	1	1	11	10

1) 평균능력

표 4. 실험돈 전체 번식성적(1차년도)

Source	두수	총산자수	사산두수	체미두수	실산자수
평균	31	10.10	0.45	0.61	9.61

평균 능력에서는 총산자수는 10.10두, 실산자수는 9.61두, 사산두수 0.45두, 체중미달은 0.61으로 나타났다.

2) 품종별 능력

표 5. 교배조합별 번식성적(1차년도)

교배조합	두수	총산자수	사산두수	체미두수	실산자수
YLD	11	10.45±0.69	0.36±0.20	0.73±0.19	10.09±0.78
YLB	12	10.17±0.36	0.42±0.15	0.50±0.19	9.75±0.45
BD	8	9.50±0.73	0.63±0.18	0.63±0.50	8.75±0.64

교배조합별 번식성적에서는 YLD와 YLB의 비교에서는 유의적인 차이는 보이지 않았고, BD의 경우 모든의 Berkshire종이 분만성적이 다른 모돈들 보다 떨어지는 결과와 부합되었다.

표 6. 품종별 성장형질($\mu \pm 3SD^*$)-1차년도

품종	두수	70-145일령	생시-145일령	70-검정종료	생시-검정종료	90kg	110kg
		일당증체량 (kg)	일당증체량 (kg)	일당증체량 (kg)	일당증체량 (kg)	도달일령 (day)	도달일령 (day)
YLB	96	0.750 ^c ±0.013	0.550 ^b ±0.008	0.800 ^b ±0.019	0.600 ^b ±0.007	149.20 ^b ±1.655	169.41 ^a ±1.527
YLD	81	0.790 ^b ±0.013	0.570 ^b ±0.009	0.820 ^{ab} ±0.020	0.610 ^b ±0.007	146.86 ^b ±1.741	166.88 ^a ±1.607
BD	44	0.900 ^a ±0.017	0.660 ^a ±0.011	0.870 ^a ±0.025	0.680 ^a ±0.009	132.54 ^a ±2.192	153.48 ^b ±2.023
총두수	221						

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

* $\mu \pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

품종별 성장형질에서는 BD종이 YLD와 YLB보다 우수하게 나타났고, 비육돈품종인 YLB와 YLD의 비교에서는 70-145일령을 제외한 나머지 형질에서는 유의적인 차이를 보이지 않았지만 YLB가 YLD보다 다소 낮게 나타났다. 하지만 YLB와 YLD간의 차이는 연구 계획 시 예상한 것 보다 적은 차이로 나타났다. 또한 2차년도에 최종용돈으로 사용되어질 BD의 성장형질이 타 비육돈보다 매우 우수하게 나타났다. 이는 2

차년도에 생산될 YLBD의 성장형질에 영향을 미칠 것이라 사료되어 진다.

표 7. 품종별 도체성적($\mu \pm 3SD^*$)-1차년도

품종	두수	등심조지방 함량(%)	도체중 (kg)	등지방 (mm)	AB등급출현율
YLB	96	1.52 ^b ±0.042	85.17±0.633	21.49 ^a ±0.416	0.86±0.038
YLD	81	1.60 ^b ±0.049	84.04±0.727	19.46 ^b ±0.478	0.82±0.043
BD	44	1.80 ^a ±0.062	86.93±1.096	15.18 ^c ±0.589	-
총두수	221				

Note : 1. 도축일령별 분석에 있어서 YLD와 YLB 비육돈만 이용하였다. 이는 BD의 경우 2차년도 종료용돈으로 사용으로 인한 비거세돈 다수의 존재로 등급출현율에서 모두 D 등급을 부여 받아 적용 하지 않았다.

2. Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.
* $\mu \pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

품종별 도체성적에서 등심조지방은 BD종이 높게 나타났지만 도체등지방에서는 오히려 가장 낮게 나타났다. 비육돈품종인 YLB와 YLD의 비교에서는 도체중과 도체등지방 및 AB등급출현율에서는 YLB가 다소 높게 나타났다. 특히 AB등급출현율에서 YLB가 YLD보다 높게 나타났는데 이는 도체등지방과 도체중에 기인한 것이라 사료되어 진다.

표 8. 도축일령별 도체성적 Total 평균($\mu \pm 3SD^*$)-1차년도

도축일령	두수	등심조지방 함량(%)	도체중 (kg)	등지방 (mm)	AB등급출현율
180일령이하	76	1.57±0.047	88.03 ^a ±0.705	20.50±0.463	0.87±0.042
190일령이하	50	1.60±0.054	82.42 ^b ±0.811	20.48±0.533	0.76±0.049
200일령이하	51	1.51±0.067	83.38 ^b ±0.993	20.43±0.652	0.89±0.059
총두수	177				

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

* $\mu \pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

도축일령별 도체성적에서는 도체중에서 180일령이하가 가장 높게 나타났고, AB등급 출현율에서는 유의적 차이는 없었으나 190일령을 제외한 180일령, 200일령에서 87%, 89%로 다소 높게 나타났다.

표 9. 도축일령별, 품종별 도체성적($\mu \pm 3SD^*$)-1차년도

도축일령	품종	두수	등심조지방 함량(%)	도체중 (kg)	등지방 (mm)	AB등급출현율
180일령이하	YLB	37	1.47 \pm 0.06	88.38 ^a \pm 1.03	21.19 \pm 0.72	0.92 ^a \pm 0.06
190일령이하	YLB	29	1.55 \pm 0.07	82.24 ^b \pm 1.07	21.38 \pm 0.75	0.71 ^b \pm 0.06
200일령이하	YLB	30	1.56 \pm 0.08	85.28 ^{ab} \pm 1.25	22.08 \pm 0.87	0.96 ^a \pm 0.07
도축일령	품종	두수	등심조지방 함량(%)	도체중 (kg)	등지방 (mm)	AB등급출현율
180일령이하	YLD	39	1.66 ^a \pm 0.07	87.67 ^a \pm 0.95	19.79 \pm 0.57	0.82 \pm 0.06
190일령이하	YLD	21	1.65 ^{ab} \pm 0.09	82.92 ^b \pm 1.21	19.63 \pm 0.73	0.83 \pm 0.08
200일령이하	YLD	21	1.39 ^b \pm 0.11	80.43 ^b \pm 1.58	18.29 \pm 0.96	0.79 \pm 0.11

Note : 1. 도축일령별 분석에 있어서 YLD와 YLB 비육돈만 이용하였다. 이는 BD의 경우 2차년도 종료용돈으로 사용으로 인한 비거세돈 다수의 존재로 등급출현율에서 모두 D 등급을 부여 받아 적용 하지 않았다.

2. Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

* $\mu \pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

도축일령별 품종별 도체성적에서는 YLB의 경우 등심조지방과 등지방의 경우 유의적 차이는 없었으나 일령이 길어질수록 증가하는 경향을 보였고, 이는 기존연구결과와 부합되었다. 도체중에 있어서는 190일령 이하가 가장 낮게 나타났다. AB등급 출현율에서는 도체중이 적은 190일령이 가장 낮게 나타났다. 이는 190일령이하의 도체중이 가장 낮게 나온 것에 기인한 것이라 사료된다. YLD의 경우 등심조지방과 도체중 및 등지방에서 도축일령이 경과함에 따라 낮아지는 경향을 보였는데, 특히 200일령이하에서 가장 낮게 나타났다.

종료용돈이 Duroc종이 사용된 YLD와 종료용돈이 Berkshire종이 사용된 YLB간에 번식형질에서는 유의적인 차이를 보이지 않았고, 성장형질에서도 70-145일령과 110kg도 달일령을 제외한 나머지 부분에서도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 하지만 성장형질에서는 종료용돈 Berkshire종을 사용한 비육돈 보다 종료용돈을 Duroc종을 사용한 비육돈 품종이 우수하게 나타났다.

표 10. 품종에 대한 각 부위별 정육중량 및 수율($\mu \pm 3SD^*$)-1차년도

품종	두수	삼겹중량 (kg)	삼겹수율 (%)	목살중량 (kg)	목살수율 (%)	갈비중량 (kg)	갈비수율 (%)	앞다리중량 (kg)	앞다리수율 (%)
YLB	91	9.92 ^b ±0.083	11.60 ^b ±0.097	4.31 ^b ±0.055	5.04 ^b ±0.063	3.87 ^b ±0.051	4.52 ^b ±0.060	8.52 ^b ±0.073	9.95 ^b ±0.084
YLD	84	10.17 ^a ±0.083	11.87 ^a ±0.097	4.52 ^a ±0.055	5.28 ^a ±0.063	3.98 ^a ±0.051	4.64 ^a ±0.060	8.62 ^b ±0.072	10.07 ^b ±0.084
BD	43	9.97 ^{ab} ±0.09	11.65 ^{ab} ±0.104	4.55 ^a ±0.059	5.32 ^a ±0.068	4.00 ^a ±0.055	4.68 ^a ±0.064	8.84 ^a ±0.078	10.33 ^a ±0.091
총두수	218								

품종	두수	뒷다리중량 (kg)	뒷다리수율 (%)	등심중량 (kg)	등심수율 (%)	안심중량 (kg)	안심수율 (%)	총 정육중량 (kg)	총 정육수율 (%)
YLB	91	14.83 ^c ±0.163	17.34 ^c ±0.191	6.59 ^b ±0.090	7.70 ^b ±0.105	0.94 ^b ±0.014	1.10 ^b ±0.017	48.99 ^b ±0.306	57.25 ^b ±0.357
YLD	84	15.73 ^b ±0.163	18.41 ^b ±0.191	6.96 ^a ±0.090	8.13 ^a ±0.105	0.97 ^a ±0.014	1.14 ^a ±0.017	50.94 ^a ±0.305	59.55 ^a ±0.357
BD	43	16.28 ^a ±0.175	18.99 ^a ±0.206	6.85 ^a ±0.097	8.00 ^{ab} ±0.113	0.98 ^a ±0.015	1.15 ^a ±0.018	51.47 ^a ±0.329	60.12 ^a ±0.385
총두수	218								

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

* $\mu \pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

전체적인 생산성 검정에서 BD가 YLD와 YLB보다 우수하게 나타났다. 특히 육량측 정에서는 YLB가 가장 낮게 나타났다.

BD가 다른 비육돈보다 성장형질에서 우수하게 나타났고, 육량에서는 YLD와 거의 차이가 없게 나타났다. 그리고 등심조지방에 있어서는 BD가 다른비육품종보다 우수하게 나타났는데, 2차년도에 생산되는 YLBD에 육질에도 많은 영향을 미칠 것이라 생각된다.

- 교배조합별 비육돈(YL(우)×D(♂), YL(우)×B(♂), YL(우)×BD(♂)) 180두 검정자료 수집, 검정성적 분석, 생산성 구명, 종료웅돈의 능력 평가 및 생산라인별 비육돈 생산성 비교

가. 재료 및 방법(2차년도)

1) 공시두수

시험농장의 분만성적 및 이유두수는 표 10와 같다. 총 27두의 모돈을 이용하여 YLD : 55두, YLB : 67두, YLBD 126두, 총 248두의 실험돈을 생산하였다.

표 11. 실험에 공시된 성별, 품종별, 자돈 공시두수(2차년도)

Sire breed	Dam breed	Piglet breed	No. of pigs
Duroc	Yorkshire×Landrace 5 (8)	Yorkshire×Landrace× Duroc(YLD)	YLD 55 (50)
Berkshire	Yorkshire-Landrace 7 (8)	Yorkshire×Landrace× Berkshire(YLB)	YLB 67 (50)
Berkshire- Duroc	Yorkshire-Landrace 15 (12)	Yorkshire×Landrace× Berkshire-Duroc (YLBD)	YLBD 126 (80)
Total (head)	27 (28)		248 (180)

* () 괄호안 수치는 실험계획 두수이며, 종부 후 유산이나 불임에 의한 모돈은 제외하였음.

표 12. 전체 실험모돈의 번식성적(2차년도)

교배일자	개체번호	1차웅돈	2차웅돈	자돈품종	분만일	총산 자수	체미	사산	실산
A(김규한)									
2005-07-18	YL-1236	B34-4	B34-4	YLB	2005-11-09	11			11
2005-07-18	YL-7751	BD27-36	BD27-36	YLBD	2005-11-09	6			6
2005-07-18	YL-7316	B34-4	B34-4	YLB	2005-11-09	8			8
2005-07-25	YL-314	D2502	D2502	YLD	2005-11-17	11	1		10
2005-07-18	YL-9001	D2502	D2502	YLD	2005-11-10	17	1	1	15
2005-07-25	YL-1356	BD35-17	BD35-17	YLBD	2005-11-16	6			6
2005-07-18	YL-1251	D2502	D2502	YLD	2005-11-09	11			11
2005-07-25	YL-39102	BD35-17	BD35-17	YLBD	2005-11-16	12			12
2005-09-06	YL-6110	BD27-36	BD27-36	YLBD	2005-12-29	9			9
2005-09-06	YL-39143	BD27-36	BD27-36	YLBD	2005-12-30	9			9
2005-09-06	YL-7316	BD35-17	BD35-17	YLBD	2005-12-30	10			10
2005-09-06	YL-539	D2502	D2502	YLD	2005-12-29	9			9
2005-09-06	YL-1314	D2502	D2502	YLD	2005-12-29	8			8
B(김정수)									
2005-07-18	YL-81	B73	B73	YLB	2005-11-09	11	2		9
2005-07-18	YL-77	B73	B73	YLB	2005-11-09	11			11
2005-07-18	YL-114	B73	B73	YLB	2005-11-09	9			9
2005-07-18	YL-71	B34-4	B34-4	YLB	2005-11-09	11			11
2005-07-18	YL-133	B34-4	B34-4	YLB	2005-11-09	11	1		10
2005-07-18	YL-6	BD27-36	BD27-36	YLBD	2005-11-10	4			4
2005-07-18	YL-9	BD27-36	BD27-36	YLBD	2005-11-10	11			11
2005-07-18	YL-99	BD35-17	BD35-17	YLBD	2005-11-10	5		1	4
2005-09-06	YL-45	BD27-36	BD27-36	YLBD	2005-12-29	8			8
2005-09-06	YL-139	BD27-36	BD27-36	YLBD	2005-12-30	6			6
2005-09-06	YL-155	BD35-17	BD35-17	YLBD	2005-12-29	11			11
2005-09-06	YL-121	BD35-17	BD35-17	YLBD	2005-12-30	10			10
2005-09-06	YL-122	BD35-17	BD35-17	YLBD	2005-12-30	11			11
2005-09-06	YL-96	BD27-36	BD27-36	YLBD	2005-12-31	9			9

* 부득이 하게 불임 및 재발돈의 다수 발생으로 시험돈 두수를 맞추기 위하여 2차 종부가 실시됨

나. 결과

표 13. 실험돈 전체 번식성적(2차년도)

Source	두수	총산자수	사산두수	체미두수	실산자수
평균	27	10.05	0.10	0.19	9.76

표 14. 교배조합별 번식성적(2차년도)

교배조합	두수	총산자수	사산두수	체미두수	실산자수
YLB	7	10.67±0.505	0.17±0.12	0.50±0.20	10.17±0.503
YLBD	15	9.73±0.373	0.00±0.09	0.09±0.15	9.64±0.372
YLD	5	10.00±0.618	0.25±0.15	0.00±0.25	10.00±0.617

표 14에서는 교배조합별 번식성적을 나타내었다. 수치상으로는 YLB가 가장 높게 나타났으나 유의적(p<0.05) 차이가 나타나지 않았다.

표 15. 품종별 성장형질($\mu \pm 3SD^*$)-2차년도

품종	두수	70-145일령	생시-145일령	90kg	생시-검정종료	70-검정종료	110kg
		일당증체량 (kg)	일당증체량 (kg)	도달일령 (day)	일당증체량 (kg)	일당증체량 (kg)	도달일령 (day)
YLB	46	0.576 ^b ±0.010	0.803 ±0.016	156.068 ^b ±2.429	0.616 ^b ±0.009	0.819 ±0.014	178.355 ^a ±2.297
YLBD	86	0.607 ^a ±0.007	0.838 ±0.012	148.434 ^b ±1.850	0.641 ^a ±0.007	0.854 ±0.011	171.337 ^b ±1.749
YLD	42	0.589 ^{ab} ±0.017	0.834 ±0.027	151.264 ^{ab} ±4.261	0.628 ^{ab} ±0.015	0.846 ±0.025	173.798 ^{ab} ±4.028
총두수		174					

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

* $\mu \pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

표 15에서는 품종별 성장형질을 나타내었다. 전체적인 성장형질에서 YLBD가 가장 높게 나타났고, 90kg 및 110kg 도달일령에서도 YLBD가 가장 우수한 것으로 나타났다. 이는 1차년도의 BD용돈의 성장형질이 우수한 것에 기인한 것으로 사료되어 진다.

표 16. 품종별 도체성적 ($\mu \pm 3SD^*$)-2차년도

품종	두수	도체중 (kg)	도체등지방 (mm)	AB등급출현율 (%)
YLB	46	85.417 \pm 0.671	23.125 ^a \pm 0.603	0.771 ^b \pm 0.047
YLBD	86	83.771 \pm 0.556	20.129 ^b \pm 0.499	0.943 ^a \pm 0.039
YLD	42	85.325 \pm 0.735	19.750 ^b \pm 0.660	0.875 ^{ab} \pm 0.052
총두수	174			

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

* $\mu \pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

표 16에서는 품종별 도체성적을 나타내었다. 도체중에서는 품종에 대한 유의적 차이가 존재하지 않았으며, 도체등지방에서는 YLB품종이 가장 두껍게 나타났고, AB등급출현율에서는 YLBD가 가장 우수하게 나타났다.

표 17. 품종별 부위별 정육중량 ($\mu \pm 3SD^*$)-2차년도

breed	두수	앞다리	뒷다리	갈비	안심	등심	삼겹	목심	등심
		중량 (kg)	중량 (kg)	중량 (kg)	중량 (kg)	중량 (kg)	중량 (kg)	중량 (kg)	조지방 함량(%)
YLB	46	7.975 ^b \pm 0.11	14.22 ^b \pm 0.271	3.847 ^b \pm 0.08	0.896 \pm 0.016	6.076 \pm 0.14	10.311 \pm 0.229	3.796 ^b \pm 0.067	2.291 \pm 0.08
YLBD	86	8.227 ^{ab} \pm 0.131	14.993 ^{ab} \pm 0.322	4.047 ^{ab} \pm 0.095	0.91 \pm 0.019	5.992 \pm 0.167	10.795 \pm 0.272	3.913 ^{ab} \pm 0.08	2.323 \pm 0.095
YLD	42	8.328 ^a \pm 0.131	15.332 ^a \pm 0.322	4.138 ^a \pm 0.095	0.892 \pm 0.019	5.762 \pm 0.167	10.735 \pm 0.272	4.043 ^a \pm 0.08	2.23 \pm 0.095
총두수	174								

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

* $\mu \pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

표 17에서는 품종별 부위별 정육중량을 나타내었다. 대체적으로 YLB품종이 부분육중량에서 다소 낮게 나타났고, YLBD품종과 YLD품종은 대부분 형질에서 유사한 결과를 보였다. 조지방 함량에서도 유의적 차이는 보이지 않았으나 YLBD가 다소 높게 나타났다.

표 18. 실험돈 전체 번식성적(1-2차년도 통합)

Source	두수	총산자수	사산두수	체미두수	실산자수
Means	50	10.17	0.20	0.41	9.88

표 19. 교배조합별 번식성적(1-2차년도 통합)

교배조합	두수	총산자수	사산두수	체미두수	실산자수
YLB	19	10.33±0.288	0.28±0.107	0.50±0.145	9.89±0.314
YLBD	15	9.73±0.369	0.00±0.137	0.09±0.185	9.64±0.401
YLD	16	10.33±0.353	0.25±0.131	0.58±0.177	10.08±0.394
총두수	50				

교배조합별 종합 번식성적에서 품종별 유의적 차이는 나타나지 않았다.

표 20. 품종별 성장형질($\mu \pm 3SD^*$) 1-2차년도 통합

breed	두수	생시-145일령 일당증체량 (kg)	70-145일령 일당증체량 (kg)	90kg 도달일령 (day)	생시-검정종료 일당증체량 (kg)	70-검정종료 일당증체량 (kg)	110kg 도달일령 (day)
BD	43	0.640 ^a ±0.01	0.876 ^a ±0.015	141.440 ^c ±2.802	0.684 ^a ±0.009	0.867 ^a ±0.022	162.326 ^a ±2.489
YLB	137	0.559 ^c ±0.006	0.761 ^c ±0.010	162.498 ^a ±1.893	0.605 ^c ±0.005	0.800 ^b ±0.014	181.981 ^c ±1.577
YLBD	84	0.586 ^b ±0.008	0.806 ^b ±0.013	154.276 ^b ±2.398	0.637 ^b ±0.008	0.846 ^a ±0.019	172.338 ^b ±2.182
YLD	126	0.553 ^c ±0.007	0.771 ^c ±0.010	164.090 ^a ±1.974	0.615 ^c ±0.006	0.831 ^{ab} ±0.016	178.777 ^c ±1.831
총두수	390						

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.
^{*} $\mu \pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

품종별 종합 성장형질에서 대부분 모든성적에서 비육돈중에서 YLBD가 유의적 ($p<0.05$)으로 가장 우수하게 나타났다. 이는 1차년도 BD용돈의 우수성에 기인한 것이라 사료되어 진다.

표 21. 품종별 도체성적 ($\mu\pm 3SD^*$) 1-2차년도

품종	두수	도체중 (kg)	도체등지방 (mm)	AB등급출현율 (%)
YLB	141	85.213 \pm 0.491	21.894 ^a \pm 0.350	0.816 ^b \pm 0.030
YLD	126	84.906 \pm 0.519	19.714 ^b \pm 0.370	0.833 ^b \pm 0.032
YLBD	76	83.771 \pm 0.696	20.129 ^b \pm 0.497	0.943 ^a \pm 0.043
총두수	343			

Note : 1. 도축일령별 분석에 있어서 YLD와 YLB 비육돈만 이용하였다. 이는 BD의 경우 2차년도 종료용돈으로 사용으로 인한 비거세돈 다수의 존재로 등급출현율에서 모두 D 등급을 부여 받아 적용 하지 않았다.

2. Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

* $\mu\pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

도체중에서는 품종에 대한 유의적 차이가 존재하지 않았으며, 도체등지방에서는 YLB품종이 가장 두껍게 나타났고, AB등급 출현율에서는 YLBD가 가장 우수하게 나타났다. AB등급 출현율이 높다는 것은 현재 농가수익과 직결되고 적절한 등지방은 육질에도 영향을 미칠 것이라 사료되어 진다.

표 22. 품종별 부위별 정육중량 ($\mu \pm 3SD^*$) 1-2차년도 통합

breed	두수	앞다리	뒷다리	갈비	안심	등심	삼겹	목심	등심
		중량 (kg)	중량 (kg)	중량 (kg)	중량 (kg)	중량 (kg)	중량 (kg)	중량 (kg)	조지방 함량(%)
YLB	141	8.339 ^b ±0.057	14.744 ^d ±0.109	3.848 ^b ±0.034	0.935 ^b ±0.008	6.39 ^c ±0.063	10.216 ^b ±0.081	4.11 ^c ±0.036	1.647 ^b ±0.045
YLD	124	8.461 ^b ±0.06	15.609 ^b ±0.116	3.91 ^b ±0.036	0.951 ^b ±0.008	6.591 ^b ±0.066	10.235 ^b ±0.086	4.27 ^b ±0.038	1.735 ^{ab} ±0.047
BD	44	9.012 ^a ±0.116	16.43 ^a ±0.223	4.116 ^a ±0.07	0.994 ^a ±0.016	6.957 ^a ±0.128	10.228 ^{ab} ±0.166	4.673 ^a ±0.074	1.919 ^a ±0.091
YLBD	82	8.371 ^b ±0.073	15.129 ^c ±0.14	3.869 ^b ±0.044	0.926 ^b ±0.01	6.285 ^c ±0.08	10.505 ^a ±0.104	4.098 ^c ±0.046	1.861 ^a ±0.057
총두수	391								

Note : Means in the same column with the same superscript are statistically insignificant at 5% level of significance.

* $\mu \pm 3SD$: 자료의 이상점을 자르기 위해서 전체평균에 표준편차 3배수의 이상 및 이하를 제거하여 분석함

품종별 부위별 정육중량에서 전체적으로 BD품종이 우수하게 나타났으며, YLD품종과 YLBD품종이 대체적으로 유사하게 나타났다. YLBD품종의 경우 YLD품종보다 삼겹살 중량과 등심조지방함량에서 우수하게 나타났다.

○ 여러 생산라인의 모델 분석을 통한 광역브랜드 적합 모델 설정 및 요약

- 기존 YLD생산라인과 YLB생산라인의 비교에서는 YLB보다 YLD가 우수하게 나타났다. 하지만 2차년도 최종용돈으로 사용될 BD의 경우 YLD와 YLB보다 성장형질과 등심조지방 함량에서 매우 우수하게 나타났다. 또한 YLBD의 성장형질이 다른 비육돈 품종보다 우수하게 나타났다. 번식형질의 비교에서도 3개의(YLBD, YLD, YLB) 비육돈 품종이 차이가 없는 것으로 나타났다. 생산라인별 비교와 생산라인의 모델에서도 YLBD가 YLD, YLB 생산라인보다 성장형질에서 우수 하게 나타났고, BD와 YLBD의 경우 성장형질뿐만 아니라 등심조지방 함량도 높게 나타났다.

광역브랜드 적합 모델에 기존의 비육돈보다 성장형질이 우수하고 도체형질의 AB등급 출현율, 삼겹살 중량 및 등심조지방 함량이 높은 YLBD가 적합할 수 있을 것이라 사료되어진다.

2. 제 2 세부과제 : 국내 인기돈육부위(삼겹살, 목살)의 품질평가 표준 설정

○ 삼겹과 목살에 대한 설문조사 및 관능평가

- 한국인이 선호하는 삼겹살과 목살의 형태, 부위 결정

가. 재료 및 방법

본 조사를 위해 50두 분량의 삼겹살과 목심을 구입하여 20세 이상 50세 미만의 경남남도에서 거주하는 남녀 1,024명을 무작위로 선발하여 삼겹살과 목심에 대한 설문조사(95% 신뢰수준, 표준오차 $\pm 4.27\%$)와 기계적 수치인 육색과 지방색(CIE L*a*b*)을 측정하였다. 설문조사 결과, 돼지고기의 구입 빈도는 주 1회 이상이 44%로 가장 높았고 2주 1회가 32%로 전체 75% 정도가 1개월에 2회 이상 돈육을 구입하는 것으로 나타났다. 돼지고기 구입시 가장 중요 요인은 품질 38%, 부위가 37%로 나타났으며 그 뒤로 가격, 브랜드, 육색 순으로 나타났다. 돼지고기 구입시 가장 선호하는 부위는 무엇인가?라는 질문에 삼겹살이 49%, 목심 27%, 갈비 17%로 대부분을 차지하여 국내 돈육 소비성향이 일정 부위에 편향된 경향을 보였다. 구입시 품질면에서 우선적으로 고려하는 사항은 신선도가 33%로 가장 높았으며, 부위 15%, 냉장, 냉동 상태가 13%로 우선적으로 고려되는 것으로 조사되었다. 또한 교배조합별 도체성적 및 생산량 조사를 위해 각 농가로부터 생산된 돼지를 이용하여 도체중, 정육율, 상위등급출현율 및 부분육생산량을 조사하였으며, 부위별 육질분석을 위해 일반성분의 수분, 조단백, 조지방, 조회분 및 육색, pH, 보수력, 가열감량, 전단가, 지방산조성, 관능평가를 실시하였다.

나. 결과 및 고찰

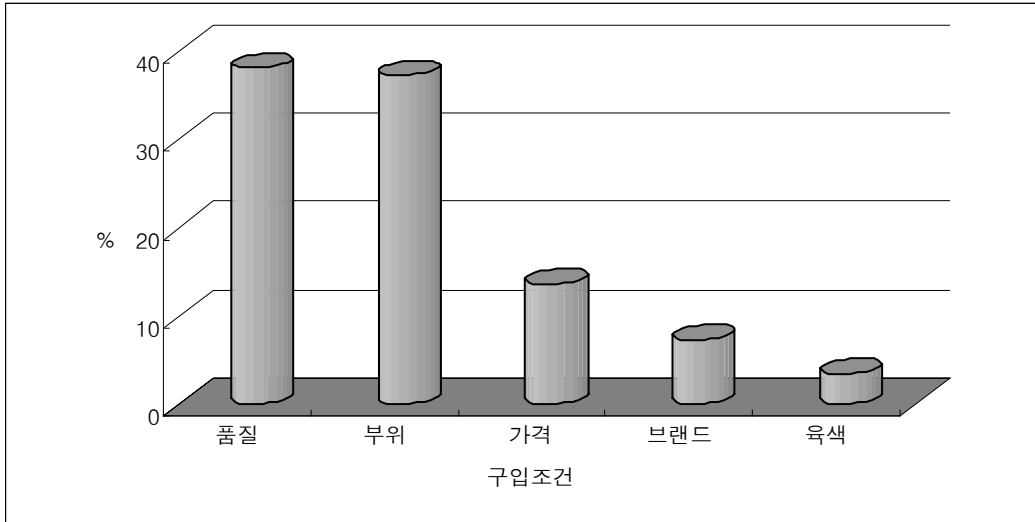


그림 18. 돼지고기 구입시 가장 중요시 되는 요인은?

