최 종 보 고 서

발간등록번호
11-1543000-000386-01

신동력 말산업의 육성과 경쟁력 제고를 위한 말고기품질향상 및 인증시스템 개발

농림축산식품부

신동력 말산업의 육성과 경쟁력 제고를 위한 말고기품질향상 및 인증시스템 개발

Development of horse meat grading system and processing technology

제주대학교

농 림 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “신동력 말산업의 육성과 경쟁력 제고를 위한 말고기 품질 향상 및 인증시스템 개발에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2014년 3월 4일

주관연구기관명 : 제주대학교
주관연구책임자 : 강 민 수
세부연구기관명 : 제주대학교
세부1연구책임자 : 강 민 수, 이 왕 식
연 구 원 : 김 유 민, 고 민 정
오 현 재
세부2연구책임자 : 류 연 철
연 구 원 : 고 경 보, 강 동 근
강 민 경, 양 익 동
김 영 화, 박 행 철
협동연구기관명 : 축산물품질평가원
협동연구책임자 : 황 도 연
연 구 원 : 정 진 형, 선 창 완
김 효 선, 이 재 청
권 기 문, 강 인 수
김 승 곤, 김 용 준
이 세 형, 장 기 환

요 약 문

Ⅰ. 제 목

신동력 말산업의 육성과 경쟁력 제고를 위한 말고기 품질 향상 및 인증시스템 개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발 목표

① 고품질 말고기 생산시스템 확립

② 말고기 브랜드 개발 및 마케팅 시스템 구축

③ 말고기 품질평가 체계 및 유통지표 활용 시스템 구축

④ 품질향상을 위한 최적 비육조건 정립

⑤ 부위별 근육조성 및 육질특성 기준안 구축

⑥ 말도체 등급 및 말고기 부위별 품질평가 체계 개발

⑦ 부위별·품질별 선호도 조사 및 말고기 유통지표 개발

2. 연구개발의 필요성

전 세계 80개국에서 말고기의 생산과 소비가 이루어지며, 일본의 경우 말고기생산량은 7,128톤에 이른다. 프랑스의 경우 말고기의 소비가 활발하여 고유한 시장이 형성이 되어 있으며, 생산보다 소비량이 많아 수입에 의존하고 있다. 이와 같은 결과는 프랑스 특유의 요리 문화와 다양한 제품형태 때문이다. 최근 등록된 제주마를 이용하여 경주에 활용하면서 국내 말 사육두수가 증가하였고, 퇴역한 말이나, 제주산 말이 포화상태에 이르렀다. 이러한 포화상태의 육성마를 이용할 목적으로 도축이 증가하고 있는 추세이다. 하지만 돼지고기와 소고기는 체계적으로 육질개선, 가공과 유통과정에서 철저한 위생 검사를 하고 있으나 말고기의 경우 대부분이 승마나 경마로 사용했던 퇴마를 이용함으로써 고품질 말고기를 생산하는데 어려움이 있다. 기존에 말고기에 대한 부정적인 선입견을 깨고 긍정적인 소비문화 형성을 위해서는 체계적 말고기 생산시스템이 필요하다. 말고기의 연간 소비량은 약 300톤으로 추정하고 있으며 매년 증가하고 있는 추세이다. 제주도내 말고기 전문 육가공장이 3곳 이고, 전문식당도 50여 곳 운영 중이다. 대도시내 말고기 전문식당 또한 증가 추세에 있다. 이처럼 말 사육두수 증가에 따라서 말고기 산업도 규모면에서는 성장하는 추세이다. 하지만 산업규모의 성장에 비해 생산기술 및 품질관리기술은 매우 열악한 실정이다. 제주도내에 사육중인 말 중 2008년 730여 마리가 도축장에서 도축 되었으나, 비공식(추렴) 도축두수를 포함하면 1,500두가 도축된 것으로 파악된다. 이는 수치상으로 절반가량이 정상적인 도축절차를 거치지 않고 비공식적으로 유통되고 있음을 의미한다. 현재 국내에는 부위별 정형기준이 없는 실정이고, 부위별·품질별 가격차별이 없는 상태에서 도축되어 시중에 판매되고 있다. 최근(2011년 3월) 말도체 등급판정기준이 제정 공고 되었지만 말도체에 대한 등급

판정이 보편화된 상태는 아니다. 고품질 말고기를 생산하였다고 해도 품질 유지를 위한 가공 유통기술이 미흡하여 타지역으로 반출하는데 한계가 있다. 그러므로 고품질의 말고기를 생산·유통하기 위해서는 품종별, 부위별 육질 특성 조사와 정형기준 및 유통지표개발이 필요한 실정이다. 또한 말고기의 부위별 품질별 가격을 차등화하여 말고기 생산농가에 고품질 말고기 생산 의욕을 높이고 소비자에게 고품질 말고기를 제공하는 새로운 육류시장을 형성함으로써 농가 소득을 증대시킬 뿐 만 아니라 소비자가 고품질의 말고기를 쉽게 구입할 수 있게 만들어야한다.

Ⅲ. 연구 개발 내용 및 범위

1. 제1세부과제: 말고기 품질향상 및 비육기술 개발

① 품질향상을 위한 최적 비육조건 정립
- 비육마 생산 및 사육 현황조사
- 농가별 비육마 품종, 개체수 및 사육방법 조사
- 현행 비육시스템, 사육시설 및 사료현황 분석
- 고품질 비육마 생산을 위한 농가별 비육방법 현황조사
- 말고기생산처리 기술 확립을 위한 비육사료의 효율검증
- 비육사료 조성, 급여방법, 급여기간 및 사양방법에 따른 비육효율 검증
- 근내지방도 축적 향상기법 개발
- 비육사료의 급여조건 및 비육마 생산관리 확립
- 경제성을 고려한 최적 비육조건 및 마블링 향상효율 검증
- 우수한 품질의 말고기에 대한 혈통조사

② 고품질 말고기 생산시스템 확립 및 현장적용
- 고품질 말고기 생산시스템 구축
- 비육기간, 사료 및 비육방법 기준안 설정
- 비육농가 현장적용을 통한 실용화 검증

2. 제2세부과제: 근육부위별 품질평가 및 검증시스템 개발

① 근육부위별 품질평가 및 검증시스템 개발
- 도축장에서 도축된 말고기를 샘플링하여 시료로 사용
- 기초육질 자료 확보(시료의 근내지방함량과 drip loss, cooking loss 등 측정)
- 말고기 소비패턴 및 판매형태 분석을 통한 소비지 조사
- 유통중인 말고기의 품질 및 위생 조사
- 고품질 비육마 생산을 위한 농가별 비육방법에 따른 도체특성 및 육질평가
- 비육조건에 따른 도체 및 근육별 이화학적 특성분석
- 부위별 품질평가 및 근육조성 분석
- 도체 및 정육의 품질분석 검증시스템 구축

3. 제1협동과제: 말도체등급기준 보완 및 말고기 유통지표 개발

① 말고기 부위별·품질별 소비자 선호도 조사 및 말고기 유통지표 개발

- 현행 유통단계·부위별 정형방법 조사
- 부위별 근육 특성 및 생산량 조사
- 말고기 대분할 및 소분할 정형 방법 정립
- 말고기 부위·품질별 소비자 선호도 조사 및 관능평가
- 유통·소비기준에 맞는 말고기 품질평가 체계 마련
- 말도체 품질평가 항목(근내지방도, 육색, 지방색, 성숙도, 조직감) 및 체계 설정

② 말고기 품질평가 체계 및 유통지표 활용 시스템 구축
- 생산·유통·소비단계별 품질평가 체계 적용 및 활용 시스템 구축
  - 생산단계 : 말도체 등급별 가격 정산으로 소득증대를 위한 고품질 생산체계 구축
  - 유통단계 : 등급별 가격차등 및 부위별 정형기준(대분할, 소분할)에 의한 유통
  - 소비단계 : 말고기 구매시 등급별, 부위별 용도에 맞는 구매

Ⅳ. 연구개발결과

본 연구사업단은 산학연 협연을 통해 고품질 말고기 생산 및 유통으로, 농가의 소득 증대와 관련된 2차, 3차 산업의 지속적인 발전이 이루어질 수 있는 가능성을 제공하였으며, 말고기 등급판정제도 정착을 통하여 등급별 가격차별화를 이룬다면 고품질 말고기생산에 대한 동기를 부여 할 수 있다. 최신 기술력을 확보하여 소비자에게 위생적인 고품질 말고기를 공급하여 소비자의 만족도 충족시키기 위한 기초를 성립하였으며, 고품질 말고기생산을 위한 전문 인력 양성과 관련농업발전 기반기술 구축하였다. 말고기의 소비 보편화를 위한 유통지표 설정 및 소비촉진의 지표를 설정 하였으며, 소고기, 돼지고기, 닭고기와 더불어 육류 식량 자원으로 새로운 소비시장 형성하는데 중요한 역할을 하였다. 산업기반 조성을 통한 말고기 비육, 생산, 품질인증 및 유통체계를 구축하고 사업화의 기초를 조성하였으며, 새로운 소비시장 형성과 일자리 창출 등 사회적으로 다양한 성장동력을 제공하였다. 그리고 1건의 특허 출원과 정책자료 1건, 교육지도 1건, 언론홍보 1건등의 성과와 더불어 석사인력 2명, 학사인력 양성 2명을 통해 관련 산업 발전의 필요한 인재를 양성하여 산업발전에 기여하였다.

Ⅴ. 연구 성과 및 성과활용 계획

1. 고품질 말고기 생산 및 유통으로, 농가의 소득 증대와 관련된 2차, 3차 산업의 지속적인 발전이 이루어질 수 있을 것으로 기대
2. 말고기 등급판정제도 정착을 통하여 등급별 가격차별화를 이룬다면 고품질 말고기생산에 대한 동기 부여가 마련될 것으로 기대
3. 최신 기술력을 확보하여 소비자에게 위생적인 고품질 말고기를 공급하여 소비자의 만족도를 충족시킬 것으로 기대
4. 고품질 말고기 생산을 위한 전문인력 양성과 관련 농업 발전기반 기술 구축

Summary

Ⅰ. Title

Development of horse meat grading system and processing technology

Ⅱ. Objective and necessity of the research and development

1. Objective of research and development

① Establishment of high quality horse meat production system

② Horse meat brand development and establishment of marketing system

③ Horse meat quality assessment system and establishment of distribution index utilization system

④ Establishment of optimal feeding condition for the quality improvement

⑤ Establishment of part-specific muscle construction and meatiness characteristic guideline

⑥ Development of horse grade and horse meat part-specific quality assessment system

⑦ Investigation of the part-specific and quality-specific preference and development of horse meat distribution index

2. Necessity of research and development

Production and consumption are being performed in around 80 countries in the world and for the case of Japan, the production amount of horse meat reaches 7,128 tons. For the case of France, the consumption of horse meat is active and thus the unique market has been formed and since the consumption amount is bigger than the production amount, they depend on imports.

As they utilize the Jeju horses in the races recently, the number of horses being raised nationally is increasing and the number of retired horses and horses born in Jeju are saturated. In order to use these fostered horses in saturated status, the butchery is on the rise. However, for the case of pork and beef, they are performing thorough sanitation inspection in the manufacturing and distribution process and improving the meatiness systematically, but for the case of horse meat, since they are using mostly the retired horses which were used in the horseback riding and horse racing, there are difficulties in producing high quality horse meat. In order to break down the conventional negative prejudice about the horse meat and form positive consumption culture, systematic horse meat production system is needed. The annual consumption amount of horse meat is estimated to be around 300 tons and it is on the rise each year. There are 3 professional horse raising factories and around 50 professional

restaurants in Jeju island. The number of professional horse meat restaurants in large cities is also on the rise. Like this, due to the increase of the number of horses raised, the scale of the horse meat industry is also on the rise. However, compared to the growth of the industrial scale, the production technology and the quality management system are very poor. Around 730 horses among the horses being raised in Jeju Island were slaughtered in 2008 in the slaughter house, but if the non-official number of slaughters are included, the number is estimated to be around 1,500 horses. This means that numerically around half of the horses are being slaughtered without going through the normal slaughter procedure. Currently, in our nation, there is no formal criteria for each part of the horse and the horses are sold in the market with no price differentiation depending on the part or quality. While the horse grade judgement criteria has been scarcely enacted and announced recently(March, 2011), the generalization of the grade judgement of horse has not been made. Even when high quality of horse meat is produced, since the manufacturing and distribution technology for quality maintenance is poor, there is limitation in carrying them out toward other regions. Thus, in order to produce and distribute high quality horse meat, breed-specific and part-specific meatiness characteristic investigation and standard type criteria and distribution index development are needed. Also, by differentiating the prices according to the part and quality of the horse meat, the will to produce high quality horse meat shall be raised in the production farm and the new meat market shall be formed which will provide high quality horse meat to the customers, which will lead to magnify the rural household incomes and to make it easy for the consumer to buy high quality horse meat.

Ⅲ. Content and scope of the research and development

1. The 1st taxation system: Quality improvement of horse meat and development of raising technology

① Establishment of optimal raising condition for the quality improvement

- Production of horses fed and present raising condition investigation
- Investigation of the farm-specific horse breed, number of horses and raising method
- Analysis of the current raising system, raising facility and current sample status
- Investigation of the current status of the farm-specific raising method for production of high quality horses fed
- Verification of the efficiency of the feeds for the establishment of horse meat production and process technology
- Verification of the raising efficiency according to the arrangement of feeding feeds, payment method, payment period and specification and method etc.
- Development of marbling score accumulation improvement method

- Establishment of payment condition of the feeds and horse production and management.
- Certification of the optimal raising condition for economic feasibility and marbling improvement efficiency.
- Investigation of blood about excellent quality horse meat

② Establishment of high quality horse meat production system and application of it to the site
- Establishment of high quality horse meat production system
- Configuration of guideline for the raising period, feeds and raising method
- Verification of the commercialization through feeding farm scene application

2. The 2nd taxation system: muscle part-specific quality assessment and development of verification system

① muscle part-specific quality assessment and development of verification system
- Make samples out of the horse meat slaughtered in the slaughter house and ut is as the sample
- Securing the basic meatiness data(Measure the marbling score, drip loss, cooking loss etc of the sample)
- Investigation of the consumers through the analysis of the horse meat consumption pattern and sale type
- Quality and sanitation investigation of the horse meat in distribution
- Characteristic of the dressed carcass and assessment of meatiness according to the farm-specific raising method for the high quality horse production.
- Analysis of characteristic of the dressed carcass and muscle-specific physics and chemistry according to the raising condition.
- Part-specific quality assessment and muscle-forming analysis
- Establishment of quality analysis and verification system for the dressed carcass and fresh meat

3. The 1st cooperative task : Complementation of the horse dressed carcass and development of horse meat distribution index

① Investigation of the horse meat part and quality-specific consumer preference and development of horse meat distribution index.
- Investigation of the current distribution stage and part-specific standardization method
- Investigation of part-specific muscle's characteristic and production amount
- Establishment of horse meat dividing standardization method
- Investigation of the consumers preference depending on the horse meat part and quality and sensory test

- Arrangement of horse meat quality assessment system which suits the distribution and consumption criteria
- Setting the horse dressed carcass quality assessment item and system(marbling score, meat color, local color, maturity, texture)

② Establishment of horse meat quality assessment system and distribution index utilization system

- Application of the production/distribution/consumer stage-specific quality assessment system and establishment of utilization system
  - Production stage : Establishment of high quality production system with the price setting by the horse dressed carcass rank
  - Distribution stage : Distribution by way of the grade-specific price differentiation and part-specific standardization criteria
  - Consumption stage : Purchase the horse meat according to the usage for each grade and part

Ⅳ. Result of research and development

This research and development team has provided the possibility that the magnification of the rural household income and continuous development of the related 2nd and 3rd industry can be made through the production and distribution of high quality meat horse by way of cooperation between work and school. Through the enactment of the horse meat grade judgement, motivation has been given to the high quality horse meat production through the grade-specific price differentiation.

The foundation to meet the satisfaction level of the consumers has been established by providing sanitary high quality horse meat by securing the recent technical skills, and the training of professional man power and related agricultural development base technology for the production of high quality horse meat have been established. The distribution index and the index for the promotion of consumption for the generalization of the horse meat consumption have been set, and an important role has been played in forming a new consumer market with meat food resources in addition to the beef, pork and chicken. Horse meat feeding, production, quality certification and distribution system have been established through industrial foundation and foundation for the industrialization has been arranged and socially various growth power has been provided like forming of new consumer market and creation of new jobs etc. Also, in addition to the achievements like 1 case of patent application, 1 case of political data, 1 case of education and training and 1 case of press advertisement etc, contribution has been made to the development of industry by training necessary talents needed for the industrial development through training of 2 master-degree personnel and 2 doctor-degree personnel.