돼지고기 구입시 가장 중요 요인은 품질 38%, 부위가 37%로 나타났으며 그 뒤로 가격, 브랜드, 육색 순으로 나타나 소비자들은 품질을 가장 우선시하는 요인으로 작용하며, 부위 또한 중요 요인인 것으로 나타났다.

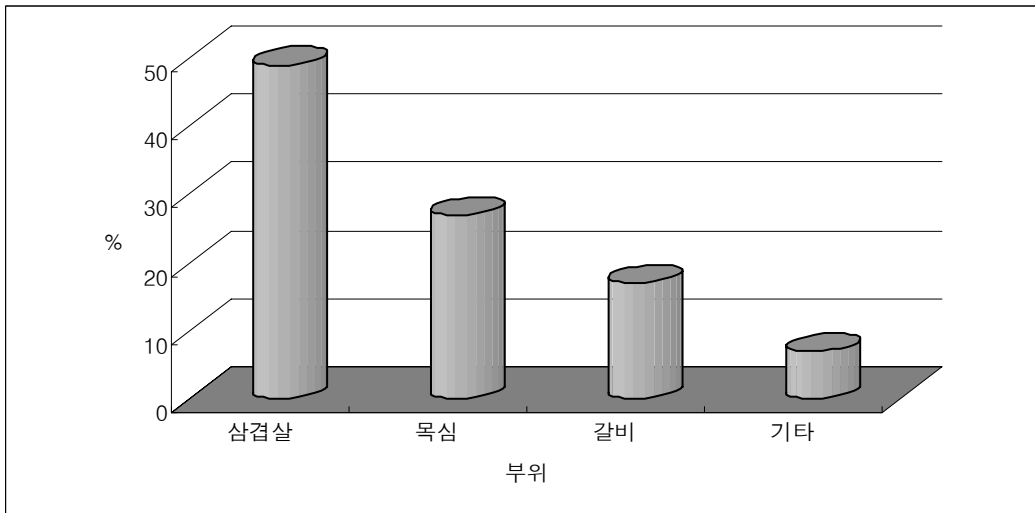


그림 19. 가장 선호하는 돼지고기 부위는 무엇인가?

돈육 부위 중 "가장 선호하는 부위는 무엇인가"라는 질문에 대한 조사 결과 삼겹살이 49%로 가장 많았으며, 목심 27%, 갈비 17% 순으로 나타나 삼겹살의 선호도가 가장 뛰어난 것으로 나타났다. 또한, 결과에 따른 모든 부위가 구이에 적합한 부위로서 우리나라 돈육 소비문화가 구이문화임을 보여주며, 육내 지방이 적절한 비율로 존재하는 것을 선호한다. 또한 지방을 같이 먹었을 경우 소비자의 만족도가 상승하는 것으로 판단된다.

1) 삼겹살 설문조사

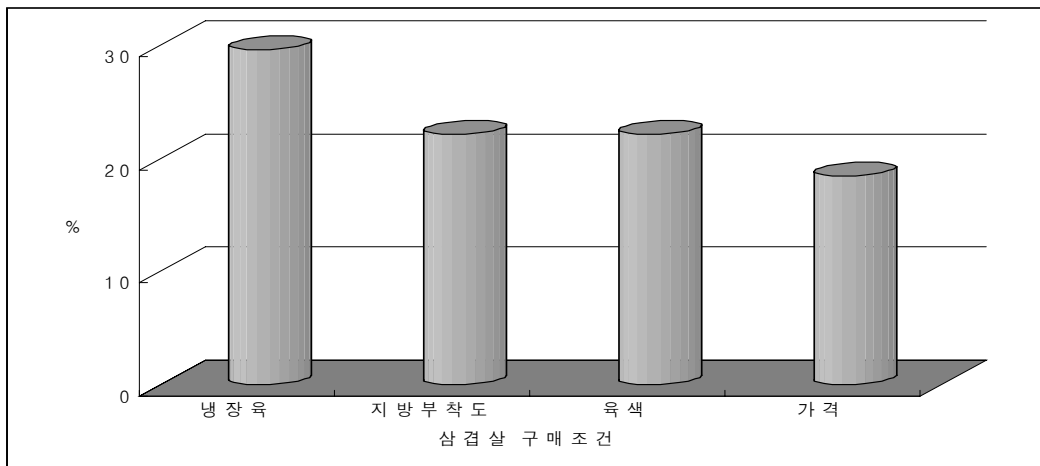


그림 20. 삼겹살 구입시 구매조건은?

삼겹살의 구매시 구매조건은 무엇이냐?라는 질문에 냉장육(29.64%)을 가장 우선시 하며, 다음으로 지방부착정도(22.22%), 육색(22.22%) 및 가격(18.52%)순으로 나타났다. 이와 같은 결과는 식육의 구매시 소비자의 다양한 기호도를 보여줌과 동시에 육질적 측면을 가장 우선시하는 것으로 질 좋은 식육을 선호하는 것으로 나타났다.

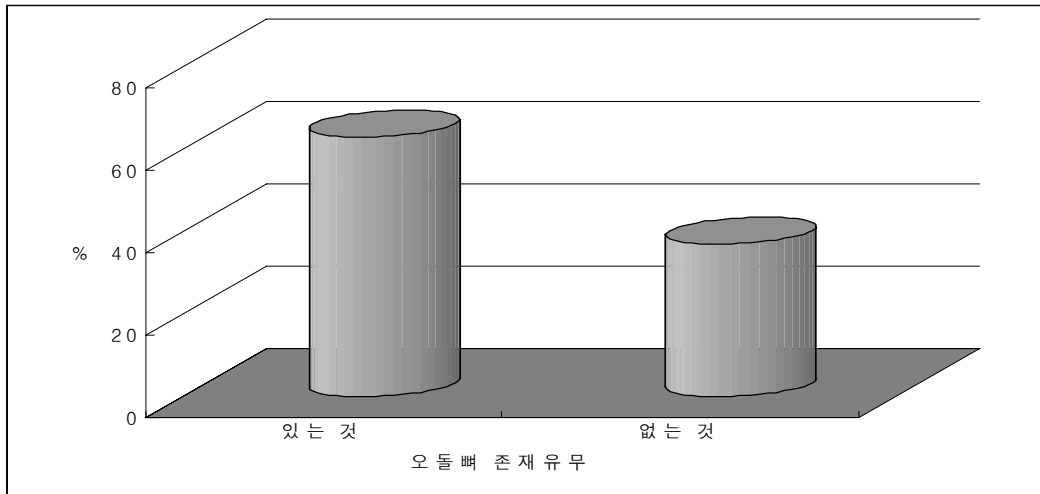
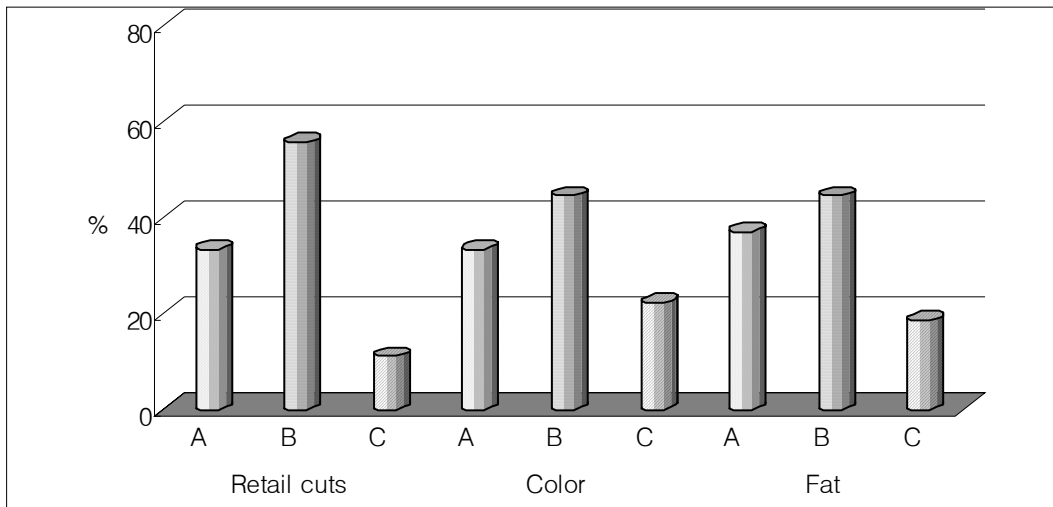


그림 21. 삼겹살 내 오돌뼈 존재유무는?

삼겹살에 있어 오돌뼈의 존재 유무에 따른 선호도는 오돌뼈가 없는 것(37.0%)에 비해 있는 것(63.0%)을 선호하는 것으로 나타났다. 이와 같은 질문은 연령과 성별에 따른 차이가 크게 나타나는 것으로 삼겹살을 먹을 때 씹힘성 정도는 소비자 개인의 관능적 특성에 크게 영향을 미치는 것으로 판단된다.



A; 6번째 늑골에서 10번째 늑골사이
 B; 11번째 늑골에서 마지막 늑골까지
 C; 마지막 늑골에서 관골 앞까지

그림 22. 삼겹살 구매시 선호 부위?

소비자가 삼겹살을 구매시 가장 선호하는 부위를 조사하기 위하여 삼겹살을 크게 3가지로 나누어 선호도를 조사하였다. 조사한 결과, B부위의 삼겹살(55.6%)을 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 육색(44.4%)과 지방부착정도(44.4%) 역시 같은 결과를 나타내었다. 이는 A부분의 많은 지방 함량과 C부분의 뚜렷하지 않는 삼겹 형태로 인한 구매 욕구를 떨어뜨리는 것으로 B부분의 등지방두께 0.3cm, 근간지방두께 0.3-0.5cm, 근육두께 0.5-1cm와 같은 삼겹의 형태가 소비자의 구매 욕구를 증가시키는 중요한 기준이라 사료된다. 또한 B부분은 앞의 설문조사의 오돌뼈 존재 위치와 일치하는 것으로 나타났다.

Table 23. Muscle and fat color (CIE L* a* b*) in retail cuts of belly

Treatments ¹⁾		L*	a*	b*
Muscle	A	50.21±1.26 ^B	15.05±0.67 ^B	6.37±0.59
	B	51.21±1.91 ^B	16.11±0.55 ^A	6.83±0.82
	C	53.78±1.29 ^A	13.04±0.91 ^C	6.14±0.21
Fat	A	81.38±0.24	3.12±0.23	4.75±0.15
	B	80.41±1.53	3.29±0.39	3.80±0.52
	C	80.84±1.51	3.69±0.86	4.98±1.01

^{ABC} : Means±SD with difference superscript at the same column are significantly different (p < 0.05).

¹⁾: Treatments are the same of fig. 4.

삼겹살을 3등분하여 육색과 지방색 측정 결과를 Table 23에서 나타내었다. A와 B 부위에서 낮은 명도 값을 나타내었으며(p<0.05), B에서 가장 높은 적색도 값을 나타내었다(p<0.05). 따라서, 소비자는 육색에 있어서 명도 값이 낮은, 즉 적색근섬유 함량이 높은 *Pectorales*와 *Latissimus dorsi*의 비율이 높은 육을 선호(69.3%)하는 것으로 소비자가 육을 구매시 우선 될 것으로 사료된다. 그러나 *Obliquus externus abdominis*와 *Cutaneus trunci* 같은 백색근섬유 비율이 높은 근육과의 전체적인 조화 역시 중요하다는 것을 확인할 수 있었다(31.7%). 지방색은 모든 처리구에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 따라서 소비자의 육 구매시 지방색에 따른 구매보다는 지방과 육의 배열 정도가 크게 작용하는 것으로 사료된다.

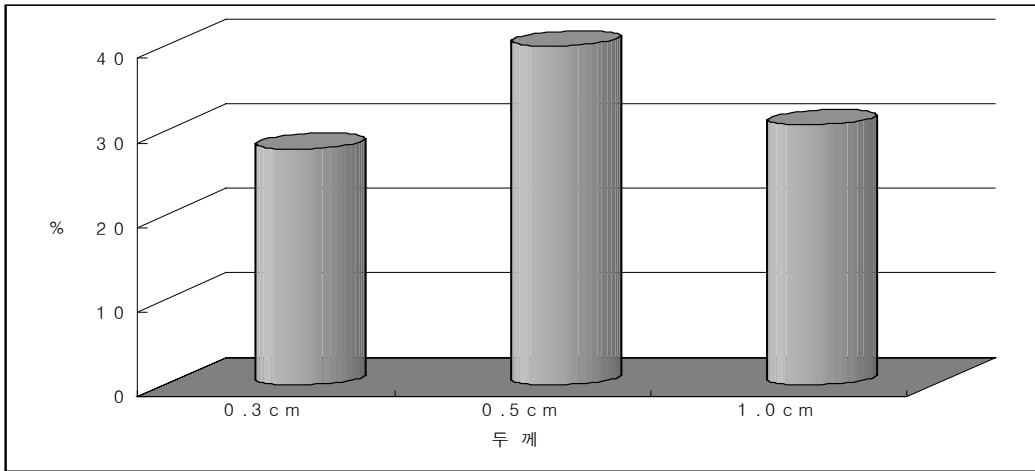


그림 23. 가장 선호하는 삼겹살 두께는?

소비자가 가장 선호하는 삼겹살 두께는 얼마인가라는 질문에 0.5cm(41.4%)를 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 그 뒤를 1.0cm, 0.3cm순으로 나타내었다. 0.5cm 두께는 냉장육을 선호하는 소비자의 성향을 그대로 반영한 결과이며, 너무 과도한 두께는 오히려 기호성을 떨어뜨리는 결과를 가져올 수 있다.

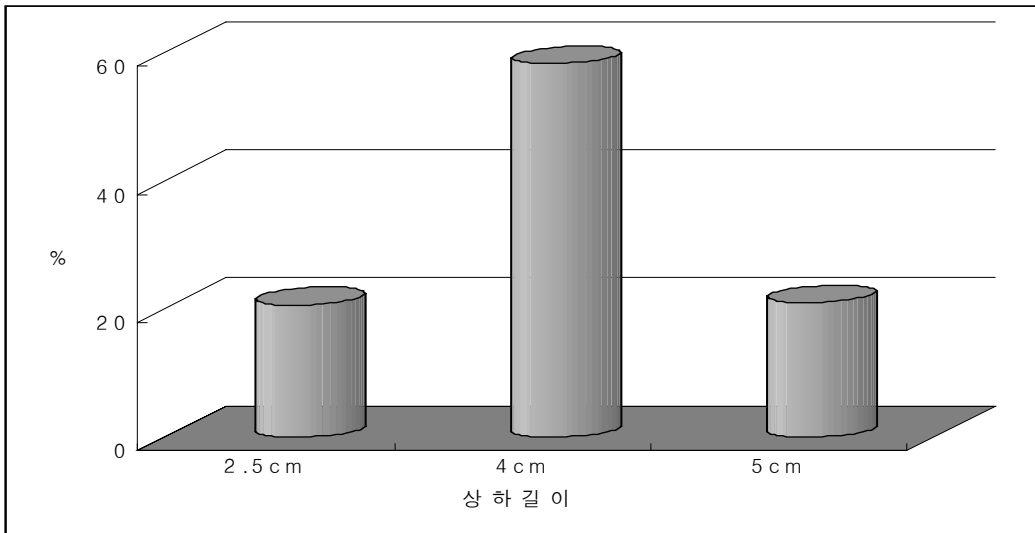


그림 24. 가장 선호하는 삼겹살 길이는?

소비자가 가장 선호하는 삼겹살 길이는 얼마인가라는 질문에 4cm(58.3%)를 가장 선호하는 것으로 나타나 우리나라 소비자가 가장 선호하는 요리형태인 구이문화에 적합한 것으로 나타났다.

라. 목심 설문조사

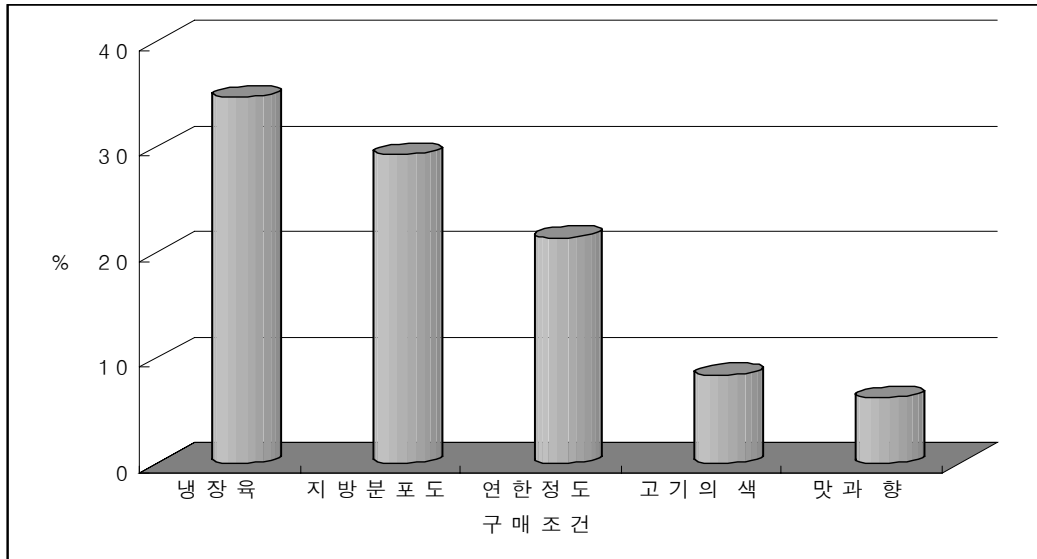


그림 25. 목심 구매시 중요 구매조건은?

목심 구매시 구매조건으로는 냉장육(34.7%)이냐를 가장 우선시하며, 그 다음으로 지방분포(29.3%), 연한정도(21.4%)순으로 나타났다. 목심 또한 구이용으로 많이 이용됨을 알 수 있으며, 삼겹살과 달리 연도가 중요한 구매요건으로 작용하는 것을 알 수 있다.

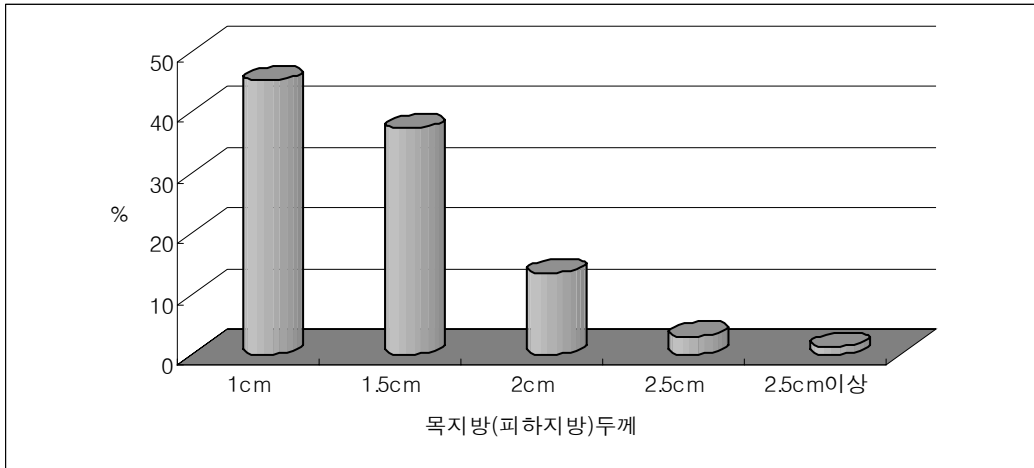


그림 26. 목지방(피하지방)의 부착 정도는?

목지방 부착정도를 묻는 질문에 1cm(45.1%)와 1.5cm(37.2)가 대부분을 차지함을 볼 수 있다. 육의 연도와 관련되어 근내지방도는 중요한 등급정보가 됨은 익히 알고 있는 사실이다. 따라서 앞의 설문조사와 같이 연한정도를 구매조건으로 볼 때, 목심의 근내지방 분포는 높은 기호성을 보여주나 목살에 붙어 있는 피하지방은 소비자가 기피하는 것으로 과도한 지방 섭취를 꺼리는 것으로 나타났다. 그러나 삼겹살과 같이 목심의 피하지방은 형태유지 및 진열상의 조건이 먼저 우선시 되어야 할 것으로 판단된다.

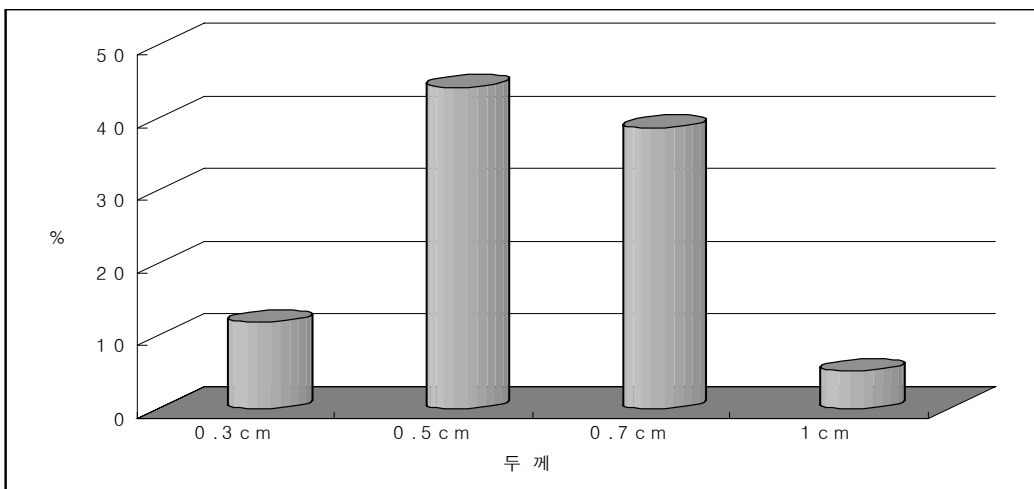


그림 27. 선호하는 목심의 두께는?

선호하는 목심의 두께는 얼마인가라는 질문에 0.5cm(44.3%)를 가장 선호하며, 그 다음으로 0.7cm(38.7%)로 나타났다. 삼겹살과 비교하여 두꺼운 목심을 선호하는 것으로 두께는 연도와 밀접한 관련이 있으므로 앞의 목살에 대한 설문조사와 일치됨을 보여준다.

Table 24. Muscle and fat color (CIE L* a* b*) of boston butt

Treatments	L*	a*	b*
근육	48.72±1.17	17.47±1.22	6.92±1.19
지방	78.24±0.99	4.25±1.35	4.49±0.76

Table 24은 일반적인 목살의 육색 및 지방색을 나타내었다. 소비자는 육색이 짙고 우유빛 지방색을 선호하는바 목심의 경우 삼겹살에 비해 운동량이 많아 낮은 명도와 높은 적색도를 보여준다.

○ 교배조합별 도체성적 및 각 부위 생산량 조사(3개 부위)

- 삼겹살과 다른 부위의 육질(목살, 등심): 11개 항목 조사

가. 실험항목

1) 일반성분(Proximate analyses)

(1) 함유수분

함유수분은 A.O.A.C. 방법에 따라 102±2°C의 drying oven에서 24시간 건조 후 중량을 측정하여 건조 전 시료의 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

(2) 조지방

조지방 함량은 Folch등의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료 2g을 50ml test tube

에 넣고 Folch I(chloroform : methanol = 2:1)용액을 20ml 넣고 Homogenize에서 14000rpm으로 10초간 균질화 한 다음 capping을 한 다음 4℃냉장고에서 2시간동안 방치하면서 20분 간격으로 shacking 하였다. Test tube에 균질화된 시료를 100ml mess cylinder에 Whatman No.1 filter paper 용지를 이용해서 여과하였다. messcylinder 눈금을 읽고 여액의 25%에 해당하는 0.88% NaCl을 첨가하여 messcylinder를 capping한 다음 격렬히 흔들어준 이후 1시간 방치하였다. 이때 Folch II(chloroform : methanol : H₂O = 3 : 47 : 48)용액 10ml으로 messcylinder 벽면을 세척한 후 눈금을 읽었다(a). 상층을 aspirator를 이용해서 제거하고 하층 10 ml을 무게를 알고 있는 수기(b)에 넣고 건조한 후 무게 (c)를 측정하였다. 조지방 계산에 이용한 공식은 다음과 같다.

$$\text{조지방 함량(\%)} = \frac{(c-b) \times 10/a}{\text{Sample(g)}} \times 100$$

(3) 조단백질

조단백질 함량은 micro kjeldahl법을 이용하여 분석하였으며, 102±2℃의 drying oven에서 24시간 건조한 시료를 잘게 마쇄하여 시료 1g에 산화 촉매제(K₂SO₄ : CuSO₄ = 9 : 1)와 ConeH₂SO₄를 첨가하여 분해한 후 auto-kjeldahl ststem(Bucci, Germany)으로 증류, 적정하였다. 이 때의 조단백질 함량은 아래의 식으로 계산하였다.

$$\text{조단백질 함량(\%)} = N(\%) \times 6.25(\text{단백계수})$$

(4) 조회분

회분 정량용 crucible을 105℃ 건조기(drying oven)에서 건조한 후 시료 1-3g을 건조된 crucible에 담아 넣고, 시료가 든 crucible을 600℃ 회화로(Isotemp Muffle Furnace 602025, Fisher Scientific. USA)에서 2시간 동안 태웠다. 회화로의 온도가 내려가면 crucible을 꺼내 방냉한 후 무게를 측정하였다.

$$\text{조회분 함량(\%)} = \frac{\text{회화로에 남은 시료무게}}{\text{원래의 시료무게}} \times 100$$

2) 육색

육색은 Minolta Chromameter(Model CR-210, Minolta Co. LTD. Japan)를 사용하여 동일한 시료를 5회 반복 측정하였으며, 이때 표준색판은 L*=89.2, a*=0.921, b*=0.783으로 하였다.

3) 수소이온농도(pH)

시료를 적당한 크기(3×3×3cm)로 절단하고 3mm 플레이트로 chopping한 후 50ml 튜브에 시료 3g과 증류수 27ml(1:9)를 함께 넣어 Polytron homogenizer(IKAT25basic, MALASIA)로 14,000rpm에서 10초간 균질하여 pH-meter(MP230, Mettler, Switzerland)로 측정하였다.

4) 보수력(Water-Holding Capacity)

분쇄한 시료를 미리 무게를 단 tube에 취한 다음 70℃의 water-bath에서 30분간 가열 후 냉각하여 3000rpm에서 10분간 원심분리하여 그 무게를 측정하였다. 별도로 동일한 시료에 대하여 수분함량을 drying oven 105℃에서 건조시켜 측정하였다.

$$\text{보수력 loss(\%)} = \frac{\{(\text{수분함량}(\%)/100 * (\text{시료의 채취량}(\text{g}) - \text{탈수량}(\text{g}))\}}{\text{수분함량}(\%)/100 * \text{시료의 채취량}(\text{g})} \times 100$$

5) 전단가(Shear force)

전단력은 INSTRON을 이용하여 0.00을 맞춘 다음 시료가 완전히 절단될 때 수치를 측정하였다. INSTRON의 범위는 다음과 같다.

- * Range: 10kg
- * Load : 50kg
- * Chart speed : 100/min
- * Cross head speed : 100/min

6) 가열감량(Cooking loss)

직경 50mm 코어를 이용하여 시료를 채취 후 무게를 측정하고, 지퍼팩을 이용하여 샘플을 담은 후 70℃ 중심온도에서 30분간 가열 후 육즙의 감량을 백분율로 산출하였다.

$$\text{Cooking loss(\%)} = \frac{\text{가열전 육의 무게}(\text{g}) - \text{가열후 육의 무게}(\text{g})}{\text{가열전 육의 무게}(\text{g})} \times 100$$

7) 지방산 조성(Fatty acid)

고기 시료를 Folch 등 (1957)의 방법을 이용하여 조지방을 추출하여 조지방함량 결과에 사용하고, 추출된 조지방 시료에 chloroform 1ml을 넣어 녹인 다음, 이중 100 μ l를 취하여 20ml tube에 넣는다. 이때 1ml의 methylation (methanolic-HCl-3N) 시약을 넣고 waterbath에서 60℃로 40분간 반응시킨다. 반응이 끝난후 방냉시키고, hexane 3ml과 증류수 8ml을 넣고 강하게 vortexing 한다. vortexing이 끝난 시료는 방치하여 층분리시키고 층분리가 끝나면 1ml을 따서 Gas chromatography로 분석한다.

표 25. GC conditions for analysis of fatty acid compositions

Item	Conditions
Instrument	Hewlett Packard 6890 Gas chromatography
Column	5% Phenyl methyl siloxane 30m × 320 μ m
Temperature program	5°C/min
Detector	Flame Ionization Detector (FID)
Initial temperature & time	50 °C & 1 min
Final temperature & time	200 °C & 40min
Injector & detector temperature	270 °C
Carrier gas	He
Split ratio	90 : 1

8) 관능검사(Sensory evaluation)

관능적 특성변화는 정확한 소비자의 관점에서 평가를 하기 위해 잘 훈련된 요원 10명을 무작위로 선별하여 관능적 평가를 실시하였다. 관능평가를 실시하기 전 평가항목에 대한 기초적인 방법만 설명을 한 후 부위에 따른 평가를 실시하였다.