Ⅴ. Study achievement and achievement utilization plan

1. It is expected that increase of rural household income and continuous development of related 2nd and 3rd industry will be made through the production and distribution of high quality horse meat.
2. It is expected that provision of motivations for the high quality horse meat production shall be made if grade-specific price differentiation has been made through settlement of horse meat grade judgement
3. It is expected that the satisfaction level of the consumers will be met by supplying sanitary high quality horse meat to the consumer by securing recent technical skills.
4. Training of professional man power for the high quality horse meat production and establishment of related agriculture development foundation technology

CONTENTS

Chapter 1 Introduction.....12

Chapter 2 The status of domestic and foreign technical development.....17

Chapter 3 Contents and results of study.....22

Chapter 4 Purpose achievement and contribution degree on field of the study.....130

Chapter 5 Achievement of the study and application plan of the results.....133

Chapter 6 Collected Foreign scientific technology information for studying.....135

Chapter 7 Current status of research installation.....136

Chapter 8 References.....137

목 차

제 1 장 연구개발의 개요 12

제 2 장 국내외 기술개발 현황 17

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 22

제 4 장 목표달성도 및 관련분야의 기여도 130

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 133

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 135

제 7 장 연구시설·장비 현황 136

제 8 장 참고문헌 137

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

1. 총괄연구목표

가. 최종목표: 신동력 말산업의 육성과 경쟁력 제고를 위한 말고기 품질 향상
(1) 고품질 말고기 생산시스템 확립
(2) 말고기 브랜드 개발 및 마케팅 시스템 구축
(3) 말고기 품질평가 체계 및 유통지표 활용 시스템 구축
(4) 품질향상을 위한 최적 비육조건 정립
(5) 부위별 근육조성 및 육질특성 기준안 구축
(6) 말도체 등급 및 말고기 부위별 품질평가 체계 개발
(7) 부위별·품질별 선호도 조사 및 말고기 유통지표 개발

2. 세부연구과제별 연구목표

가. 제1세부과제
(1) 최종연구목표: 말고기 품질향상 및 비육기술 개발
(2) 연차별 목표
(가) 1차년도: 품질향상을 위한 최적 비육조건 확립
① 비육마 생산 및 사육현황조사
② 농가별 비육마 품종, 개체수 및 사육방법 조사
③ 현행 비육시스템, 사육시설 및 사료현황 분석
④ 고품질, 비육마 생산을 위한 농가별 비육방법 현황 조사
⑤ 기초자료 확보 후 비육 프로그램 개발
⑥ 말고기 생산처리 기술 확립을 위한 비육사료의 효율검증
⑦ 우수한 품질의 말고기에 대한 혈통조사
(나) 2차년도: 고품질 말고기 생산시스템 확립 및 현장 적용
① 비육기간, 사료 및 비육방법 기준안설정
② 비육농가 현장적용을 통한 실용화 검증
③ 고품질 말고기 생산시스템 구축(선정 농가를 통한 말고기 품질의 규격화, 균일화)

나. 제2세부과제
(1) 최종연구목표: 근육부위별 품질평가 및 검증시스템 개발
(2) 연차별 목표
(가) 1차년도: 근육부위별 품질 평가 및 검증시스템 개발
① 말고기의 기초 육질품질 분석
② 말고기가 소비되기까지 과정 소비·판매 형태 분석

③ 유통중인 말고기의 품질측정 및 위생 검사
④ 농가별 도체 특성 및 육질 평가 분석
⑤ 부위별 품질평가 및 근육조성 분석
⑥ 도체 및 정육의 품질 분석 검증

(나) 2차년도 : 고품질 말고기 브랜드 개발 및 마케팅 시스템 구축
① 부위 및 등급별 선호도에 따른 전략 모델 확립
② 고품질 말고기 가공식품 유통을 위한 포장가공기술개발
③ 고유의 브랜드개발 전략 및 마케팅 시스템 구축

다. 제1협동과제
(1) 최종연구목표: 말도체등급 및 말고기 유통지표 개발
(2) 연차별 목표
(가) 1차년도: 말고기 부위별·품질별 소비자 선호도 조사 및 말고기 유통지표 개발
① 현행 유통단계 말고기 부위별 정형방법 조사
② 10개 부위별 대분할 정형 방법 개발 (부위별 형태 및 생산량 조사)
③ 말고기 부위 및 품질별 관능평가
④ 말도체 품질평가 항목 및 평가 기준 조사
(나) 2차년도: 말도체 등급 및 말고기 유통지표 개발
① 말고기 품질평가기준 설정(육질, 육질등급 기준)
② 말고기 10개 부위별 정형기준 설정
③ 유통 및 품질평가 체계 마련

제 2 절 연구의 필요성

1. 산업적 배경

가. 소비자의 인식 전환

말은 오래전부터 사육되어 왔으며, 농경이나 교통수단으로 이용되었고, 현재 여러 나라에서 식용으로 이용되고 있다. 조선 초기엔 매년 섣달에 제주도에서 암말을 잡아 건말고기(乾馬肉)을 만들어 조정에 진상했다. 하지만 군마 확보가 힘들어 금살도감을 설치해 말 도축과 말고기 판매를 법으로 엄격히 금지했다. 말고기에 대한 부정적인 인식은 잘못된 조리 방법에서도 비롯된다. 말고기를 접해본 대부분의 소비자가 말고기는 '질기다', '퍽퍽하다', '고기 색이 짙다' 등의 반응을 보이는데 이는 소고기 보다 마블링이 부족한 점과 적절하지 못한 요리 방법에서 기인한다.

이와 같은 소비자들의 말고기에 대한 인식을 개선하기 위해서는 말고기 품질 향상을 통해서 소비자의 인식을 바꾸고 다양한 요리방법을 개발하고, 적극적으로 시장 확대 및 개척에 힘써야 한다.

나. 선진국형 말고기생산, 소비 시장으로 발전

전 세계 80개국에서 말고기의 생산과 소비가 이루어지며, 일본의 경우 말고기생산량은 7,128톤에 이른다. 프랑스의 경우 말고기의 소비가 활발하여 고유한 시장이 형성이 되어 있으며, 생산 보다 소비량이 많아 수입에 의존하고 있다. 이와 같은 결과는 프랑스 특유의 요리 문화와 다양한 제품 형태 때문이다. 최근 등록된 제주마를 이용하여 경주에 활용하면서 국내 말 사육두수가 증가하였고, 퇴역한 말이나, 제주산 말이 포화상태에 이르렀다. 이러한 포화상태의 육성마를 이용할 목적으로 도축이 증가하고 있는 추세이다. 하지만 돼지고기와 소고기는 체계적으로 육질개선, 가공과 유통과정에서 철저한 위생 검사를 하고 있으나 말고기의 경우 대부분이 승마나 경마로 사용했던 퇴마를 이용함으로써 고품질 말고기를 생산하는데 어려움이 있다. 기존에 말고기에 대한 부정적인 선입견을 깨고 긍정적인 소비문화 형성을 위해서는 체계적 말고기 생산 시스템이 필요하다.

2. 사회 · 경제적 배경

가. 새로운 육류시장의 형성

말고기의 연간 소비량은 약 300톤으로 추정하고 있으며 매년 증가하고 있는 추세이다. 제주도내 말고기 전문 육가공장이 3곳 이고, 전문식당도 50여 곳 운영 중이다. 대도시 내 말고기 전문식당 또한 증가 추세에 있다. 이처럼 말 사육두수 증가에 따라서 말고기 산업도 규모면에서는 성장하는 추세이다. 하지만 산업규모의 성장에 비해 생산기술 및 품질관리기술은 매우 열악한 실정이다.

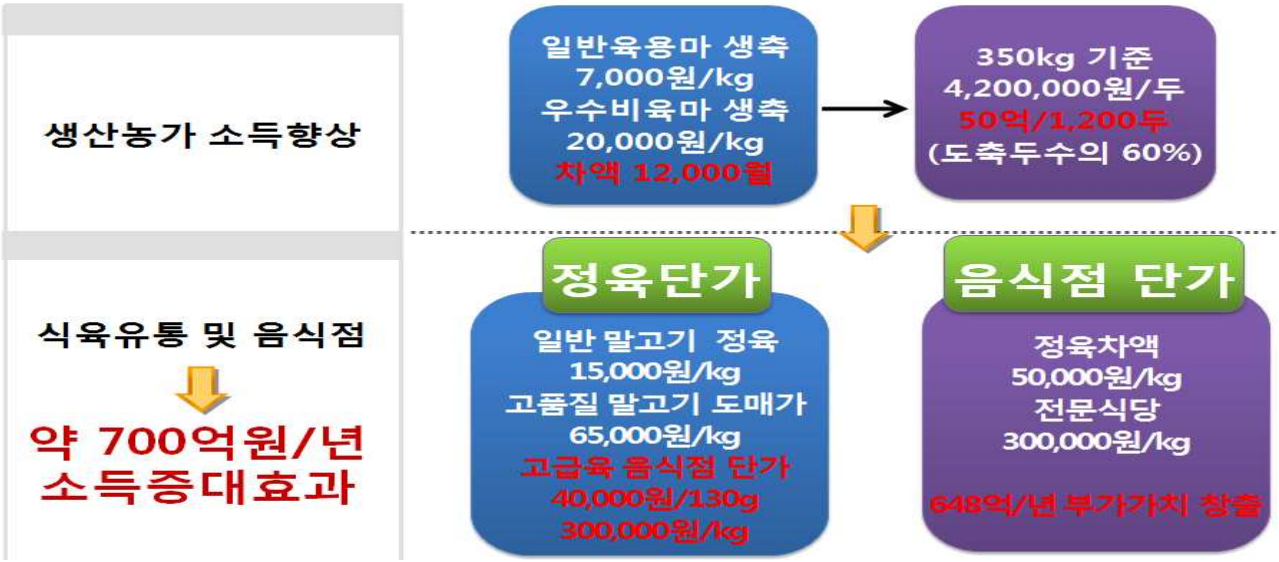
제주도내에 사육중인 말 중 2010년 781여 마리가 도축장에서 도축 되었으나, 비공식(추렴) 도축두수를 포함하면 1,500두가 도축된 것으로 파악된다. 이는 수치상으로 절반가량이 정상적인 도축절차를 거치지 않고 비공식적으로 유통되고 있음을 의미한다. 현재 국내에는 부위별 정형기준이 없는 실정이고, 부위별·품질별 가격차별이 없는 상태에서 도축되어 시중에 판매되고 있다. 최근(2011년 3월) 말도체 등급판정기준이 제정 공고 되었지만 말도체에 대한 등급판정이 보편화된 상태는 아니다. 고품질 말고기를 생산하였다고 해도 품질 유지를 위한 가공 유통기술이 미흡하여 타지역으로 반출하는데 한계가 있다. 그러므로 고품질의 말고기를 생산·유통하기 위해서는 품종별, 부위별 육질 특성 조사와 정형기준 및 유통지표개발이 필요한 실정이다. 또한 말고기의 부위별 품질별 가격을 차등화하여 말고기 생산농가에 고품질 말고기 생산 의욕을 높이고 소비자에게 고품질 말고기를 제공하는 새로운 육류시장을 형성함으로써 농가 소득을 증대시킬 뿐 만 아니라 소비자가 고품질의 말고기를 쉽게 구입할 수 있게 만들어야한다.

나. 고품질 말고기생산에 따른 경제적 기대효과

본 연구팀은 고품질 비육마 생산시스템 확립과 가공식품 개발을 목표로 하고 있다. 현재 말고기 생산 및 유통기준이 마련되어 있지 않아 품질향상에 필수요소인 비육과정이 정상적으로 이뤄지지 않고 있으며, 비육이 잘 되더라도 생체중을 기준으로 거래가 형성되어 고품질 말고기 인증이 어려운 실정이다. 현재 생체 가격은 7,000~8,000원/kg으로 거래 되고 있으며, 비육이 잘 된 경우

10,000/kg으로 거래 되고 있는데, 이는 100,000~150,000/kg으로 거래되는 일본에 비해 매우 열악한 상황이다. 따라서 등급판정을 통해 품질에 따른 유통구조를 확립해야 하며, 말고기를 이용한 가공식품 개발을 통해 큰 경제적 효과를 기대할 수 있다. 고품질의 말고기 생산하여 유통할 경우 약 700억원의 소득증대효과를 기대할 수 있다.

표1. 고품질 말고기생산에 따른 경제적 기대효과



다. 말자원의 효율적인 이용

제주마, 한라마의 경주마 활용, 승마인구의 증가 등으로 말 사육두수는 꾸준히 증가하고 있다. 하지만 승용마로 선발되지 못한 말들과, 승마나 경마용으로 사용했던 퇴역마의 효율적인 이용방안이 매우 부족해 말 산업 발전에 큰 저해요인으로 작용하고 있다. 현재의 말고기 소비수준으로는 더 이상 처리할 수가 없는 공급과잉의 상태가 되고 있어 말고기 소비시장을 활성화할 수 있다면 승마와 더불어 소득증대 및 경제 활성화에 긍정적인 효과를 가져 올 것이다. 따라서 말산업의 균형발전과 지속성장을 위해서는 말고기 시장확대, 품질향상 및 체계적인 마케팅 전략수립이 시급히 마련되어야 한다.

라. 기술적 배경

웰빙시대에 알맞은 고품질 말고기 생산

말고기는 저지방 고단백 식품으로 저칼로리, 저콜레스테롤, 저포화지방산식품이다. 다른 고기보다 칼슘, 철의 함량이 높고, 비타민(A, B12, E)이 풍부하고 글리코겐 및 펩타이드 리놀렌산이 소고기의 3배 이상 함유되어 혈중 콜레스테롤 억제 및 동맥경화, 고혈압 등의 각종 성인병 질환을 예방하는데 탁월하고 저알레르기성 식품이다.

표2. 식육의 성분분석표

	칼로리 (Kcal)	단백질 (g)	지방질 (g)	비타민 B2(mg)	철분 (ml)	글리코겐 (mg)
말고기	110	20.0	2.5	0.24	4.3	2,290
소고기	328	16.2	27.5	0.18	2.1	674
돼지고기	283	16.4	22.6	0.24	1.2	432

(제주하이테크산업진흥원, 2009년)

말고기는 쇠고기에 비하여 지방함량이 낮을 뿐 아니라 불포화지방산 비율이 높아 바람직한 지방산을 많이 함유하고 있다. 지방의 영양 평가시 지방산의 분포비율 가지고 평가하는데 포화지방산 1:불포화지방산 1~1.5:다가불포화지방산 1일 바람직한 분포 비율인데 말고기와 닭고기가 이와 유사한 비율을 가지고 있다. 생선 및 어유 등에 많이 함유되어있는 ω3 지방산(필수지방산)은 우리 몸의 세포막 구성성분이고 심장병이나 암예방 및 성장기의 어린이들의 두뇌발달에 중요한 지방산으로 WHO에서는 ω6(오메가 6)와ω3(오메가 3)의 섭취비율을 4:1~10:1으로 권장하고 있는데 말고기의ω6/ω3 비율이 2:1로써 타 육류에 비하여 바람직한 오메가 지방산을 함유 하고 있다. 말고기의 지방산은 50~60%이 불포화 지방산(올레인 산, 리놀레산, 팔미톨 레산). 이러한 지방산은 사람의 체온에 쉽게 녹아버리는 지방이다. 말지방은 동물성지방과 식물성지방의 중간형태라고 할 수 있으며, 조성에서 타 육류에 비하여 팔미톨레익산(palmitoleic acid, 16:1)의 함량이 많이 함유되어있으며. 팔미톨레익산의 기능은 사람의 피부를 보호하는 피지(皮脂)의 주요성분이며 사람의피부에서 항균작용을 함으로 피부를 보호하는 작용을 한다.

말고기에 관한 효능검증은 기존연구에서(표 2) 우수성이 이미 인증되었다. 하지만 고품질 말고기를 생산하기 위한 연구는 미흡한 실정이다. 소비자의 입맛에 맞는 우수한 고품질 말고기 생산 및 등급판정, 유통시스템 개발 등에 관한 연구가 필요하다. 공급과잉의 상태에 이른 육성마를 제주도내 50여 곳의 말고기 전문식당에서 처리하기엔 한계가 있다. 말고기의 소비 보편화를 위해서 소비자의 입맛에 맞는 한식, 양식, 일식, 중식 등 다양한 요리를 개발해야 한다. 또한, 식용마(비육마) 생산체계를 구축하고 체계적인 식육, 가공유통, 조리 기술을 개발하고 비선호 부위나 말 간, 검은 지름, 말뼈 등을 이용한 기능성 말고기 식품개발 또한 필요하다. 말뼈는 소뼈에 비해 칼슘(Ca), 칼륨(K), 구리(Cu) 등의 무기질 함량은 높고, 인(P), 마그네슘(Mg), 함량은 낮아 기능성식품, 약품등의 원료로 사용이 가능하다. 양지는 말기름이 다량 분포되어 있으며, 말기름에는 불포화 지방산인 알파 리놀레산이 60~65%로 다량 함유되어 있어 접촉성 피부염 개선은 물론 심근경색환자의 심장발작 위험을 감소시키는 역할을 하여 비누, 기능성화장품, 기능성식품, 약품 등의 원료로 사용된다. 태반은 전체 아미노산 가운데 체내에서 합성할 수 없는 필수아미노산의 함량비중이 소, 돼지보다 높으며, 이는 기능성식품, 기능성화장품 등의 원료로 사용 된다. 이처럼 말은 말고기 외에도 다양한 분야에서 효과적인 원료의 형태로 개발된다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내외 기술개발 현황 및 연구개발결과

1. 국내외 기술수준 비교

개발기술명	관련기술 최고보유국	현재 기술수준		기술개발 목표수준	비고
		우리나라	연구신청팀		
말고기 생산	일본, 프랑스, 벨기에	10～30%	60～80%	100%	
말고기 품질 향상	일본, 프랑스, 벨기에	10～30%	60～80%	100%	

2. 특허분석 비교

개발기술명		**말고기 생산**	**말고기 품질 향상**
Keyword		말고기	horse meat
검색건수		114	34
유효특허건수		3	0
핵심특허 및 관련성	특허명	말고기 및 뼈를 이용한 식품 제조방법	
	보유국	대한민국	
	등록년도	2003	
	관련성(%)	5%	
	유사점	말고기를 이용한 기능성 식품생산	
	차이점	고품질 말고기 생산이 아닌 말고기 및 뼈를 이용한 엑기스를 생산하는 기술	
핵심특허 및 관련성	특허명	말 육·골즙 제조방법	
	보유국	대한민국	
	등록년도	2004	
	관련성(%)	5%	
	유사점	말고기를 이용한 기능성 식품생산	
	차이점	본 연구과제에서는 고품질 말고기 생산과 이를 이용한 가공식품이 목표로 하지만 특허는 말뼈 액기스에 한약재 첨가하여 엑기스를 생산하는 기술	
핵심특허 및 관련성	특허명	미네랄을 다량 함유하는 말뼈 가공추출물의 제조 방법	
	보유국	대한민국	
	등록년도	2008	
	관련성(%)	5%	
	유사점	말고기를 이용한 기능성 식품생산	
	차이점	말고기가 아닌 말뼈를 이용하여 생약 성분을 포함한 말뼈 가공추출물분말 제조하는 기술	

3. 논문분석 비교

개발기술명		말고기 생산	말고기 품질 향상
Keyword		말고기(국내),말고기(국내)	말고기(국내),마육(국내),horse meat(국외)
검색건수		15	17(국내),277(국외)
유효논문건수		0	3
핵심논문 및 관련성	논문명		숙성이 제주마 등심의 육질과 관능적 특성에 미치는 영향
	학술지명		한국동물자원과학회지
	저 자		성필남, 이종언, 박범영, 하경희, 고문석
	게재년도		2006년
	관련성(%)		40%
	유사점		○ 품질에 밀접한 영향을 미치는 숙성에 관한연구 ○ 숙성기간 동안의 pH, 보수력 등 관능적 특성 변화 관찰
	차이점		○ 고품질 말고기 생산이 아닌 저장기간에 따른 말고기 품질에 대한 연구
핵심논문 및 관련성	논문명		말고기 대체수준이 유화영 소시지 품질에 미치는 영향
	학술지명		한국동물자원과학회지
	저 자		성필남, 이종언, 김진형, 박범영, 하경희, 고문석
	게재년도		2006년
	관련성(%)		10%
	유사점		○ 말고기를 이용한 2차 가공품 연구
	차이점		○ 새로운 제품 개발이 아닌 기존의 돈육을 이용한 2차 가공품을 말고기로 대체하여 관능적 특성 연구
핵심논문 및 관련성	논문명		말고기 함량이 프레스햄 품질과 관능적 특성에 미치는 영향
	학술지명		한국축산식품학회지
	저 자		성필남, 이종언, 김진형, 조수현, 하경희, 임동균, 김동훈, 이종문, 고문석
	게재년도		2008년
	관련성(%)		10%
	유사점		○ 말고기를 이용한 2차 가공품 연구
	차이점		○ 말고기 첨가량에 따른 프레스햄의 관능적 특성에 대해서 돼지고기 프레스햄과 비교 연구

※ 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
2) keyword는 검색어를 의미하며, 검색건수는 keyword에 의한 총검색건수를, 유효논문건수는 검색한 논문 중 핵심(세부)개발기술과 관련성이 있는 논문을 의미
3) 핵심논문은 개발기술과의 관련성이 높고 인용도가 높은 논문을 기준으로 분석

제 2 절 제품 및 시장 분석

1. 생산 및 시장현황

가. 국내 제품생산 및 시장 현황

(1) 전국 및 제주지역 연도별 말 사육두수 및 사육호수 변화

(단위 : 두, 호)

구분		연 도											
		1960	1970	1980	1986	1990	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009
전국	두수	28,000	17,600	3,894	4,937	10,597	16,302	18,539	20,487	22,941	24,951	27,881	28,718
	호수	-	-	2,153	384	520	805	860	965	1,142	1,291	1,528	1,742
제주	두수	12,077	7,606	2,401	1,347	2,439	7,348	13,240	14,689	16,764	18,634	20,956	21,471
	호수	4,736	4,064	1,541	413	295	298	512	587	693	807	954	1,068

(출처 : KRA 제주경마공원, 2010년)

- 고기용 중국산마 수입두수 : 1,029두('02-'06)

  ※ 수입물량 감소 추세 : 882두('02-'04) → 74두('05) → 73두('06)

(2) 제주의 마필 사육 현황

(단위 : 두, 호)

구분	계	더러브렛 (경주마)	등록제주마		**제주산마 (한라마)**	당나귀
			축산진흥원	농가보유		
사육두수	14,689	3,200	163	426	**10,857**	43
농 가 수	587	91	(1)	(145)	**496**	(3)

(출처 : KRA 제주경마공원, 2010년)

- 1980년대부터 정부 차원의 지원 및 제주 경마공원의 개장으로 제주마 증식기반이 조성이 되어 제주마 사육 농가 및 사육 두수는 크게 늘어났다. 그러나 제주마중 일부만 제주마로 등록이 되고 나머지 10,000여 두 정도는 등록이 되지 못하고 있고, 제주산마 역시 경마 참가가 점차 줄어들고 있는 상황이다. 이로 인하여 포화상태에 이른 제주산 말자원의 효율적인 이용방안이 절실히 필요한 실정이다.

(3) 마필의 도축 두수

(단위 : 두)

구분	2002년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년
도축두수	209	359	564	732	687	691	883

(출처 : 농업회사법인 제주馬산업(주))

- 축산물 공판장에서 도축하지 않고, 일반 농가에서 도축되는 경우까지 합치면 2008년 기준 총 도축 수는 1,500두 정도로 추정되고 있다.

(4) 관련업체

말고기가공	말고기 음식점	馬향장품 제주	관광 승마장
4개소	40개소	5개소	22개소 (전국200여개소- 등록47개소)

(출처 : 농업회사법인 제주馬산업(주))

나. 국외 제품생산 및 시장 현황

(1) 세계 주요국의 연도별 말 사육두수

(단위 : 천두)

국가/연도	1985년	1990년	1995년	2000년	2004년
미국	10,580	5,400	6,000	5,320	5,300
중국	10,978	10,295	10,038	8,916	7,902
멕시코	6,135	6,170	6,200	6,250	6,260
브라질	6,330	6,000	6,394	5,900	5,901
아르헨티나	3,000	3,400	3,300	3,600	3,655
호주	416	310	240	220	220
프랑스	310	319	338	349	350
영국	163	169	173	173	184
세계전체	**65,683**	**60,689**	**61,958**	**58,808**	**54,813**

(출처 :일본 농림성 생산국 축산부 축산진흥과, 2006년)

(2) 일본 말의 연도별 사육두수 추이

(단위 : 두)

국가/연도	1995년	1998년	2000년	2002년	2004년	2005년	2006년
경종마	70,640	64,120	60,795	58,413	53,022	50411	47,596
농용마	27,601	22,412	19,537	16,963	13,612	11951	10,578
승용마	10,766	11,646	11,739	14,225	13,715	14512	15,468
비육마	**10,070**	**10,260**	**9,396**	**12,390**	**12,399**	**12439**	**9,847**
재래마	3,157	2,892	2,510	2,396	2,272	2087	2,067
소격마	-	-	-	1,627	1,555	1486	1,412
합계	**122,234**	**111,330**	**103,977**	**106,014**	**96,584**	**92,886**	**86,968**

(출처 : (사) 일본마사협회)

3. 시장 조사 결과 및 고찰

아직 우리나라의 말산업은 다른 가축인 육우, 양돈, 가금 산업과 비교 했을 경우 많이 뒤떨어진 상태로서 가까운 일본과 비교 할 경우 산업의 격차가 뚜렷하다. 1960년대에 들어서면서 제주도의 말 사육두수는 급격히 줄어들자 정부와 제주도에서는 1980년 중반부터 제주마를 천연기념물로 등록을 하고, 제주도에 제주경마공원을 개장시키며 말산업을 성장시키려 노력했다. 이로 인해 현재는 말 사육 두수가 15,000여두에 이르고 전국의 70%이상을 담당하고 있지만, 경주마(더러브렛)와 등록 제주마를 제외한 등록되지 못하는 10,000여두의 제주산마는 포화상태에 이르렀다.

말고기 산업 역시 말고기에 대한 부정적 인식으로 인하여, 발전이 이루어지지 못한 상태이다. 하지만 최근에 소득 증가와 더불어 소비자의 의식수준의 높아지면서 과거처럼 단순히 먹는 것에 만족하지 않고, 더 나은 맛과 영양, 기능성에 대한 관심이 커지고 있는 상황이다. 이에 말고기는 다른 육제품과 달리 저 콜레스테롤, 고단백 식품이며, 불포화 지방산이 많은 장점을 가지고 있다.

위의 사항을 종합적으로 분석하여 볼 때 말산업의 발전 방향을 경마, 승마에 국한시키지 않고 비육마 시장으로 까지 확대하여 고품질의 말고기를 공급하고 다양한 말고기 2차 가공품을 생산하여 소비자들의 기호도를 향상시키고 말자원의 다양한 활용방안을 제시하여야 한다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 제1세부과제 품질향상을 위한 최적 비육조건 확립

1. 1차년도 연구수행결과

가. 말산업 현황 파악

2011년 조사 자료에 의하면 제주도에 사육중인 말은 총 16,819이며 이는 국내에서 생산되는 말의 약 73%이상이 제주도 내에서 생산되고 있음을 뜻한다(Table 1). 900여 마리만 경주마로 이용하고 나머지는 승용이나 식용으로 이용한다.

Table 1. 제주도 말 사육 현황

품종	사육두수
제주마	1,398
제주산마	15,421

제주 특별자치도 농축산식품부 축정과 (2011년 기준)

2011년에 제주축협축산물공판장에서 도축된 말은 총 777두이며, 품종별로는 제주마 650두, 제주산마 115두, 더러브렛 19두가 도축 되었다(Table 2). 2011년 말도체 등급판정 시범사업 기간(2011년 5월1일~12월 31일)동안 도축된 말은 541두이며 38.4%에 해당하는 207마리가 등급판정을 받았다. 올해 9월까지 도축된 말은 총 590두이며 10%에 해당하는 59마리가 등급판정을 받았다(Table 3).

Table 2. 2011년 제주도 품종별 말도축 현황 (5월1일부터 등급판정 시범사업실시)

2011년	제주마	더러브렛	제주산마	계
1월	4		55	59
2월	6	1	30	37
3월	11	1	54	66
4월	6	4	63	73
5월	13	1	61	75
6월	9		56	65
7월	7		44	51
8월	18	1	63	82
9월	8		53	61
10월	11		57	68
11월	13	2	63	78
12월	9	2	51	62
계	115	19	650	777
수	44	4	333	381
암	71	8	317	396

Table 3. 2012년 제주도 품종별 말도축 현황

2012년	제주마	더러브렛	제주산마	계
1월	7		49	56
2월	6	1	61	68
3월	9		64	73
4월	9		73	82
5월	8	1	65	74
6월	10		51	61
7월	10		49	59
8월	11		49	60
9월	7		50	57
계	**77**	**2**	**511**	**590**
수	34		265	299
암	43	2	246	291

나. 말고기 품질향상을 위한 품종별 비육실험

고품질 말고기 생산과 비육전용마 생산을 위하여 제주도에서 사육되고 있는 제주마, 제주산마, 더러브렛, 3품종에 대해서 비육기간에 따른 증체량과 육질에 미치는 영향에 실험하였다.

본 연구에 사용한 시험축은 제주 마산업주식회사의 지원을 받아 마방을 임대하여 비육하였으며, 제주마 18마리 제주산마 18마리를 비육하였으며, 시험축은 농후사료를 1일 체중의 1.5%씩 급여 하였으며 조사료는 자유채식 하였다(Table 4).

Table 4. 시험축의 비육기간 및 급여 방법

비육기간	공시두수			급여
	계	제주마(18)	제주산마(18)	
3개월	6	3	3	
4개월	6	3	3	
5개월	6	3	3	농후사료:체중의 1.5%
6개월	6	3	3	건초:자유채식
7개월	6	3	3	
8개월	6	3	3	

시험축은 생산자단체 협조를 받아 비육농가에서 대여하여 수행하였다. 실증실험 기간은 2012년 2월부터 비육을 시작하여 2012년 9월에 까지 8개월간 실시하였으며, 3개월, 4개월, 5개월, 6개월, 7개월, 8개월 기간별 비육을 하였다. 이후 제주도 제주시 애월읍 소재 제주축협 축산물공판장에서 도축하여 도체중, 등지방 두께, 등심단면적 크기 등 등급판정을 받고, 육질평가를 위해 말도체에서 등심근을 채취하여 제주대학교 실험실로 옮겨 육색, 지방색, 보수성, 근내지방도, 근육조성등, 육질평가항목에 대한 실험을 실시하였다.

비육기간에 따른 품종별 증체량 변화를 조사한 결과를 Table 5, Table 6에 나타냈다. 제주마의 비육기간에 따른 평균 증체량을 살펴보면 비육 개시부터 3개월까지 증체량은 47.00±21.66, 4개월까지 76.67±7.51로 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있다. 5개월부터 7개월까지 증체량은

완만한 형태로 증가하며, 이후 8개월째는 감소하는 추세를 보였다(Figure 1).

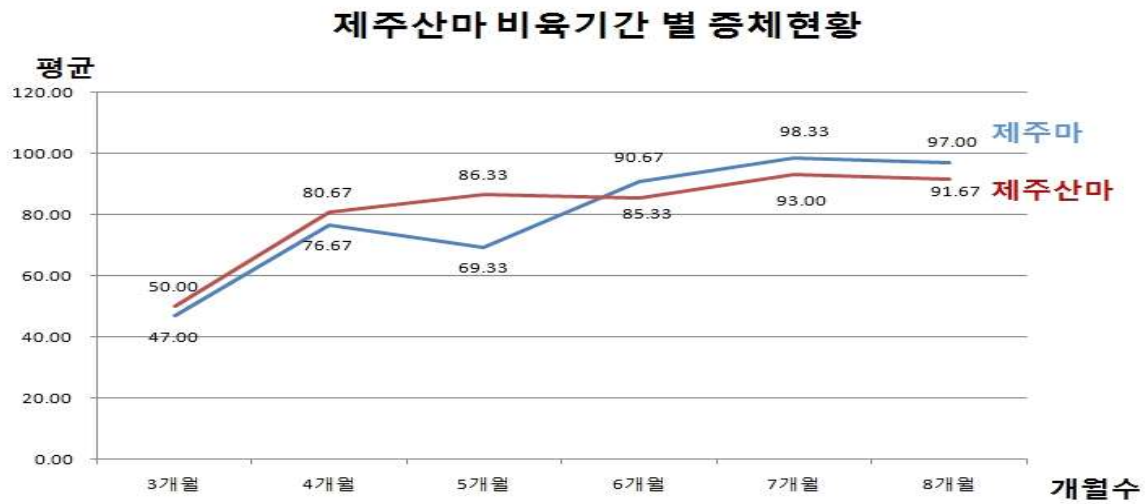
제주산마의 증체량을 살펴보면 4개월까지 급격하게 증체량이 증가하다가 이후 7개월까지 완만하게 증체 후 8개월부터 감소하는 형태로 나타났다. 제주마와 제주산마의 증체량 변화는 거의 같은 경향으로 타나났으며, 제주산마가 제주마보다 증체량이 2~3kg 높았으나, 전체적으로 시험축 품종간 증체량 차이는 유의적으로 나타나지 않았다. 3~8개월간 비육한 결과, 비육기간 초기(3,4개월)에는 증체량이 증가했으나, 비육기간이 길어짐에 따라 둔화되는 것으로 나타났다. 제주마와 제주산마 품종간에는 차이가 나타지 않았다.

Table 5. 제주마 비육기간에 따른 증체량 변화

No	비육기간								
	3개월			4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	증체량
	1개월	2개월	3개월						
1	267	295	326						59
2	298	310	320						22
3	230	264	290						60
4	239	309	315	320					81
5	300	340	359	381					81
6	237	267	289	305					68
7	260	277	305	320	320				60
8	237	266	284	287	300				63
9	280	320	351	360	365				85
10	256	298	305	311	330	350			74
11	230	261	288	298	310	331			94
12	200	235	265	275	290	304			104
13	255	268	305	314	330	345	354		99
14	201	237	270	273	290	300	305		104
15	268	300	315	330	335	347	360		92
16	256	297	307	311	330	330	335	340	84
17	230	260	284	290	299	307	327	336	106
18	200	234	255	264	271	280	294	301	101

Table 6. 제주산마 비육기간에 따른 증체량 변화

No	비육기간								
	1개월	3개월 2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	증체량
1	257	281	305						48
2	276	301	321						45
3	241	267	298						57
4	245	271	305	326					81
5	237	265	289	302					65
6	251	300	322	347					96
7	321	329	350	371	385				64
8	267	294	327	337	345				78
9	235	280	320	344	352				117
10	260	301	325	339	345	352			92
11	281	311	326	337	342	351			70
12	237	270	297	317	325	331			94
13	233	274	341	350	353	357	359		126
14	281	310	324	329	342	338	339		58
15	232	261	289	295	312	331	327		95
16	281	326	352	355	369	382	386	388	107
17	279	311	324	326	347	320	327	329	50
18	260	279	308	321	328	300	299	301	41



	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월
제주마	47.00±21.66	76.67±7.51	69.33±13.65	90.65±15.28	98.33±6.03	97.00±11.53
제주산마	50.00±6.24	80.67±15.50	86.33±27.47	85.33±13.32	93.00±34.04	97.67±13.05

Figure 1. 비육기간에 따른 품종별 증체량 변화

다. 비육기간에 따른 말도체 품질특성

본 연구에 이용된 시험축은 사육기간에 따라 사육 후 제주특별자치도 애월읍 소재에 있는 제주축협축산물공판장에서 도축되었다. 현재 국내에는 말을 도축할 수 있는 시설이 없어 소와 같은 방법으로 도축되었다. 제2세부 과제결과 근육 조성이 소와 다른 구성을 하고 있어 도축 후 예냉시 품질 저하가 이루어 질수 있음으로 이에 대한 연구와 시설 확충이 필요한 것으로 판단된다.

Figure 2. 말 도축 과정

Table 7. 비육기간에 따른 기초육질평가

	FFU	Drip loss(48h)	Cooking loss	L*	a	b
0개월	0.03±0.03	2.94±2.48	19.32±3.15	29.61±2.02	18.43±1.24	5.60±2.01
3개월	0.01±0.00	1.87±0.11	15.66±4.61	31.03±0.50	16.75±2.14	4.73±0.41
4개월	0.01±0.01	1.76±0.54	16.13±4.81	29.33±1.88	17.86±1.25	4.87±1.41
5개월	0.01±0.01	2.20±0.77	19.80±5.04	31.88±3.16	17.61±2.09	5.84±2.52
6개월	0.01±0.01	2.44±2.15	14.98±4.02	30.75±2.89	16.86±1.47	4.64±1.43
7개월	0.01±0.01	1.93±0.52	17.23±5.30	30.85±2.02	17.33±1.65	6.12±1.48
8개월	0.01±0.01	4.04±3.98	21.00±1.72	29.94±0.28	18.63±1.89	7.14±1.04

비육 기간에 따라 사육된 시험축의 육질특성을 분석하였다(Table 7). 식육의 보수성과 밀접한 관련이 있는 Drip loss 항목의 측정 결과 비육기간 8개월이 가장 높은 값을 나타냈으며, 비육기간 6개월, 비육기간 7개월령의 순서로 측정 되었다. 이는 비육기간이 길수록 비육기간이 짧은 시험축의 도체에 비해 보수력이 떨어짐을 분석 할 수 있었다. 보수력과 연관되어 식육의 조리시에 빠져나오는 수분의 양을 측정하는 Cooking loss 항목의 측정 결과에서도 8개월째의 측정값이 21.00±1.72으로 가장 높게 측정되었으며, 비육기간 5개월, 비육기간 7개월령에서도 측정값이 높게 측정되었다. 이는 비육기간이 길수록 식육의 조리시 빠져나오는 수분의 양이 많음을 분석 할 수 있었다. 식육의 색을 나타내는 L*값인 명도(Lightness), a*값을 나타내는 적색도(Redness), b*값을 나타내는 황색도(Yellowness)를 측정결과 비육기간에 큰영향을 받지 않고 서로 유사한 값을 나타내고 있었다.

Table 8. 비육기간에 따른 도체특성평가

비육기간	등지방두께	등심단면적	도체중량	정육량 예측치
0	2.00±0.00	70.5±3.53	167.50±10.60	133.95±12.66
3	2.00±0.00	77.33±1.15	183.00±15.87	149.93±12.79
4	3.67±1.22	84.89±23.97	195.00±28.57	156.69±25.10
5	2.38±0.72	84.06±16.36	219.69±38.42	179.21±31.90
6	3.33±2.03	79.17±10.73	201.89±33.16	162.59±25.68
7	4.50±1.76	88.17±14.47	250.33±30.16	199.90±25.66
8	3.00±0.00	83.67±22.74	219.00±36.50	177.36±30.81

설정된 비육기간에 따라 비육 후 도축된 말도체를 축산물품질평가사가 냉도체 등급판정을 실시하였으며, 그 결과를 Table 8에 나타냈다. 등지방두께의 경우 비육 3개월째 2.00±0.00로 가장 낮았으며, 비육기간이 길어짐에 따라 점점 증가함을 보였다. 비육기간이 증가함에 따라 도체중량이 점차 증가하였고, 이에 따라 등심근 단면적도 증가하는 경향을 보였다. 비육기간의 증가는 품질에 상관없이 정량적으로 실험항목에서 증가하는 경향을 나타냈다.

라. 이용목적에 따른 도축 후 기초육질평가 비교

비육전용도에 따른 도체의 육질특성을 분석하였다. (Table 9) 비육용도가 경주마에서 비육전용, 승마로 이용범위가 변경될수록 식육의 Ph가 높게 유지되었으며, 보수력 측정항목인 Drip loss 항목에서도 경주마에 비해 비육농가의 시험축들의 식육내에 보유하고 있는 수분의 양이 많았다. 식육의 조리시에 빠져나오는 수분량을 측정하기 위한 Cooking loss 측정 항목에서도 경주마에 비해 비육농가의 말들의 측정값이 높게 측정되었다. 이는 비육농가의 시험축 도체가 내포하고 있는 수분량이 많기 때문이라 분석된다.

Table 9. 비육전 용도에 따른 도체의 육질특성

	pH(24h)	FFU	Drip loss(48h)	Cooking loss	L*	a	b
경주마 ▷비육	5.56 ±0.27	0.01 ±0.01	2.11 ±1.41	17.15 ±4.09	30.36 ±2.21	17.62 ±1.64	5.33 ±1.80
비육농가	5.57 ±0.14	0.01 ±0.01	2.70 ±2.61	17.76 ±5.22	31.22 ±3.08	17.11 ±1.65	5.23 ±1.91
승마 ▷비육	5.72 ±0.06	0.04 ±0.04	4.24 ±3.40	20.73 ±4.47	30.40 ±3.08	17.99 ±1.64	5.76 ±3.46

비육전용도에 따른 도체의 도체품질을 분석하기 위하여 축산물품질평가사의 판정에 따른 도체의 최종등급을 분석하였다. (Table 9.) 경주, 비육 용도에 따른 분류는 총 25마리였으며, 1A등급 2두, 1B등급 3두, 1C등급 5두, 2A등급 5두, 2B등급 7두, 2C등급 3두로 측정되었다. 대부분 육질과 육량이 뛰어나지 않았으며, 중간등급의 최종등급을 판정받았다. 비육농가의 시험축들의 최종등급 판정 분석결과 1^{+}B등급 1두, 1^{+}C등급 1두, 1A등급 3두,1B등급 1두, 1C등급 1두, 2A등급 7두, 2B등급 1두, 2C등급 15두로 육질과 육량이 우수하게 측정되어 상위 등급에 골고루 측정되었다. 이를 통해 비육전용농가의 시험축들이 경주, 비육, 승마 전용 농가의 시험축들에 비해 도체품질이 우수하다고 분석되었다.