신성육 및 가열육의 경우 겉부분을 손질한 후 일정한 모양으로 잘라서 9점척도묘사 분석에 이용하였다. 이때 수치는 (1)은 “아주 싫어함”으로 표현하였으며, (9)는 “매우 좋음”으로 표현하였다.

신선육은(fresh meat)은 육색(color), Drip(육즙삼출정도), 마블링(marbling score) 및 기호성(acceptability)을 조사하였고, 조리육(cooked meat)은 육색(color), 풍미(flavor), 다즙성(juiciness), 연도(tenderness) 및 기호성(acceptability)을 각각 조사하였다.

나. 결과 및 고찰 (1차년도)

1) 교배조합별 도체성적 및 각 부위 생산량 조사

- 세부1과제 표 참조

2) 삼겹살과 다른 부위의 육질(목살, 등심): 11개 항목 조사

Table 26. Proximate analysis of pork cuts among pig breeds

Treatments		Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
Loin	YLB	73.58±0.16 ^A	22.94±0.78	1.32±0.11	2.14±0.76
	YLD	73.24±0.23 ^A	23.70±0.54	1.50±0.12	2.96±0.43
	BD	72.56±0.13 ^B	23.90±0.29	1.31±0.18	2.15±0.75
Boston	YLB	66.12±0.77 ^A	21.19±0.14	9.02±0.72 ^B	3.67±0.97
	YLD	66.97±0.80 ^A	21.33±0.28	8.37±0.78 ^B	3.29±0.98
	BD	59.95±2.86 ^B	22.19±0.31	14.04±2.46 ^A	3.82±1.54
Belly	YLB	45.54±1.21	19.98±0.34	27.54±2.75	6.08±1.39
	YLD	47.17±1.82	18.40±0.75	29.45±2.78	6.98±1.44
	BD	46.97±1.71	21.33±0.44	30.40±1.94	6.17±1.06

^{A-B} Means in the same column with different letters are different(P<0.05)

교배조합별 일반성분 분석 결과, 등심 및 목살의 YLB 및 YLD에서 높은 수분함량을 보여준다(P<0.05). 조지방 함량의 경우 우리가 흔히 알고 있듯이 등심에 비하여 목심과 삼겹살에서 높은 함량을 보이며, 특히 목심의 조지방 함량의 경우 BD에서 높은 값을 나타내었다(P<0.05). 우리나라에서 흔히 조지방 함량이 목은 목심의 경우 가열조리시 맛과 향이 좋고 연도가 뛰어난 것으로 평가된다. 따라서 목심 및 삼겹살의 높은 조지방 함량은 보수력, 연도 및 관능특성에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 그러나 조단백 및 조회분 함량은 부위별 교배조합별 차이를 보이지 않았다.

Table 27. pH, shear force, cooking loss and WHC (water holding capacity) of pork cuts among pig breeds

Treatments	pH	Cooking loss (%)	Shear force (kg/cm ²)	WHC	
YLB	5.62±0.02 ^B	32.14±0.49 ^{AB}	3.79±0.13 ^{AB}	64.23±2.85	
Loin	YLD	5.60±0.02 ^B	32.94±1.08 ^A	4.20±0.23 ^A	68.56±3.51
	BD	5.71±0.02 ^A	29.85±1.11 ^B	3.51±0.09 ^B	67.15±5.50
YLB	5.88±0.02	27.78±1.67	4.01±0.16	68.34±5.55	
Boston	YLD	5.87±0.03	30.40±0.90	4.02±0.17	66.34±5.55
	BD	5.90±0.02	26.78±1.36	3.78±0.13	74.52±3.51

^{A-B} Means in the same column with different letters are different(P<0.05)

교배조합별 pH, 가열감량, 전단가 및 보수력 측정 결과를 Table 27에서 나타내었다. pH 측정 결과 목심의 경우 교배조합별 차이가 나타나지 않았으나(P>0.05), 등심의 경우 BD에서 높은 값을 보였다(P<0.05). pH는 육의 보수력, 연도, 육색 등에 영향을 미치는 요인이며, 일반적으로 pH가 높은 경우 육색, 연도, 보수력이 우수하다. 본 연구에서 등심의 BD에서 높은 pH를 나타냄으로써 육질 면에서 YLB 및 YLD에 비해 우수할 것으로 판단된다.

가열감량 측정 결과 목심의 경우 교배조합별 차이가 나타나지 않았으나(P>0.05), 등심의 경우 BD에서 낮은 값을 보여(P<0.05), BD가 가열을 통한 외부의 물리적 힘에 육내 수분 유지능력이 뛰어난 것으로 나타났다.

전단력은 육을 절단시 소요되는 힘을 말하며, 전단력이 낮을수록 육은 연하게 된다. 목심의 경우 위의 pH 및 가열감량과 같이 교배조합별 차이가 나타나지 않았으나(P>0.05), 등심의 경우 BD에서 낮은 값을 보였다(P<0.05). 따라서 BD가 다른 YLB 및 YLD와 비교하여 연한 것을 알 수 있다.

보수력은 물리, 화학적인 외부 자극에 대하여 식육이 수분을 유지하려는 성질을 말한다. 본 실험 결과 모든 근육부위에서 교배조합별 보수력의 차이는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다($P>0.05$).

Table 28. Meat color (CIE L* a* b*) of pork cuts among pig breeds

Treatments	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)	
Loin	YLB	51.73±0.33 ^A	7.34±0.16	3.04±0.12
	YLD	52.14±0.37 ^A	7.32±0.17	3.42±0.13
	BD	49.43±0.34 ^B	7.45±0.17	3.30±0.43
Boston	YLB	42.85±0.43 ^B	15.77±0.27 ^A	4.56±0.19
	YLD	44.16±0.59 ^B	14.87±0.24 ^B	4.77±0.19
	BD	46.93±0.53 ^A	13.78±0.45 ^C	5.04±0.25
Belly	YLB	44.97±0.57 ^C	16.20±0.34 ^A	5.54±0.14 ^B
	YLD	46.61±0.43 ^B	14.76±0.34 ^B	5.23±0.19 ^B
	BD	50.41±0.53 ^A	13.25±0.44 ^C	6.20±0.25 ^A

^{A-C} Means in the same column with different letters are different($P<0.05$)

명도 즉 밝기를 나타내는 것으로 L* 값이 높을수록 육색은 나빠지게 된다. 등심의 경우 YLB 및 YLD에 비해 BD에서 낮은 명도 값을 보였으나, 목심 및 삼겹살에서는 BD에서 높은 명도 값을 보였으며, YLB에서 낮은 명도 값을 나타내었다($P<0.05$). 또한 적색도의 경우 등심에서는 교배조합별 차이를 보이지 않았으나, 목심 및 삼겹살에서는 YLB에서 다른 처리구에 비해 높은 값을 나타내었다($P<0.05$). 육에 있어 적색도가 높을수록 좋은 육색을 나타낸다. 따라서 YLB의 높은 적색도는 다른 처리구에 비해 짙은 육색을 가진 육의 생산이 가능할 것으로 판단된다.

황색도의 경우 등심 및 목심에서는 차이를 보이지 않았으나, 삼겹살에서 BD에서 높은 값을 보였다(P<0.05).

Table 29. Fatty acid composition of pork cuts among pig breeds

Treatments	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:4	SFA	UFA
YLB	1.22 ^B	23.28	3.25	13.32 ^A	40.38 ^B	14.25	0.11	4.20	37.81	62.19
Loin YLD	1.29 ^{AB}	23.33	3.14	13.46 ^A	40.54 ^{AB}	14.26	0.14	3.86	38.07	61.93
BD	1.38 ^A	23.06	3.03	12.45 ^B	42.80 ^A	13.95	0.22	3.10	36.89	63.12
YLB	1.42	22.12	2.57 ^{AB}	14.24	43.94	13.43	0.85 ^A	1.44	37.78	62.22
Boston YLD	1.57	23.18	2.69 ^A	12.63	41.84	15.68	0.94 ^A	1.47	37.38	62.62
BD	1.58	22.69	2.30 ^B	13.56	44.17	14.35	0.54 ^B	0.81	37.83	62.17
YLB	1.19 ^B	17.71 ^B	2.81 ^A	13.56 ^{AB}	47.15	14.93	0.89	1.77	32.45	67.55
Belly YLD	1.17 ^B	17.54 ^B	2.69 ^{AB}	13.70 ^A	45.76	16.19	0.75	2.20	32.41	67.59
BD	1.51 ^A	19.66 ^A	2.45	12.67 ^B	45.09	16.65	0.80	1.16	33.85	66.15

^{A-C} Means in the same column with different letters are different(P<0.05)

14:0 myristic acid, 16:0 palmitic acid, 16:1 palmitoleic acid, 18:0 stearic acid, 18:1 oleic acid, 18:2 linoleic acid, 18:3acid, 20:4 arachidonic acid.

SFA: saturated fatty acid, UFA: unsaturated fatty acid.

교배조합별 지방산 조성 결과를 Table 29에서 나타내었다. 지방산은 지방의 구성성분으로써 지방의 이화학적인 성질 및 식육의 풍미에 영향을 미친다. 지방산 분석 결과 등심의 경우, 처리구간의 유의적인 차이는 보이지 않았지만, 불포화지방산이 BD에서 높게 나타났다. 이는 oleic acid의 증가와 stearic acid의 감소에 기인한 것으로 판

단된다. 그러나 목심 및 삼겹살의 경우 BD에서 낮은 불포화지방산 함량을 보여준다 ($P>0.05$).

Table 30. sensory evaluation of pork cuts among pig breeds of fresh meat

Treatments		Color	Drip	Marbling	Acceptability
Loin	YLB	5.85±0.24	5.07±0.27 ^B	5.22±0.28 ^B	5.20±0.26
	YLD	5.76±0.26	4.71±0.25 ^{AB}	5.02±0.26 ^B	5.29±0.25
	BD	5.73±0.25	4.67±0.22 ^A	5.98±0.24 ^A	5.63±0.25
Boston	YLB	6.09±0.24	4.39±0.24	4.81±0.23	5.28±0.20
	YLD	6.15±0.22	4.58±0.25	5.40±0.27	4.99±0.28
	BD	6.29±0.28	4.83±0.27	4.95±0.25	5.66±0.22
Belly	YLB	5.45±0.21	5.39±0.27 ^B	4.15±0.20 ^B	4.83±0.24 ^B
	YLD	5.32±0.44	4.39±0.28 ^A	4.83±0.25 ^B	4.82±0.25 ^B
	BD	5.69±0.26	5.12±0.24 ^{AB}	5.73±0.27 ^A	5.77±0.25 ^A

^{A-B} Means in the same column with different letters are different ($P<0.05$)

교배조합별 신선육 관능평가 결과를 Table 30에서 나타내었다. 등심의 경우 BD에서 낮은 Drip 및 높은 마블링 수치를 획득한 결과 높은 기호도를 보였다. 또한 목심의 경우 모든 처리구에서 관능평가의 차이가 없었으나, 삼겹 역시, BD에서 높은 육색 및 높은 마블링 수치를 보인 결과 높은 기호성을 나타내었다($P<0.05$). 따라서 YLB 및 YLD에 비해 BD를 소비자들이 더욱 선호할 것으로 판단된다.

Table 31. sensory evaluation of pork cuts among pig breeds of cooked meat

Treatments	Color	Flavor	Juiciness	Tenderness	Acceptability	
	YLB	4.52±0.27 ^B	5.13±0.22	5.46±0.24	5.59±0.24	5.63±0.20
Loin	YLD	5.37±0.27 ^B	5.13±0.24	5.48±0.26	5.26±0.24	5.20±0.23
	BD	6.08±0.31 ^A	5.21±0.22	5.69±0.33	5.29±0.34	5.65±0.30
	YLB	5.67±0.24	5.63±0.27	5.87±0.25	5.89±0.23	6.04±0.24
Boston	YLD	5.34±0.34	5.31±0.27	5.47±0.29	5.60±0.25	5.55±0.24
	BD	6.02±0.27	5.99±0.28	5.48±0.29	5.37±0.31	5.78±0.30
	YLB	5.14±0.20 ^{AB}	5.08±0.26	4.63±0.22	5.05±0.22	5.08±0.22 ^{AB}
Belly	YLD	4.74±0.26 ^B	5.04±0.25	5.05±0.23	4.68±0.25	4.42±0.22 ^B
	BD	5.84±0.30 ^A	5.76±0.26	5.28±0.29	4.94±0.31	5.32±0.28 ^A

^{A-B} Means in the same column with different letters are different(P<0.05)

교배조합별 가열육 관능평가 결과를 Table 31에서 나타내었다. 등심의 경우 BD에서 YLB 및 YLD에 비해 높은 육색 값을 보여준다(P<0.05). 또한 삼겹살의 경우 BD에서 높은 육색 선호도를 보인결과 전체적인 기호도에서 높은 수치를 획득하였으며(P<0.05), YLD에서 가장 낮은 기호도를 보였다.

다. 결과 및 고찰 (2차년도)

Table 32. Proximate analysis of pork cuts among pig breeds

Treatments	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	
Loin	YLBD	71.63±0.44 ^B	21.90±0.78	1.61±0.08	5.34±0.46
	YLB	73.73±0.67 ^{AB}	21.52±0.54	1.89±0.24	5.07±0.51
	YLD	75.93±1.90 ^A	22.54±0.27	1.67±0.11	4.94±0.65
Boston	YLBD	51.34±0.90	19.88±0.40	19.58±4.07	8.03±0.89
	YLB	50.92±1.81	18.36±0.28	20.21±2.49	7.03±0.57
	YLD	52.56±1.60	20.19±1.18	17.90±2.60	6.78±0.42
Belly	YLBD	40.29±0.68	22.00±0.37	28.77±1.53	6.69±0.40 ^B
	YLB	38.38±1.03	23.39±0.49	35.30±2.60	8.31±0.99 ^{AB}
	YLD	40.58±0.90	22.78±0.44	31.27±3.07	9.08±0.58 ^A

Results are expressed as means±SE

^{A-B} Means in a same column with different letters are significantly different (P<0.05)

교배조합별 일반성분 분석 결과, YLD 등심에서 YLBD 및 YLB에 비해 높은 수분함량을 보여준다(P<0.05). 그러나 목심 및 삼겹에서는 교배조합별 수분함량은 차이를 보이지 않았다. 또한 조단백 및 조지방 함량의 경우 모든 부위에서 차이를 보이지 않아(P>0.05) 교배조합별 유사한 일반성분 함량을 보여준다. 또한 조회분 함량의 경우 등심과 목심에서는 교배조합별 차이를 보이지 않았으나, 삼겹의 경우 YLBD에서 다른 처리구에 비해 낮은 조회분 함량을 보여준다(P<0.05).

Table 33. pH, cooking loss and WHC (water holding capacity) of pork cuts among pig breeds

Treatments		pH	Cooking loss (%)	WHC (%)
Loin	YLBD	5.70±0.02 ^A	21.90±0.78	61.41±2.95
	YLB	5.57±0.03 ^B	21.52±0.54	66.93±2.86
	YLD	5.66±0.03 ^{AB}	22.54±0.27	61.14±3.76
Boston	YLBD	6.06±0.04	19.88±0.40	66.59±4.56 ^A
	YLB	6.03±0.05	18.36±0.28	53.94±4.17 ^{AB}
	YLD	6.22±0.19	20.19±1.18	51.24±4.96 ^B
Belly	YLBD	6.02±0.03 ^{AB}	22.00±0.37	47.26±5.56 ^A
	YLB	5.90±0.05 ^B	23.39±0.49	25.62±4.29 ^B
	YLD	6.14±0.09 ^A	22.78±0.44	47.91±5.17 ^A

Results are expressed as means±SE

^{A-B} Means in a same column with different letters are significantly different (P<0.05)

교배조합별 pH, 가열감량 및 보수력 결과를 Table 33에서 나타내었다. pH 측정결과 목심에서는 모든 교배조합별간에 차이가 나타나지 않았으나, 등심과 삼겹살에 있어 YLBD 및 YLD에서 YLB에 비해 높은 pH 값을 나타내었다(P<0.05).

가열감량 측정 결과 모든 부위에서 교배조합별 차이가 나타나지 않았으나(P>0.05), 등심과 목심에서 YLBD 및 YLB구에서 YLD에 비해 낮은 가열감량을 보여준다. 또한 보수력 측정 결과 등심에서는 교배조합에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으나(P>0.05) 목심과 삼겹살의 경우 YLBD에서 다른 교배조합보다 높은 보수력을 나타내었다(P<0.05). 따라서 YLBD에서의 사후 높은 pH는 외부의 물리적 힘에 의해 육내 유리될 수 있는 수분의 유지 능력이 다른 교배조합 즉, YLB와 YLD에 비해 높은 것으로 판단되는바 외부의 물리적 힘에 보다 안전한 육 생산이 이루어질 수 있을 것으로 판단된다.

Table 34. Shear force of pork cuts among pig breeds

Treatments		Shear force (kg/cm ²)
Loin	YLBD	2.52±0.05 ^A
	YLB	2.54±0.06 ^A
	YLD	2.30±0.04 ^B
Boston	YLBD	2.78±0.06 ^A
	YLB	2.58±0.06 ^B
	YLD	2.31±0.06 ^C

Results are expressed as means±SE

^{A-C} Means in a same column with different letters are significantly different (P<0.05)

교배조합별 전단가 결과를 Table 34에서 나타내었다. 참고로 삼겹살의 전단가 측정은 삼겹살이 가지고 있는 특징인 높은 지방함량으로 인한 전단가에 많은 변이를 보여 본 연구결과에서 배제하였다. 등심과 목심의 전단가 측정 결과 YLBD 및 YLB에서 YLD에 비해 높은 전단가를 보여준다(P<0.05). 전단력은 육을 절단시 소요되는 힘을 말하며, 전단력이 낮을수록 육은 연하게 되는 것으로 이러한 전단력은 육내 수분함량의 차이에 따라 결정된다. 그러나 앞의 보수력 측정 결과 YLBD의 높은 보수력은 전단가에 영향을 미칠 것으로 판단되었으나, 오히려 YLD에서 낮은 전단가를 보여 상반된 결과를 보였다.

Table 35. Meat color (CIE L* a* b*) of pork cuts among pig breeds

Treatments		Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
Loin	YLBD	50.99±0.48	6.55±0.15	2.47±0.15
	YLB	50.92±0.59	6.65±0.19	2.60±0.18
	YLD	49.98±0.57	6.87±0.17	3.78±1.40
Boston	YLBD	47.03±0.39	16.30±0.59	5.63±0.19
	YLB	45.68±0.51	16.52±0.39	5.75±0.22
	YLD	46.45±0.41	16.44±0.40	5.68±0.28
Belly	YLBD	52.83±0.48	13.17±2.19	5.41±0.18
	YLB	52.79±0.75	10.74±0.35	5.18±0.19
	YLD	51.72±0.64	10.88±0.22	5.37±0.23

Results are expressed as means±SE

육색 측정 결과를 Table 35에서 나타내었다. 먼저 명도 즉 밝기를 나타내는 L*의 경우 모든 교배조합별에 따른 부위별 차이가 나타나지 않았다. 또한 적색도를 나타내는 a* 및 황색도를 나타내는 b*에서도 명도와 같이 교배조합별 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 육색 측정시 명도 값은 돈육에서 발생할 수 있는 PSE육을 판별하는 기준으로 등심의 경우 54이상의 명도 값을 보일 때 PSE육이라 판단한다. 따라서 위의 교배조합별 명도 값은 모든 정상육 범위에 포함되는 것으로 나타났다.

Table 36. Fatty acid composition of pork cuts among pig breeds

Treatments	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:4	SFA	UFA
YLBD	149	25.15	3.78	12.81	42.87	11.70	0	2.22	39.44	60.56
Loin YLB	1.56	25.64	3.54	12.15	44.06	11.17	0	1.88	39.35	60.65
YLD	1.62	27.37	3.84	13.38	39.44	12.59	0	1.77	42.37	57.64
YLBD	1.83 ^B	24.18 ^B	3.57	12.36	44.17 ^A	13.41 ^A	0.13	0.34	38.37 ^B	61.63 ^A
Boston YLB	1.82 ^B	24.29 ^B	3.68	11.44	46.69 ^A	12.83 ^A	0	0.25	37.55 ^B	62.45 ^A
YLD	2.56 ^A	38.38 ^A	3.19	12.05	39.79 ^B	1.28 ^B	2.71	0	53.03 ^A	46.97 ^B
YLBD	2.14	28.10 ^B	3.37	11.64 ^B	39.32	14.06 ^A	1.29	0.10	41.87 ^B	58.13 ^A
Belly YLB	2.22	31.13 ^A	5.40	13.70 ^B	40.71	5.49 ^{AB}	1.35	0	47.05 ^B	52.96 ^A
YLD	2.37	37.36 ^A	2.76	17.98 ^A	36.36	0.82 ^B	2.33	0	57.74 ^A	42.26 ^B

^{A-B} Means in the same row with different letters are different(P<0.05)

14:0 myristic acid, 16:0 palmitic acid, 16:1 palmitoleic acid, 18:0 stearic acid, 18:1 oleic acid, 18:2 linoleic acid, 18:3 linolenic acid, 20:4 arachidonic acid.

SFA: saturated fatty acid, UFA: unsaturated fatty acid.

교배조합별 지방산 조성 결과를 Table 36에서 나타내었다. 지방산 분석 결과 등심의 경우, 모든 지방산 조성에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다(p>0.05). 그러나 다른 교배조합에 비해 YLD의 경우 높은 포화지방산 함량 및 낮은 불포화지방산 함량을 보여준다. 또한 목심과 삼겹의 경우 등심과 같이 YLD에서 높은 포화지방산 함량을 보였다(P<0.05). 이는 YLBD와 YLB 교배조합에 비해 낮은 palmitic acid(16:0) 함량 및 높은 oleic acid(18:1)와 linoleic acid(18:2) 함량에 기인한 것으로 판단된다. 앞의 1차년도 결과에서 보듯, BD품종에서 높은 불포화지방산 함량을 보인 결과와 무관하지 않은 것으로 YLBD 및 YLB품종에서 높은 불포화지방산 함량을 보여 기능성 측면에서 우수한 품종의 생산이 가능한 것으로 판단된다.

Table 37. Sensory evaluation of pork cuts among pig breeds of fresh meat

Treatments	Color	Flavor	Drip	Marbling	Acceptability
YLBD	5.30±0.23	4.56±0.27	3.68±0.27	3.81±0.29	5.10±0.20
Loin YLB	5.30±0.21	4.14±0.33	3.92±0.30	4.09±0.33	5.05±0.24
YLD	5.56±0.31	4.53±0.39	3.88±0.37	3.56±0.37	4.79±0.27
YLBD	6.47±0.16	4.44±0.29	3.88±0.28	5.21±0.22	5.72±0.16
Boston YLB	6.33±0.22	4.23±0.37	3.73±0.34	4.56±0.32	5.32±0.23
YLD	6.10±0.31	4.21±0.51	3.99±0.65	4.56±0.43	5.24±0.21

Results are expressed as means±SE

Table 38. Sensory evaluation of pork belly among pig breeds of fresh meat

Treatments	Fat content	Fat color	Muscle color	Flavor	Acceptability
YLBD	5.82±0.18	5.42±0.23	5.13±0.31 ^{AB}	4.38±0.26	6.00±0.22
Belly YLB	5.80±0.26	5.90±0.29	4.51±0.38 ^B	4.29±0.43	5.64±0.29
YLD	6.36±0.26	5.96±0.24	5.69±0.25 ^A	3.97±0.44	5.97±0.25

Results are expressed as means±SE

^{A-B} Means in a same column with different letters are significantly different (P<0.05)

교배조합별 신선육 관능평가 결과, 등심과 목심에 있어서는 모든 교배조합간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다(P>0.05). 그러나 향 및 마블링 스코어에 있어 유의적인 차이는 보이지 않았지만, YLBD에서 높은 점수를 획득하였으며, 이러한 결과는 최종 기호도에 있어 YLBD가 다른 교배조합인 YLB 및 YLD에 비해 높게 나타났다. 또한 삼겹살의 경우, 육색에 있어 YLBD 및 YLD에서 높은 점수를

획득하였으며($P<0.05$), 육색에 있어 YLBD 및 YLD에서 높은 선호도는 최종 소비자의 기호도에 영향을 미쳐 6.00 및 5.97의 높은 기호도를 반영하였다.

Table 39. Sensory evaluation of pork cuts among pig breeds of cooked meat

Treatments	Color	Flavor	Off-flavor	Juiciness	Tenderness	Acceptability
YLBD	5.46±0.19	4.70±0.32	0.46±0.08 ^B	4.45±0.23	4.96±0.28	5.58±0.21
Loin YLB	5.33±0.24	5.03±0.32	1.02±0.26 ^A	4.70±0.31	5.18±0.29	5.37±0.22
YLD	5.59±0.25	4.69±0.38	0.73±0.19 ^{AB}	5.17±0.32	5.27±0.36	5.74±0.19
YLBD	6.14±0.15	5.02±0.29	0.87±0.18	5.54±0.25	5.90±0.26	6.14±0.18
Boston YLB	5.63±0.24	4.99±0.31	0.88±0.19	5.30±0.30	5.75±0.29	5.62±0.17
YLD	5.51±0.29	4.83±0.37	0.80±0.15	4.86±0.39	5.54±0.39	5.60±0.25

Results are expressed as means±SE

^{A-B} Means in a same column with different letters are significantly different ($P<0.05$)

Table 40. Sensory evaluation of pork belly among pig breeds of cooked meat

Treatments	Taste	Flavor	Off-flavor	Juiciness	Tenderness	Acceptability
YLBD	6.04±0.16	4.99±0.27	0.70±0.15	5.80±0.24	6.02±0.21	6.49±0.17
Belly YLB	6.10±0.25	5.07±0.34	1.26±0.33	5.89±0.29	6.02±0.25	6.29±0.23
YLD	6.51±0.19	5.56±0.39	1.01±0.32	5.91±0.30	6.16±0.24	6.40±0.28

Results are expressed as means±SE

가열육의 관능평가 측정 결과, 등심에 있어서 다른 항목에 비해 YLBD에서 낮은 불쾌취를 보이며, YLB에서 높은 불쾌취를 나타내었다($P < 0.05$). 또한 목심의 경우 모든 항목에서 교배조합별 유의적인 차이는 보이지 않았지만, 육색, 다즙성 및 연도에서 높은 점수를 획득한 결과 YLBD에서 높은 기호도를 보여($P > 0.05$) 가열후 YLBD 품종이 다른 품종에 비해 소비자의 높은 선호도를 보일 것으로 판단된다. 또한 삼겹살의 관능평가 결과, 모든 항목에서 유의적인 차이는 나타나지 않았지만($P > 0.05$), YLBD에서의 낮은 불쾌취는 다른 항목에 비해 소비자의 기호도에 가장 강하게 작용하는 것으로 판단되는바, 비록 YLBD 품종에서 맛, 다즙성 및 연도에서 낮은 점수를 획득하였다 할지라도 낮은 불쾌취는 소비자의 전체적인 기호도의 상승에 크게 작용하는 것으로 판단된다.

○삼겹살근간지방의양과지방산조성에따른맛과의관계구명및한국인이선호하는삼겹살,목살의품질기준확보

가.삼겹살근간지방의양과지방산조성에따른맛과의관계구명

삼겹살 내 근간지방 함량은 BD품종에서 가장 높은 53%를 나타내며, 그 다음으로 YLBD(49%), YLB(47%) 및 YLD(43%)순으로 나타났다. 식육은 열처리를 받으면 여러 가지 반응에 의해 풍미 전구물질로부터 휘발성 물질들이 생성된다. 이때 결정적인 역할을 하는 전구물질로는 지방조직의 수용성 물질로부터 유래된다. 특히 지방산 성분 중 Palmitic acid(16:0)와 Oleic acid(18:1)는 식육의 맛을 좌우하는 중요 지방산으로서 그 함량이 높고 낮음에 따라 식육의 맛이 좌우된다. 따라서 BD와 YLBD에서 높은 함량의 Palmitic acid(16:0)와 Oleic acid(18:1)를 보여준다.