Table 10. 비육전용도에 따른 도체의 최종등급판정

	계	1^{+}A	1^{+}B	1^{+}C	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 (경주마, 비육)	25	-	-	-	2	3	5	5	7	3
2 (비육농가)	30	-	1	1	3	1	1	7	1	15
4 (승마,비육)	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1

말 전용사료의 가격은 20kg기준 14,000원에서 17,500원에 판매되고 있으며, 비육을 전용으로 하는 사료는 없는 실정이다. 현재 농가에서 비육을 목적으로 급여하고 있는 사료는 소 비육사료를 이용하여 급여를 하거나, 콩을 삶아서 급여를 하는 등 전용사료의 개발이 필요하다. 소 비육사료의 판매가격은 25kg기준 11,500~12,000원에 판매되고 있다. 고품질의 말고기 생산을 위해서는 4개월 이상 비육과정을 거쳐야 하며, 말 전용사료의 비용이 비싸 농가에서 쉽게 사용하지 못하는 실정이다. 비육을 위해서 농가에서 일일2회의 농후사료를 급여하며 1회 급여시 5kg의 농후 사료가 급여되며, 한 마리 말을 4개월동안 비육하기 위해서는 25kg사료 기준 48포가 소비되며 비육완료까지 소비되는 비용이 55만원이 소요된다. 하지만 말 정육거래가격이 9,000kg에 거래되고 있어 비육을 전문적으로 하는데 어려움이 있는 것으로 나타났다.

Figure 3. 사육농가 및 비육사료

2. 2차년도 연구수행 결과

가. 연구개발의 필요성

주요 말고기 생산국은 멕시코, 아르헨티나, 미국, 이탈리아, 중국, 몽고, 캐나다 및 호주 등인데, 특히 유럽에서 말고기는 맛이 좋은 고기로 인식되어 높은 가격으로 유통되고 있으며 전체 육류 소비량 중 큰 비중을 차지하고 있다 (정재홍, 2012; Devine, 1996). 말고기는 우육이나 돈육과 구별되는 고유의 독특한 맛과 향이 있으며, 지방함량이 낮고 단백질 및 무기물 함량이 높아 건강식품으로 인식되고 있는 추세다(성 등, 2008; Badiani 등, 1997; 정재홍, 2012). 그러나 우리나라는 아직 말고기의 대중화가 이뤄지지 않았으며, 사육두수도 2008년 현재 27,881두 밖에 되지 않는다(농림수산식품부, 2009). 사육두수가 1999년 5,084두와 비교하여 약 10년 사이에 5.5배가 증가하였는데, 그 이유는 경마제도 시행에 따른 것으로 판단된다. 그러나 전체 생산마 중 약 95%는 경주에 참여하지 못하고 있으며, 대부분은 도축되어 고기로 이용되고 있다(성 등, 2006).

최근 정부의 말산업 육성 5개년 종합계획에 따르면 말고기의 생산, 유통 및 소비기반 조성을 목적으로 육용마 전문농장 육성, 말고기 가공식품개발, 품질 고급화 및 유통효율화 등을 통한 말고기 소비확대를 계획하고 있으며 현재 우리나라에서는 말고기에 대한 육질 차별화를 목적으로 제주도에 한하여 말도체 등급제도를 시범사업으로 실시하고(축산물품질평가원, 2011) 제주도 말고기 등급판정 시범사업을 평가한 후 단계적 확대방안을 검토 중에 있다(농림수산식품부, 2012).

2012년 전국 말 도축두수는 881두이며, 이 중 779두가 제주특별자치도에서 도축되어 전국의 87.7%를 차지하고 있으며(농림축산검역본부, 2012), 말도체 등급판정 현황은 1^{+}등급 3.2%, 1등급 13.04%, 2등급 85.8%으로 나타났다(축산물품질평가원, 2012). 말은 체중 및 비육 정도가 비슷한 소에 비해 근육간 및 근육내 지방의 비율이 더 낮고(Rossier와 Berger, 1988) 질긴 고기라는 인식이 팽배하여 마블링과 연도를 중요하게 고려하는 우리나라 소비자의 호응을 얻지 못할 가능성이 있다(성 등, 2006). 따라서 본 연구는 시범사업으로 추진되고 있는 말도체 등급기준에 대한 재평가를 통해 국내 현실에 맞는 등급기준 설정과 설정된 기준에 의한 원활한 말고기 유통을 위해 등급별·부위별 차별화가 가능하도록 등급판정기준 및 유통지표 개발을 위해 수행하였다.

나. 고품질 말고기 생산을 위한 비육방법 설정

(1) 승용마, 비육전용마를 통한 효과적인 사료효율성 실증 확인

(가) 공시동물 및 사양관리

비육생산성 향상을 위해서 제주도에서 사육되고 있는 비육전용마와, 승용마를 이용하여 비육실험을 실시하였다. 본 연구에 사용한 시험축은 제주특별자치도 제주시 애월읍에 소재한 비육전문 A농가와 서귀포시 표선면에 위치한 승용마 농장 B에서 실시되었다. 실험개체 수는 A농가 비육전용마 16마리, B농가 승용마 16마리를 이용하였으며, 두 농가 모두 품종은 제주산마를 이용하였다.

비육마와 승용마는 완전임의 배치법으로 대조구와 시험구로 처리하였다. 비육전용마 실험군의 평균체중은 260kg±17.52이며 대조군은 304kg±18.55 승용마는 실험군의 평균체중:320±17.55kg,

대조군 평균체중: 322kg±22.63으로 나타났다.

실험에 사용된 사료는 농협사료적토마 및 농협사료 중송아지후레이크 사료를 이용하였다. 조사료는 이탈리안 라이글라스 건초와 블루글라스 건초가 이용되었다. 처리구는 승용전용 사료로 개발된 사료와 비육마 전용으로 개발된 사료가 사용되었다. Table 11는 실험에 사용된 비육전용사료의 영양성분표를 나타냈다.

Table 11. 승용마 및 비육마 전용사료 영양성분표

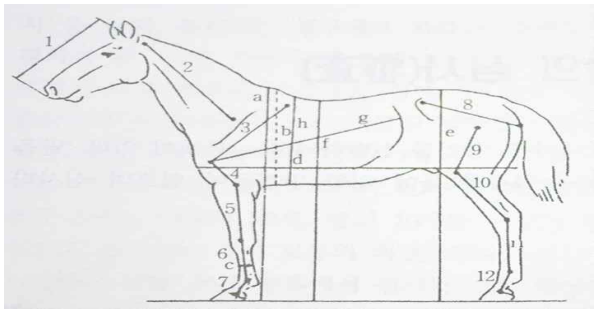
Raw material	승용마 전용사료		비육마전용사료	
	Min.	Max.	Min.	Max.
CORN GRAIN(USA)	25	35	25	35
MALT SPROUT PELLET	3.5	3.5	3.5	3.5
CANE MOLASSES(LQ)-LOC	5	5	5	5
WHEAT FLOUR	6	6	6	6
WHEAT BRAN(LOC)	15	25	15	25
SOYBEAN M/L(LOC)	10	15	10	15
PALM KERNEL MEAL(IMP)	6	7	6	7
CORN COB	6	7	6	7
FLAXSEED	1.25(4.00)	2.0(5.00)	1.25(3.00)	2.0(4.00)
ENERFAT(Ca-TALLOW)	0.5	0.5	0.5	0.5
ANIMAL FAT	0.7	1	0.7	1
SALT DEHYDRATED	0.8	0.8	0.8(1.2)	0.8(1.2)
DCP(19/17.1/90%)	0.25	0.5	0.25	0.5
LIMESTONE(1mm)	.	1.8	.	1.8
CALCIUM SULFATE	0.165	0.165	0.165	0.165
MGO	0.1	0.1	0.1	0.1
THREONINE(98%)	0.05	0.1	0.05	0.1
DL-METHIONINE(50%)	0.1	0.3	0.1	0.3
L-LYSINE SULFATE(51%)	0.3	0.7	0.3	0.7
TOCOPHEROL(VIT.E)	0.05(0.5)	0.1(0.5)	0.05(0.5)	0.1(0.5)
VIT PREMIX(CATTLE-2)	0.1	0.1	0.1	0.1
MIN PREMIX(CATTLE-2)	0.22	0.22	0.22(0.3)	0.22(0.3)
BIOSHEP	0.075	0.075	0.075	0.075
HI-DAIRY STARTER(SJ)	0.1	0.1	0.1	0.1
PRO-FRESH FLAVOR	0.03	0.03	0.03	0.03
TOTAL COW	0.05	0.05	0.05	0.05

실험마는 2×5m 크기의 Pen당 1두씩 수용하여 사용하였다. 사료급여는 오전/오후 두차례 실시하였으며, 조사료는 자유급여를 실시하였고, 실험에 사용된 사료는 4kg씩 2차례 급여하였다. 조사료를 급여한 후 농후사료를 급여하였다.

(나) 실증을 위한 측정 항목

승용마와 비육전용마는 4개월동안 위에 주어진 항목에 따라 사료가 급여되었으며, 매일 급여된 사료는 잔량을 측정하여 개체별 사료섭취량을 파악하였다. 비육정도를 알아보기 위해서 체중, 외형, 등지방두께를 측정하였다. 외형항목은 체장, 체고, 배고, 고고, 흉폭, 흉위, 흉심, 고장,

두장, 전박장이며 등지방두께는 MyLab30 VET를 이용하여 13번째 늑골 위치를 측정하였다.



a:체고, b:흉위, c:관위, **d:체장, e:고고, f:배고**
g:흉장, h:흉심
1:두장, 2:경장, 3:견장, 4:상박장, **5:전박장,**
6:전관장, 7:전계장, 8:고장, 9:고장, 10:경장
11:후관장, 12:후계장

Figure 4. 비육마의 외형 측정 항목

(다) 승용마 및 비육전용마 비육실험 결과

승용마와 비육전용마의 비육실험 결과 승용마는 외형적으로 측정한 부위는 성장이 나타나지 않았다. 하지만 비육마에서 체형적으로 변화는 없었지만, 흉폭, 흉위, 흉심의 변화가 나타났다. 실험기간의 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났다. Table 2는 비육기간에 따른 체중의 변화를 나타내었다. 승용마 비육 실험의 경우 1개월째 측정시 330kg이였으며, 4개월 후 비육실험 종료시 체중이 375kg으로 45키로 증 하는 것으로 나타났다.(**P<0.01) 비육전용마에 비육용으로 개발한 사료를 급여한 결과 1개월째 측정시 266kg으로 측정되었고, 4개월 후 비육실험 종료시 319kg으로 측정되었다. 이 결과 약 53kg가량 증가하는 것으로 나타났다.(**P<0.01)

같은 품종의 제주산마를 이용하여 실험한 결과 이용용도에 따라서 비육실험 결과 차이가 나타났다. 이러한 결과가 나타난 이유는 승용마는 실험 시작 시점에 이미 성장이 완료된 상태에서 비육실험이 시작되었고, 비육마의 경우 성장이 완료되지 않은 상태에서 비육사료를 급여함으로써 증체량이 더 높게 나타난 것으로 판단된다. 승용마와 비육전용마의 대조군과 비교해 볼 때 비육전용으로 개발된 사료는 체중증가에 효율성이 있는 것으로 나타났다.

Table 12. 비육기간에 따른 승용마와 비육전용마의 체중 변화

	1개월	2개월	3개월	4개월
승용마(실험군)	330±17.53	348±16.62	366±7.84	375±4.55**
승용마(대조군)	332±20.73	335±23.66	349±22.47	359±21.3
비육전용마(실험군)	266±17.55	280±18.7	299±20.54	319±25.42**
비육전용마(대조군)	313±15.52	335±18.7	348±21.54	365±26.42

등지방 두께의 변화 측정 결과 1개월째부터 4개월째까지 등지방의 두께는 미미하게 증가하였다. 승용마의 경우 비육전 측정시 1.5mm±0.5에서 4개월 후 비육종료시 2.6mm±0.5로 1.1m증가하였으나 전용사료의 효과로 보기에는 미미하여 등지방 두께의 증가에는 영향을 주지 않은 것으로 판단된다.

제 2 절 제2세부과제 근육부위별 품질평가 및 검증시스템 개발

1. 1차년도 연구수행 결과

가. 말고기에 대한 기초 자료 수집을 위한 도체 현황 파악

제 2세부과제는 말고기의 근육 부위별 품질 평가 및 이를 검증할 수 있는 지표설정 목표로 하고 있으며, 이를 위해 제1협동과제에 선정된 축산물품질평가원에서 시행하고 있는 말고기 등급판정 지원사업에 참여한 농가에서 사육한 말을 시험축으로 사용하였으며, 제주도 애월읍 제주축협 축산물 공판장에서 도축되었다. 현재까지 60두에 대한 시료확보 및 기본육질검사가 완료되었다(Table 13).

Table 13. 등급판정 두수

품종	도축 두수
제주마	7
제주산마	51
더러브렛	2
합 계	**60**

시험축은 소와 같은 방법으로 도축되었으며, 도축 후 냉장고에 입고되어 하룻밤동안 예냉되었다. 도축 후 Data logger pH meter(Model pH-230SD, Lutron, Tawan)를 사용하여 5분단위로 pH와 온도를 측정하였다. 도축 다음날 축산물품질평가사가 냉도체에 대한 등급판정을 실시하였고 이후 마지막등뼈(흉추)와 제 1허리뼈(요추) 사이를 절개하여 등심근 일부를 샘플링 하였다. 샘플링한 등심근은 제주대학교로 옮겨 기초육질분석 및 일반성분 분석을 실시하였다.

현재 등급판정대상 품종은 제주산마, 제주마, 더러브렛 3품종으로 구분되어있다. 실험에 사용된 시험축 중 제주마는 총6두, 제주산마 총51두, 더러브렛 총2두가 사용되었다. 시험축들의 품종별 특성 및 도체현황을 파악하기 위하여 도체의 특성을 분석하였다. 분석 기준은 축산물 품질평가사의 평가를 기준으로 분석하였으며, 품종별로 도체의 특성을 평균화하여 비교 분석하였다(Table 14).

분석결과 등지방두께는 더러브렛이 가장 얇았으며, 제주마의 경우 타품종에 비해 다소 두꺼운 특성이 나타났다. 더러브렛의 경우 제주마와 제주산마에 비해 등심근 단면적, 도체중량, 정육량 예측치가 높게 측정되었는데, 이는 더러브렛의 체격이 제주마와 제주산마에 비해 크기 때문이라고 판단된다.

Table 14. 품종별에 따른 도체 현황

	등지방두께 (mm)	등심단면적 (cm^2)	도체중량 (kg)	정육량 예측지 (kg)
제주산마	2.96^{ab}±1.54	83.86^{a}±15.21	214.39^{b}±35.66	173.73^{ab}±28.66
제주마	4.29^{b}±1.03	71.57^{a}±12.45	183.14^{b}±23.27	145.06^{b}±18.49
더러브렛	2.02^{a}±0.21	131.5^{b}±0.71	330.5^{a}±36.06	251.67^{a}±20.55

도체의 특성 및 현황을 분석하기 위하여 품종별 외에 성별로 구분하여 도체의 특성 및 현황을 분석하였다. 분석 방법은 품종별과 동일하게 진행 하였으며, 축산물 품질평가사의 평가를 기준으로 하여 도체의 특성을 평균화 하여 분석 하였다(Table 15).

분석결과 암컷은 수컷과 거세마에 비해 등지방 두께가 얇고, 등심단면적이 넓으며, 도체중량이 높고, 정육량 예측치 또한 높게 측정되어 수컷과 거세마에 비해 우수한 도체 품질 특성을 갖고 있는 것으로 평가된다. 반대로 수컷은 거세마에 비해 등심단면적과 등지방두께는 우수하게 평가되었으나, 도체중량과 정육량 예측치가 다소 낮게 평가되었다.

Table 15. 성별에 따른 도체 현황

	등지방두께 (mm)	등심단면적 (cm^2)	도체중량 (kg)	정육량 예측지 (kg)
암	2.92^{b}±1.21	85.00±20.58	232.75±50.15	184.19±36.23
수	3.06^{b}±1.74	83.69±15.99	201.88±31.20	163.40±25.10
거세	4.25^{a}±1.26	80.75±13.18	207.75±19.65	165.56±15.08

(1) 유통중인 말고기에 대한 기초 육질 평가

육질의 평가는 기계적 육질평가와 관능적 육질평가가 있는데 정확도를 높이기 위해서 기계적 방법을 이용한 육질평가를 실시하였다. 이를 위해서 최종 pH, 보수력, 육색, 조직감을 분석하였다. 방혈 이후 혈액의 공급이 중단되어 산소을 이용한 호기적 대사는 제한을 받으며, 혐기적 대사에 의해 ATP를 생산한다. 이때 대사를 통해 lactate를 생산하며, 근육내에 축적되어 pH가 저하하기 시작한다. pH 감소 속도와 정도는 축정, 나이, 성별, 근육종류에 따라 달라진다. 따라서 최종 pH는 사후대사의 범위를 가늠할 수 있다.

본 연구에서 말고기의 최종 24시간째 pH는 도축장에서 예냉 후 실험실로 옮긴 후 potable pHmeter(Model HM-17MX, TOADKK, Japan)을 삽입하여 측정하였다. 말고기의 보수력을 측정하기 위해 육즙손실량(drip loss), 여과지 흡수량(filter-paper fluid uptake, FFU) 및 가열감량(cooking loss)방법으로 측정하였다. 육즙 손실량 측정은 식육을 일정량을 자른 후 무게를 측정하여 4℃냉장고에 24시간 걸어둔 후 꺼내어 무게를 측정하여 빠져나간 수분량을 백분율로 나타내었다. FFU는 식육 즉, 본 연구에는 말고기 등심근을 2.5cm 두께로 절단하여 20분간 공기중에 노출 시킨 후 5.5cm 여과지를 이용하여 묻어나오는 수분량을 측정하는 방법이며, 가열감량(cooking loss)은 등심근을 일정한 크기(2×4×6cm)절단 후 무게를 측정하여 polyethylene bag

에 감싼 후, 80°C 항온수조(kmc-1205SW1, Vision Co., USA)에서 심부온도가 73°C가 될 때까지 가열한 후 무게를 측정하여 백분율로 나타내었다. 육색은 등심근을 절단하여 단면을 30분동안 공기중에 노출시킨 후 Minolta chromameter (Model CR-300, Minolta Camera co. Osaka., Japan)을 3번씩 반복하여 L*값인 명도(Lightness), a*값을 나타내는 적색도(Redness), b*값을 나타내는 황색도(Yellowness)를 측정하여 Table 16에 나타냈다.

Table 16. 유통중인 말고기의 육질평가

	pH(24h)	FFU (mg)	Drip loss(%)	Cooking loss(%)	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
Mean	5.59	0.01	2.54	17.31	30.59	17.43	5.26
Standard deviation	±0.25	±0.01	±2.12	±4.87	±2.77	±1.61	±1.84

최종pH는 5.59±0.25로 나타났으며, 여과지 흡수법을 이용하여 표면에 유리되어 나온 수분량 측정결과 0.01±0.01mg으로 나타났다. 이는 기존의 연구와 유사한 경향을 타나냈다.(Seong 등, 2006). Drip loss는 2.54±2.12%로 다른 축종에 비해 우수한 편을 나타났다. 명도(L),적색도(a), 황색도(b)는 각각 30.59±2.77, 17.43±1.61, 5.26±1.84으로 나타났다.

Table 17. 말고기의 조직감 측정

	Hardness	cohesiveness	springiness	adhesiveness	gumminess	chewiness	resilience
Mean	32.32	0.59	0.84	-2.95	15.43	12.38	0.13
Standard deviation	±8.20	±0.81	±0.88	±2.32	±4.92	±5.33	±0.02

말고기의 조직감은 Table 17에 나타내었다. 말고기가 조리시에 생성되는 조직감을 측정하기 위하여 가열감량 측정 후 시료를 일정한 크기(1.5×1.5×1.5cm)로 자른 후 Rheometer(compac-100, Sun scientific co., Japan)를 이용하여, 가열된 시료의 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(gumminess), 부착성(adhesiveness)을 측정하였다. 물리적인 특성을 측정하는데 중요한 방법 중 하나이며 변형 시킬 때 힘을 나타내는 경도(hardness)평균은 32.32±8.20으로 나타났다.

나. 등급판정 기준(육량등급,육질등급)따른 육질 상관분석

축산물 등급판정소에서 등급판정을 받은 말고기에 대한 현황을 Table 6에 나타냈다. 총 59두에 대한 등급판정이 실시되었으며, 육질등급 1+는 2두, 1등급 15두, 41두로 판정되었다. 육량등급은 A:15두, B:14두, c:22두 판정되었다. 전체적으로 육량과 육질에서 등급이 낮게 나타났다.

Table 18. 말고기 등급판정 결과

육질	육량			
	A	B	C	계
1^+	0	1	1	2
1	5	4	6	15
2	12	9	21	42
3	0	0	0	0
계	17	14	28	59

(1) 육질등급에 따른 육질분석

말고기의 육질등급에 따른 육질특성을 분석하기 위하여 도축된 시험축을 축산물품질평가사의 평가에 의해 등급별로 구분 하였으며, 육질등급과 육질특성과의 상관관계를 분석하였다(Table 19, 20).

분석결과 1^+등급, 1등급의 상위 등급일수록, pH가 하위등급보다 높게 유지되었다. 또한 1등급,2등급의 경우 식육의 보수력을 나타내는 Drip loss, Cooking loss의 항목에서도 1^+등급에 비하여 다소 낮은 보수력을 나타냈다. 가열감량을 나타내는 Cooking loss의 경우 1^+등급이 10.69±5.44로 1등급이나 2등급에 비해 가열감량도 우수한 것으로 측정되었다.

Table 19. 육질등급에 따른 육질분석

	pH(24h)	FFU (mg)	Drip loss(%)	Cooking loss(%)	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
1^+등급	5.72 ±0.24	0.00 ±0.00	0.92^a ±0.56	10.69^a ±5.44	31.82 ±1.65	16.00 ±0.62	4.74 ±1.11
1등급	5.61 ±0.27	0.00 ±0	2.61^b ±2.15	16.43^{ab} ±3.33	30.13 ±1.93	18.16 ±1.78	5.68 ±1.87
2등급	5.54 ±0.17	0.01 ±0.01	2.70^b ±2.24	18.04^b ±5.08	30.98 ±2.97	17.15 ±1.51	5.18 ±1.93

식육의 섭취시에 느껴지는 조직감 분석 항목 중 식육의 견고함, 단단함을 나타내는 Hardness의 측정 결과 1^+등급이 27.18±11.99로 가장 낮았고, 1등급(31.82±50.5), 2등급(32.92±5.08)순서로 나타났다. 이는 1^+등급이 보수력이 우수하여 가열 후 식육에 수분량이 많아서 섭취할 경우 다른 등급에 비해 부드러울 것으로 판단된다. 다른 조직감 측정항목에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 20. 육질등급에 따른 조직감 분석

	hardness	cohesiveness	springiness	adhesiveness	gumminess	chewiness	resilience
1⁺ 등급	27.18 ±11.99	0.51 ±0.00	0.71 ±0.02	-2.82 ±2.05	14.19 ±6.67	10.05 ±4.48	0.12 ±0.00
1 등급	31.82 ±50.50	0.47 ±0.07	0.75 ±0.11	-2.34 ±1.39	14.97 ±3.37	11.64 ±3.53	0.12 ±0.00
2 등급	32.92 ±5.08	0.64 ±0.99	0.88 ±1.09	-3.20 ±2.64	15.68 ±5.43	12.75 ±6.02	0.13 ±0.03

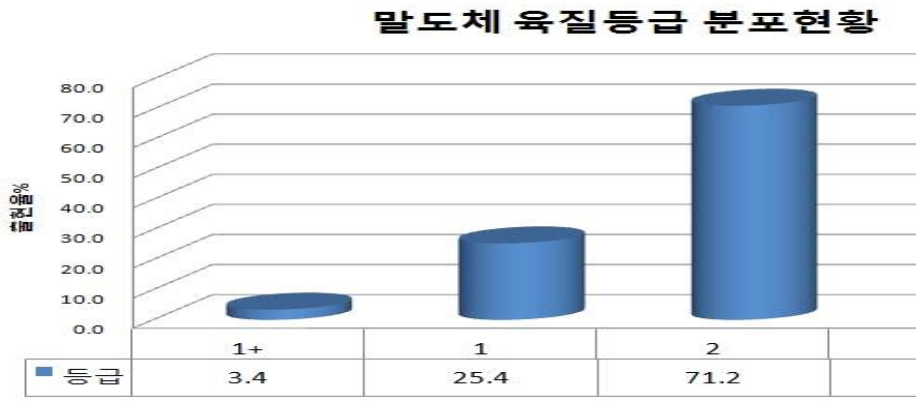


Figure 5. 말도체 육질등급 분포도

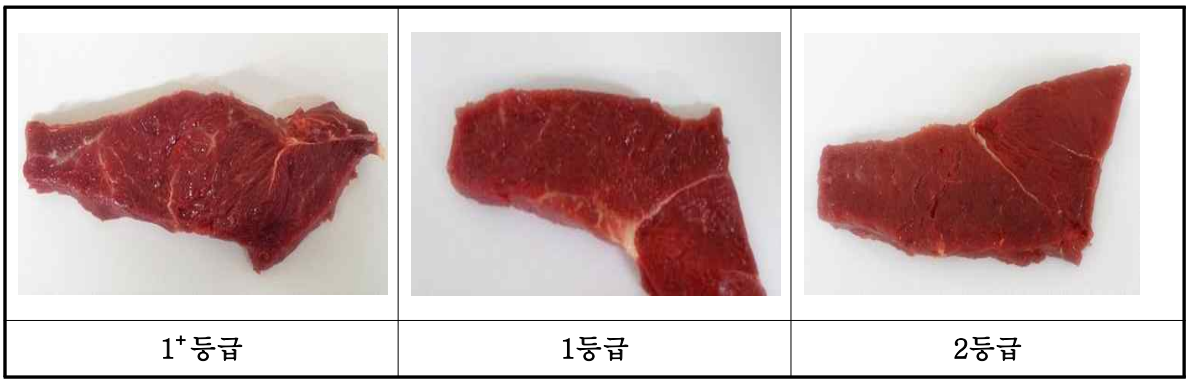


Figure 6. 말고기 육질등급별 등심근

(2) 육량등급에 따른 육질분석

말고기의 육량등급에 따른 육질특성을 분석하기 위하여 도축된 시험축을 축산물품질평가사의 평가에 의해 등급별로 구분 하였으며, 육량등급과 육질특성과의 상관관계를 분석하였다(Table 21, 22).

육량등급별 pH 측정값은 변이 폭은 크지 않았다. 하지만, 식육의 보수력을 측정하는 Drip loss항목의 경우 육량등급이 낮을수록 측정값은 크게 나타났으며, 식육의 조리시에 빠져나가는 수분량을 측정하기 위해 실시한 Cooking loss항목 측정 결과 상위등급의 측정값이 크게 나타났다. 이는 상위등급이 보유하고 있던 수분량이 많기 때문이라 판단된다.

Table 21. 육량등급에 따른 육질분석

	pH(24h)	FFU (mg)	Drip loss(%)	Cooking loss(%)	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
A등급	5.52 ±0.31	0.01 ±0.01	2.29 ±1.81	18.23 ±3.87	29.61 ±2.06	17.23 ±1.29	4.89 ±1.71
B등급	5.61 ±0.18	0.02 ±0.02	2.73 ±2.31	19.55 ±5.58	30.30 ±2.49	17.15 ±1.60	5.43 ±1.37
C등급	5.59 ±0.12	0.01 ±0.00	2.77 ±2.39	15.76 ±4.61	31.87 ±2.84	17.62 ±1.89	5.53 ±2.21

육량등급에 따른 조직감의 분석을 살펴보면, 상위등급의 hardness(경도)가 높게 측정되었다. 이는 하위등급에 비해 식육 조리시 빠져나가는 수분의 양이 많아 발생된 결과로 판단된다. 하위등급의 경우 cohesiveness(응집성), springiness(탄력성)측정항목의 값이 높았으며, adhesiveness(부착성)항목의 경우 상위등급이 높게 분석되었다.

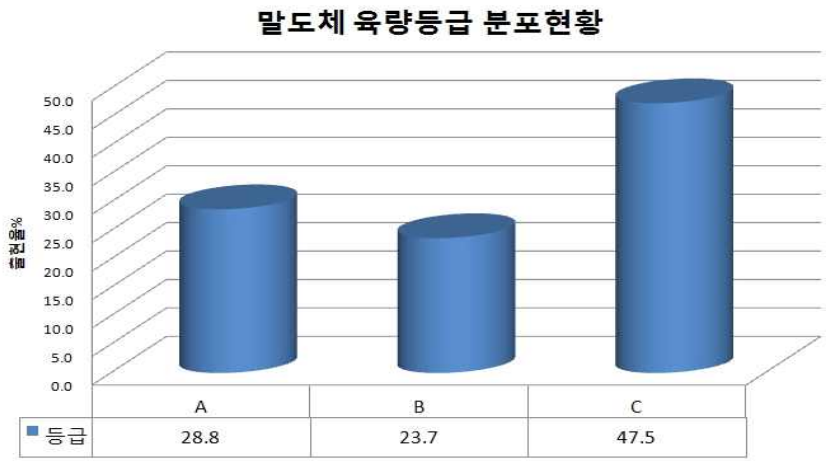


Figure 7. 말고기 육량등급 분포도

Table 22. 육량등급에 따른 조직감

	hardness	cohesiveness	springiness	adhesiveness	gumminess	chewiness	resilience
A 등급	34.26 ±9.28	0.46 ±0.09	0.68 ±0.13	-3.85 ±3.39	15.46 ±5.07	11.14 ±4.27	0.12 ±0.01
B 등급	32.49 ±7.82	0.49 ±0.05	0.73 ±0.10	-2.71 ±1.32	16.07 ±4.05	12.35 ±4.35	0.13 ±0.02
C 등급	31.67 ±7.57	0.73 ±1.21	1.00 ±1.32	-2.53 ±1.84	15.12 ±5.36	13.14 ±6.42	0.13 ±0.03

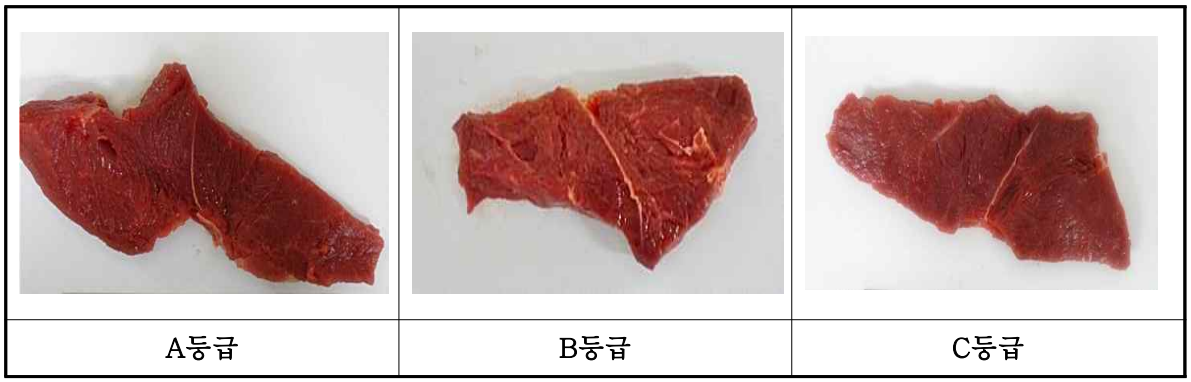


Figure 8. 말고기 육량등급별 등심근

(3) 최종등급판정에 따른 육질분석

도축이 완료된 시험축을 축산물품질평가사의 최종 평가에 의하여 판정된 최종등급 별 도체의 특성을 분석하였다(Table 23, 24).

도체의 품질 및 특성분석 항목 중 pH측정 결과 가장 높은 값을 나타내는 등급은 1^{+}B등급이었으며, 1A, 2B등급이 다소 높게 측정되었다. 1^{+}C, 1B, 2A등급은 다소 낮은 값으로 측정되었다. 식육의 보수력과 밀접한 Drip loss의 측정 결과 1B, 2C, 1C, 2A가 다소 높은 값을 나타내었으며, 2B, 1A, 1^{+}C, 1^{+}B가 다소 낮은 값을 나타내어 상위등급이 하위등급에 비하여 보수력이 우수하게 측정 되었다. 식육의 조리시에 빠져나오는 수분량을 측정하기 위한 Cooking loss의 측정 결과 2B, 2A, 1B, 1A가 높게 측정되었으며, 2C, 1C, 1^{+}B, 1^{+}C가 낮게 측정되었다. 식육의 육색항목 측정결과 나타내는 L*값인 명도(Lightness), a*값을 나타내는 적색도(Redness), b*값을 나타내는 황색도(Yellowness)는 최종등급과 밀접하게 관여되어 있지 않았다.

Table 23. 최종 등급에 따른 육질분석

	pH(24h)	FFU (mg)	Drip loss(%)	Cooking loss(%)	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
1⁺B	5.9	0.00	0.52	14.54	32.99	15.56	3.95
1⁺C	5.55	0.00	1.32	6.83	30.66	16.44	5.53
1A	5.77 ±0.35	0.01 ±0.01	1.70 ±0.39	17.69 ±3.32	29.43 ±1.35	17.94 ±1.62	5.28 ±2.19
1B	5.44 ±0.25	0.01 ±0.00	3.67 ±3.02	18.43 ±2.90	30.82 ±2.88	17.56 ±2.54	5.93 ±0.57
1C	5.55 ±0.12	0.01 ±0.01	2.68 ±2.37	14.05 ±2.36	30.41 ±2.04	18.75 ±1.69	5.92 ±2.28
2A	5.39 ±0.21	0.01 ±0.01	2.56 ±2.14	18.46 ±4.19	29.70 ±2.40	16.88 ±1.00	4.69 ±1.52
2B	5.64 ±0.06	0.02 ±0.02	2.44 ±1.92	20.73 ±6.63	29.69 ±2.40	17.20 ±1.26	5.42 ±1.59
2C	5.60 ±0.12	0.01 ±0.00	2.87 ±2.49	16.72 ±4.64	32.44 ±3.02	17.32 ±1.91	5.40 ±2.32

도체의 품질 및 특성분석을 위하여 조직감 분석을 실시하였다.(Table 24) 분석결과 Hardness(경도)측정 값은 1B등급이 37.22±2.73으로 가장 높았으며, 1⁺C, 2A, 2B가 2C, 1C, 1A, 1⁺A 비해 높은 측정값을 나타냈다. 식육의 응집성을 나타내는 cohesiveness의 측정 결과 2C, 1⁺C, 1⁺B, 1B가 높은 값을 나타냈으며, 1C, 2B, 1A, 2A가 다소 낮은 측정값으로 나타났다. springiness(탄력성)의 측정결과는 2C등급이 1.09±1.53이 가장 높게 측정되었으며, 1B, 1C, 1⁺B, 2B, 1A, 1⁺C, 2A등급 순서로 분석되었다. 사람이 식육을 섭취하였을 때 느끼는 씹힘성(gumminess)의 측정결과 1⁺B, 1A, 1C, 2C등급이 높게 측정되었으며, 2B, 1B, 1⁺C, 2A등급이 다소 낮게 측정 되었다. 식육 섭취시 발생하는 부착성(adhesiveness)의 분석 결과 1⁺C등급이 가장 높게 측정되었으며, 1B, 2A, 2B등급이 높은 등급으로 나타났다. 이에 비해 2C, 1C, 1A, 1⁺B등급은 다소 낮게 측정되었다.

Figure 9. 말도체 최종등급판정 현황

Table 24. 최종 등급에 따른 조직감

	hardness	cohesiveness	springiness	adhesiveness	gumminess	chewiness	resilience
1⁺B	18.70	0.50	0.72	-1.36	9.47	6.88	0.11
1⁺C	35.66	0.52	0.69	-4.27	18.91	13.21	0.11
1A	28.66 ±5.59	0.46 ±0.12	0.70 ±0.16	-1.89 ±1.66	12.92 ±3.16	9.88 ±3.41	0.12 ±0.01
1B	37.22 ±2.73	0.49 ±0.08	0.78 ±0.13	-2.83 ±1.59	17.98 ±3.96	14.41 ±5.02	0.13 ±0.01
1C	30.85 ±2.77	0.48 ±0.03	0.77 ±0.06	-2.39 ±1.14	14.68 ±1.71	11.26 ±1.08	0.13 ±0.01
2A	36.59 ±9.68	0.45 ±0.08	0.66 ±0.13	-4.66 ±3.64	16.52 ±5.45	11.66 ±4.61	0.12 ±0.01
2B	31.92 ±7.83	0.48 ±0.03	0.71 ±0.08	-2.81 ±1.27	15.94 ±3.62	12.00 ±3.85	0.14 ±0.02
2C	31.72 ±8.63	0.82 ±1.40	1.09 ±1.53	-2.49 ±2.02	15.06 ±6.14	13.70 ±7.39	0.13 ±0.03

다. 품종(제주마, 제주산마, 더러브렛)에 따른 육질 상관분석

Table 25. 품종별 말고기의 기초육질평가

	pH(24h)	FFU (mg)	Drip loss(%)	Cooking loss(%)	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
제주산마	5.59 ±0.21	0.01 ±0.01	2.75 ±2.33	18.08[a] ±4.66	30.87 ±2.80	17.34 ±1.67	5.30 ±2.00
제주마	5.48 ±0.15	0.01 ±0.01	1.85 ±0.57	12.13[b] ±2.88	30.60 ±2.06	17.54 ±1.64	5.31 ±1.20
더러브렛	5.40 ±0.03	0.02 ±0.02	1.63 ±0.41	17.91[a] ±1.35	28.81 ±0.53	18.87 ±1.07	5.45 ±0.26

기초육질검사를 위해 분석된 등심의 육질평가 자료를 바탕으로 말 품종이 말고기 육질에 영향을 미치는지 상관분석을 실시하였다(Table 25). 최종pH를 나타내는 24시간째 pH는 품종에 상관없이 정상적인 사후대사가 이루어진 식육의 pH를 나타냈다.