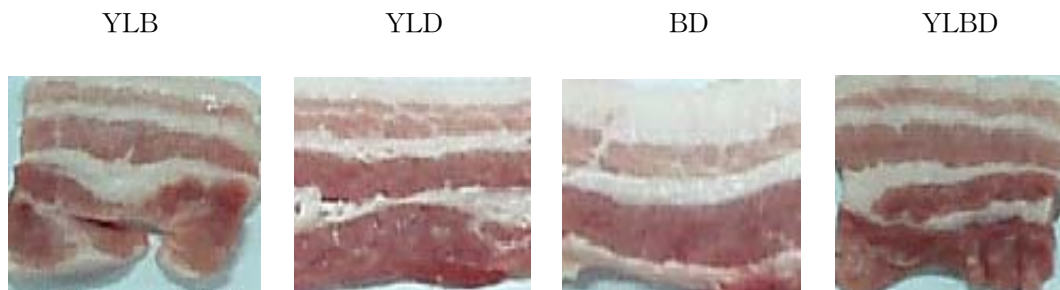


그림 28. 품종별 삼겹살 내 근간지방 함량

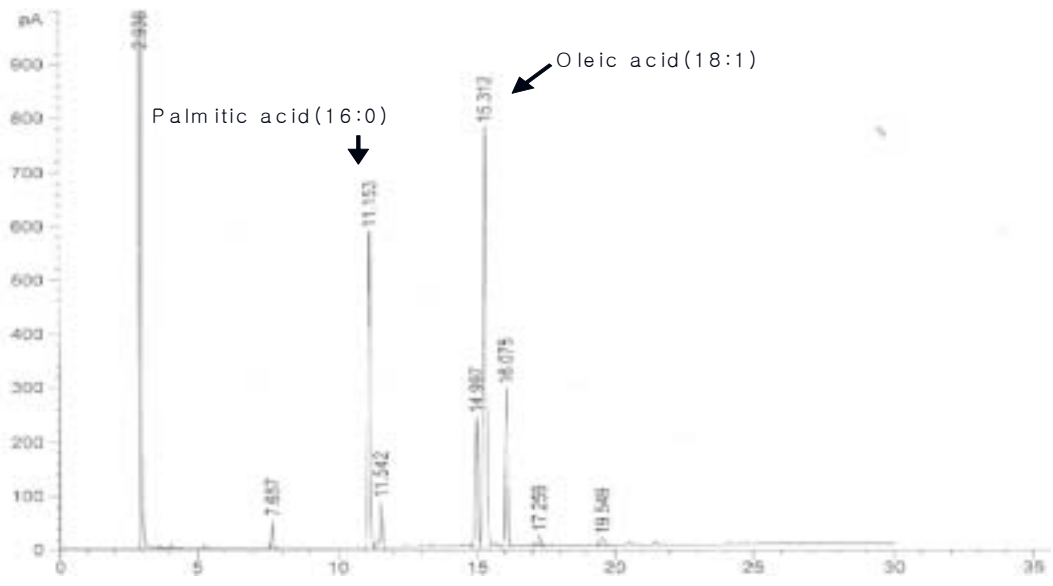


그림 29. 지방산조성

Table 41. Fatty acid composition of intermuscular fat among pig breeds of pork belly

Fatty acid	Treatments			
	YLB	YLD	BD	YLBD
14:0	1.75±0.06 ^B	1.89±0.11 ^{AB}	2.08±0.05 ^A	2.04±0.06 ^{AB}
16:0	22.23±0.22 ^B	22.71±0.17 ^B	23.58±0.12 ^A	23.51±0.18 ^A
16:1	5.46±0.19 ^{AB}	5.70±0.21 ^A	5.01±0.22 ^{AB}	4.34±0.32 ^B
18:0	8.36±0.20 ^B	8.00±0.74 ^B	10.25±0.18 ^A	10.49±0.19 ^A
18:1	48.20±0.19	48.19±0.07	48.50±0.19	48.65±0.52
18:2	13.80±0.45 ^A	13.50±1.08 ^A	10.58±0.59 ^B	10.97±0.55 ^B
SFA	32.33±0.26 ^B	32.61±0.88 ^B	35.91±0.80 ^{AB}	36.05±0.78 ^A
UFA	67.45±0.45 ^A	67.39±0.88 ^A	64.09±0.38 ^B	63.96±0.38 ^B

^{A-B} Means in the same row with different letters are different (P<0.05)

14:0 myristic acid, 16:0 palmitic acid, 16:1 palmitoleic acid, 18:0 stearic acid, 18:1 oleic acid, 18:2 linoleic acid, 18:3 linolenic acid, 20:4 arachidonic acid.

SFA: saturated fatty acid, UFA: unsaturated fatty acid.

나. 한국인이 선호하는 삼겹살, 목살의 품질 기준 확보

실제 돼지의 도체등급제도는 산업계의 상황에 따라 탄력적으로 조정될 필요성이 있다. 그러나 불행히도 우리나라는 아직까지 삼겹살의 품질을 규정하는 어떠한 분류체계도 갖추고 있지 않다. 따라서 우리나라와 같이 삼겹살의 생산량과 품질 위주로 돼지도체 등급제도가 개선되어야 할 것으로 판단된다. 본 삼겹살 및 목살의 품질 기준은 소비자 선호도 조사를 바탕으로 하였으며, 1차년도 결과와 연계하여 이루어졌다.

소비자 선호도 조사는 약 800여명을 대상으로 이루어졌으며, 연령의 분포는 20대 50%, 30대 23%, 40대 38% 및 50대 12%를 차지하였다. 소비자 조사 결과, 주로 먹는 돼지고기의 부위는 삼겹살이 76%, 목살이 23%를 차지하였으며, 주 1회 먹다가

59%, 주 2회 먹다가 23%를 차지하는 것으로 미루어 삼겹살 및 목살의 소비가 돈육 소비의 대부분을 차지하는 것으로 나타났다(그림 30). 또한 목살보다는 삼겹살 위주의 소비가 이루어져 삼겹살을 기준으로 한 소비자 조사 및 등급제도의 정착이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

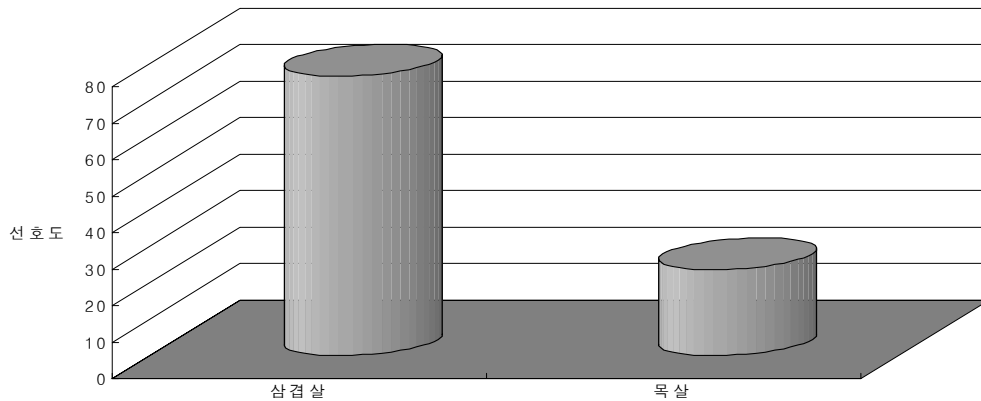


그림 30. 돈육의 선호도 조사

(그림 31)는 처리하기 전 삼겹살의 모습을 보여주고 있다. 소비자의 삼겹살 선호도에 있어 전체 삼겹살의 기준이 되는 것은 삼겹살의 형태 중 껍질을 제거한 것이 제거하지 않은 삼겹살에 비해 선호하며, 두께가 두꺼운 것을 더욱 선호하는 것으로 나타났다. 갈비뼈를 발라낸 뒤 갈비 뒷살이 선명한 것을 선호하는 것으로 나타나, 발골 작업시 작업자들의 주위가 요구된다. 또한 삼겹살을 이루는 근육내 마블링 정도가 뛰어난 것을 선호하는 것으로 나타나 우육뿐만 아니라 돈육에서도 마블링 정도는 중요한 육질 판정 지수임을 확인할 수 있었다.



그림 31. 처리하기 전 삼겹살의 모습

(그림 32)에 나와 있는 삼겹살 선호부위 순서는 6번(25%), 11번(23%), 5번(14%), 2번(12%), 12번(8%), 3번(4%), 10번(4%), 1번(2%) 순이었다. 7, 8, 9번은 아무도 선호하지 않은 것으로 나타났다. 결과에서 나타난바와 같이 마지막 갈비뼈 주위의 삼겹살을 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 또 11번과 같이 삼겹살의 형태가 뚜렷이 보이는 부위를 선호하는 것으로 나타났다. 마지막 갈비 후반에 있는 얇은 부위는 기피하는 현상이 뚜렷하였다.



그림 32. 각 부위별로 처리된 삼겹살의 형태

(그림 33)에 나와 있는 삼겹살의 형태에 따른 기호도를 조사한 결과, 3번(34%), 4번(27%), 5번(17%), 2번(8%), 1번(6%), 6번(0%)로 나타났는데, 이 같은 결과는 근육과 지방이 겹으로 형성되어 있는 형태를 선호하지만 지나치게 지방이 많은 것은 기피하는 것을 의미한다. 한편 (그림 9)에 나와 있는 삼겹살의 두께에 따른 기호도 조사 결과, 3번(44%), 2번(36%), 4번(19%), 1번(1%)순으로 나타나, 삼겹살의 소매판매시 7mm 또는 5mm로 썰어 판매하는 것이 바람직할 것으로 조사되었다.

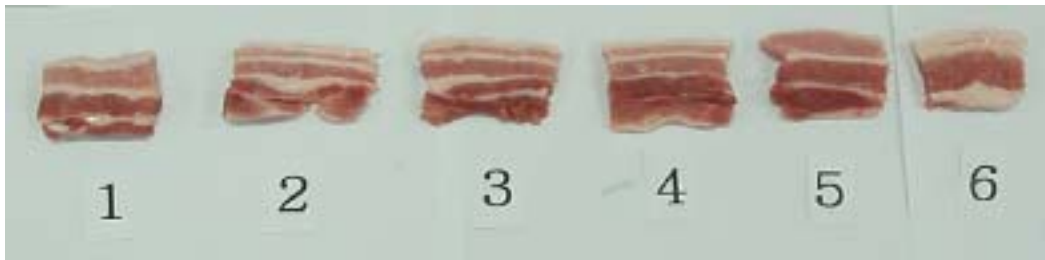


그림 8. 삼겹살의 형태에 따른 기호도 조사를 위해 처리된 시료



그림 33. 삼겹살의 두께에 따른 기호도 조사를 위해 처리된 시료

따라서 위의 소비자의 기호도 조사 결과와 육질 조사(이화학적 실험결과)와 연관하여 향후 우리나라의 삼겹살의 표준규격 및 돼지도체등급제를 설정하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

실제 돼지의 도체등급제도는 산업계의 상황에 따라 탄력적으로 조정될 필요성이 있다. 그러나 불행히도 우리나라는 아직까지 삼겹살의 품질을 규정하는 어떠한 분류체계도 갖추고 있지 않다. 따라서 우리나라와 같이 삼겹살의 생산량과 품질 위주로 돼지도체 등급제도가 개선되어야 할 것으로 판단된다. 본 삼겹살 및 목살의 품질 기준은 소비자 선호도 조사를 바탕으로 하였으며, 1차년도 결과와 연계하여 이루어졌다.

소비자 선호도 조사는 약 800여명을 대상으로 이루어졌으며, 연령의 분포는 20대 50%, 30대 23%, 40대 38% 및 50대 12%를 차지하였다. 소비자 조사 결과, 주로 먹는 돼지고기의 부위는 삼겹살이 76%, 목살이 23%를 차지하였으며, 주 1회 먹는다가 59%, 주 2회 먹는다가 23%를 차지하는 것으로 미루어 삼겹살 및 목살의 소비가 돈육 소비의 대부분을 차지하는 것으로 나타났다(그림 34). 또한 목살보다는 삼겹살 위주의 소비가 이루어져 삼겹살을 기준으로 한 소비자 조사 및 등급제도의 정착이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

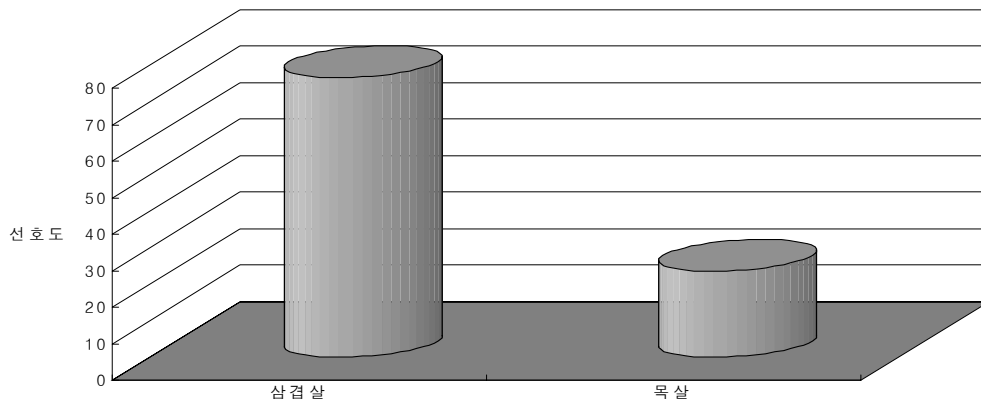


그림 34. 돈육의 선호도 조사

(그림 35)은 처리하기 전 삼겹살의 모습을 보여주고 있다. 소비자의 삼겹살 선호도에 있어 전체 삼겹살의 기준이 되는 것은 삼겹살의 형태 중 껍질을 제거한 것이 제거하지 않은 삼겹살에 비해 선호하며, 두께가 두꺼운 것을 더욱 선호하는 것으로 나타났다. 갈비뼈를 발라낸 뒤 갈비 뒷살이 선명한 것을 선호하는 것으로 나타나, 발골 작

업시 작업자들의 주위가 요구된다. 또한 삼겹살을 이루는 근육내 마블링 정도가 뛰어난 것을 선호하는 것으로 나타나 우육뿐만 아니라 돈육에서도 마블링 정도는 중요한 육질 판정 지수임을 확인할 수 있었다.



그림 35. 처리하기 전 삼겹살의 모습

(그림 36)에 나와 있는 삼겹살 선호부위 순서는 6번(25%), 11번(23%), 5번(14%), 2번(12%), 12번(8%), 3번(4%), 10번(4%), 1번(2%) 순이었다. 7, 8, 9번은 아무도 선호하지 않은 것으로 나타났다. 결과에서 나타난바와 같이 마지막 갈비뼈 주위의 삼겹살을 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 또 11번과 같이 삼겹살의 형태가 뚜렷이 보이는 부위를 선호하는 것으로 나타났다. 마지막 갈비 후반에 있는 얇은 부위는 기피하는 현상이 뚜렷하였다.



그림 36. 각 부위별로 처리된 삼겹살의 형태

(그림 37)에 나와 있는 삼겹살의 형태에 따른 기호도를 조사한 결과, 3번(34%), 4번(27%), 5번(17%), 2번(8%), 1번(6%), 6번(0%)로 나타났는데, 이 같은 결과는 근육과 지방이 겹겹으로 형성되어 있는 형태를 선호하지만 지나치게 지방이 많은 것은 기피하는 것을 의미한다. 한편 (그림 38)에 나와 있는 삼겹살의 두께에 따른 기호도 조사 결과, 3번(44%), 2번(36%), 4번(19%), 1번(1%)순으로 나타나, 삼겹살의 소매판매시 7mm 또는 5mm로 썰어 판매하는 것이 바람직할 것으로 조사되었다.



그림 37. 삼겹살의 형태에 따른 기호도 조사를 위해 처리된 시료

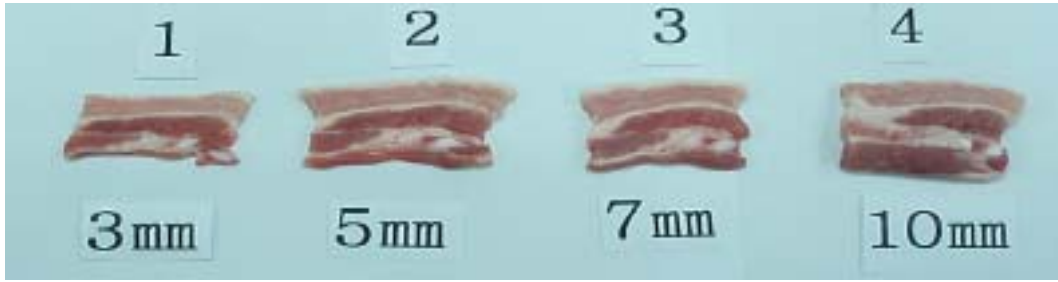


그림 38. 삼겹살의 두께에 따른 기호도 조사를 위해 처리된 시료

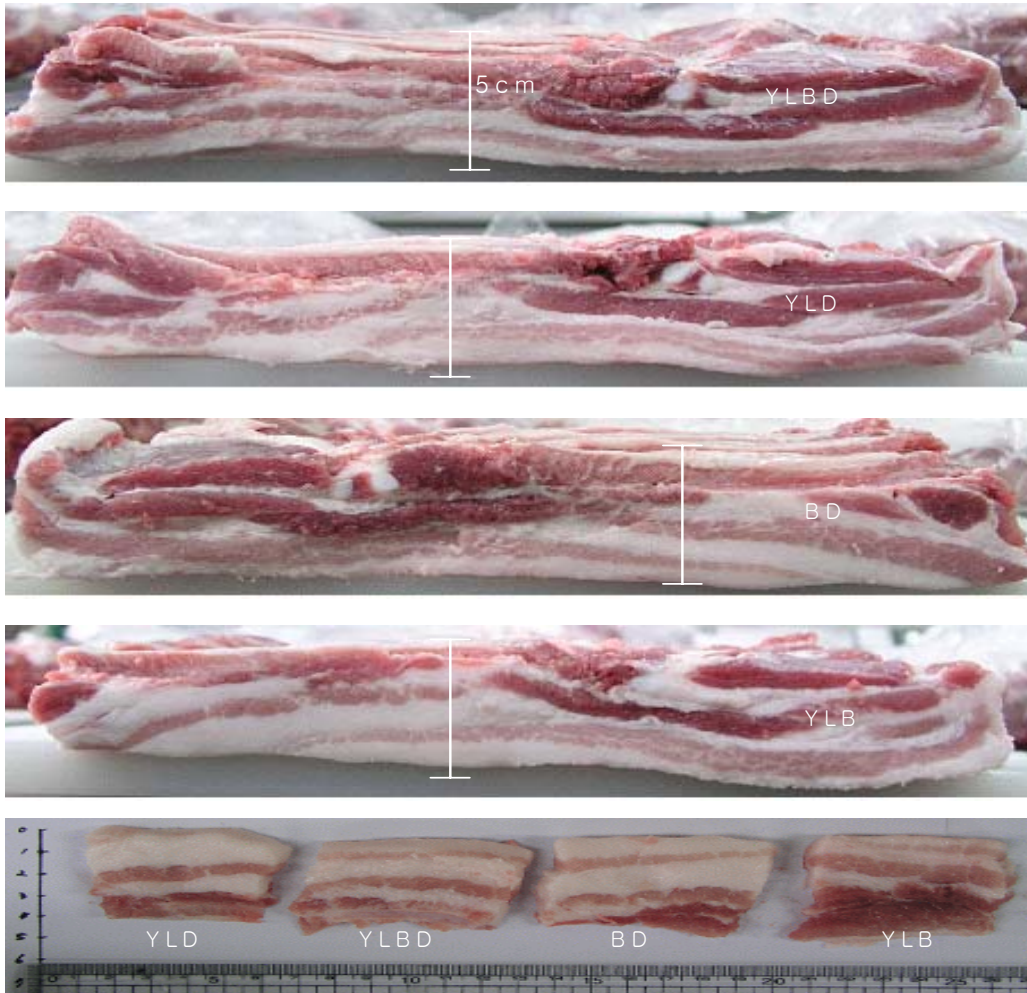
따라서 위의 소비자의 기호도 조사 결과와 육질 조사(이화학적 실험결과)와 연관하여 향후 우리나라의 삼겹살의 표준규격 및 폐지도체등급제를 설정하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

표 42. 삼겹살을 기준으로 한 돼지도체 등급 기준

판정항목		돼지도체 등급 기준			
		A등급	B등급	C등급	D등급
외관	균형	길이와 폭이 적당하며, 두껍고 특히 복부 부분이 충실하면서 균형이 특히 좋은 것	길이와 폭이 적당하며, 두껍고 특히 복부 부분이 충실하면서 균형이 좋은 것	길이와 폭에 있어 복부 부분보다는 다른 부위가 충실한 것	전체의 형태, 각 부위간의 균형이 다 같이 결점이 많은 것
	비육상태	두껍고 매끈하면서 살집이 좋으며 도체에 대한 삼겹살의 비율이 특히 많은 것	두껍고 매끈하면서 살집이 좋으며 도체에 대한 삼겹살의 비율이 대체로 많은 것	특별히 우수한 것이 없으며 삼겹살의 비율이 보통으로 큰 결점이 없는 것	얇고 살집이 나쁘며 삼겹살의 비율이 떨어지는 것
	지방부착상태	등지방 및 복부지방의 부착이 양호한 것	등지방 및 복부지방의 부착이 적당한 것	등지방 및 복부지방의 부착에 큰 결점이 없는 것	등지방 및 복부지방의 부착에 결점이 인정되는 것
	마무리	방혈이 잘 되고 질병 등에 의한 손상이 없고 취급의 잘못으로 인한 오염, 손상 등의 결점이 없는 것	방혈이 잘 되고 질병 등에 의한 손상이 없고 취급의 잘못으로 인한 오염, 손상 등의 결점이 거의 없는 것	방혈이 보통이고 질병 등에 의한 손상이 적으며 취급의 잘못으로 인한 오염, 손상 등의 큰 결점이 없는 것	방혈이 불충분하고 손상이 있으며, 취급의 잘못으로 인한 오염 등의 결점이 인정되는 것
육질	삼겹의 육색	육색은 담회홍색이며 선명하고 광택이 좋은 것	육색은 담회홍색 또는 이에 가깝고 선명하며 광택이 좋은 것	육색, 광택 다같이 특별히 큰 결점이 없는 것	육색이 비교적 진하거나 또는 심하게 연하며 광택이 좋지 않은 것
	지방색과 질	지방은 백색이고, 광택이 있으며 탄력성과 끈기가 좋은 것	지방은 백색이고, 광택이 있으며 탄력성과 끈기가 좋은 것	지방색이나 광택이 보통이고 탄력성과 끈기가 다 같이 큰 결점이 없는 것	지방색이 이상하고 광택도 불충분하며 탄력성, 끈기가 좋지 않은 것
	삼겹의 길이 및 두께	삼겹의 두께가 두꺼우며, 길이 또한 정당한 것	삼겹의 두께는 두꺼우나 길이가 짧은 것	삼겹의 길이는 기나 두께가 얇은 것	삼겹의 두께가 얇으며, 길이 또한 짧아 전체수율 중 삼겹의 수율이 낮은 것
	삼겹의 형성	삼겹의 형성이 선명하게 확인되는 것	적당한 것	보통인 것	삼겹의 형성이 부정확한 것
	삼겹내 지방침착 정도	선명한 것	선명한 것	보통한 것	거의 침착되지 못한 것

다. 각 품종별 삼겹살 품질 차이 규명

국내 냉장 삼겹살의 품질평가 표준은 담회홍색의 선명한 육색과 광택이 있으며, 탄력성과 끈기가 좋은 지방 및 삼겹살 형태가 뚜렷하며, 4-5cm 정도의 두께를 가진 두껍고 길이 또한 적당한 것을 선호하는 것으로 판명되었다. 따라서 품종별 삼겹살 두께 확인 결과, BD 품종에서 가장 두꺼운 삼겹살을 보이는 것으로 삼겹살과 지방의 비율이 거의 1:1의 비율을 보여 지방함량이 많고 적음에 따라 결정되며, 또한 경지방 및 연지방이냐에 따라 삼겹살 두께에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 다른 품종인 YLBD, YLD 및 YLB는 거의 유사한 삼겹살 두께를 보여준다.



돈육 삼겹살은 우리나라 소비자들이 가장 선호하는 부위로 삼겹살 설문조사 결과, 마지막 갈비뼈 주위의 삼겹살을 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 삼겹살의 형태가 뚜렷이 보이는 부위를 선호하는 것으로 나타났다. 마지막 갈비 후반에 있는 얇은 부위는 기피하는 현상이 뚜렷한바, 국내 냉장 삼겹살의 품질평가 표준은 담회홍색의 선명한 육색과 광택이 있으며, 탄력성과 끈기가 좋은 지방 및 삼겹살 형태가 뚜렷하며, 4-5cm정도의 두께를 가진 두껍고 길이 또한 적당한 것을 선호하는 것으로 판명되었다. 이를 근거로 현행 이루어지고 있는 돼지도체등급제를 삼겹살 위주의 판정이 이루어져야 하겠다. 또한 육질검사 결과, pH는 목심에서는 모든 교배조합별간에 차이가 나타나지 않았으나, 등심과 삼겹살에 있어 YLBD 및 YLD에서 YLB에 비해 높은 pH 값을 나타내었다($P < 0.05$). 가열감량 측정 결과 모든 부위에서 교배조합별 차이가 나타나지 않았으나($P > 0.05$), 등심과 목심에서 YLBD 및 YLB구에서 YLD에 비해 낮은 가열감량을 보여준다. 보수력 측정 결과 등심에서는 교배조합에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으나($P > 0.05$) 목심과 삼겹살의 경우 YLBD에서 다른 교배조합보다 높은 보수력을 나타내었다($P < 0.05$). 또한 지방산조성의 경우 YLBD 및 YLB품종에서 높은 불포화지방산 함량을 나타내었다($P < 0.05$). 뿐만 아니라 삼겹살 근간지방의 양과 지방산 조성에 따른 맛과의 관계구명의 결과 BD와 YLBD에서 높은 함량의 Palmitic acid(16:0)와 Oleic acid(18:1) 함량을 보여 YLBD품종이 뛰어난 육질뿐만 아니라 삼겹살의 높은 소비자 기호도에 영향을 미치는 맛있는 삼겹살의 생산이 이루어진 것으로 판단된다.

3. 제 3 세부과제 : 브랜드육 식별 및 육질관련 DNA marker 개발

○ 도축시 부위별 조직 및 혈액 채취

1) 부위별 조직 채취 및 DNA 분리

표 43. 모근 샘플 및 이각 조직 채취 현황

구분	조직 채취 대상	품종	두수
용돈	정자	Berkshire	9두
		Duroc	7두
	혈액	Berkshire	1두
		Berkshire-Duroc	4두
모돈	모근	Yorkshire-Landrace	34두
	태반	Yorkshire-Landrace	11두
자돈	귀상피 세포, 모근	YLB	125두
		YLD	100두
	혈액	YLB	40두
		YLBD	140두

① 혈액

혈액에 red cell lysis solution (0.8% ammonium chloride; 10 mM Tris-HCl, pH 7.2)을 처리하여 적혈구를 용혈한 후 회수한 백혈구 세포들을 Miller 등 (1988)의 방법을 일부 변형하여 추출하였으며, RNase를 처리하고 ethanol 침전법으로 회수하였다.

② 근육 및 장기 조직

액체질소를 사용하여 완전 분쇄시킨 후 sucrose-proteinase K 방법 (Birren 등, 1997)을 일부 변형하여 추출하였으며, 추출한 DNA는 RNaseA (Sigma, USA)를 처리한 뒤 phenol extraction과 ethanol 침전법으로 정제하였다.

③ 모근

모근 5가닥을 선정하여 70% EtOH로 세척한 후 5% Chealex와 proteinase K (1mg/ml)를 처리하여 추출하였다.

○ 개체 식별을 위한 최적 DNA marker 선정 및 최소비용, 최단시간 DNA typing 방법 개발

1) 개체 식별도가 높은 후보 DNA marker 선정 (30여종)

국제동물유전학회에서 추천하는 분자진화연구, 친자감별 및 개체식별용으로 추천된

MS DNA 마커 중 PCR시 유사한 annealing 온도 범위를 갖는 마커를 각 염색체 별로 2~3종을 후보로 선정하였으며, 크기가 같은 경우 형광표식을 달리할 수 있도록 설계하였다. 선발된 marker들과 가능한 형광표식, 대립유전자범위, PCR 반응시 예상 annealing 온도 등은 표 24에 나타내었다.

표 44. 개체식별용 DNA marker 30종 선발

No.	Locus	Chromosome	Fluorescent label	Range (bp)	Annealing temp (°C)	Source
1	<i>SW911</i>	9	FAM	153~177	60°C	Pig
2	<i>SW240</i>	2	TAMRA	96~115	58°C	Pig
3	<i>S0155</i>	1	TAMRA	150~166	58°C	Pig
4	<i>SW936</i>	15	FAM	80~117	58°C	Pig
5	<i>SW72</i>	3	JOE	100~116	58°C	Pig
6	<i>SW857</i>	14	JOE	144~160	58°C	Pig
7	<i>SW24</i>	17	FAM	96~121	58°C	Pig
8	<i>SW632</i>	7	FAM	159~180	58°C	Pig
9	<i>S0026</i>	16	JOE	92~106	58°C	Pig
10	<i>SW951</i>	10	JOE	125~133	58°C	Pig
11	<i>SW122</i>	6	JOE	110~122	58°C	Pig
12	<i>S0225</i>	8	JOE	170~196	58°C	Pig
13	<i>SW769</i>	13	TAMRA	106~140	60°C	Pig
14	<i>SW1828</i>	1	TET	95~105	55°C	Pig
15	<i>SW830</i>	10	FAM	177~192	62°C	Pig
16	<i>S0002</i>	3	HEX	189~212	62°C	Pig
17	<i>SW902</i>	3	FAM	188~204	60°C	Pig
18	<i>S0227</i>	4	HEX	230~254	55°C	Pig
19	<i>S0301</i>	4	FAM	250~262	58°C	Pig
20	<i>SW787</i>	7	TAMRA	150~165	58°C	Pig
21	<i>S0005</i>	5	TET	203~243	60°C	Pig
22	<i>S0228</i>	6	TET	221~241	62°C	Pig
23	<i>SW2406</i>	6	TET	220~258	58°C	Pig
24	<i>S0090</i>	12	FAM	240~253	58°C	Pig
25	<i>S0143</i>	12	TET	148~162	58°C	Pig
26	<i>S0068</i>	13	TET	211~260	62°C	Pig
27	<i>S0215</i>	13	HEX	133~194	65°C	Pig
28	<i>S0355</i>	15	FAM	245~271	55°C	Pig
29	<i>SW1111</i>	15	TET	165~181	67°C	Pig
30	<i>SWR1004</i>	17	FAM	144~167	60°C	Pig

2) 2차 DNA 마커 세트 선발

예비선발 된 30종의 marker들 중 각기 다른 chromosome상에 위치하며 크기와 annealing 온도

등을 고려하여 15종의 marker를 2차 선발하였다. 선발된 marker들은 다형성지수, multiplexing PCR 적합성여부 등을 파악하기 위하여 표 44과 같이 4개로 group화 하였으며, 각 group의 multiplexing PCR과 ABI310을 이용한 전기영동 분석 결과를 그림 39에 나타냈음.

표 45. 2차 선발된 15개 MS 마커들의 정보와 multiplex PCR을 위한 4개의 group화

Multiplex group no.	Locus	Chromosome	Fluorescent label	Annealing temp °C	Source
1-1	<i>SW911</i>	9	FAM	60°C	Pig
	<i>SW240</i>	2	TAMRA	58°C	Pig
	<i>S0155</i>	1	TAMRA	58°C	Pig
	<i>S0005</i>	5	FAM	60°C	Pig
1-2	<i>SW936</i>	15	FAM	58°C	Pig
	<i>SW72</i>	3	JOE	58°C	Pig
	<i>SW857</i>	14	JOE	58°C	Pig
2	<i>SW24</i>	17	FAM	58°C	Pig
	<i>SW632</i>	7	FAM	58°C	Pig
	<i>S0026</i>	16	JOE	58°C	Pig
	<i>SW951</i>	10	JOE	58°C	Pig
3	<i>SW122</i>	6	JOE	58°C	Pig
	<i>S0225</i>	8	JOE	58°C	Pig
	<i>SW769</i>	13	TAMRA	60°C	Pig
	<i>SW787</i>	18	TAMRA	58°C	Pig

그림 40에서 보는 바와 같이 4개의 group내 각 DNA marker들은 peak 높이에서 차이를 보이고 있으나, S0005와 S0090을 제외하고는 전반적으로 대립유전자 크기를 분석에는 문제가 없었다. 마커별 대립유전자수, 다형성 지수 (*He*와 *PIC*), F-통계치 등을 그림 40에서 보는 바와 같이 다양한 분석 프로그램을 이용하여 분석하였다.

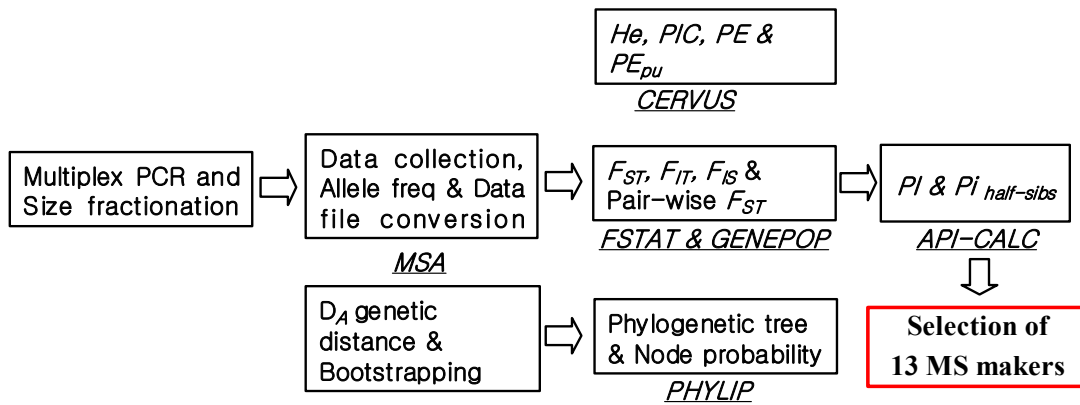


그림 39. 자료의 통계 분석 체계

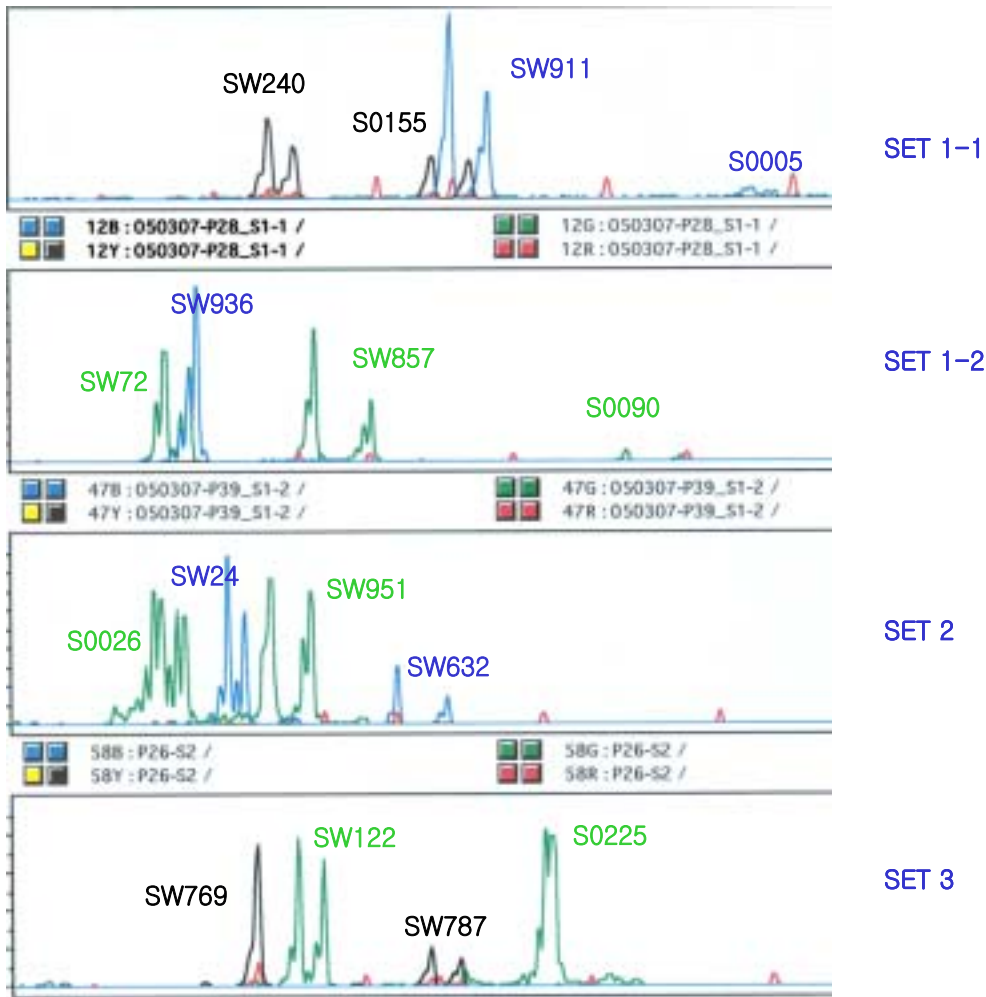


그림 40. 2차 선발된 15개 DNA 마커들의 4개 group화와 multiplex PCR 및 ABI310을 이용한 전기영동 분석결과

3) 최적의 돼지 생산이력제용 DNA 마커 세트 선발

2차 선발된 15종의 DNA 마커들을 *He* 다형성 지수가 높은 순으로 우선 분류하였다. 15종의 마커를 하나의 multiplexing PCR에 수행하였을 경우 전혀 반응이 되지 않는 SW240과 SW911은 *He* 순위에 관계없이 최종단계 선발에서 제외하였다. 최종선발된 13종 DNA 마커의 대상 분석 집단에서의 특성은 표 46에 나타낸 바와 같다.

표 46. 최종 선발된 13개의 DNA marker의 분석대상 돼지 집단에 나타나는 특성

No.	Locus	N	No. of alleles	Size range(bp)	He	PIC
1	<i>SW936</i>	77	13	80-117	0.756	0.727
2	<i>SW951</i>	77	10	125-133	0.590	0.561
3	<i>SW787</i>	54	11	150-165	0.856	0.830
4	<i>S0090</i>	72	12	240-253	0.841	0.816
5	<i>S0026</i>	77	10	92-106	0.758	0.706
6	<i>SW122</i>	63	13	110-122	0.861	0.838
7	<i>SW857</i>	77	13	144-160	0.868	0.849
8	<i>S0005</i>	68	23	203-243	0.879	0.863
9	<i>SW72</i>	77	12	101-115	0.840	0.815
10	<i>S0155</i>	77	8	150-166	0.751	0.706
11	<i>S0225</i>	69	9	170-196	0.334	0.318
12	<i>SW24</i>	76	18	96-121	0.903	0.889
13	<i>SW632</i>	75	11	159-180	0.788	0.755
14	<i>PIG_X</i>			216		
15	<i>ZFY</i>			220		

표 47에는 최종 선발된 DNA 마커 세트의 형광 표식자와 PCR 정보를 나타내었다. 최종 DNA 마커 세트는 상기의 선별과정을 통하여 선발된 13종의 MS DNA 마커와 성을 판별할 수 있는 2종의 마커를 추가하였다. 성 감별용 2종의 마커는 X의 경우 *ZFX* 유전자에서 Y의 경우 *ZFY* 유전자에서 유래한 마커를 사용하였다.

따라서 최종적으로 구성된 DNA 마커 세트는 15종으로 구성되며, 4종의 형광표식자 (FAM, VIC,

NED, PET)로 구분되고, 55-54-53℃의 온도강하 PCR 기법을 이용하여 1회의 PCR과 1회의 전기영동분석으로 동시 분석이 가능토록 구성되었다.

표 47. 최종 선발된 marker set의 형광표식자와 PCR 정보

Locus	Chromosome	Fluorescent label	Annealing temp °C	Source
<i>SW936</i>	15	FAM	55-54-53	Pig
<i>SW951</i>	10	FAM	55-54-53	Pig
<i>SW787</i>	18	FAM	55-54-53	Pig
<i>S0090</i>	12	FAM	55-54-53	Pig
<i>S0026</i>	16	VIC	55-54-53	Pig
<i>SW122</i>	6	VIC	55-54-53	Pig
<i>SW857</i>	14	VIC	55-54-53	Pig
<i>S0005</i>	5	VIC	55-54-53	Pig
<i>SW72</i>	3	NED	55-54-53	Pig
<i>S0155</i>	1	NED	55-54-53	Pig
<i>S0225</i>	8	NED	55-54-53	Pig
<i>SW24</i>	17	PET	55-54-53	Pig
<i>SW632</i>	7	PET	55-54-53	Pig
<i>PIG_X</i>	X	PET	55-54-53	Pig
<i>ZFY</i>	Y	PET	55-54-53	Pig

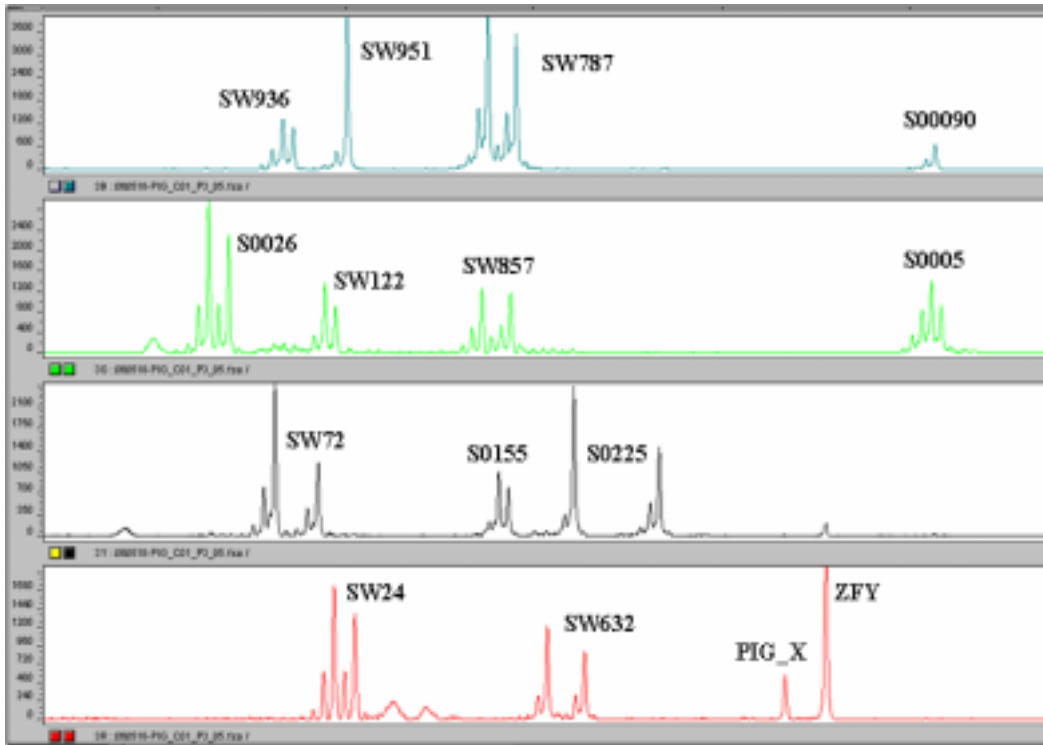


그림 41. 최종 선발된 15 종 DNA 마커 세트를 이용한 multiplex PCR과 ABI3100을 이용한 전기영동 분석결과

○ 광역 브랜드육 유통 시 부정육 식별체계 확립

1) 선발된 최종 DNA 마커 세트의 개체와 가계 판별능

표 48에는 선발된 DNA 마커 세트의 평균 다형성지수(He), 혈연관계가 없는 경우 동일개체 출현확률 (PI), 반형매와 전형매 집단에서의 동일개체 출현확률 ($PI_{half-sib}$ 과 PI_{sib}), 부모에 대한 자료가 모두 없을 때 부모선별확률(PE) 그리고 한쪽 부모를 알고 있을 때 다른 한쪽의 부모를 선별할 수 있는 확률(PE_{pu}) 값을 나타낸다. $PI_{half-sib}$ 값을 볼 때 웅돈의 기여도가 큰 돼지의 반형매 집단을 가정하더라도 6.39×10^{23} 두의 자돈에서 1두의 동일한 유전자형이 동일한 개체가 출현할 것으로 추정되고, 전형매 집단의 경우는 1.08×10^8 두에서 1두의 동일한 유전자형 개체가 나타날 수 있는 것으로 추정되었다. 이러한 수치는 1두의 웅돈 또는 모돈이 생애에서 출산할 수 있는 자돈의 개체 수를 월등히 상회하는 수이며 이는 동일한 유전자형의 개체가 출현할 가능성이 거의

없음을 나타낸다. 또한 부모의 선발지수는 1에 가까운 거의 100 %의 친자확인이 가능하다.

표 48. 다형성지수와 동일개체 출현확률 및 부모선별 확률치

	<i>He</i>	<i>PI</i>	<i>PI_{half-sib}</i>	<i>PI_{sib}</i>	<i>PE_{pu}</i>	<i>PE</i>
Total	0.771	2.47×10^{-33}	6.39×10^{-23}	1.08×10^{-8}	0.999998	0.999669

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 본 연구를 통하여 선발된 DNA 마커 세트는 다음과 같은 점에서 성공적이었음을 확신한다.

- 충분한 개체판별능과 친자감별능을 보유한 DNA 마커 세트로서 산업적 활용시 과학적 신빙성 보유
- 일 회 PCR 과 전기영동 분석으로 판별이 가능하여 산업적 활용시 충분한 경제성 보유
- 종합적으로 경제성과 과학적 신빙성을 보유한 세계최초의 돼지 생산이력제용 MS DNA 마커 세트로서 광역브랜드식별에 고효율로 활용될 수 있음.

○ 육질과 연관된 유전자 탐색 및 육질과의 연관성 분석, 육질관련 DNA marker 개발

1) 육질관련 유전자 선발 (5종)

현재 SSC6q 내 근내지방도에 영향을 줄 수 있는 양적형질좌위가 위치할 것으로 보고되어 있는 MS marker SW1647과 SW1881 사이의 유전자 5종 선발하였으며, 그림 42에서 보이듯이 RH panel을 이용해서 염색체 상에서 선발된 5종의 유전자가 SW1647과 SW1881 사이에 위치하는 것을 확인하였음.

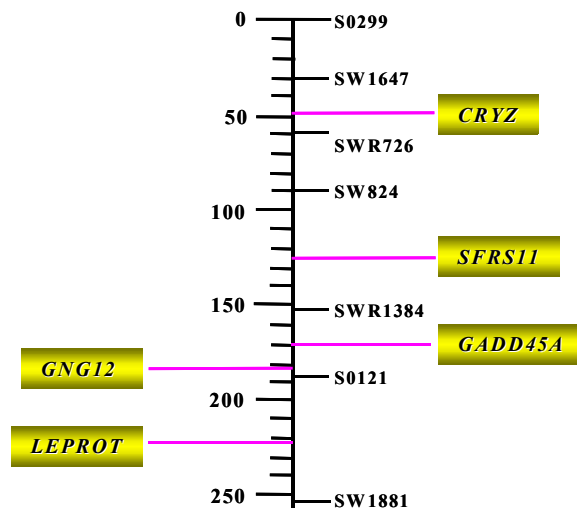


그림 42. 선발된 육질관련 유전자 5종에 대한 돼지 6번 염색체 내 RH mapping 결과

2) 선발된 육질관련 5종의 유전자 중 2종에 대한 염기서열 및 돌연변이 확인
 선택된 5종의 유전자 중 2종 (LEPROT, SFRS11)을 대상으로 분석된 coding 서열로서 이 서열 내에서 sequence polymorphism 분석 수행되었으며, 이 결과는 그림 43과 27에 나타내었음.



그림 43. 최종 선발된 2 종의 유전자중 LEPROT 유전자의 coding 서열 및 돌연변이 위치

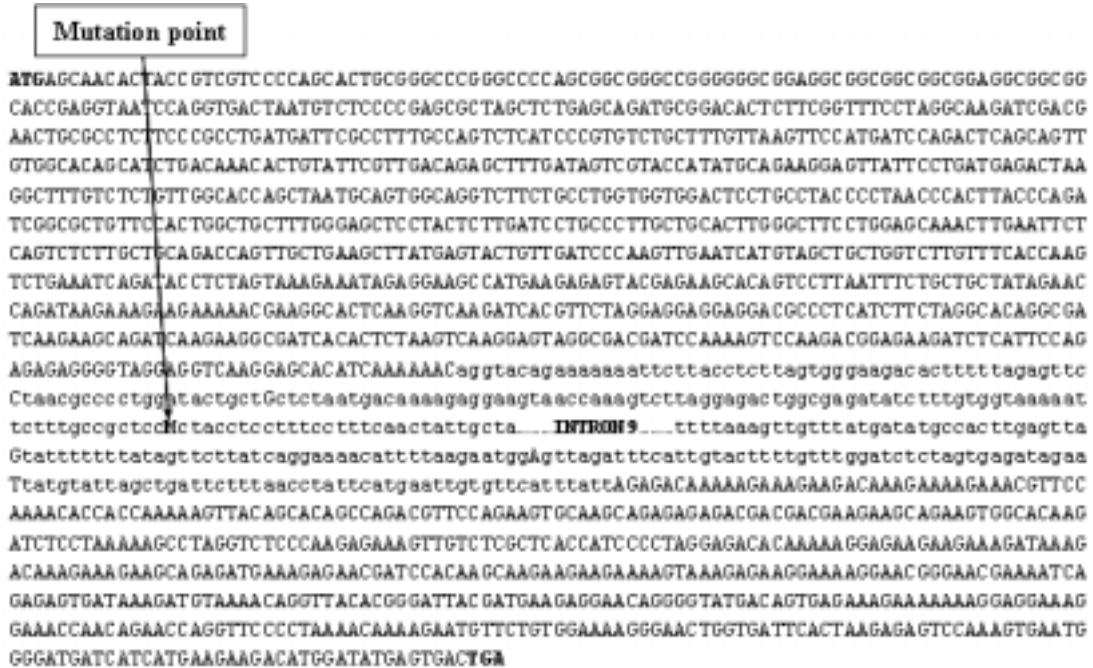


그림 44. 최종 선발된 2 종의 유전자중 SFRS11 유전자의 coding 서열 및 돌연변이 위치

3) 육질관련 2종(PIK3C3, PIGK)의 유전자와 돼지의 형질과의 연관성 분석

PIK3C3와 PIGK 유전자는 그들의 염색체 상의 위치가 양적형질좌위인 MS marker SW1647과 SW1881의 영역과 인접하여 존재하고 있으며, 세포내 에너지 대사와 연관된 두 유전자의 기능적인 면을 고려하여 선택되었으며 돌연변이 확인 및 연관성 분석을 실시하였다.

그림 45은 돼지 PIK3C3 유전자의 mRNA 서열과 그 내부에서 발견된 돌연변이 지역을 나타내고 있다. 이 돌연변이 지역은 사람의 동일 유전자의 서열을 기준으로 24번째 exon임을 확인하였다. 그림 29는 발견된 돌연변이를 대상으로 제한효소 *Hpy8I*을 사용하여 RFLP test를 실시한 결과이다.

```

gtagccgggtccagggtcaggagcttctccagcgccttcttcttcccccgcctttaggtgtgctgtggtccgggggctgccc
ATGCGCGAGATCAAGAAATTTCACTACATCTACAGTTGCGACCTGAGATATCAAATGTGCAGCTTAAAGATAGGAAATTTGGAAAGGAAAGAGAAAGAAAGAA 189
TTTATAAATCCCTTCTAGAAATCACTCAATSTTGAAGTTTTTCAAGATCTATACCAAGAAACATGTTCTCAACCTCTATGTCACCTTCCAGATTTTTCTAGAAAT 209
AAAATCTCTTCCCTTTCCCTAAGAAATCTCCTATGAAGCACTTATGCACTAAGAAATTTGAATGAATGCTTGAAGCTCCCTGTGAAATATCTCTGACTCT 229
CCCAAGAAATCCCAAGAAATCTGAGATATAGGAAATCTTATGAACTCAAGAAATCTCAAGAAATCTTGTGAAATGAAATCACTTCAATCTTGTGAAATATCT 249
GCAATTTTTCCCAAGAAATCTCAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 269
CTCAGAAATATCAATGAAATCTTGTGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 289
ATAAGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 309
TTTTATTATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 329
GAGCAAAATCTCAAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 349
AGTTCTCCCTAATCAAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 369
TGAAATCTCTTAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 389
ATCACTCCCTAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 409
CAAGCTCTCAAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 429
GAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 449
TGTGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 469
CTCTGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 489
GAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 509
ATTAGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 529
TTTTAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 549
GACACTCTAAGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 569
CAAAATTTTTTGAAGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 589
TGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 609
TGGGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 629
CAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 649
CAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 669
AACTCAAGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 689
TCAGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 709
AATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAATGAAAT 729

```

RFLP (*Hpy*8I) typing

그림 45. 폐지 PIK3C3유전자의 mRNA 서열 및 돌연변이 위치

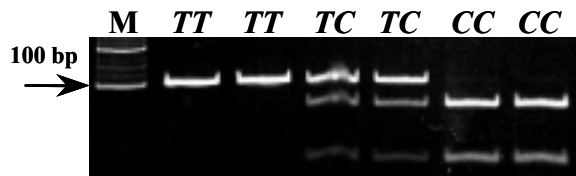


그림 46. 폐지 PIK3C3유전자의 RFLP typing 결과

표 49는 발견된 돌연변이의 RFLP test에서 나타난 3개의 유전자형 (*TT*, *TC*, *CC*)과 여러 경제형질들과의 연관성 분석을 실시한 결과이다. 12주령, 30주령의 체중, 도체체중 및 근내지방도와와의 유의성을 보여주고 있다.

표 49. PIK3C3 유전자 내 염기변이와 경제형질과의 연관성 분석 결과

Traits ¹⁾	Three genotypes			Significance ²⁾
	<i>CC</i>	<i>TC</i>	<i>TT</i>	
BW0	1.26 ± 0.02	1.24 ± 0.01	1.26 ± 0.02	n.s.
BW3	4.81 ± 0.10	4.92 ± 0.08	4.78 ± 0.11	n.s.
BW5	7.31 ± 0.30	7.10 ± 0.25	7.42 ± 0.34	n.s.
BW12	27.12 ± 0.47 ^a	25.00 ± 0.39 ^b	25.02 ± 0.53 ^b	***
BW30	94.53 ± 1.27 ^a	89.56 ± 1.03 ^b	87.94 ± 1.40 ^b	***
CW	73.59 ± 0.43 ^a	72.35 ± 0.35 ^b	72.49 ± 0.43 ^b	*
BF(mm)	23.94 ± 0.48	24.21 ± 0.39	23.24 ± 0.54	n.s.
CF(kg)	11.22 ± 0.27	10.91 ± 0.23	11.10 ± 0.32	n.s.
IMF(%)	2.24 ± 0.11 ^a	2.01 ± 0.09 ^{ab}	1.84 ± 0.12 ^b	**

¹⁾ BW0, BW3, BW5, BW12 그리고 BW30은 생시, 3, 5, 12 그리고 30주령의 체중이며, CW, BF, CF, IMF는 각각 도체체중, 등지방두께, 도체지방 및 근내지방도를 의미한다.

²⁾ *, ** 및 ***은 각각 5%, 1%, 0.1%의 통계적 유의차를 보여주는 것이며, n.s.는 신뢰적 유의차가 없음을 의미한다.

그림 47는 돼지 PIGK 유전자의 mRNA 서열과 그 내부에서 발견된 돌연변이 지역을 나타내고 있다. 이 돌연변이 지역은 사람의 동일 유전자의 서열을 기준으로 6번째 exon임을 확인하였다.

그림 48는 발견된 돌연변이를 대상으로 제한효소 *Hpy*CH4III을 사용하여 RFLP test를 실시한 결과이다.

```

ac ggggggggctgggaaggct ga agc c ggt caat
ATG GTC GGTAC TTG GTTT CTCTGC CGG GGT TTTTAC CACC CTG GCAGG GGTG TTG CTCTG CCCC TTC GGC AGCTT GGC C GCTAGT CAG GATC GAG GAT CAA G 100
CAG GAC CAG TTC TTTA GAA GTG GC CATA CAA AAC AATT GGG CAG TTTT GGTG GTAC ATCC C GGTTC TGG TTA AATTAT C GG CAT GTT G CAA AAT A CTCTTT C 200
TGT TTA TA GAA GTG TCAA GAG GCTAG GTATT C CTG A CAG CTC A CAT CGTTC TGTAT GCTTG CAG ATG GAT TGG CAT G CAA CC CTA GAA ATC C TAA AC CAG CT 300
ACAG TTTA TAGT CAC AAG AATAT G GAA CTA AAT GTGTAT GGA GAT GAT GT G GAA GTG GATTATAG AAG TTA TGTG CTA AC TGT G GAG AAT TTTT TA C GTG 400
TATTA ACTG GGA GGA TTC CAC CTA GTA CTC CTC GGT CAAA C GTCTTCTTTT CTGATG ATAGGA GCG AATATT CTTATTTATATGA CAG GAC ATG GTG GGA 500
TGG GTTCTT GAAATTT C AAG ATT C TGA AGA AATTA C CAA CATAG AATCTTG CAG ATG C TTTT GAA C AATGTG GCA GAA AAG GAC G CTA CAA ATG A GCTACT G 600
TTTATTTATG CACTTGTCAA GGA GCA TC CATG TATG A GAG ATTTTATTC TCCTAA CAT AATG GCTTTAG C CAGTAC C AAGTGG A GAG GATTC ACTCT 700
CGCATCAA C CTGATC CTG CAA TTG GAG TC CATCTTAG GATA GATAC A CATT TATG TCTTA GAA TTTTGG AGG AATTAAT C CAG CCA GTCAA A CTA A 800
TATG AATG ACC TTTTCA GGTGTG C C CAAA GCTC TATGTGTGT CTA C C C TG GAC ATC G CAC TGATC C TTTTCA GA GGGATC C TAA AC ATG TCTT GATA 900
ACTGATTC TTTGG AAGTGTAC CG GAA A GTG GAA A TTA C A A G A C T A T A A G T T T G C A G C C A G A T T C A G G A A T C A T G A A A G C A G C C A T G A G A A G C T G 1000
G A A T G A T G A G G A A C T A A T G G A A C C C C T G A A A T A T G C T G A A C A C T T C C T G T A G C T C A G A T A A T A C C C A G A A A C C A A A G C T G A A A G A T T G G C A T C T C C 1100
T G G A G G A T T T A T T C T A G G A T T G T G G C A C T C A T T A T C A T G G T T T T C T T C A A A A C G T A T G G A A T C A A G C A T G A A A T T C A T T T T C T A G 1200
atgcaatgatgtatgaagaagactar atggaa gactar acc gtagataaaa gbtgatgbc agt atat tttgac aaaa at a cat t g t c t t g t g t g a c t t t g t
G a a a a t a c a a g g g a a c t a a a t t t g a a t g a a c c a t t g a t t t t a t a c t t a a a g a t a a t t g t t a g t g a g a g t g t t a a a t g t t a a a t a t g t a t c c g t t t t t c
at t t t g t g t g t t a a a g t a t t t g g c c

```

RFLP (*Hpy* CH4III) typing

그림 47. 돼지 PIGK 유전자의 mRNA 서열 및 돌연변이 위치

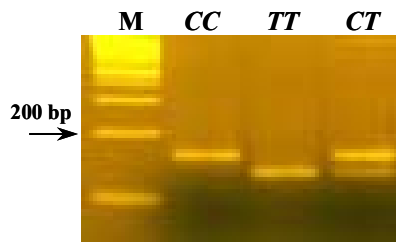


그림 48. 돼지 PIGK 유전자의 RFLP typing 결과

표 50은 발견된 돌연변이의 RFLP test에서 나타난 3개의 유전자형 (*TT*, *TC*, *CC*)과 여러 경제형질들과의 연관성 분석을 실시한 결과이다. 여러 형질 중 도체지방과 1%의 통계적 유의차를 보여주고 있다.