여과지흡수법, FFU(filter-paper fluid up take)의 경우 등심근을 절단하여 20분간 방치하여 5.5cm 여과지에 묻어나오는 수분량을 측정하는 방법이다. 품종간에는 차이가 나타나지 않았다. 제주산마의 경우 유리육즙량이 다른 품종에 비해 2.75%±2.33으로 보수력이 낮은 것으로 측정되었다. 또 가열 후 유리되는 수분량 또한 제주산마가 18.08%±4.66, 제주마 12.13%±2.83, 더러브렛 1.63±0.41으로 제주마가 가장 우수한 보수력을 나타냈다. 가열감량(cooking loss)분석 결과 제주마 12.13±2.88로 제주산마(18.08±4.66), 더러브렛(17.91±1.35)보다 조리 후 빠져나오는

유리 육즙량이 적게 나타났다. 육색측정에서는 품종간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 26는 품종별 말고기의 조직감 측정 결과를 나타내었다. 조직감 항목중 가장 중요한 경도(hardness) 항목에서 더러브렛이 28.49±4.56으로 측정되어 다른 품종에 비해 경도 값이 낮은 것으로 측정되었으나, 본 연구에 사용된 더러브렛은 2두로 분석두수가 작기 때문에 향후 추가 분석이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Table 26. 품종별 말고기의 조직감

	hardness	cohesiveness	springiness	adhesiveness	gumminess	chewiness	resilience
제주산마	32.35[a] ±8.57	0.61 ±0.90	0.86 ±0.99	-2.98 ±2.47	15.47 ±5.25	12.54 ±5.77	0.13 ±0.03
제주마	33.28[a] ±3.24	0.47 ±0.05	0.73 ±0.09	-3.03 ±1.73	15.60 ±2.40	11.49 ±1.76	0.13 ±0.01
더러브렛	28.49[b] ±4.56	0.54 ±0.04	0.77 ±0.03	-2.69 ±1.30	15.42 ±3.72	11.87 ±3.39	0.13 ±0.01

라. 성별(수컷, 거세, 암컷)에 따른 육질 상관분석

기초육질검사를 통해 분석된 등심의 육질평가를 바탕으로 시험축의 성별이 도체특성에 미치는 영향을 상관분석을 실시하였다(Table 27). 성별에 따른 육질평가 분석결과를 보면 암컷이 수컷과 거세마에 비해 pH가 높게 유지 되었다. 식육의 보수성을 나타내는 Drip loss의 항목 분석결과 거세마의 Drip loss가 가장 높게 측정되었다. 이는 암컷의 2.28±1.36 보다 약 1.19 높은 값으로 암컷에 비해 보수력이 떨어짐을 확인 할 수 있었다. Drip loss와 연관 되어 조리시에 식육에서 빠져나오는 수분량을 측정하는 Cooking loss의 항목 분석 결과 암컷의 거세마에 비해 높게 측정되었는데 이는, 암컷의 식육이 거세마, 수컷에 비해 많은 양의 수분을 내포하고 있기 때문이라 판단된다.

Table 27. 성별 말고기의 기초육질평가

	pH(24h)	FFU (mg)	Drip loss(%)	Cooking loss(%)	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
암컷	5.49 ±0.20	0.01 ±0.01	2.28 ±1.36	17.84 ±5.16	30.27 ±2.33	17.78 ±1.73	5.16 ±2.18
수컷	5.43 ±0.19	0.01 ±0.01	2.70 ±2.49	17.39 ±4.35	31.02 ±2.94	16.62 ±1.62	5.16 ±1.73
거세	5.42 ±0.22	0.01 ±0.00	3.47 ±3.17	14.31 ±6.16	31.46 ±2.35	16.11 ±0.37	5.41 ±0.17

성별이 도체품질특성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 조직감 분석을 실시하였다(Table 28). 분석결과 식육의 경도를 나타내는 Hardness(경도)의 측정 결과 거세마가 가장 높게 측정되었으며, 수컷, 암컷 순으로 분석되었다. 이는 식육의 섭취시 거세마의 육질이 가장 단단하게

느껴짐을 나타낸다. 수컷의 도체품질특성 분석결과 cohesiveness(응집성), springiness(탄력성) 항목이 높게 측정되었다. 암컷의 경우 gumminess(씹힘성)의 측정값은 높았으나, adhesiveness (부착성)은 낮은 값이 나타났다. 거세마의 경우 암컷과 반대로 adhesiveness(부착성)이 높게 측정되었고, gumminess(씹힘성)이 높게 측정되었다. 수컷의 경우 거세마, 암컷에 비해 adhesiveness(부착성), gumminess(씹힘성) 낮게 측정 되었다.

Table 28. 품종별 말고기의 조직감

	hardness	cohesiveness	springiness	adhesiveness	gumminess	chewiness	resilience
암컷	31.86 ±7.46	0.48 ±0.08	0.72 ±0.11	-3.24 ±2.50	15.59 ±4.65	11.79 ±4.20	0.12 ±0.01
수컷	32.78 ±8.78	0.72 ±1.13	0.96 ±1.24	-2.61 ±2.34	15.09 ±5.29	12.78 ±6.30	0.13 ±0.03
거세	35.54 ±4.84	0.46 ±0.06	0.74 ±0.12	-3.06 ±1.51	16.36 ±4.04	12.26 ±3.70	0.13 ±0.01

마. 말고기 성분 분석

(1) 말고기 조지방함유량 분석

말고기 조지방함유량 분석에 이용된 시험축은 도축시 생체중은 320kg였으며, 도체중 205kg, 지육율 64.06%로 나타났다. 시험축의 도체 전체중 반도체(102kg)를 이용하여 분할 분석하였다 (Table 29). 각각의 분할 부위에서 채취한 250g의 말고기 시료에 대한 조지방함량 분석을 실시하였다.

말의 육량등급판정은 소 도체 등급판정 항목과 같은 항목으로 평가되었다. 육질등급은 근내지방도(Marbling), 육색, 지방색, 조직감, 성숙도에 따라 1+, 1, 2등급으로 구분하였다. 등급이 높을수록 근내지방도 점수가 높으며 이에 따라 조지방함량도 높게 나타났다.

Table 29. 육질등급에 따른 조지방함량

	mean	standard deviation	Minimum	Maximum
1등급	5.34	1.79	3.63	7.40
2등급	3.43	1.20	1.68	6.68

육량등급에 따른 조지방 함유량을 분석해 보면 B등급이 가장 높은 함유량 (4.07±1.37)을 나타냈으며, C등급과 A등급의 순으로 분석되었다. 이는 육량등급이 상하와 깊은 연관성을 찾기는 어렵다고 분석되었다(Table 30).

Table 30. 육량등급에 따른 조지방함량

	mean	standard deviation	Minimum	Maximim
A 등급	3.52	1.82	2.16	7.40
B 등급	4.07	1.37	1.76	6.43
C 등급	3.95	1.59	1.68	7.54

최종등급에 따른 조지방함량을 분석결과 최종등급이 높을수록 조지방의 함량이 높다는 것을 분석할수있었다(Table 31). 이는 육량등급이 미치는 영향 보다는 육질등급이 미치는 영향이 크다고 볼 수 있다.

Table 31. 최종 등급별 조지방 함량

	mean	standard deviation
1A 등급	5.52	2.67
1B 등급	5.13	1.36
1C 등급	5.50	2.89
2A 등급	2.73	0.66
2B 등급	3.55	1.14
2C 등급	3.72	1.34

(2) 말고기 일반 성분 분석

말고기 일반성분분석에 이용된 시험축은 도축시 생체중은 320kg였으며, 도체중205kg, 지육율 64.06%로 나타났다. 시험축의 도체 전체중 반도체(102kg)를 이용하여 분할 분석하였다(Table 32). 각각의 분할 부위에서 채취한 말고기 시료에 대한 일반성분 분석이 진행되었다.

Table 32. 소분할 부위 일반성분 분석

대분할	소분할	수분(%)	회분(%)	조단백질(%)	조지방(%)	탄수화물(%)	열량(kcal/100g)
앞다리	사태	72.96	1.21	24.59	1.22	0.02	109.45
	꾸리살	72.16	1.22	22.55	3.26	0.81	122.78
	앞다리살	71.51	1.16	23.53	3.79	0	128.29
	부채덧살	70.82	1.13	21.63	4.29	2.14	133.66
	부채살	70.73	1.02	21.41	6.83	0.01	147.11
목심	차돌박이	74.99	1.25	22.34	1.41	0	102.09
	목심살	73.45	1.05	23.25	2.23	0.02	113.15
	피받이	69.66	1.12	22.79	4.49	1.95	139.3
등심	윗등심	67.66	1.11	21.03	10.19	0.02	175.85
	아랫등심	69.96	1.08	24.96	3.86	0.14	135.13
갈비	토시살	67.61	1.18	21.09	5.01	5.11	149.91
	제비추리	73.14	1.15	22.47	3.22	0.02	118.95
	안창	67.18	1.02	19.97	5.25	6.58	153.48
	갈비	62.21	0.83	20.56	14.3	2.11	219.37
	갈비덧살	71.08	1.14	22.18	4.7	0.9	134.58
양지	양지머리	72.82	1.21	22.02	3.63	0.32	122.01
	업진살	64.18	0.88	19.69	13.48	1.76	207.2
	치마살	70.12	1.05	21.71	7.11	0.01	150.87
안심	안심	73.68	1.15	21.93	3.22	0.03	116.77
채끝	채끝	71.5	1.11	24.96	2.42	0	121.65
우둔	우둔	69.47	1.41	26.23	2.32	0.57	128.07
	홍두께	71.04	1.26	23.86	2.88	0.96	125.24
	뒷사태	71.04	1.27	26.26	1.43	0	117.92
설도	도가니	73.61	1.18	21.19	4.01	0.01	120.87
	설깃살	71.02	1.23	22.93	1.94	2.88	120.71
	보섭	69.08	1.22	25.5	4.17	0.02	139.66

바. 말고기 부위별 도체 무게 및 정육율

(1) 대분할 부위

대분할 부분육별로 생체수율은 앞다리 10.75%, 목심 8.69%, 등심 7.67%, 갈비 10.35%, 양지 15.1%, 안심 2.76%, 채끝 3.94%, 우둔 7.67%, 사태 2.90%, 설도 16.86%로 분석되었다(Table 33).

Table 33. 말 반도체 대분할 부위별 무게 및 대분할부위 생체수율

대분할 부위	대분할 무게(kg)	대분할 도체수율(%)
앞다리	10.96	10.75
목심	8.86	8.69
등심	7.82	7.67
갈비	10.56	10.35
양지	15.4	15.10
안심	2.82	2.76
채끝	4.02	3.94
우둔	7.82	7.67
사태	2.96	2.90
설도	17.2	16.86

(2) 소분할 부위

소분할 부분육별로 생체수율은 사태 2.45%, 꾸리살 0.84%, 앞다리살 3.65%, 부채덧살 1.88%, 부채살 1.92%, 차돌백이 2.25%, 목심살 3.35%, 피받이 3.08%, 윗등심 4%, 아랫등심 3.67%, 토시살 0.49%, 제비추리 0.16%, 안창살 0.86%, 마구리 0.88%, 하마구리 0.47%, 갈비 7.49%, 양지머리 5.1%, 업진살 6.2%, 치마살 3.8%, 안심 2.76%, 채끝 3.94%, 우둔살 5.84%, 홍두깨살 1.82%, 뒷사태 2.9%, 도가니살 5.04%, 설깃살 6.84%, 보섭살 4.98%로 측정되었다(Table 34).

Table 34. 말 반도체 소분할 부위별 무게 및 소분할부위 도체수율

대분할 부위	소분할 부위	소분할 무게(kg)	소분할 도체수율(%)
앞다리	사태	2.5	2.45
	꾸리살	0.86	0.84
	앞다리살	3.72	3.65
	부채덧살	1.92	1.88
	부채살	1.96	1.92
목심	차돌백이	2.3	2.25
	목심살	3.42	3.35
	피받이	3.14	3.08
등심	윗등심	4.08	4.00
	아랫등심	3.74	3.67
갈비	토시살	0.5	0.49
	제비추리	0.16	0.16
	안창살	0.88	0.86
	마구리	0.9	0.88
	하마구리	0.48	0.47
	갈비	7.64	7.49
양지	양지머리	5.2	5.10
	업진살	6.32	6.20
	치마살	3.88	3.80
안심	안심	2.82	2.76
채끝	채끝	4.02	3.94
우둔	우둔살	5.96	5.84
	홍두깨살	1.86	1.82
사태	뒷사태	2.96	2.90
설도	도가니살	5.14	5.04
	설깃살	6.98	6.84
	보섭살	5.08	4.98

(3) 뼈 부위별 무게 및 뼈부위 생산수율

비육이 완료된 시험축의 도축시 생체중은 320kg였으며, 도체중 205kg, 지육율 64.06%로 나타났다. 시험축의 도체 전체중 반도체(102kg)를 이용하여 분할 분석하였다(Table 35). 뼈부위별로 생체수율은 요골 0.88%, 견갑골 0.59%, 상완골 1.06%, 경추 1.41%, 갈비등뼈 1.88%, 요추 0.82%. 좌골 2.1%, 경골 1.59%, 대퇴골 1.88%로 측정 되었다. 반도체중 뼈부위가 차지하는 비율은 12.21%로 나타났다.

Table 35. 말 반도체 뼈 부위별 무게 및 뼈부위 도체수율

뼈 부위	뼈 부위 무게(kg)	뼈 부위 생산율(%)
요골	0.9	0.88
견갑골	0.6	0.59
상완골	1.08	1.06
경추	1.44	1.41
갈비등뼈	1.92	1.88
요추	0.84	0.82
좌골	2.14	2.10
경골	1.62	1.59
대퇴골	1.92	1.88

(4) 말고기 소분할 부위별 육색 측정

말고기 소분할 부위별 육색 측정에 이용된 시험축은 도축시 생체중은 320kg였으며, 도체중 205kg, 지육율 64.06%로 나타났다. 시험축의 도체 전체중 반도체(102kg)를 이용하여 분할 분석하였다(Table 36). 각각의 분할 부위에 Minolta chromameter(Model CR-300, Minolta Camera co. Osaka., Japan)을 3번씩 반복하여 L*값인 명도(Lightness), a*값을 나타내는 적색도(Redness), b*값을 나타내는 황색도(Yellowness)를 측정하였다(표준화 작업 Y=91.7, x=0.3138, y=0.3200 인 표준색판사용).

Table 36. 소분할 부위별 육색

대분할	소분할	Lightness(L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
앞다리	사태	33.08±0.32	19.37±0.14	6.84±1.81
	꾸리살	34.93±4.56	19.12±1.42	7.43±0.44
	앞다리살	31.03±0.21	21.49±2.02	8.73±2.30
	부채덧살	30.50±1.69	21.40±0.88	7.89±0.01
	부채살	34.44±2.24	21.39±2.56	8.66±4.32
목심	차돌백이	31.70±2.67	19.90±1.40	6.29±0.65
	목심살	31.34±2.44	19.19±0.54	5.96±0.43
	피받이	34.21±0.74	21.94±1.32	8.94±0.82
등심	윗등심	33.46±0.91	20.86±3.23	8.33±2.40
	아랫등심	31.26±1.20	22.67±1.09	9.85±2.10
갈비	토시살	32.14±0.19	23.62±0.79	10.76±0.78
	제비추리	32.62±0.19	20.20±0.41	7.71±0.55
	안창살	32.73±0.86	21.34±1.47	7.92±1.42
	갈비	36.67±2.91	23.87±0.73	12.19±2.69
양지	양지머리	32.44±0.35	21.94±0.58	9.33±0.04
	업진살	35.79±3.13	22.15±4.16	10.40±3.74
	치마살	34.67±0.70	21.05±0.84	8.35±1.46
안심	안심	29.11±0.90	22.90±1.53	8.91±1.80
채끝	채끝	31.06±0.04	20.21±1.75	7.88±0.78
우둔	우둔살	29.76±3.49	19.27±0.13	6.93±0.16
	홍두깨살	36.00±3.28	18.93±1.56	8.41±0.52
사태	뒷사태	31.17±3.10	19.61±0.58	6.47±1.10
설도	도가니살	34.98±0.83	19.79±0.16	7.41±0.58
	설깃살	33.88±2.09	20.90±1.21	8.85±0.38

사. 말고기의 조직학적 특성

근섬유특성(muscle fiber characteristics)은 적육생산능력 및 육질관련 형질에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 근육은 근섬유로 이루어져 있으며, 근육생산량은 근섬유의 수와 크기에 의해 결정되지만, 육질은 근섬유 수와 크기보다는 근섬유조성에 의해 크게 영향을 받는다. 따라서 본 연구에서는 말고기 부위별 조직학적 특성 비교를 위해 사후 45분에 도체에서 토시살, 앞다리살, 목심살을 채취하였고, 조직의 변성을 막기 위해 액체질소에 침지하여 실험에 이용하였다. 근섬유의 단편은 미세절편기(DM 1950, Leica co., Mannheim, Germany)를 사용하여 10 ㎛ 두께로 절편 하였으며, 조직의 변성을 막기 위하여 -20℃를 유지하며 채취하였다. 채취한 절편은 myosin ATPase activity를 이용하여 근섬유 조성분석법을 실시하고 현미경(DM2500, Lecia, Germany)을 사용하여 관찰하였다. Image-Pro Plus(Image & Graphics, Seoul, Korea)를 이용하여 단위면적당 근섬유 수를 측정하였다.

말고기 부위별 조직학적 특성은 Table 37에 나타나 있다. 근육 Type별 근섬유단면적 크기(area(㎛^{2})), 근섬유밀도도(area(%)), 근섬유수(number(%))를 분석하였다. 적색근(Type I)은 토시살이 481.99±236.27로 앞다리살(445.29±188.83), 목심살(452.66±160)보다 많이 나타났다. 본 연구를 시작하기 전에 말고기의 근육조성은 적육의 대표인 소고기처럼 적색근으로 이루어졌을 것으로 판단하였으나 백색근(TypeⅡ) 비율이 56~40%로 나타났다. 이는 사후대사에도 영향을 미칠 것으로 판단된다.

Table 37. 말고기 부위별 조직학적 특성

Muscle fiber type	Type Ⅰ			Type Ⅱ		
	area(㎛^{2})	area(%)	number (%)	area(㎛^{2})	area(%)	number (%)
토시살	481.99 ±236.27	59.58 ±28.68	56.31 ±23.64	328.95 ±41.83	40.42 ±28.68	43.69 ±23.64
앞다리살	445.29 ±188.83	56.77 ±31.31	56.08 ±22.90	358.15 ±85.71	43.23 ±31.31	43.92 ±22.90
목심살	452.66 ±160.08	52.46 ±24.98	47.54 ±23.37	537.67 ±159.00	56.27 ±24.98	43.73 ±23.37

Figure 10은 Data logger pH meter(Model pH-230SD, Lutron, Taiwan)를 이용하여 말도체의 사후 pH를 측정한 결과이다. 적색근섬유의 비율이 높은 소고기는 사후해당속도가 백색근섬유의 비율이 높은 닭고기나 돼지고기 보다 느리다. 이는 백색근섬유는 해당과정에 관여하는 효소가 많고 혐기적 대사를 하기 때문에 도축 후 산소공급이 중단되어도 대사가 일어나 pH가 떨어져지며 이는 품질에 영향을 준다. 본 연구에서 pH측정 결과 사후 말고기는 빠른 속도로 pH가 강하하는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 품질에도 영향을 주기 때문에 도축방법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

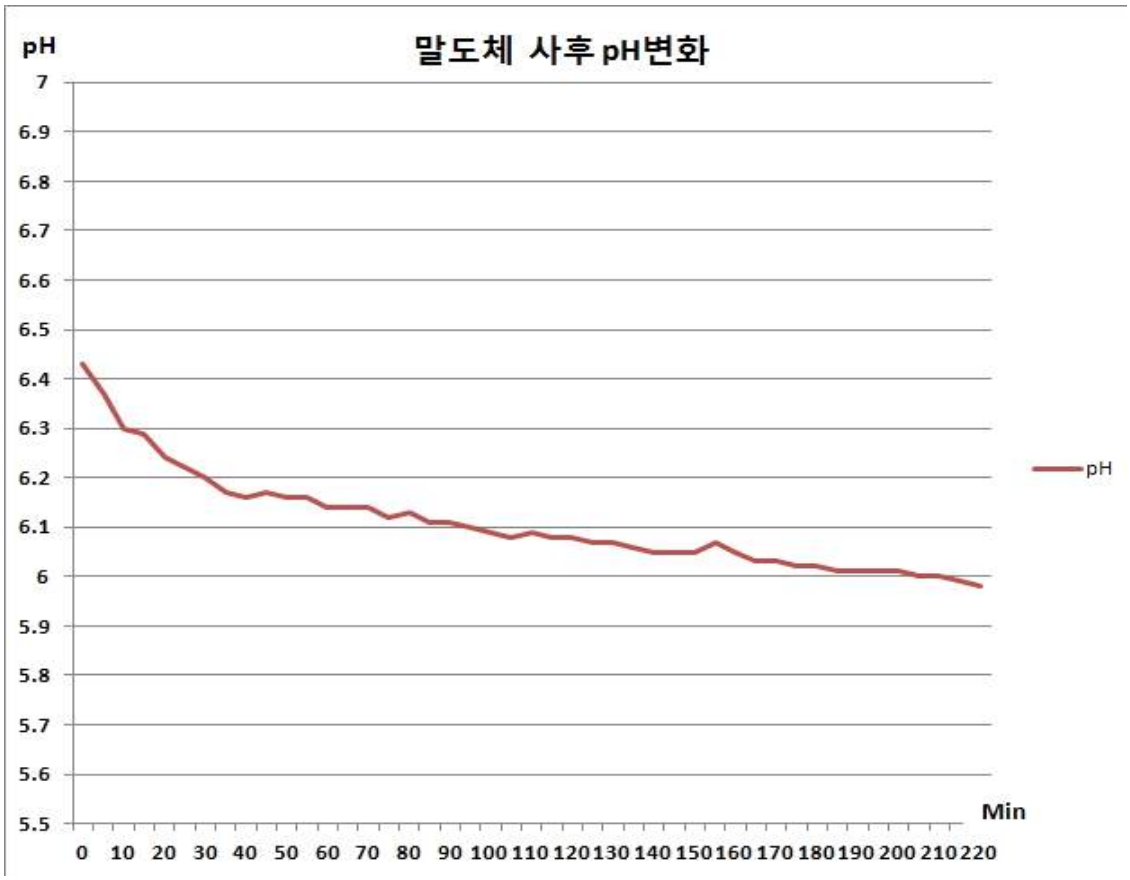


Figure 10. 말도체 사후 pH변화

아. 관능평가

말고기의 기호도와 조리시 특징을 분석하기 위하여 말고기 요리 관능평가를 실시하였다. 관능검사를 위해 훈련된 전문패널 5명을 선발하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사 항목은 비가열 조리식품 8개와 가열조리식품 9개 총 17개의 요리를 외관, 색, 조직감, 맛, 풍미, 전체적 기호도 총6항목에 나누어 평가하였으며 5점도법의 평가방법을 사용하였다. 대체적으로 비가열요리에 비하여 가열요리의 기호도가 높게 평가 되었다. 가장 높은 점수를 평가받은 요리는 말고기 사골국이였으며(4.5±0.42), 가장낮은 점수를 평가받은 요리는 지라요리였다(2.0±0.71). 말고기 사골국의 경우 외관, 색, 풍미 항목에서 골고루 높은점수를 평가받은 반면, 지라의 경우 전항목에서 낮은 점수를 나타냈다. 비가열 요리중에 높은 점수를 받은 요리는 육회였으며, 비가열 요리는 평소에 접할 수 없는 특수부위가 많아 처음 접하는 소비자는 호불호가 갈릴듯하다. 가열요리 중 낮은 점수를 받은 요리는 내장(수육)이였다. 내장(수육)을 제외한 나머지 가열요리들은 높은 점수를 평가 받았다.

Table 38. 말고기 요리 관능평가

	부위	외관	색	조직감	맛	풍미	전체적 기호도
비가열	지라	2.4^{b}±0.5	2.8^{ab}±0.8	2.2^{b}±0.4	1.8^{b}±0.2	1.6^{b}±0.8	2.0^{b}±0.7
	간	3.2^{ab}±0.4	3.0^{ab}±0.7	4.0^{a}±1.0	3.3^{ab}±0.3	2.8^{ab}±0.8	3.3^{ab}±0.9
	염통	3.4^{ab}±0.5	2.6^{b}±0.5	3.0^{b}±0.8	2.4^{ab}±0.2	2.3^{ab}±0.9	2.4^{b}±1.1
	울대	2.8^{ab}±1.1	2.8^{ab}±0.8	2.4^{b}±0.5	2.2^{b}±0.2	2.6^{ab}±0.5	2.6^{ab}±0.5
	등골	2.3^{b}±0.7	2.7^{ab}±0.9	3.0^{b}±1.7	2.7^{ab}±0.3	2.7^{ab}±0.5	2.7^{ab}±0.5
	채끝(사시미)	4.1^{a}±0.2	4.0^{a}±0.2	4.2^{a}±0.4	3.6^{a}±0.6	3.2^{a}±0.8	3.8^{a}±0.4
	우둔(육회)	4.1^{a}±0.7	3.8^{a}±0.4	4.0^{a}±0.2	3.6^{a}±0.5	3.5^{a}±0.8	4.1^{a}±0.5
	초밥	4.2^{a}±0.8	3.7^{a}±0.4	3.5^{ab}±0.5	3.3^{a}±0.2	3.0^{a}±0.2	3.7^{a}±0.7
가열	차돌박이	4.1^{a}±0.5	3.7^{a}±0.4	4.1^{a}±0.2	3.8^{a}±0.1	3.6^{a}±0.4	3.8^{a}±0.4
	갈비찜	4.4^{a}±0.5	4.2^{a}±0.4	3.8^{a}±0.4	3.2^{ab}±0.2	3.4^{ab}±0.8	3.7^{a}±0.9
	내장(수육)	3.6^{b}±0.5	2.8^{b}±0.8	2.0^{b}±0.7	2.6^{b}±0.6	2.4^{b}±1.5	2.8^{b}±1.1
	스테이크	4.2^{a}±0.4	4.2^{a}±0.4	2.8^{b}±0.8	3.5^{a}±0.5	3.1^{ab}±0.7	3.3^{ab}±0.4
	안심(양념)	4.2^{a}±0.4	3.9^{a}±0.5	4.0^{a}±0.7	3.9^{a}±0.1	3.9^{a}±0.5	4.1^{a}±0.7
	등심	4.4^{a}±0.5	4.0^{a}±0.7	2.8^{b}±1.1	3.8^{a}±0.1	3.6^{a}±0.8	3.5^{a}±0.8
	안창살	4.4^{a}±0.5	4.3^{a}±0.4	4.0^{a}±0.7	4.4^{a}±0.3	3.9^{a}±0.2	4.0^{a}±0.4
	갈비살	4.2^{a}±0.4	4.3^{a}±0.4	3.4^{a}±0.5	4.0^{a}±0.5	4.1^{a}±0.5	4.0^{a}±0.7
	사골국	4.5^{a}±0.3	4.0^{a}±0.4	-	4.0^{a}±0.6	5.0^{a}±0.4	4.5^{a}±0.4

2. 2차년도 연구수행 결과

가. 부위 및 등급별 선호도에 따른 전략 모델 확립

(1) 고품질 말고기 생산을 위한 부위별 특성 조사

근섬유특성(muscle fiber characteristics)은 적육생산능력 및 육질관련에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 근육은 근섬유로 이루어져 있으며, 근섬유에는 적색근섬유(TypeⅠ), 백색근섬유(TypeⅡa, TypeⅡb)로 구분 할 수 있다. 근육생산량은 근섬유수와 크기에 의해 결정되지만, 육질은 근섬유수와 크기보다는 근섬유조성에 의해 크게 영향을 받는다. 본 연구는 말고기의 부위별 조직학적 특성을 비교하기 위해 제주도 애월읍에 위치한 제주축협 축산물 공판장에서 도축되어진 제주산마에서 부위별 샘플을 채취 하였다. 실험축은 소와 같은 방법으로 도축되었으며, 도축 후 냉장고에 입고된다. 사후 45분에 도체에서 횡경막, 갈비(갈비), 뒷다리(사태), 목살(피받이), 뱃살(양지), 앞다리(앞다리), 우둔(넓적다리)에서 조직을 채취하고 조직의 온도 충격을 막기 위하여 Tissue case에 넣고 액체질소에 침지하여 채취된 조직샘플을 제주대학교로 운반하여 실험에 이용하였다. 근섬유의 단편은 세절편기(DM 1950, Leica co., Mannheim, Germany)를 사용하여 10㎛ 두께로 절편 하였으며, 조직의 온도 충격을 막기 위하여 -25℃를 유지하며 실험을 진행하였으며 채취된 근섬유 절편은 myosin ATPase activity를 이용하여 근섬유조성을 분석하였다. 적색근섬유(TypeⅠ)는 알칼리 용액으로 근원섬유 단백질의 마이오신 헤드에 있는 ATPase를 불활성화시키고 백색근섬유(TypeⅡ)는 약산성 용액으로 근원섬유 단백질의 마이오신 헤드에 있는 ATPase를 불활성화시켜 염색되는 원리를 이용하여 근섬유의 타입을 분석하였다. 분석한 내용은 Table 39 에 나타내었다.

Table 39. 말부위별 조직학적 특성

	Fiber area percentage			Fiber number percentage		
	TypeⅠ	TypeⅡa	TypeⅡb	TypeⅠ	TypeⅡa	TypeⅡb
횡경막	70.05	.	29.95	61.39	.	38.61
갈비(갈비)	.	4.16	95.84	.	6.49	93.51
뒷다리(사태)	23.15	28.75	48.10	27.32	29.51	43.17
목살(피받이)	2.86	13.87	83.27	7.85	22.94	69.22
뱃살(양지)	.	12.96	87.04	.	19.42	80.58
앞다리(앞다리)	31.16	25.47	43.38	34.71	25.62	39.67
우둔(넓적다리)	11.24	23.66	65.09	22.08	25.18	52.74

분석결과 분석항목인 적색근섬유(TypeⅠ), 백색근섬유(TypeⅡa, TypeⅡb)이 부위마다 다른 조성을 보였다. 갈비(갈비)와 뱃살(양지)은 적색근섬유(TypeⅠ)이 확인이 되지 않았다. 적색근섬유(TypeⅠ)가 가장 높은 순으로는 앞다리(앞다리) 31.16(%), 뒷다리(사태) 23.15(%), 우둔(넓적다리) 11.24(%), 목살(피받이) 2.86(%)이며 운동 활동이 많이 일어나는 부위에 적색근섬유

(Type Ⅰ)가 많이 조성되는 것으로 사료된다. 근섬유 개수 조성에서는 적색근섬유(Type Ⅰ)이 가장 높은 순으로는 근섬유 면적과 같은 앞다리(앞다리) 34.71(%), 뒷다리(사태) 27.32(%), 우둔(넓적다리) 22.08(%), 목살(피받이) 7.85(%)로 분석하였다. 갈비(갈비)와 뱃살(양지)부위에서는 적색근섬유(Type Ⅰ)이 나오지 않은 것으로 보아 닭과 오리의 대흉근에서 볼 수 있는 근섬유 조성이 분석되었다. 횡경막은 적색근섬유(Type Ⅰ)과 백색근섬유(TypeⅡb)로만 근섬유가 조성된 것으로 분석하였다.

Figure 11. 대동물의 조직학적 특성

위 Figure 11 는 돼지, 소, 말 축종별 근섬유조성 이미지이다. 근섬유 조성에 따라 도축 후 냉각방법에 대한 차이가 생긴다. 근섬유 조성에는 적색근섬유(Type Ⅰ), 백색근섬유(TypeⅡa,Ⅱb)가 있다. 근섬유의 가장 두드러진 특징은 적색근섬유와 백색근섬유의 차이이다. 적색근섬유는 백색근섬유 보다 마이오글로빈(myoglobin) 함량이 많다. 마이오글로빈은 생체에서 근육 내 산소운반과 관련이 높고 적색근섬유에는 산화적 대사에 관여하는 효소가 많지만 해당과정에 관여하는 효소는 적은 편이다. 가축의 도축 후 적색근섬유의 비율이 높은 축종일수록 사후해당속도가 백색근섬유의 비율이 높은 축종에 비해 느리다는 걸 알 수 있다. 적색근섬유는 백색근섬유에 비해 천천히 수축하기 때문에 백색근섬유 보다 쉽게 피로해지지 않지만 백색근섬유는 적색근섬유에 반대로 짧은 시간에 빠르게 수축을 하기 때문에 쉽게 피로해진다. 돼지의 경우 적색근섬유보다 백색근섬유의 비율이 높기 때문에 사후해당속도가 빠르고 pH의 하강 속도가 빠르지만 소의 경우 적색근섬유의 비율이 돼지보다는 높기 때문에 사후해당속도가 느리고 pH의 하강속도도 완만히 이루어진다. 따라서 돼지의 도축 후 취급방법은 사후강직속도가 소에 비해 빠르기 때문에 도축 후 급속냉각터널을 지난 후 24시간 이내에 5℃ 이하로 하강시킨다. 하지만 소의 경우는 돼지와는 달리 48시간까지 5℃이하가 되도록 냉각을 해야 한다. 말의 근섬유 조성은 돼지보다는 적색근섬유 비율이 높고 소와는 비슷한 비율을 갖고 있다. 현재 제주축협 축산물 공판장에서는 말의 도축과 냉각방법이 소와 같은 방법으로 관리가 되고 있는 실정이다. 말의 조직학적 특성을 고려했을 때 지금과 같은 방법으로 도축라인을 형성하게 되면 요리를 할 경우 질김현상과 풍미가 떨어짐에 따라 식육으로써의 가치가 떨어지게 된다. 이를 개선하기 위해서는 말의 특성에 적합한 도축라인 형성과 냉각방법에 대한 연구가 필요하다는 것으로 사료된다.

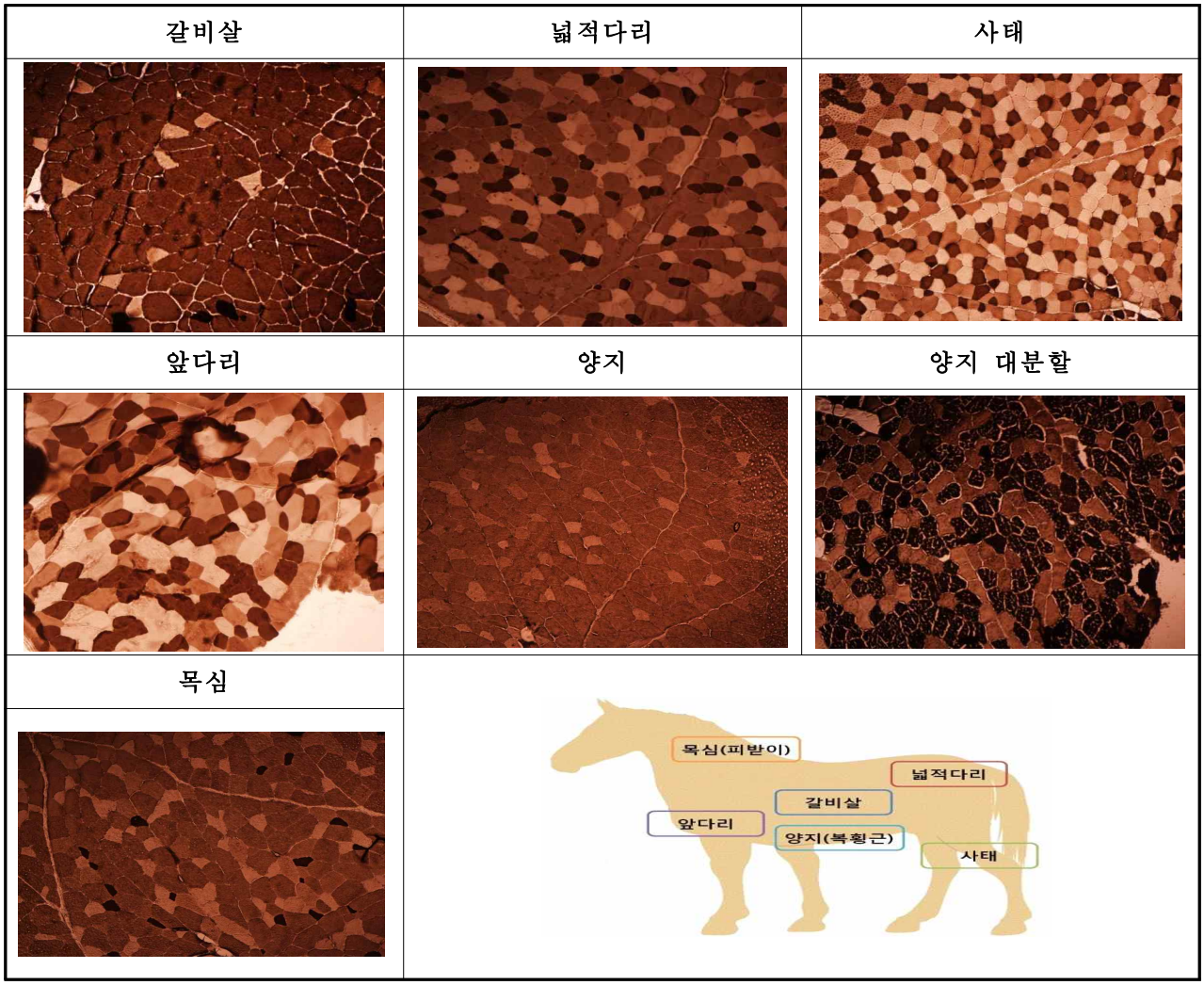


Figure 12. 말고기 부위별 조직학

(2) 사후 근육 pH변화에 따른 말도체 특성 연구

말고기를 비롯한 소와 돼지는 죽은 후 도체에서 많은 이화학적 변화들이 많이 발생한다. 도체의 온도저하에 따른 품질변화, pH의 변화에 따른 도체품질의 변화 등 여러 가지 환경에 다른 제품의 변화가 생기며, 이에 따라 제품의 질 또한 많은 변화를 가져올 수 있다. 좋은 품질의 고기를 생산하려면 좋은 사육환경과 품종, 사료등 중요한 환경적 요건들이 작용하지만, 도축 후 관리 또한 환경요건만큼 중요한 사항이라 할 수 있다.