표 50. PIGK 유전자 내 염기변이와 경제형질과의 연관성 분석 결과

Traits ¹⁾	Three genotypes			Significance ²⁾
	CC	TC	TT	
BW0	1.23 ±0.02	1.26 ±0.01	1.24 ±0.02	n.s.
BW3	4.81 ±0.13	4.86 ±0.07	4.87 ±0.11	n.s.
BW5	7.01 ±0.38	7.40 ±0.22	7.03 ±0.33	n.s.
BW12	25.81 ±0.61	25.75 ±0.35	25.13 ±0.52	n.s.
BW30	90.70 ±1.68	91.38 ±0.94	88.97 ±1.40	n.s.
BF(mm)	23.41 ±0.62	24.26 ±0.35	23.36 ±0.52	n.s.
IMF(%)	2.18 ±0.14	2.00 ±0.08	2.05 ±0.12	n.s.
CF(kg)	11.00 ±0.35ab	11.30 ±0.20a	10.42 ±0.31b	**

¹⁾ BW0, BW3, BW5, BW12 그리고 BW30은 생시, 3, 5, 12 그리고 30주령의 체중이며, BF, CF, IMF는 각각 등지방두께, 도체지방 및 근내지방도를 의미한다.

²⁾ **은 1%의 통계적 유의차를 보여주는 것이며, n.s.는 신뢰적 유의차가 없음을 의미한다.

● 전체 요약

가) 개체 식별용 DNA marker set의 선발 과정

① 개체 식별용 DNA marker 선발 (30종)

- 국제동물유전학회에서 추천하는 분자진화연구, 친자감별 및 개체식별용으로 추천된 MS DNA 마커 중 PCR시 유사한 annealing 온도 범위를 갖는 마커를 각 염색체별로 2~3종을 후보로 선정하였으며, 크기가 같은 경우 형광표식을 달리할 수 있도록 설계하였다.

② 개체 식별용 DNA marker group 선발 (13종)

- 예비선발된 30종의 marker들 중 각기 다른 chromosome상에 위치하며 크기와 annealing 온도 등을 고려하여 15종의 marker를 2차 선발하였다. 선발된 marker들은 다형성지수, multiplexing PCR 적합성여부 등을 파악하기 위하여 4개로 group화 하였으며, 각 group의 multiplexing PCR과 ABI310을 이용하여 다형성 지수 (He와 PIC), 개체식별지수와 marker의 정확도 등을 분석하였다.

③ 개체 식별용 DNA marker set 최종 선발

- 최종 DNA marker set는 상기의 선별과정을 통하여 선발된 13종의 MS DNA marker와 성을 판별할 수 있는 2종의 marker를 추가하였다. 성 감별용 2종의 marker는 X의 경우 ZFX유전자에서, Y의 경우 ZFY 유전자에서 유래한 marker를 사용하였다.

- 최종적으로 구성된 DNA marker set는 15종으로 구성되며 4종의 형광표식자 (FAM, VIC, NED, PET)로 구분되고, 55-54-53℃의 온도강하 PCR 기법을 이용하여 1회의 PCR과 1회의 전기

영동분석으로 동시 분석이 가능토록 구성되었다.

- 반형매와 전형매 집단에서의 동일개체 출현확률 ($PI_{half-sib}$) 값을 볼 때 웅돈의 기여도가 큰 돼지의 반형매 집단을 가정하더라도 6.39×10^{23} 두의 자돈에서 1두의 동일한 유전자형이 동일한 개체가 출현할 것으로 추정되고, 전형매 집단의 경우는 1.08×10^8 두에서 1두의 동일한 유전자형 개체가 나타날 수 있는 것으로 추정되었다. 이러한 수치는 1두의 웅돈 또는 모돈이 생애에서 출산할 수 있는 자돈의 개체 수를 월등히 상회하는 수이며 이는 동일한 유전자형의 개체가 출현할 가능성이 거의 없음을 나타낸다. 또한 부모의 선발지수는 1에 가까운 거의 100 %의 친자확인 가능성이 가능하다.

나) 육질관련 DNA marker의 개발 과정

① 육질관련 유전자 선발 (5종)

- 근내지방도 연관 양적형질좌위로 보고된 MS marker SW1647과 SW1881 사이의 유전자 5종 (CRYZ, SFRS11, GADD45A, LEPROT, GNG12)을 선발하였다.

- Radiation hybrid panel를 이용한 분석을 통해 염색체 상에서 선발된 5종의 유전자가 SW1647과 SW1881 사이에 위치하는 것을 확인하였다.

② 육질관련 DNA marker 개발

- 선발된 5종의 유전자 중 2종 (LEPROT, SFRS11)을 선정하여 이들의 CDS 분석 및 sequence polymorphism 분석하였다.

- 근내지방도 연관 양적형질좌위에 인접하여 존재하며 세포내 에너지 대사 기능을 담당하는 2종 (PIK3C3, PIGK)을 선발하여 서열분석, 돌연변이 확인 및 연관성 분석을 실시하였다.

4. 협동 1 과제 : 생체 초음파 검사를 통한 국내선호부위 생산능력평가와 육질능력 평가 모델 개발

○ 삼겹살 목살 부위 측정위치와 측정방법에 관한 연구

가. 방법

1) 생체에서 초음파검사를 통한 육질능력 평가

가) 초음파 영상의 측정

육질에 영향을 주는 요인은 여러 가지 있지만 상강도가 가장 높은 상관성을 보여준다. 그러나 버크셔 종의 같은 경우 상강도를 나타내는 근내 조지방 함량은 듀록보다 낮지만 육질은 우수하다 평가된다. 풍미가 우수하기 때문이다. 그러한 품종적 특성을 제거하면 같은 유전적 베이스 안에서 근내지방 함량의 차이는 바로 육질의 차이로 느껴진다. 초음파 측정기를 이용한 근내지방도의 측정의 가능성이 중요한 의미를 갖는 이유이다.

표 51. 육질에 관련하는 요인들과의 상관계수

	상강도	산도	감량	다즙성	조직감
육질	0.71	0.54	-0.04	0.20	0.31
상강도		-0.19	0.35	-0.37	-0.09
산도			-0.50	0.72	0.56
감량				-0.54	-0.34
다즙성					0.74

등심에 근내 지방도를 측정하는 것은 전체 돈육의 근내 지방도를 나타내는 지표로서 의미를 갖는다. 생체 판정은 도체판정과는 달리 살아있는 돼지를 대상으로 측정하므로 측정목표가 물리적으로 움직이게 된다. 그러므로 여러 가지 고정방법과 측정기술과 장비가 있다 하더라도 똑 같은 영상을 반복하여 얻을 수 없다. 세밀한 준비를 하더라도 실제 예측에서 많은 오류를 포함할 수 있다는 것이다. 본 연구에서는 측정자가 가장 간편하며 쉽게 그리고 반복시행의 경우에 오류가 없는 위치를 선정하고 또한 이 위치가 근육 조직내 지방의 특성을 쉽게 보여줄 수 있는 위치를 선택하게 하였다.

3.5MHz 17.1cm의 linear array transducer를 장착한 SonoVet-2000 기종과 PICO 2000 기종(Medison. Inc., Seoul)을 사용하여 돼지의 늑골 10~13번 위치에서 등선으로부터 7cm 떨어진 부위에서 등선과 평행이 되도록 스캔 한다.

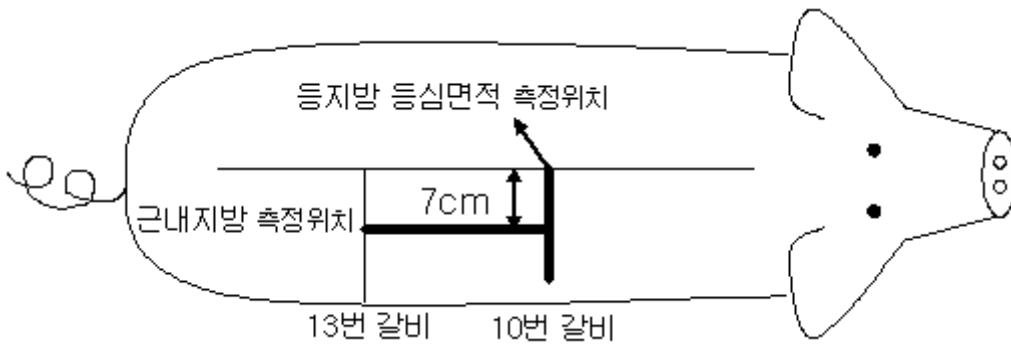


그림 49. 근내지방 측정을 위한 초음파 영상 측정 위치

초음파기기에 저장된 이미지를 저장 매체를 이용하여 PC로 가져온다. 이때 저장 매체에 저장되는 포맷은 원본 디지털 이미지의 정보가 손상되지 않도록 RAW format이나 BMP format을 사용한다.(JPEG은 lossy compression이므로 약간의 정보 손상이 있을 수 있다.

○ 혈통 및 초음파 측정자료 수집

1) 초음파 측정 영상

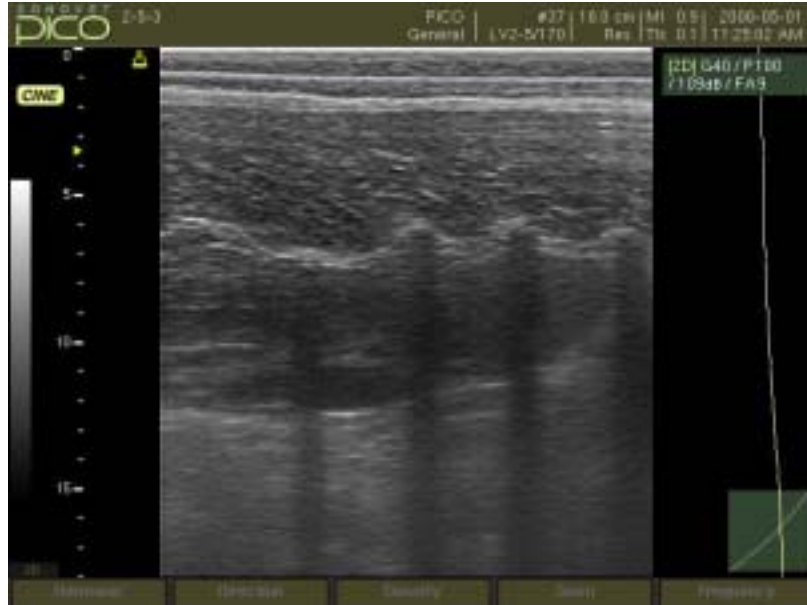


그림 50. 초음파 등심 측정 화상 PICO기종

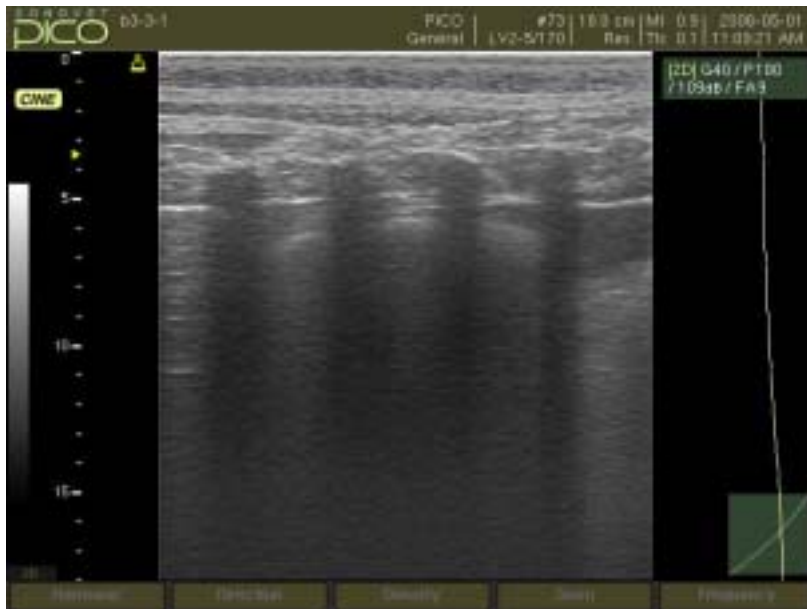


그림 51. 초음파 삼겹 측정 화상 PICO기종

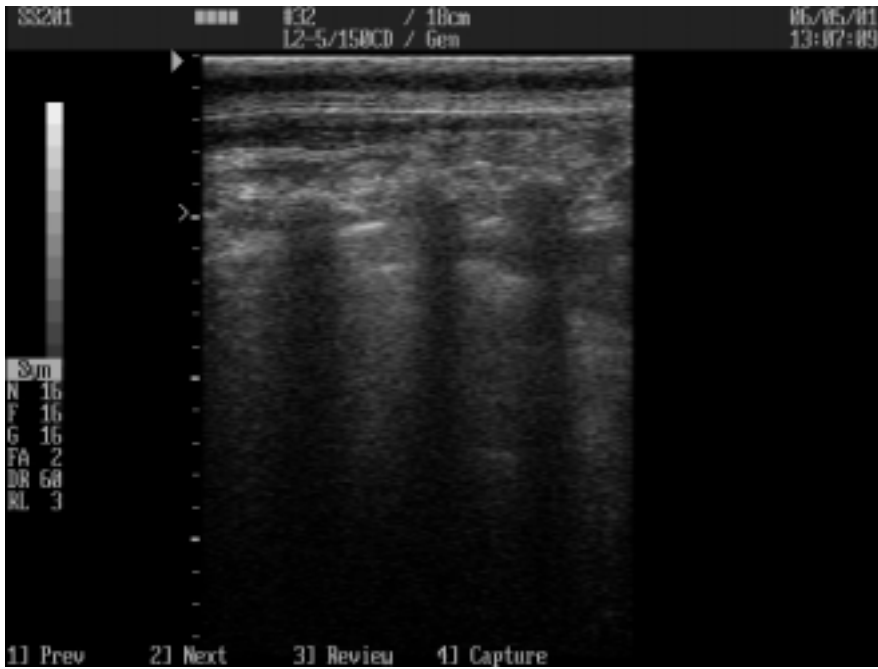


그림 52. 초음파 등심 측정 화상 SONOVET기종

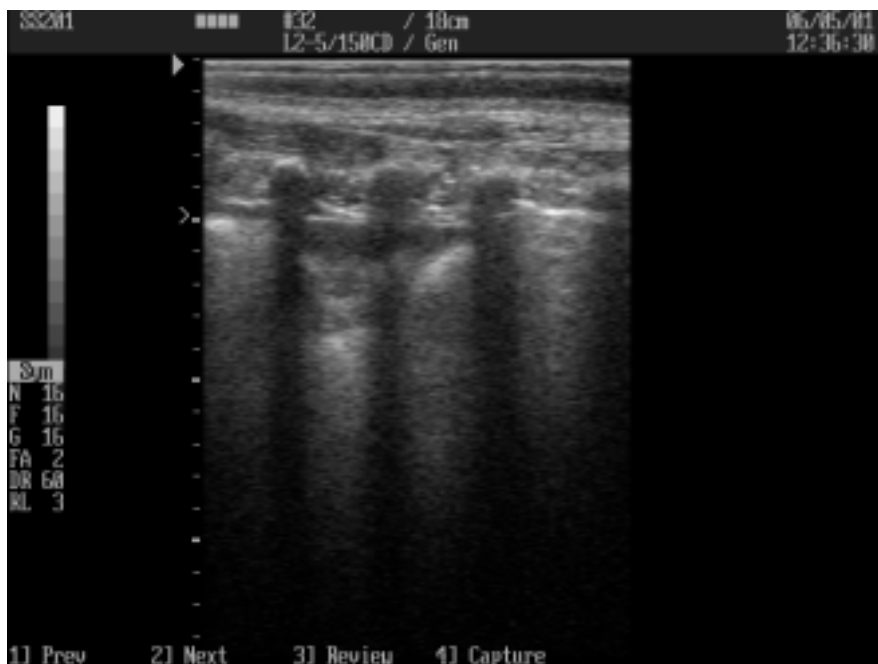


그림 53. 초음파 삼각 측정 화상 SONOVET기종

○ 초음파 육질 화상의 근내지방도 수치 계량화 연구 및 검정종료시 초음파 측정 및 도축 후 실측 및 육질검사

가. 방법

1) 국내 선호부위 생산량 예측

가) 공시가축 및 공시재료

공시가축은 3원교잡종[(Landrace×Yorkshire)×Duroc]으로 검정개시(70일령 전후)시 체측정치 조사, 검정종료시(150일령 전후) 체측정치 조사, 출하시(175일령 전후) 체측정치를 조사하고, 출하 6시간 전부터 절식을 실시하고, 도축장으로 이송하였으며(이송 시간 평균 1시간/60km), 도축전 3~4시간 계류 후 도축하였으며, 도축 후 24시간 동안 예냉실(-3℃)에 보관한 후 냉도체(3℃) 상태에서 도체 특성 및 부분육(목심, 등심, 삼겹) 수율을 조사하였다.

2) 도축 후 등심 샘플 수집과 근내 조지방 측정

시험축 생체의 늑골 10~13번 위치에서 등선으로부터 7cm 떨어진 부위에서 등선과 평행이 되도록 초음파 영상을 기종별(SonoVet2000, SonoVet PICO)로 3회 이상 반복하여 scanning 후 5일 이내 도축한다. 도축 후 24시간 냉장 후 12번째 늑골부위에서 7mm 두께의 샘플을 채취한다. 채취된 샘플은 냉동 보관한다. 조지방은 soxhlet 추출법을 사용하며, 건조된 시료를 ether로 추출한 후 그 중량을 측정하여 추출 전 시료 중량에 대한 백분율(%) 나타내 개체별 actual carcass percentage of intramuscular fat(CPIMF)를 수집한다.

3) 초음파 영상의 분석방법

생체 육질의 판정은 근육층 내 지방의 양과 분포를 측정하는 것이 목표이다. 초음파 영상을 통하여 질감분석(texture analysis)은 이러한 근육층내의 지방의 분포를 추출하는데 용이하다. 이 방법은 공간영역(spatial domain)과 주파수 영역(frequency domain)에서 개별적으로 수행된다.

4) 공간영역에서 육질 판단 알고리즘

공간영역에서 밝기 값의 분포에 기반해서 육질을 판단하는 방법으로는 영상내의 분

산등과 같은 신호의 2차 통계특성을 이용하는 것이 대부분이다. 영상의 밝기에 대한 상관도 매트릭스(GLCM)에서는 손쉽게 신호의 통계적인 파라미터를 추출할 수 있다.

GLCM(Gray-Level Co-occurrence Matrices)

GLCM이란 공간적으로 밝기 값들 사이의 상관관계를 추정하는 방법의 하나이다. 공간 영역 XY에 있는 두개의 영상사이에 변위(displacement)가 정의되어 있고, 밝기 값의 쌍(r,s)을 가진 화소 쌍들의 총 개수를 구할 수 있으면 두 영상 상 사이의 연관 히스토그램(joint histogram) $h_{XY}(r,s)$ 을 구할 수 있다. 표 51는 변위가 (1,0)일때 두개의 3x3 영상의 모든 화소 쌍 조합을 표현하고 있다.

표 52. 변위가 (1,0)일때 3x3 영상의 모든 화소 쌍 들의 조합

(0,0)	(1,0)	(2,0)
(0,1)	(1,1)	(2,1)
(0,2)	(1,2)	(2,2)

k 와 l 이 밝기라면 X 와 Y 에 대한 각각의 histogram(marginal histogram)은 다음과 같다.

$$h_X(k) = \sum_l h_{XY}(k, l) ; h_Y(l) = \sum_k h_{XY}(k, l)$$

이때의 연관 histogram은 다음과 같다.

$$h_{XY}(r, s) = \frac{N_{r,s}}{N_s}$$

식에서 $N_{r,s}$ 는 밝기 값 r, s 를 가진 화소 쌍들의 총 개수이고 N_s 는 표 1에서 표현한 것과 같이 모든 화소 쌍들의 개수를 말한다. 연관 히스토그램은 matrix 형태로 표시 되는데 co-occurrence matrix 라 한다.

GLCM(Gray-Level Co-occurrence Matrices)을 이용한 육질 판단방법

위의 파라미터들은 방향성을 갖고 있어 각 방향별로 파라미터를 추출할 수 있고 이 파라미터사용 최적의 예측이 가능한 회귀방정식을 결정할 수 있다.

$$\hat{y}_i = \sum_{j=0}^N a_j P_{ij}$$

식에서 \hat{y}_i 는 i 번째 영상자료에 의해 예측된 조지방 함량이고, P_{ij} 는 i 번째 자료의 j 번째 파라미터이다.

5) 주파수영역에서 육질 판단 알고리즘

Wavelet Transform

일반적으로 웨이브렛 변환의 필터상 들은 다음과 같은 기본 웨이브렛(mother wavelet)을 스케일링(scaling)하고 이동(translation)함으로써 얻어진다.

$$\Psi_{a,b}(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \Psi\left(\frac{x-b}{a}\right)$$

식에서 $a \in R^+$, $b \in R$ 는 각각 스케일링 파라미터와 이동 파라미터이다. $\Psi_{a,b}(x)$ 는 허용조건(admissibility condition)을 만족하는 함수이다. 즉, 진동(oscillation)하면서 급격히 0으로 수렴하고, 그 함수의 적분이 1이 되는 함수이다. 웨이브렛 변환은 위의 식에서 $a = a_0^n$, $b = mb_0 a_0^n$ 라 두면 다음과 같이 얻어진다.

$$\Psi_{n,m}(x) = \Psi_{a,mba}(x) = a_0^{-n/2} \Psi(a_0^{-n} x - mb_0)$$

식에서 $n, m \in Z$, $a_0 > 1$, $b_0 > 1$, Z 는 정수이다.

영상을 멀티 해상도로 분해하기 위해서는 스케일 함수(scale function) $\phi_{n,m}(x)$ 와 웨이브렛 함수(wavelet function) $\Psi_{n,m}(x)$ 가 필요하다. $\Psi_{n,m}(x)$ 와 $\phi_{n,m}(x)$ 에 의해 확장되는 공간은 서로 보충관계(complement)에 있다.

Wavelet Transformation을 이용한 육질 판단 방법

촬영한 초음파영상의 특정 영역을 선택한 후 다양한 조건에서 영상 샘플들이 얻어지는 점을 고려하여 그 밝기 값을 다음식과 같이 정규화(normalization) 한다.

$$f(x, y) = \frac{T(I(x, y) - I_{\min}(x, y))}{I_{\max}(x, y) - I_{\min}(x, y)}$$

식에서 $I(x, y)$ 는 좌표 (x, y) 의 밝기 값을 나타내고, $I_{\max}(x, y), I_{\min}(x, y)$ 는 각각 ROI(region of interest)내의 최대 최소값을 나타낸다. 그리고 T는 상수로서 가장 밝은 값, 255로 정의 된다. 이렇게 정규화된 ROI 영상은 그림과 같이 3단계 wavelet transform이 된다.

Base	LLLLHL	LLHL	HL
LLLLLH	LLLLHH		
LLLH		LLHH	
LH		HH	

그림 52. ROI(region of interest)의 wavelet transformation

그림에서 L은 low-pass 필터된 신호이고, H는 high-pass 필터된 신호를 뜻한다.

나. 결과 및 고찰

1) 선호부위(삼겹살 및 목살) 생산 평가

가) 도체에서의 평가

도축자료를 이용 실제 선호부위에 대한 기초 자료를 조사하고 선호부위와 다른 부위들과의 연관관계를 조사함으로써 돼지의 몸의 구성이 선호부위에 영향을 미치는 기본 자료를 수집할 수 있게 한다.

표 53. 버그셔 처너돈의 부분육 중량과 수율

Items	weight(kg)	%
Live weight	119.50	
Tender loin	1.44	1.2
Loin	9.91	8.3
Chuck	6.82	5.7
Belly family	13.50	11.3
Rear leg	19.63	16.4
Front Leg	12.76	10.7
Ribs	4.11	3.4
Shank	3.82	3.2
Skirtmeat	0.46	0.4
Carcass weight	72.45	60.6

삼겹살부위는 돼지의 복부(belly family)에 속한다. 복부는 도체로부터 등심, 어깨, 다리와 등지방을 제거한 후 만들어지며 평갈비(spare rib)와 가죽이 부착되어 있다. 갈비는 6번째 늑골부터 포함된다. 삼겹부위는 일반적으로 직사각형 모양으로 정육된다. 삼겹살은 외피를 포함하거나 제거한 형태로 유통된다.

국내에서는 정육 작업이 삼겹살 생산체제로 이루어지므로 늑골이 초기 제거되어 등심에 늑간근육을 붙여놓거나 제거하여 잡육화하는 형태로 작업되고 있다. 미국의 경우 갈비는 10~11개로 이루어지지만 국내의 경우 삼겹살 생산을 중심으로 작업하므로 5번 늑골까지를 갈비로 6번 늑골부터 8~9개의 갈비가 삼겹부위에 포함된다. 등심 부핵과 부핵 지방은 삼겹살에 포함된다.



그림 53. 삼겹살 (<http://www.uspork.org>)

표 54. 시험축(220두)의 부분육 중량과 수율

형질	중량(kg)	%
생체중(kg)	111.6	
도체중(kg)	85.5	
등지방 두께(mm)	19.5	
목살	4.4	5.1
등심	6.7	7.8
삼겹살	10.1	11.8
갈비살	3.9	4.5
전지	8.6	10.0
후지	15.4	18.1
안심	1.0	1.1
전체	50.1	58.6

출하 된 시험축 220두를 대상으로 시험을 수행하였다. 따라서 도체에서 도체중, 등지방두께, 체장, 체심, 목살, 등심, 삼겹살 등을 조사하였다. 기본 통계량은 표에 제시하였다.

삼겹살에서 품종과 성별에 대한 효과를 조사하기 위한 분석에서 출하일령은 공변량으로 모형에 삽입 분석하여 일령에 대한 삼겹살 량이나 수율의 보정을 대신하였다.

표 55. 삼겹살에 대한 분산분석

Source	df	삼겹살 중량			삼겹살 수율		
		MS	F	Pr>F	MS	F	Pr>F
품종	2	1.0548	1.00	0.3681	3.5093	10.72	<0.0001
성	2	1.8182	1.73	0.1796	2.1271	6.50	0.0018
출하일령	1	28.3289	26.97	<0.0001	8.3761	25.59	<0.0001
오차	214	1.0503			0.3273		

삼겹살의 중량은 품종이나 성에 따른 차이가 유의성이 없었으나 삼겹살 수율은 성별 또는 품종에 따른 차이가 인정이 된다. 이는 품종과 성별에 따라 체형의 차이가 있고 이르 통하여 수율을 개선 할 수 있는 가능성을 보여준다. 아래의 표에 품종별 성별 분류에 따른 최소자승 평균이 제시 되었다. 유의성있는 차이로 분석이 되었으나 그 차이의 크기가 돼지의 경제적 차이로 인정이 될 정도는 아닌 것으로 사료된다.

표 56. 목살에 대한 분산분석

Source	df	목살 양			목살 수율		
		MS	F	Pr>F	MS	F	Pr>F
품종	2	2.7265	12.18	<0.0001	2.5607	16.79	<0.0001
성	2	0.8149	3.64	0.0279	0.4136	2.71	0.0687
출하일령	1	1.8652	8.33	0.0043	0.0708	0.46	0.4934
잔차	214	0.2239			0.1525		

목살의 분산분석에서는 삼겹살과 추세의 차이가 나타났다. 출하일령을 공변량으로 분석하였는데, 수율에서는 유의성이 인정되지 않았고, 목살의 양에서 대체적으로 품종 성 출하일령에서 유의성이 모두 있었다.

표 57. 품종별 성별 최소 자승 평균

구분	세분	삼겹살		목살	
		중량(kg)	수율(%)	중량(kg)	수율(%)
품종	YLB	10.07	11.60	4.36	5.03
	YLD	10.09	11.78	4.51	5.27
	BD	9.86	11.45	4.54	5.27
성	암	9.99	11.79	4.34	5.13
	수	9.85	11.14	4.73	5.38
	거세	10.20	11.91	4.34	5.06

선호부위의 경제적 가치는 비선호 부위와 비교하여 차이가 크다. 일반 슈퍼마켓에서는 최대 3.5배의 차이가 존재한다. 선호부위를 평가하여 유전적으로 수율을 개선하거나 양을 증대시킬 수 있다면 우선적으로 육가공업자 그리고 농가에 경제효과는 상당할 것으로 추정된다. 돼지에서 유전적으로 1kg 증량 했을 경우 2-3000원의 경제효과라면 삼겹살 1kg의 증량은 그것의 5 내지 10배의 경제효과를 얻을 수 있다.

표 58. 삼겹살 목살의 분포

분위수	삼겹살 중량	삼겹살 수율	목살 중량	목살 수율
100	12.76	13.32	5.86	6.20
99	12.60	13.26	5.70	6.10
95	11.88	12.83	5.22	5.89
90	11.47	12.66	5.01	5.65
75	10.84	12.30	4.68	5.35
50	10.13	11.82	4.32	5.07
25	9.44	11.41	4.02	4.79
10	8.71	10.97	3.69	4.60
5	8.31	10.79	3.60	4.44
1	7.66	10.52	3.36	4.25
0	6.98	10.15	3.24	4.14

표 59. 선호부위와 부분육과의 상관관계

	삼겹살 중량	삼겹살 수율	목살 중량	목살 수율
갈비중량	0.62	-0.24	0.60	0.10
갈비수율	-0.05	-0.00	0.10	0.21
전지중량	0.70	0.08	0.79	0.24
전지수율	-0.14	-0.08	0.27	0.51
후지중량	0.52	-0.07	0.71	0.25
후지수율	-0.23	-0.25	0.20	0.41
등심중량	0.54	-0.00	0.71	0.28
등심수율	-0.08	-0.13	0.30	0.44
안심중량	0.36	-0.12	0.44	0.07
안심수율	-0.33	-0.25	-0.09	0.13
도체중	0.86	0.14	0.70	0.01
등지방	0.33	0.22	0.01	-0.28

나) 초음파 측정기를 통한 육질 평가

(1) 시료의 화학적 분석

근내 조지방 함량에 미치는 요인을 분석하였다. 예상하던 바와 마찬가지로 품종별 성별 함량의 차이가 유의적으로 나타났다. 그러나 출하일령이 근내 지방 측정에 영향을 미치고 있다는 사료 영향학적 가설은 분석결과 유의성이 없는 것으로 나타났다. 이는 시험 성격상 사료 영향 시험이 아니기 때문에 출하일령의 차이를 조사하려는 구상이 시험 설계상 포함되지 않았기 때문이며 자료의 80%가 출하일령 170일과 190일 사이에 분포하여 이사이의 일령별 차이는 조지방 함량의 차이 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

표 60. 시료의 화학적 분석에 의한 근내 조지방함량의 분산분석

Source	df	MS	F	Pr>F
품종	2	1.2087	7.24	0.0009
성	2	0.9967	5.97	0.0030
출하일령	1	0.0925	0.55	0.4577
오차	214	0.1671		

조지방 함량의 분산분석에서는 품종과 성별에 따라 차이가 나타났다. 출하일령을 공변량으로 분석하였는데, 유의성이 인정되지 않았다. BD가 0.4% 정도 다른 품종 보다 높게 나타난 것은 주목할 만하다. 성별 차이에서도 수퇘지의 육질이 암퇘지와 거세돈 보다 떨어지는 것이 지방함량에서도 차이가 나는 것으로 판명됐다.

표 61. 시료의 화학적 분석에 의한 근내 조지방함량(%)의 품종별 성별 최소 자승 평균

품종		성	
YLB	1.4057	암	1.6102
YLD	1.4976	수	1.3500
BD	1.8416	거세	1.7848

(2) 초음파 영상에 의한 육질 진단

이미지 parameter 수집을 위해서 소프트웨어 개발이 필요하다. 소프트웨어 개발을 위하여 1일령에 거세한 버크셔 수퇘지 4두를 168일령에 좌우측 등심의 초음파 영상을 SonoVet 2000을 이용하여 채집하였다. 4두의 평균 체중은 107.5kg 이었다.

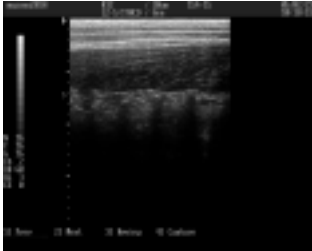
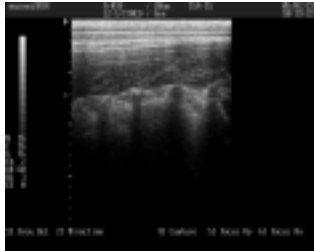
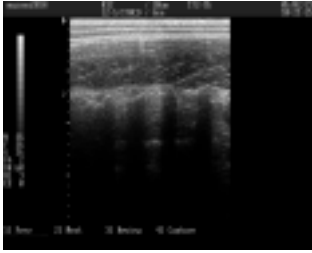
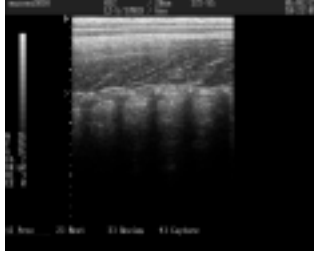
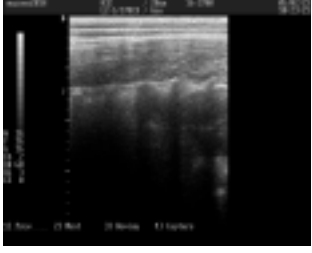
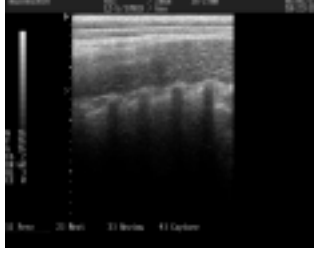


Ear tag	Weight	Left	Right
154-15	110		
172-9	105		
16-27	102		
154-19	113		

그림 54. Sono-Vet 2000에 의해 촬영된 초음파 이미지

초음파 영상에서 각 pixel의 강도는 동물의 조직과 같은 scanning 된 물질의 소리의 음의 전달비율에 의하여 결정된다. 지방에서 근육처럼 한 조직으로부터 다른 종류의 조직으로 전이되면 강도는 높아지고 음이 지방과 같은 동일 종류의 조직을 지나면 강도는 낮아진다. 그러므로 영상은 ultrasound transducer와 돼지의 skin, 그리고 skin과 지방, 그리고 지방과 근육, 그리고 근육과 뼈 사이는 밝게 나타난다. 반면에 동일 조직이 계속되는 곳은 어둡게 나타난다. 이러한 영상의 특성을 계수화(digitization)하

여 조직의 특성을 추정하려고 다음의 영상 모수를 추출하여 등심내 근내지방도와 연관성을 찾아내는 것이다. 영상모수의 추출과정은 다음과 같다.

(1) Fourier transform 분석

A. 이미지의 주파수 특성을 분석하기 위해 two-dimensional Fourier transform을 수행한다.

B. 2D FFT의 결과로부터 다음과 같은 parameter를 계산한다.

- i. Spectrum의 standard deviation -> P1
- ii. 각 주파수 대역의 power spectral 합을 구한다.
 1. (1-50) : (50-100) -> (P2)
 2. (1-30) : (30-100) -> (P3)
 3. (1-10) : (10-100) -> (P4)

(2) Gradient transform 분석

A. 이미지의 공간 특성을 분석하기 위해 gradient transform을 수행한다.

B. Gradient transform 결과로부터 다음과 같은 parameter를 계산한다.

- i. Gradient의 평균-> P5
- ii. Gradient의 skewness -> P6

(3) Histogram 분석

A. 이미지의 밝기 분포를 분석하기 위해 histogram을 구한다.

B. Histogram으로부터 다음과 같은 parameter를 계산한다.

- i. Histogram skewness -> P7
- ii. Cumulative histogram에서 10번째까지의 percentage -> P8

(4) Texture 분석

A. 이미지의 조직 구조를 분석하기 위해 co-occurrence matrix를 구한다.

B. Co-occurrence matrix로부터 다음과 같은 parameter를 계산한다.

- i. 90도 방향(axial 방향)의 difference variance -> P9
- ii. 135도 방향의 difference entropy -> P10

○ 실량 예측 회귀계수 추정 및 보정계수 개발

가. 방법

Wavelet transformation parameter를 이용한 회귀계수

변환된 영역에서 각 밴드간 에너지의 비율, 분산, 4차 모멘트, 하위 밴드들을 제거 한 후 복원된 영상의 에너지들을 파라미터로 이용하여 회귀방정식을 추정한다. 영상의 특성이 초음파의 투과도, 질감의 특성을 포괄적으로 나타내고 있고 이러한 특성을 표현하는데 적합한 각 wavelet 밴드별 에너지별 분포를 회귀방정식의 인자로 적용한다.

$$\hat{y} = \sum_{j=0}^9 \alpha_j E_j$$

식에서 \hat{y} 조지방 함량이고, E_j 는 j 번째 wavelet 밴드의 에너지 가이다.

나. 결과

표 62. 도체형질에 의해 추정된 목살 중량에 대한 회귀계수

Intercepts	Carcass wgt	Back fat	Body length	Body depth	R^2
-0.51870	0.02924	-0.01317	-0.00610	0.00841	0.528
	0.00	0.16	0.59	0.74	
-2.34850		-0.00897	0.02184	0.06599	0.320
		0.41	0.08	0.01	
-0.89561	0.02789		0.01108	0.00046541	0.498
	0.00		0.32	0.99	
-0.01228	0.03081	-0.01472		0.00896	0.523
	0.00	0.10		0.72	
-0.29799	0.03073	0.001253	0.00624		0.527
	0.00	0.17	0.58		
0.23629	0.03244	-0.01407			0.522
	0.00	0.10			

목심은 전체적으로 결정계수의 값이 삼겹살보다 낮게 나타나고 있다. 체심과 체장 모두 회귀계수의 유의도가 낮게 나타나며 체중에 주로 영향 받는 것으로 나타나고 있다. 목심의 위치와 도체장과 체심의 측정위치 다르므로 도체형질의 크기가 목심의 생산량과 많은 연관이 없음을 보여주고 있다. 다만 체중은 돼지의 크기에 따라 목심의

크기가 영향하는 것을 알 수 있으나 체중만을 가지고 목심을 예측하는 것은 별 의미를 부여할 수 없다. 체중은 이미 산육형질의 개량에 포함되어 있어 체중과 양의 상관관계가 있는 만큼 목심의 개량도 이루어질 수 있기 때문이다.

표 63. 도체형질에 의해 추정된 삼겹살 중량에 대한 회귀계수

Intercepts	Carcass wgt	Back fat	Body length	Body depth	R^2
-6.58309	0.07348	-0.01395	-0.00132	0.20347	0.711
	0.00	0.55	0.96	0.00	
-11.17121		-0.00339	0.03823	0.34818	0.581
		0.90	0.22	0.00	
-6.98234	0.07204		0.00396	0.19506	0.708
	0.00		0.88	0.00	
-6.69265	0.07314	-0.01362		0.20355	0.711
	0.00	0.53		0.00	
-1.24118	0.10963	0.00156	0.00219		0.621
	0.00	0.95	0.94		
-6.65027	0.07306			0.19479	0.708
	0.00			0.00	

삼겹살을 예측하기위한 회귀식을 추정하였는데 표 63에 독립변수의 추정된 회귀계수와 유의도(p-value)를 제시하였다. 삼겹살에 대한 회귀계수의 유의도에서 등지방과 체장은 약한 것으로 나타났다. 네 형질 모두 포함하였을 때 결정계수의 값이 0.711이었지만 모델에서 등지방과 체장을 제외하여도 결정계수는 0.708이었다. 그러나 도체중을 제외하였을 경우는 0.581, 체심을 제외하였을 경우는 0.621로 결정계수가 낮아져 생체에서 삼겹살중량을 예측하는데 체중과 체심이 중요 형질임을 보여준다. Table 3의 상관은 체장도 어느 정도의 상관관계가 나타났지만 모델에서 회귀계수의 유의도는 낮게 추정되었다. 결정계수에 의한 선택은 네 가지 형질을 모두 모델에 포함하거나 체장을 제외하였을 때 0.711로 가장 높았다. 0.05보다 높은 p-value를 가진 독립변수를 제거하였을 때 체중과 체심이 남았다.

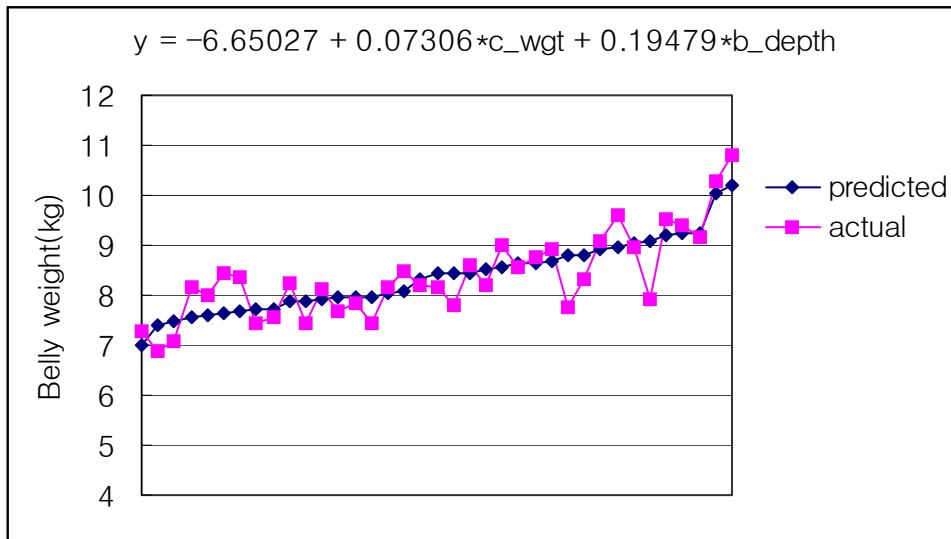


그림 55. 삼겹살 중량의 예측치와 관측치

1) 출하시의 평가

출하시의 평가는 실질적으로 돼지 돈가의 결정에 영향을 줄 수 있다. 그러나 돈가의 결정을 위하여 돼지를 측정하는 것은 현실성이 없다. 다만 본 연구에서는 출하시의 평가는 중요한 수단으로서 의미를 가지고 있다. 출하 기준을 무엇에 둘 것인가 하는 점이다. 출하 기준이 정해지면 출하시 선호부위의 평가는 어떻게 정해야 할 것인가 하는 문제이다.

표 64. 출하시 측정치의 품종별 성별 평균

품종	성별	두수	일령	체중	체장	체고	체폭	등1	등2	등3	정육율
YLB	암	42	182.7	109.6	115.3	62.0	29.0	19.2	14.4	21.3	53.9
	거세	49	181.1	111.7	115.4	62.4	29.6	21.5	15.6	24.5	50.1
	소계	91	181.8	110.7	115.4	62.2	29.3	20.4	16.1	23.0	51.9
YLD	암	38	178.2	110.1	114.7	62.8	28.4	18.6	12.3	19.1	56.0
	거세	47	177.9	109.8	114.9	63.3	29.0	18.7	13.8	20.5	54.6
	소계	85	178.0	109.9	114.8	63.1	28.7	18.7	13.1	19.9	55.2
DB	암	30	173.3	113.1	119.7	63.8	29.4	16.1	11.9	16.8	57.6
	수	14	171.4	122.5	122.1	68.3	29.7	15.4	11.4	13.0	57.7
	소계	44	172.7	116.1	120.5	65.3	29.5	15.9	11.7	15.6	57.7
전체		220	178.5	111.5	116.2	63.1	29.1	18.9	14.1	20.3	54.3

출하 기준은 출하 체중, 출하일령 등으로 정할 수 있다. 농가 입장에서 보면 출하 체중으로 정하는 것이 가장 좋을 듯 싶다. 그러나 현실적으로 대부분 농가에서 출하 일령과 같이 병행하게 된다. 선호부위에 대한 개체들의 평가를 출하시점에 맞춘다면 출하 체중에 일찍 도달하고 늦게 도달하는 문제는 개체의 능력에 관한 문제이다. 이런 관점에서 보면 삼겹살 중량이나 목살 중량이 출하시 체중과 고도의 상관관계를 가지고 있지만 체중을 가지고 이들 선호부위의 평가를 위하여 보정한다면 개체의 능력을 보정하는 결과를 초래하게 된다.

표 65. 선호부위와 출하시 측정치들과의 상관관계

	삼겹살 중량	삼겹살 수율	목살 중량	목살 수율
일령	-0.31	-0.24	-0.30	-0.19
체중	0.79	0.09	0.68	-0.02
체장	0.42	0.00	0.44	0.06
체고	0.27	-0.17	0.39	0.08
체폭	0.53	0.19	0.38	-0.04
등지방1	0.33	0.15	0.22	-0.22
등지방2	0.33	0.15	-0.04	-0.39
등지방3	0.27	0.22	-0.08	-0.32
정육율	-0.34	-0.22	-0.01	0.30

출하시 선호부위를 예측하지면 다음 표에 제시된 회귀식으로 예측할 수 있다. 위에서 언급하였듯이 예측을 하여 이용하는 것이 현실성이 없다.

표 66. 출하시 형질에 의한 회귀 계수 추정치의 t 확률(Pr >|t|) 크기에 의해 최적 선택한 회귀계수를 이용 삼겹살 량 예측

	1차	2차	3차	4차	5차	회귀계수
절편	0.0734	0.0758	0.0651	0.0752	0.0160	3.3900
일령	0.0835	0.0832	0.0953	0.1124	0.0948	-0.00966
체중	<.0001	<.0001	<0.001	<0.001	<0.001	0.09294
체장	0.6070	0.6109				
체고	0.0147	0.0140	0.0105	0.0078	0.0081	-0.04072
체폭	0.3491	0.3211	0.2810	0.2030		
등지방1	0.5756	0.3948	0.3902			
등지방2	0.7395					
등지방3	0.0288	0.0105	0.0097	0.0002	<0.001	0.03274
결정계수	0.6816	0.6814	0.6810	0.6799	0.6775	

위표에 의한 회귀식을 식으로 표현하면 아래와 같다.

$$\text{삼겹살 량} = 3.39 + -0.00966 * \text{출하일령} + 0.09294 * \text{체중} + -0.04072 * \text{체고} + 0.03274 * \text{등지방 3}$$

2) 검정 종료시 측정자료에 선호부위의 예측

돼지의 검정종료시 최종적으로 개체로부터 자료를 수집하게 된다. 이때 측정된 자료를 가지고 출하시 삼겹살이나 목살의 양을 예측할 수 있다면 이는 중요한 가치가 있다. 일반적으로 종료시 채집된 자료들은 종돈의 개량에 활용된다. 역으로 종료시에 채집할 자료들이 선호부위의 개량에 관련된다면 이를 활용하여 선호부위 우수 종돈을 만들어야 할 것이다.

우선 출하시 기준을 정해야 할 것 같다. 175일령에 110kg이라 보면 일반적으로 수궁할 수 있다. 표에 제시되었지만 출하일은 평균 178.5일령이었고 체중은 111.5kg이다. 따라서 선호부위의 측정치를 출하 기준에 적합하게 보정을 해준 후 그 자료를 가지고 예측 회귀식을 추정하는 것이 순서이다.

출하일령은 당연히 음의 상관관계가 기대되었다. 출하체중과 출하체고, 출하체폭, 등지방 두께들이 어느 정도의 양의 상관관계를 보여줌으로써 삼겹살과 목살의 예측할 수 있는 가능성을 보여준다.

먼저 출하일령에 따른 삼겹살량과 목살량을 보정한 후 이 값을 가지고 검정 종료시 측정치들에 의해 출하시 삼겹살량을 예측하는 방법이 합리적이라고 사료된다. 위에 언급한 것처럼 개체의 고유한 능력을 보정하지 않도록 하는 것이 주 이유이다. 보정을 하는 방법은 여러 가지 있을 수 있지만 회귀를 이용하는 것이 가장 간편하다.

$$\hat{y}_i = y_i - b_1(\text{출하일령} - 178.5)$$

위의 식은 개체의 능력에 의한 변이를 그대로 유지 하면서 출하일령에 의한 형질별 차이만 보정하게 된다. b_1 의 계산은 절편(intercept) 없는 회귀로 선호부위 형질을 종속변수로 출하일령을 독립변수로 추정하였다.

표 67. 선호부위를 출하일령에 보정하기 위한 회귀계수 추정 결정계수

	삼겹살		목살	
	양	수율	양	수율
회귀계수(b_1)	0.05646	0.06610	0.02428	0.02845
결정계수	0.9837	0.9940	0.9815	0.9900

표 68. 검정종료 측정형질과 출하일령에 대해 보정된 선호부위 형질과의 상관

	일령	체중	체장	체고	체폭	등지방1	등지방2	등지방3	정육율
삼겹살 중량	-0.00	0.77	0.60	0.52	0.66	0.41	0.43	0.45	-0.39
삼겹살 수율	-0.15	0.49	0.30	0.24	0.48	0.33	0.36	0.34	-0.31
목살 중량	0.19	0.84	0.65	0.52	0.63	0.26	0.27	0.26	-0.21
목살 수율	0.13	0.55	0.36	0.23	0.39	0.10	0.11	0.05	-0.04

가) 선호부위 중량 예측

선호부위의 중량을 예측할 것이냐 수율을 예측할 것이냐 하는 문제는 종돈의 경제성과 관련이 있다. 일반적인 육종학 시각으로 보면 중량에 대해 선발하면 다른 형질들 즉 대부분의 산육형질들과 양의 유전상관관계가 형성되어 있다. 따라서 중량을 예측

하고 이를 활용 육종하여 간다면 종돈의 크기가 큰 쪽으로 개량되어질 것이다. 반면에 수율을 예측하고 이를 육종에 활용한다면 이는 돼지의 체형 구조(body structure)에 더 많은 관심을 갖는 결과가 된다. 따라서 돼지의 크기가 커질 수도 있지만 그보다는 선호부위의 생산비율이 높은 종자의 개량으로 이어질 수 있다. 두 가지 접근 방식 모두 선호 부위의 개량에 긍정적인 방향으로 유도한다.

표 69. 회귀 계수 추정치의 t 확률(Pr >|t|) 크기에 의해 요인제거에 의한 삼겹살 량 예측 회귀식의 종료검정 형질 선택

	1차	2차	3차	4차	5차	6차
절편	0.0006	0.0005	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001
일령	<0.0001	<.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
체중	<0.0001	<.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
체장	0.8424	0.8340				
체고	0.2927	0.2909	0.2588	0.2512	0.2395	
체폭	0.0798	0.0773	0.0743	0.0652	0.0642	0.0817
등1	0.9642					
등2	0.6853	0.6674	0.6679	0.7480		
등3	0.0155	0.0121	0.0107	0.0025	0.0007	0.0012
정육	0.7355	0.7368	0.7533			
결정계수	0.6851	0.6851	0.6850	0.6848	0.6847	0.6824

위의 표에 의해 선택된 검정종료시 측정된 형질들에 의해 출하일령에 의해 보정된 삼겹살 중량예측을 위해 추정된 회귀식은 다음과 같다.

$$y = 15.78710 + -0.09957 * \text{종료일령} + 0.07534 * \text{체중} + 0.07349 * \text{체폭} + 0.03609 * \text{등지방 3}$$

위의 식 4개 형질의 최종 결정계수는 0.6824로 최초 9개 형질의 0.6851과 차이가 없다. 다음의 그림은 관찰된 삼겹살 중량(출하일령으로 보정되어진)과 위의 회귀식에 의해 계산된 예측치의 도표이다. 검은 '+'는 관찰된 수치이고, 붉은 '+'는 예측치이다.

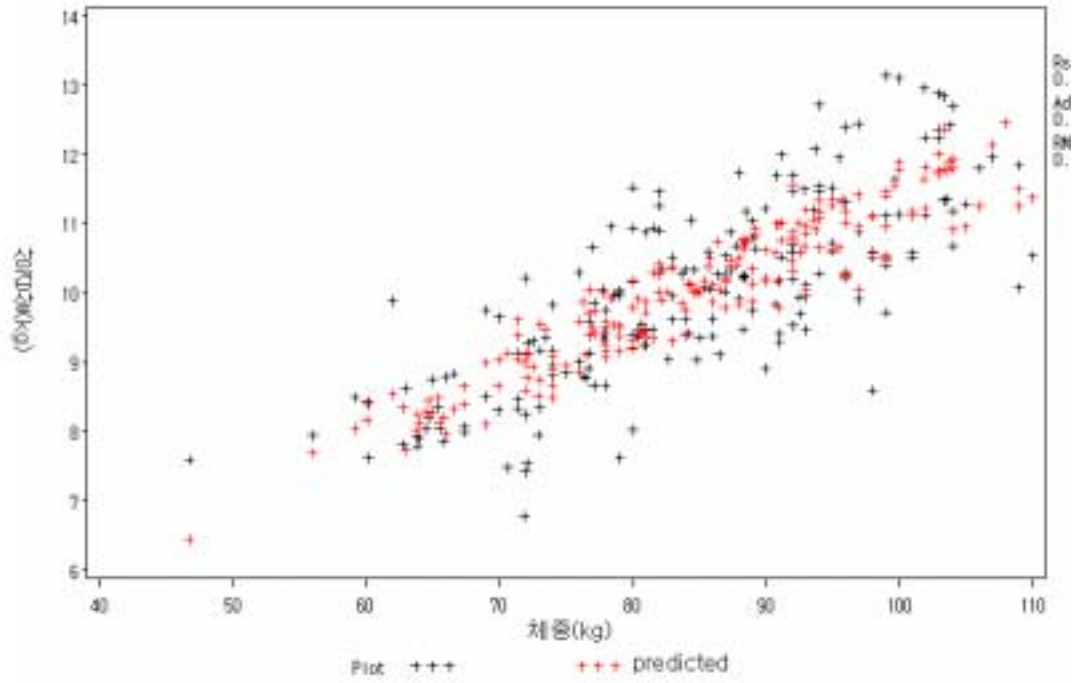


그림 56. 삼겹살 중량과 체중에 의한 회귀식의 예측치와 관찰치

그림에서 관측치는 예측된 값보다 outlier가 더 많다. 이는 일반적인 형상이다.

표 70. 회귀 계수 추정치의 t 확률(Pr >|t|) 크기에 의해 요인제거에 의한 목살 량 예측 회귀식의 종료검정 형질 선택

	1차	2차	3차	4차	5차	6차
절편	0.4817	0.5022	0.3903	0.6554	0.8958	0.0984
종료일령	0.6792					
종료체중	<.0001	<.0001	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001
종료체장	0.3110	0.2982	0.3452			
종료체고	0.0763	0.0735	0.0590	0.0348	0.0405	0.0400
종료체폭	0.0983	0.0690	0.0698	0.0258	0.0230	0.0290
등지방1	0.2509	0.2530	0.3302	0.3913		
등지방2	0.1565	0.1572	0.1849	0.1636	0.0870	0.0010
등지방3	0.4920	0.4531				
정육율	0.2565	0.2247	0.3128	0.3246	0.1819	
결정계수	0.7371	0.7368	0.7360	0.7348	0.7337	0.7312

위의 표에 의해 선택된 검정종료시 측정된 형질들에 의해 출하일령에 의해 보정된 목살 중량예측을 위해 추정된 회귀식은 다음과 같다.

$$y = 0.88443 + 0.04428 * \text{종료체중} + -0.01912 * \text{체고} + 0.04061 * \text{체폭} + -0.02463 * \text{등지방 2}$$

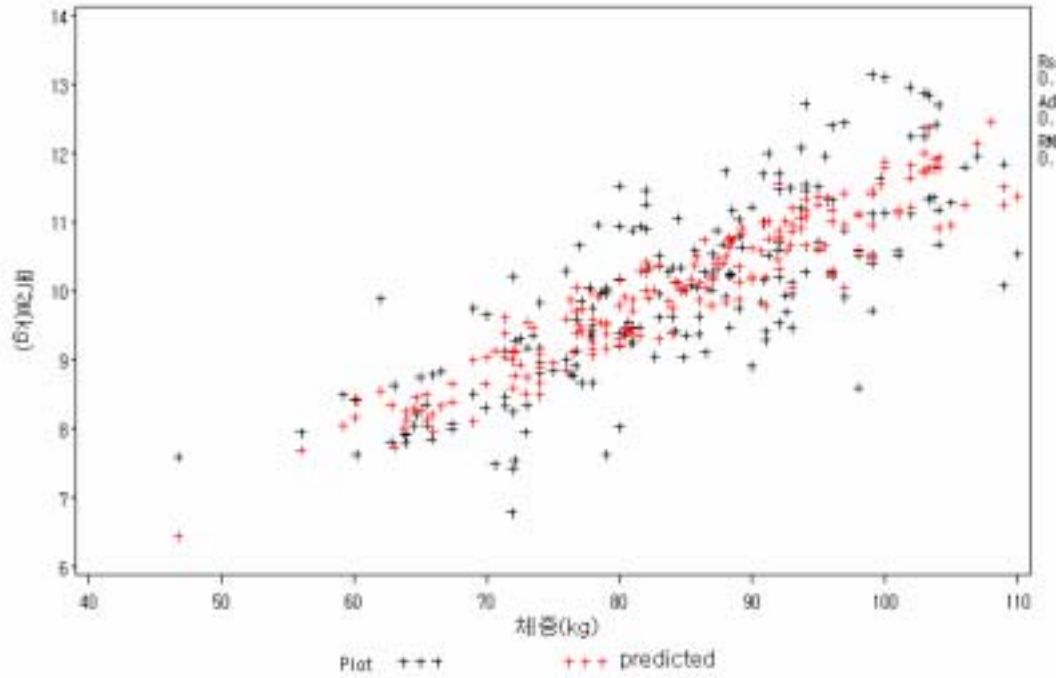


그림 57. 목살 중량과 체중에 의한 회귀식의 예측치와 관찰치

나) 선회부위 수율 예측

삼겹살이나 목살의 수율은 중량과 형질의 특성이 다르다. 중량은 돼지의 성장과 함께 같이 증가하지만 수율은 일방적으로 증가하는 것은 아닐 것으로 생각되며 이 부분은 추후 더 많은 연구가 필요한 분야이다. 자료가 누적되면 육종가 추정이 가능해지겠지만 유전력에 있어서도 차이가 예견된다. 유전 육종학적 시각으로 보면 두개의 별개의 형질이 될 수 있다.

표 71. 회귀 계수 추정치의 t 확률(Pr >|t|) 크기에 의해 요인제거에 의한 삼겹살 수
 율 예측 회귀식의 종료검정 형질 선택

	1차	2차	3차	4차	5차	6차
절편	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
일령	<0.0001	<.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
체중	<0.0001	<.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
체장	0.2178	0.2103	0.1857	0.1202	0.0771	0.0497
체고	0.4304	0.4343	0.4319	0.4297		
체폭	0.5930	0.5795	0.5890			
등1	0.8293	0.8049				
등2	0.6644	0.5912	0.5066	0.3799	0.3516	
등3	0.3556	0.2867	0.2097	0.2148	0.1852	0.0250
정육율	0.8815					
결정계수	0.3654	0.3653	0.3651	0.3641	0.3620	0.3591

삼겹살 수율의 예측 회귀식은 다음과 같다.

$$y = 24.60913 + -0.09941 * \text{종료일령} + 0.05148 * \text{체중} + -0.02802 * \text{체장} + 0.02464 * \text{등지방 3}$$

삼겹살 수율의 예측은 중량예측 보다 결정 계수가 낮게 나타났다. 이는 우리가 조사할 수 있는 형질들과 연관이 적은 것을 의미한다. 앞의 표에서 제시되었듯이 선호부위의 중량이 수율보다 검정종료시 측정된 형질들과 음이든 양이든 전반적으로 높은 상관을 보여주고 있다. 상관이 높은 요인들을 이요하여 예측도 하지만 간접 선발도 할 수 있다. 결정 계수가 낮게 조사 되었다는 의미는 선호부위 수율 예측치를 한 형질로 간주하여 사용한다하여도 유전력이 중량보다 낮아질 것을 의미한다. 따라서 선발 반응도 늦어진다.

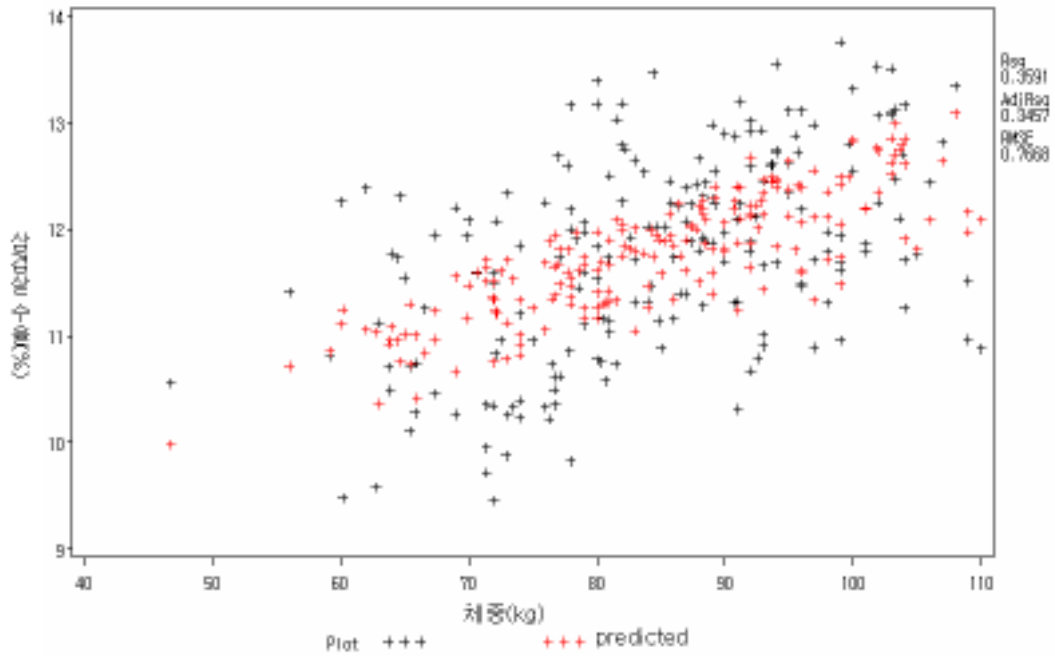


그림 57. 삼겹살 수율과 체중에 의한 회귀식의 예측치와 관찰치

표 72. 회귀 계수 추정치의 t 확률(Pr >|t|) 크기에 의해 요인제거에 의한 목살 수율 예측 회귀식의 종료검정 형질 선택

	1차	2차	3차	4차	5차	6차
절편	0.0308	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
일령	0.9791					
체중	<0.0001	<.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
체장	0.0387	0.0380	0.0244	0.0253	0.0358	0.0239
체고	0.0010	0.0010	0.0010	0.0011	0.0012	0.0023
체폭	0.8558	0.8560				
등지방1	0.3869	0.3852	0.3744	0.3002		
등지방2	0.5848	0.5835	0.6028			
등지방3	0.3347	0.3274	0.3252	0.2850	0.1376	
정육율	0.2854	0.2802	0.2834	0.1510	0.0651	0.0003
결정계수	0.3975	0.3975	0.3974	0.3955	0.3930	0.3859

목살 수율 예측 회귀식은 다음과 같다.

$$y = 4.01955 + 0.04118 * \text{종료체중} + -0.01792 * \text{체장} + -0.03681 * \text{체고} + 0.02838 * \text{정육율}$$

목살 수율 예측도 결정계수에서 선호부위 중량보다 낮게 계산되었다. 그러나 삼겹살 보다 높았다.

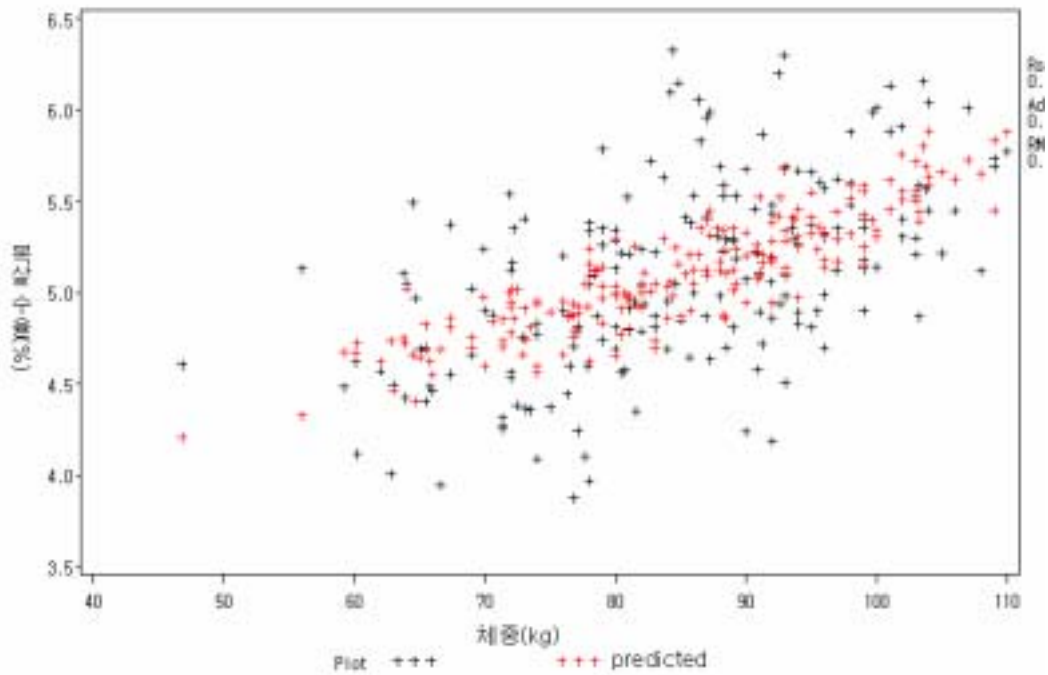


그림 59. 삼겹살 수율과 체중에 의한 회귀식의 예측치와 관찰치

표 73. 선호부위 예측을 위한 회귀계수에서 선택된 검정종료 측정형질

	일령	체중	체장	체고	체폭	등지방1	등지방2	등지방3	정육율
삼겹살 중량	○	○			○			○	
삼겹살 수율	○	○	○					○	
목살 중량		○		○	○		○		
목살 수율		○	○	○					○

표에서 선택된 형질들은 상관을 제시한 표에서 높은 상관을 나타내는 형질 들이다. 이표에 제시된 형질들은 현실적으로 일상 측정 가능한 형질 들이다. 종료일령, 체중, 등지방, 정육율은 현재 검정 시스템에서 사용하는 형질들이고, 초음파기기(piglog 105) 기기를 이용한 A 모드 검정은 등지방 1, 2, 3과 정육율을 측정한다. 새로운 형질이라 야 체장, 체고, 체폭 등이다. B 모드 검정은 등심 단면적과 10번 늑골부위 등지방 등 지방 두께를 측정한다.

2차년도 자료가 아직 수집 중에 있어 자료수집이 완료되면 추정식의 정확도가 증대될 것으로 기대된다.

○ 처리구에 Berkshire순종 정액 및 처리구에 BD(F1)정액 시험농장에 공급

- 세부1과제 결과 분석 참조

○ 요약

생체에서 삼겹살과 목살을 추정하기위한 예비실험을 위하여 37두의 도체, 1차년분 220두의 생체 및 도체에서 자료를 조사하였다. 선호부위의 중량은 출하일령에 의해 영향을 받았으나, 품종이나 성에 의해서는 삼겹살 중량은 영향받지 않았다. 그러나 선호부위의 수율은 품종과 성에 의해 유의적으로 차이가 났다. 도체중과, 도체체심의 삼겹살과의 상관관계가 높게 조사되었고, 도체형질에 의한 삼겹살 수율의 예측시 결정 계수가 0.711로 비교적 높게 나타났다. 그러나 목심은 체중과의 상관은 비교적 높게 나타났지만 목살의 수율 예측시 결정계수가 삼겹살보다 낮은 0.528로 조사되었다. 출하시 체측정치에 의한 평가는 출하일령, 체중, 체고 등지방에 의한 삼겹살 중량의 예측은 결정 계수 0.6775이었다. 검정종료시 체 측정치에 의한 선호부위의 평가에서 삼겹살 중량 결정계수 0.6824, 목살 중량 결정계수 0.7312 이며, 삼겹살 수율 결정계수 0.3591 및 목살 수율 결정계수 0.3859이었다. 선호부위에 대한 평가를 위해 평균 출하일령으로 보정한 뒤의 추정한 식으로 선호부위의 개량을 위해 활용될 수 있어, 활발한 이용시 국내 선호부위가 우수한 한국형 종돈의 생산이 기대된다.

초음파 영상 측정에 의한 근내지방도를 추정모형을 개발하기위하여 초음파 영상 모 수 추정을 위한 프로그램을 개발하고 이 모수들과 생체에서 측정되어진 초음파 영상과 화학적으로 분석되어진 근내지방도에 의해 추정모형이 설정되어야 하며 이 모델에 대해서 확인하는 절차가 필요하다. 정확한 추정모형이 기종마다 설정되면 이를 기기에 이식하고 종돈의 개량이나 사양관리에 활용가능하다.

5. 연구개발의 기대효과

가. 기술적 측면

돼지 광역브랜드의 생산방법, 종돈개량방법의 전환, 돈육 품질평가 방법의 전환, 유전자 개체식별 체계가 완료되면 현 국내의 돈육생산방식에 많은 변화가 일어나게 될 것이며, 브랜드별 우수성 및 구분이 가능해지며, 산·학·연·농 협동연구의 선도적 사례가 될 것이다. 기술적 측면의 기대효과를 요약하면 다음과 같다.

- 광역 브랜드 도입을 위한 종료용돈(Terminal Sire) 학술적 평가 지표 제시
- 삼겹살·목살 품질평가 기준 작성을 통한 내수시장 돈육·수요공급 활성화 기반 조성
- 육량 중심의 비육돈 생산체계에서 육량·육질중심의 비육돈 생산체계 전환 기반 조성
- 국내선호 부위 종돈개량을 위한 기반조성
- 초음파를 활용한 국내선호 부위 검정기술로 활용
- 유전자 변이 탐색을 통한 광역브랜드 식별기술을 활용한 브랜드 차별화 가속화
- 광역 브랜드육 유통 시 부정육 식별
- 계열화된 돼지 생산을 통한 생산이력에 활용
- 육질과 연관된 모돈 및 종돈의 조기 식별 가능

나. 경제·산업적 측면

- 광역 브랜드 도입을 위한 종료용돈(Terminal Sire) 확보로 참여농가 소득증대
- 국내선호 부위 평가기준 설정을 통한 부분육 유통 체계 확립으로 돈육 수요·공급 패턴 효율성 증대
- 인증된 광역 브랜드육 생산을 통한 일반 브랜드육과의 차별화
- 인증된 광역 브랜드육을 통한 생산자와 소비자간의 신뢰회복 및 신뢰구축
- 수출용·내수용 생산패턴 분리 시도로 국내선호 부위 수입대체효과 및 안정된 돈육 수요·공급 패턴 확보
- 국내 비선호 부위(등심 등) 육질 향상으로 수출 재개시 소득 증대
- 국내 질병발생 등으로 인한 수출중단으로 인한 농가피해를 내수시장 활성화 방안인 광역브랜드로 생산패턴 변화 유도 → 재고량 및 손실 최소화 방안으로 활용
- 국내시장 기호에 적합한 돼지 개량

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발 목표달성도

년도	연구개발 목표	목표의 달성도
1차년도 (2004.5. ~2005.5.)	<ul style="list-style-type: none"> ○종료용돈(Terminal Sire)의 능력 평가 ○기존 교배조합이외에 새로운 교배조합을 이용한 육질과 생산성 구명 ○기존 생산라인의 비육돈과 새로운 생산라인의 비육돈의 생산성 비교 분석 ○삼겹살·목살 품질 평가 기준 작성 ○삼겹·목살 및 등심의 해부학적 측정 위치와 방법 개발 ○개체식별용 DNA marker set 선발 및 육질관련 유전자 선정/탐색 	<p>돼지 광역브랜드 교배조합별 육질·생산성구명, 2차년도 최종용돈 생산 및 개체식별용 DNA marker set 선정 ⇒ 목표 달성되었음</p>
2차년도 (2005.5. ~2006.5.)	<ul style="list-style-type: none"> ○종료용돈(Terminal Sire)의 능력 평가 ○여러 생산라인의 모델 분석을 통한 광역브랜드 적합 모델 설정 ○삼겹살과 목살을 기준으로 한 광역브랜드 돼지 도체의 품질 평가 기준 설정 ○한국인이 선호하는 삼겹살, 목살의 품질 기준 확보 ○생체에서 삼겹살·목살 육량 및 등심육질 평가기술 확립 ○광역 브랜드육 유통 시 부정육 식별 체계확립 ○최소비용, 최단시간 DNA typing 방법 개발 및 육질관련 유전자 탐색과 형질과의 연관성 분석 	<p>돼지 광역브랜드 교배조합별 육질·생산성구명, 삼겹살·목살 도체 품질평가기준 설정, 생체 육량·육질 평가기술 확립, 개체식별체계 확립 ⇒ 목표 달성 중</p>
최종평가	<ul style="list-style-type: none"> ○최종 교배용돈(Terminal Sire)의 능력 평가 ○삼겹살과 목살을 기준으로 한 광역브랜드 돼지 도체의 품질 평가 기준 설정 ○생체에서 삼겹살·목살 육량 및 등심육질 평가기술 확립 ○최소비용, 최단시간 DNA typing 방법 개발 및 육질관련 DNA marker 개발 	<p>돼지 광역브랜드 교배조합·품질평가기준·개체식별 체계확립 및 산업화 적용 ⇒ 목표 달성 중</p>

제 2 절 관련분야 기술발전예의 기여도

1. 기술적 측면

- 삼겹살·목살 품질평가 기준 작성을 통한 내수시장 돈육·수요공급 활성화 기반 조성
 - 육량평가 이외의 선호부위의 육질평가를 통한 등급화의 다변화 모색
- 육량 중심의 비육돈 생산체계에서 육량·육질중심의 비육돈 생산체계 전환 기반 조성
 - 돈육생산의 양적 측면위주의 생산체계를 양적·질적으로 모두 만족하는 돈육생산체계 확립
- 국내선호 부위 종돈개량을 위한 기반조성
 - 생산위주의 개량방법에서 육질을 고려한 개량방법으로 전환 모색
- 초음파를 활용한 국내선호 부위 검정기술로 활용
 - 후대검정을 통한 종모돈, 종빈돈의 육질·육량 검정기술 방식에서 생체 초음파를 이용한 종모돈, 종빈돈의 육질·육량 검정기술 방식으로 전환 모색
- 유전자 변이 탐색을 통한 광역브랜드 식별기술을 활용한 브랜드 차별화 가속화
 - 개체 식별을 통한 부정육 유통 방지
- 계열화된 돼지 생산을 통한 생산이력에 활용
- 육질과 연관된 모돈 및 종돈의 조기 식별 가능

2. 경제·산업적 측면

- 광역 브랜드 도입을 위한 종료용돈(Terminal Sire) 확보로 참여농가 소득증대
- 국내선호 부위 평가기준 설정을 통한 부분육 유통 체계 확립으로 돈육 수요·공급 패턴 효율성 증대
- 인증된 광역 브랜드육 생산을 통한 일반 브랜드육과의 차별화
- 인증된 광역 브랜드육을 통한 생산자와 소비자간의 신뢰회복 및 신뢰구축
- 수출용·내수용 생산패턴 분리 시도로 국내선호 부위 수입대체효과 및 안정된 돈육 수요·공급 패턴 확보
- 국내 비선호 부위(등심 등) 육질 향상으로 수출 재개시 소득 증대
- 국내 질병발생 등으로 인한 수출중단으로 인한 농가피해를 내수시장 활성화 방

안인 광역브랜드로 생산패턴 변화 유도 → 재고량 및 손실 최소화 방안으로 활용

- 국내시장 기호에 적합한 돼지 개량

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

- 광역 브랜드 인증제도 도입을 위한 기반조성(생산체계, 돈육식별기준, 품질평가 등)
- 육질·생산성이 확보된 브랜드(조합)의 농가 관리 체계로 활용
- 개발된 교배조합별 육질·생산성 구멍을 토대로 광역브랜드 도입 체계로 활용
- 삼겹살·목살 품질 평가 기준 작성을 통하여 향후 종돈선발지수 설정에 활용
- 국내선호 부위 종돈개량을 위한 기반조성
- 초음파를 활용한 국내선호 부위 검정기술로 활용
- 유전자 변이 탐색을 통한 브랜드 차별화의 가속화 및 기호에 맞는 돼지 개량
- 활용분야
 - 육질·생산성이 입증된 종료용돈(Terminal Sire) 농가보급으로 농가생산성 극대화
 - 국내 선호부위 품질확보, 평가기준, 능력검정 기술로 정착
 - 국내 돈육 등급제도에 활용.
 - 돈육의 국내외 수요·공급불균형 해소에 일조(국내 : 삼겹살, 목살 선호, 국외 : 등심, 안심 등)
 - 브랜드육 유통시 부정육 식별 활용
- 농가 보급시 효과
 - 육질·생산성이 입증된 종료용돈(Terminal Sire) 농가보급으로 농가 소득증대 효과
 - 도체등급의 변화 및 돼지 육질의 개량으로 농가 소득증대효과
 - 관련분야 종사자의 인식변화 : 현재 수출용 돈육생산 중점 목표에서 국내실정에 맞는 돈육 개량방향으로 인식패턴 제시

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 7 장 참고문헌

- Baas, T. J., L. L. Christian and M. F. Rothschild. 1992. Heterosis and recombination effects in Hampshire and Landrace swine: I. Maternal traits. *J. Anim. Sci.* 70:89.
- Bereskin, B. 1987. Genetic and phenotypic parameters for pig growth and body composition estimated by intraclass correlation and parent-offspring regression. *J. Anim. Sci.* 64:1619.
- 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 in swine. *J. Anim. Sci.* 66:1371.
- Fredholm M, Wintero AK. Efficient resolution of parentage in dogs by amplification of microsatellites. *Anim Genet.* 1996 Feb;27(1):19-23.
- Gerber S, Mariette S, Streiff R, Bodenes C, Kremer A. Comparison of microsatellites and amplified fragment length polymorphism markers for parentage analysis. *Mol Ecol.* 2000 Aug;9(8):1037-48.
- Gerwig, C., P. Ammann and F. Grob. 1988. Reproductive performance in the sow, development in Swiss pig breeds. *A.B.A.* 56:297.
- Gu, Y., Haley, C. S. and Thomson, R. 1989. Estimates of genetic and phenotypic parameters of growth and carcass traits from closed lines of pigs on restricted feeding. *Anim. Pord.* 49:467.

- Heyen DW, Beever JE, Da Y, Evert RE, Green C, Bates SR, Ziegle JS, Lewin HA. Exclusion probabilities of 22 bovine microsatellite markers in fluorescent multiplexes for semiautomated parentage testing. *Anim Genet.* 1997 Feb;28(1):21-7.

- Ichikawa Y, Takagi K, Tsumagari S, Ishihama K, Morita M, Kanemaki M, Takeishi M, Takahashi H. Canine parentage testing based on microsatellite polymorphisms. *J Vet Med Sci.* 2001 Nov;63(11):1209-13.

- Irvin, K. M. and L. A. Swiger. 1984. Genetic and phenotypic parameters for sow productivity. *J. Anim. Sci.* 58:1144.

- Kim, B. W., Lee, I. J., Chung, K. H., Kwon, O. S., Ha, J. K. and Lee, J. G. 2002. Estimation of Direct and Service Sire Genetic Parameters for Reproductive Traits in Yorkshire. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 15:1232.

- Kuhlers, D. L. and Jungst, S. B. 1992. Correlated responses in reproductive and carcass traits to selection for 70-day weight in Landrace Swine. *J. Anim. Sci.* 70:371.

- Kuhlers, D. L., Jungst, S. B. and Little, J. A. 1989. Comparisons of specific crosses from Duroc-Landrace, Yorkshire - Landrace and Hampshire-Landrace sows managed in two types of gestation system: Pig performance. *J. Anim. Sci.* 67:2595.

- Li, X. and Kennedy, B. W. 1994. Genetic parameters for growth rate and backfat in Canadian Yorkshire, Landrace, Duroc, and Hampshire pigs. *J. Anim. Sci.* 72 : 1450.

- Luikart G, Biju-Duval MP, Ertugrul O, Zagdsuren Y, Maudet C, Taberlet P. Power of 22 microsatellite markers in fluorescent multiplexes for parentage testing in goats (*Capra hircus*). *Anim Genet.* 1999 Dec;30(6):431-8.

- Martel, J., Minvielle, F. and Poste, L. M. 1988. Effect of crossbreeding and sex on carcass composition, cooking properties and characteristics of pork. *J. Anim. Sci.* 66:41-46

- Mommens G, Van Zeveren A, Peelman LJ. Effectiveness of bovine microsatellites in resolving paternity cases in American bison, *Bison bison* L. *Anim Genet.* 1998 Feb;29(1):12-8.

- Nechtelberger D, Kaltwasser C, Stur I, Meyer JN, Brem G, Mueller M, Mueller S. DNA microsatellite analysis for parentage control in Austrian pigs. *Anim Biotechnol.* 2001 Nov;12(2):141-4.

- Peelman LJ, Mortiaux F, Van Zeveren A, Dansercoer A, Mommens G, Coopman F, Bouquet Y, Burny A, Renaville R, Portetelle D. Evaluation of the genetic variability of 23 bovine microsatellite markers in four Belgian cattle breeds. *Anim Genet.* 1998 Jun ;29(3):161-7.

- Schnabel RD, Ward TJ, Derr JN. Validation of 15 microsatellites for parentage testing in North American bison, *Bison bison* and domestic cattle. *Anim Genet.* 2000 Dec;31(6):360-6

- Southwood, O. I. and B. W. Kennedy. 1990. Estimation of direct and maternal genetic variance for litter size in Canadian Yorkshire and Landrace swine using an animal model. *J. Anim. Sci.* 68:1841.

- Talbot J, Haigh J, Plante Y. A parentage evaluation test in north American elk(Wapiti)using microsatellites of ovine and bovine origin. *Anim Genet.* 1996 Apr;27(2):117-9.

- 김두환, 김철욱, 진상근. 1995. 교배조합과 산차 및 이유일령이 돼지의 도체형질에 미치는 영향. 동물자원지 37(5):475-481
- 김병철, 정영철, 홍기창, 김성훈, 이석, 고경철, 이민석, 이유인. 1996. 순종 및 교잡종 돼지의 도체형질과 육질. 동물자원지 38(5):527-535
- 김종대. 1984. 돼지에 있어 일당 증체량, 90kg 도달일령, 사료요구율, 등지방 두께, 체장 및 체고의 유전력과 유전상관. 서울대학교 석사학위논문.
- 김형철, 나기준, 전광주, 정재경, 유명모. 1995. 생체에서 초음파 측정기를 이용한 한우 도체형질의 추정에 관한 연구. 동물자원지 37(4):336-340
- 민홍립. 2001. 능력검정 종모돈의 생산형질에 미치는 품종과 환경요인의 효과. 서울대학교 석사학위논문.
- 박철진. 1993. 돼지의 검정개시체중차가 능력검정성적에 미치는 효과. 서울대학교 석사학위논문.
- 방극승. 1997. 초음파를 이용한 한우 생체평가와 도체평가의 비교. 동물자원지 39(2):117-123
- 배규한. 1993. 순종과 교잡종 능력에 근거한 종모돈 평가에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.
- 손용석, 김병철, 김봉구, 홍기창. 2001. 비육돈에 있어서 교배조합이 산육능력 및 육질에 미치는 효과. 동물자원지 43(2):139-148
- 정영철, 박영일, 김낙환, 박주완. 1992. 돼지의 생산형질과 도체형질에 대한 교배조합의 효과. 동물자원지 34(3):132-139

- 정영철, 박홍양, 김천제, 이승우, 김성래, 이의수. 1999. 돼지 생체에서의 등지방 두께, 배장근 단면적 측정으로 정육율 추정을 위한 초음파측정기의 비교 연구. 한국축산학회지. 41(5):497-506.
- 정홍우. 1989. 돼지의 경제형질에 대한 유전모수추정과 종모돈 평가에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.
- 윤주용, 방극승, 김영길. 1997. 한우 배최장근 단면적의 초음파 측정. 동물자원지 39(2):113-116
- 이동호. 2002. 종빈도의 분만성적에 미치는 품종 및 교배조합 효과 추정. 경상대학교 석사학위논문
- 이용준, 석홍기, 김석중, 송영한. 2003. 초음파를 이용한 한우 육량등급의 조기에측. 동물자원지 45(2):327-334
- 최성복, 이성기, 전기준, 이용준, 석홍기, 김석중, 송영한. 2003. 초음파 측정에 의한 한우의 도체육량 예측. 동물자원지 45(2):335-342
- 최진성. 2001. 농장검정 돼지 경제형질의 유전모수, 육종가 및 유전적 변화 추세의 추정에 관한 연구. 경상대학교 박사학위논문.
- 홍기창, 김병철, 손용석, 김봉구. 2001. 비육돈에 있어서 교배조합이 산육능력 및 육질에 미치는 효과. 동물자원지 43(2):139-148
- 한국육류유통수출입협회(<http://www.kmta.or.kr>)