(가) 온도와 pH의 변화 따른 제품의 변이

사후 근육의 pH 강하는 젖산의 근육 내 축적에 의한 것으로써, pH강하속도와 최종 pH는 식육동물의 종류, 근육의 종류, 환경온도, 도살방법, 도살전 후 처리방법 등에 따라 차이가 나타나며, 근육의 성질에 영향을 미치는 중요한 사후 변화이다.

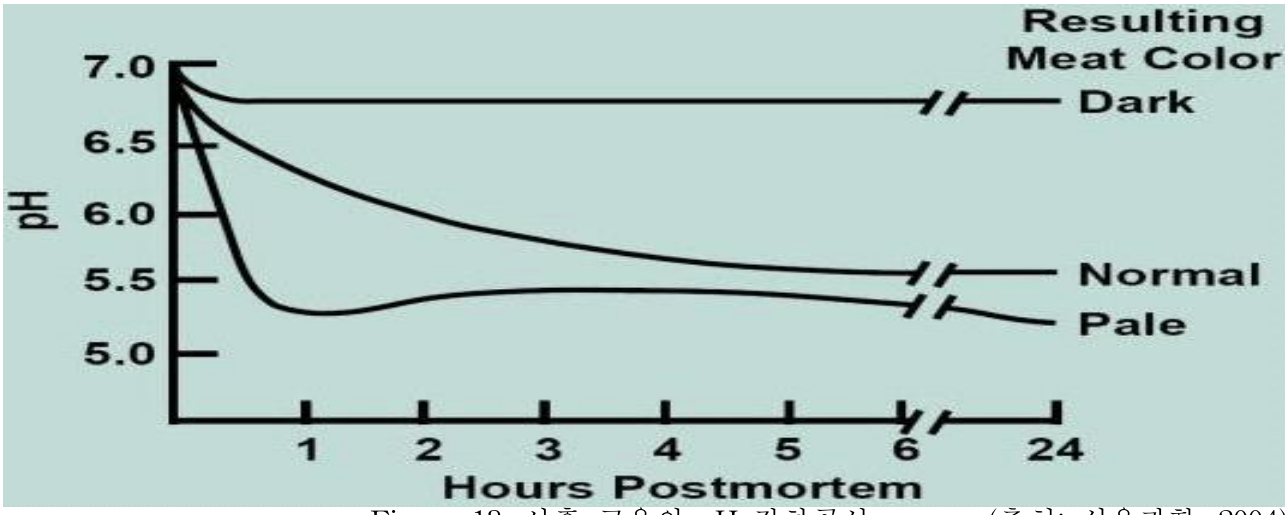


Figure 13. 사후 근육의 pH 강하곡선 (출처: 식육과학, 2004)

살아있는 근육이나 도살 직후 근육의 pH는 7.0~7.3의 범위에 있는 중성이지만, 사후 시간이 경과함에 따라 차차 강하하며 pH에 도달하게 된다. pH의 경우도 식육동물들 사이에 많은 차이가 있으나 일반적으로 pH 5.4~5.범위에 머물게 된다. 근육의 pH는 육색, 조직감, 보수성 및 미생물 증식등에 밀접한 관련을 가지고 있다. 일반적으로 식육의 pH값이 높은 경우(5.8)이상는 보수성이 좋고, 육색이 짙어지며, 단단한 조직감을 보이고 미생물 성장이 용이한 환경을 조성한다. 사후 근육의 pH 강하속도는 Figure 13와 같이 온도에 의해 크게 영향을 받는다. 일반적으로 근육의 pH는 낮은 온도보다 높은 온도에서 빠르게 강하하는데, 만약 사후 도체의 온도가 높은 상태에서 pH가 급속히 강하하면서 육단백질의 변성이 일어나게 된다. 즉, 고기제품의 변성은 높은 온도와 낮은 pH에 일어나게 된다. 이와 같이 안전하고 높은 품질의 고기를 생산하기 위해서는 사후 처리가 아주 중요한 부분이다. 말고기에서도 마찬가지로 도축 후 안전한 관리를 통해 제품의 품질을 높일 수 있다. 안전한 관리를 위해 말과 유사한 형태의 고기 품질을 나타내는 소의 사후 변화 특징을 확인을 통해 말고기의 안전한 관리법을 모색해보았다.

(나) 소의 사후 근육의 변화

근육의 식육화 과정에 방혈이 이루어진다. 방형을 통해 산소공급이 중단이 시작되고, 근육에 존재하던 마이오글로빈과 결합된 산소가 소모되게 되며, 근육은 혐기적 대사를 통해 ATP를 생성하게 된다. 즉, 포스포크레아틴의 분해 또는 글라이코겐이 젖산으로 분해되면서 사후 일정기간동안 제한된 양이지만 ATP의 생성은 지속되게 된다. 그러나 근육내 이러한 물질들의 함량은 제한되어 있기 때문에 사후 일정기간이 지나면 모두 고갈되어 사라지며, ATP생성이 완전히 중지 되게 되는데, 그렇게 되면 근육은 더 이상 수축과 이완 작용을 할 수 없게 된다. 이러한 이유로 사후 강직이 일어난다. 즉, 근육내에서 생성된 혐기성 대사의 산물인 젖산이 간으로 이행되지 못하고 근육중에 남게 되는 것이다. 근육내 젖산의 축적은 근육 내 글라이코겐이

거의 완전히 고갈될 때가지 계속되고, 이러한 젖산의 축적으로 인해 근육은 pH의 저하를 가져온다. 따라서 근육의 최종 pH는 도살 던 식육동물의 취급에 따른 근육의 상태가 사후 식육의 품질을 결정하는 중요한 요인이 된다.

(다) 말의 사후대사 측정 결과

말고기의 사후 pH의 변화와 온도변화를 측정하기 위해서 Data logger pH meter(model ph-230SD, lutron, Taiwan)를 이용하여 제주산마의 사후 pH와 온도변화를 19시간동안 측정한 결과를 figure 14, 15에 나타냈다. 사후 6시간까지 사후대사가 활발히 일어나고, 지속적인 pH저하가 확인되었다. 이후 19시까지 느린 pH저하를 보였다. 근육의 온도변화와 비교해보면, pH가 급속히 떨어진 6시간째 까지 온도의 변화도 급격하게 일어났다.

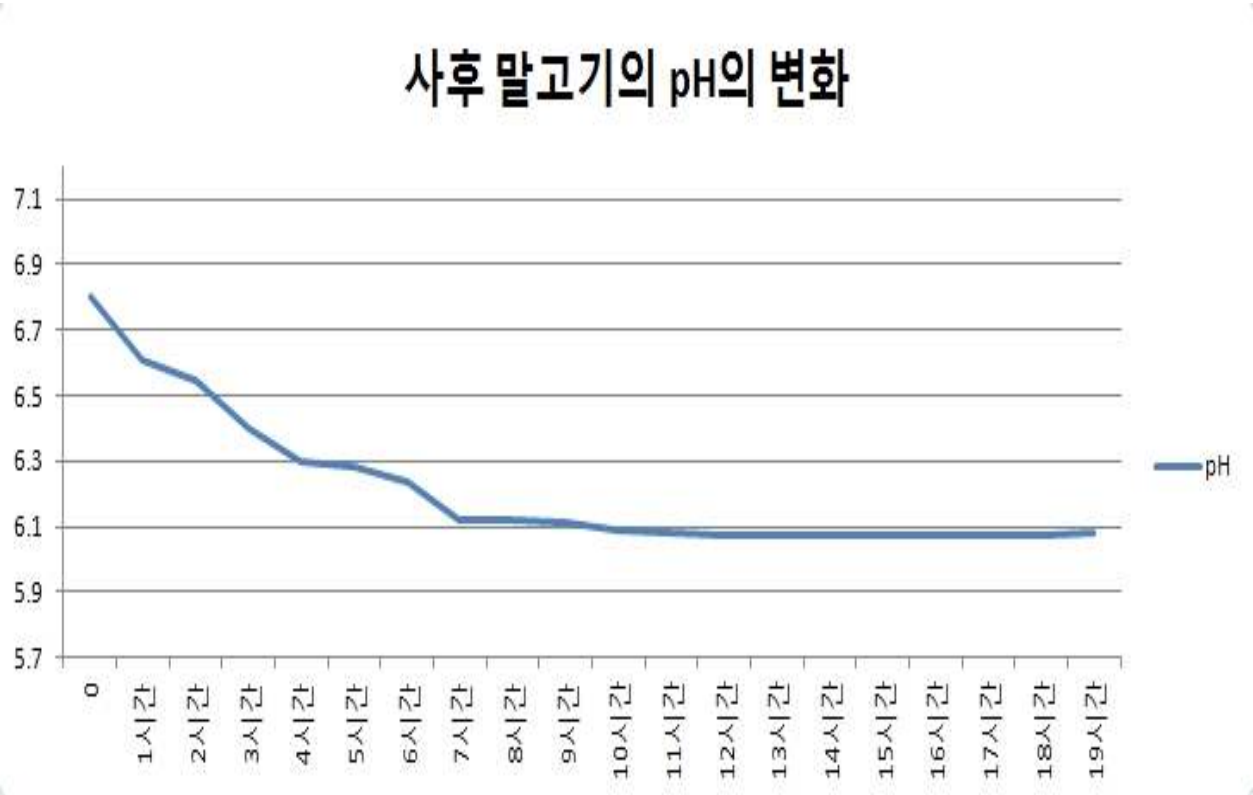


Figure 14. 제주산마의 사후 pH변화

Figure 15. 제주산마의 사후 도체온도변화

제 3 절 제1협동과제 말도체등급 및 말고기 유통지표 개발

1. 1차년도 연구수행 결과

가. 말도체 품질평가 항목 및 기준 제시

제1협동과제는 말고기의 품질향상 및 유통 표준화 유도를 위한 품질 평가 항목과 기준 보완 및 말도체 부위별 분할 정형 기준 개발이 목적이다. 말과 말고기는 국내 최대 관광지인 제주지역이 주요산지이며 주요 특산품으로 유통되고 있으나 고품질 생산체계를 위한 지표 및 유통의 표준화가 부족한 실정이다. 본 연구에서는 고품질 생산유도를 위한 등급판정 항목 및 기준의 보완과 유통구조 표준화를 위한 부위별 정형기준을 설정하고자 한다.

나. 현행 유통단계 말고기 부위별 정형방법 조사

제주지역 말고기 전문 판매점 35여곳(제주도 집계) 중 27곳을 대상으로 현행 말도체등급제도의 개선사항, 말도체 부위별 정형 방법, 부위별 용도 에 대하여 설문 조사를 실시하고 제주지역의 말고기 유통현황에 대하여 조사 하였다. (Table 40)

Table 40. 설문 응답자 유형

구분	내용	응답자 수(명)	응답율(%)
인원	남	23	85.1
	여	4	14.8
(계)		(27)	(100)
연령	20대	2	7.4
	30대	5	18.5
	40대	7	25.9
	50대	6	22.2
	60대	2	7.4
업종	생산	4	14.8
	유통	11	40.7
	판매	7	25.9
	사육+유통	1	3.7
	유통+판매	2	7.4
	사육+유통+판매	1	3.7
직책	직원	10	37.0
	중간관리자	6	22.2
	CEO	11	40.7
경력	5년이하	13	48.1
	6이상~10년이하	9	33.3
	11이상~20이하	2	7.4
	20년이상	3	11.1

(1) 말고기 유통 현황 설문조사 결과

말고기 구매시 고려사항은 비육상태(육량개념)를 중시하였고 그 다음으로 등급, 신선도, 가격, 사육월령 순으로 나타났으며, 77.8%가 부위별 거래는 하지 않은 것으로 조사되었다.(Table 41)

Table 41. 말도체 구매시 고려사항 및 부위별 거래실태조사 결과

구분	내용	응답자 수(명)	응답율(%)
말고기 구매시 고려사항 (복수응답)	비육 상태(육량개념)	16	59.2
	등급(육량+육질 개념)	7	25.9
	신선도	7	25.9
	가격	2	7.4
	사육월령(성숙도개념)	1	3.7
부위별 거래 여부	부위별 거래(여)	6	22.2
	부위별 거래(부)	11	**77.8**

축산물품질평가원에서 제주지역을 대상으로 시범실시하고 있는 말도체 등급제의 필요성에 대해서는 100% 필요하다고 응답하였으며 등급판정제도 개선에 대해서는 33.3%가 보완이 필요하다고 응답하였다. 개선사항에 대해서는 구체적으로 응답하지는 않아 등급판정기준에 대한 세부사항을 잘 알지 못하는 것으로 판단된다.(Table 42)

Table 42. 말도체 등급판정제도의 필요성

구분	내용	응답자 수(명)	응답율(%)
말도체 등급제도 필요성	필요	27	100
	불필요	0	0
등급기준 보완 필요성	적정	18	66.6
	보완	9	33.3
말도체 등급기준 개선사항	나이판정	2	7.4
	비육상태	3	11.1
	등급제 의무화	2	7.4
	육질등급 확대	2	7.4
	무응답	18	66.6

말고기는 대부분 제주지역내의 식당에서 판매되고 있으며 부위별 유통은 22.2%로 나타났다. 이렇게 저조한 이유는 말고기 분할정형기준이 마련되지 않아 말고기를 판매하는 식당에서 직접 도축하여 판매하거나 도체 단위의 거래 유통구조가 원인인 것으로 판단된다. 또한 말고기 판매를 위한 부위별 분할 정형 방법에 대한 실태조사결과 표준화된 기준은 없는 것으로 조사되었고 소도체 분할정형 기준에 준하여 분할정형을 하고 있는 것으로 조사되었다. 설문조사결과 유통업체에서는 말도체 분할 정형기준의 필요성에 대하여 100%공감하였고 대분할의 적정부위는 10개가 적당하다고 응답하였다.(Table 43)

Table 43. 말고기 부위별 분할 정형기준 필요성

구분	내용	응답자 수(명)	응답율(%)
현행 분할시 활용 기준	소도체 분할 기준	12	44.4
	소도체 기준+ 관습 활용	14	51.8
	기준 없음	2	7.4
분할정형기준 필요성	필요	27	100
	불필요	0	0
분할 정형시 적정 부위 개수 (대분할)	8개 이하	1	3.7
	10개 이하	6	22.2
	10개	19	70.3
	10개 이상	1	3.7

제주도내 말고기 판매점에서 사용하는 부위별 명칭은 소도체의 대분할 부위명칭과 유사하였다(10개부위와 특수부위, 총11개 부위), 말고기로 제공되는 요리는 구이, 생고기, 육회, 불고기, 샤브샤브 5종류가 주요 요리로 판매되고 있었으며, 소비가 많은 구이와 생고기 요리에 11개 부위 중 각 7개 부위가 이용되고 있는 것으로 조사 되었다. 특히 등심의 경우는 5가지 요리에 모두 사용되어 활용도가 가장 높은 부위로 나타났으며, 그 다음으로는 설도 및 넓적다리 부위로 4가지 요리(생고기, 육회, 불고기, 샤브샤브)에 사용 되는 것으로 조사되었다.(Table 44)

Table 44. 말고기 부위별 요리용도

부위	구이	생고기	육회	불고기	샤브샤브	계
안심	○	○				2
등심	**O**	**O**	**O**	**O**	**O**	**5**
목심				○	○	2
채끝	○			○		2
갈비	○					1
양지	○		○			2
사태		○	○			2
앞다리	○	○			○	3
설도		○	○	○	○	4
넓적다리		○	○	○	○	4
특수부위	○	○				2

다. 10개 부위별 대분할 정형 방법 개발(부위별 형태 및 생산량 조사)

설문조사 결과와 같이 말고기 전문판매 업체를 대상으로 부위별 분할 정형 방법을 조사하였으나 공통된 기준이 없고 대부분의 말고기 전문 판매 및 유통업체에서 편리에 따라 소도체 발골 정형 방법을 일부 활용하고 있었다.

본 실험에서는 설문조사의 요구사항 및 제주도 유통현황을 반영하고 말고기의 특이성을 감안하여. 대분할 10개부위(목심, 등심, 채끝, 안심, 갈비, 양지, 앞다리, 넓적다리, 설도, 사태)로 분할 정형하였고, 10개 대분할 부위를 소분할하여 총 23개 부위로 분할 정형하였다.

(1) 말도체 부위별 분할 정형 실험

본 실험에 앞서 말도체 부위별 분할실험의 정확도 제고를 위해 2회에 걸쳐 예비 실험을 실시하였다. 실험에 활용된 시험축의 특성은 나이 6세, 품종 및 성별은 제주마(거세)이고 농장에서 말고기로 사용하기 위하여 6개월 비육하였으며 실험 하루 전 제주축협공판장에서 도축 후 24시간 냉장하였다. 좌측 반도체(119㎏)를 등뼈18번째를 기준으로 2등분 절개 한 후 냉장 탑차를 이용하여 제주마산업(주) 육가공실로 운송하였다.

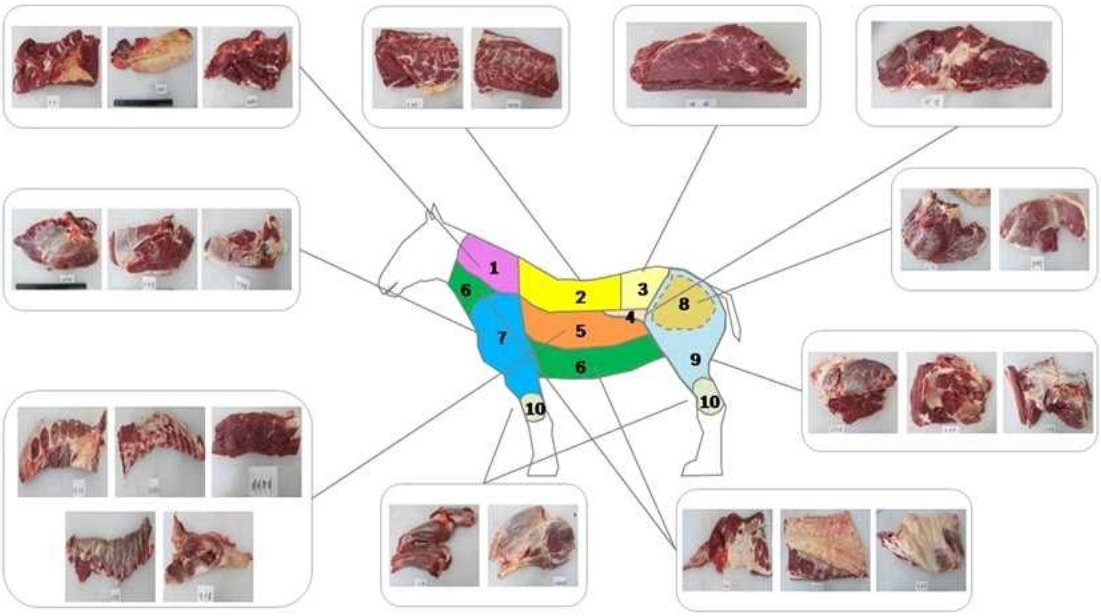
말고기 부위별 분할 정형 실험은 식육처리기능사 자격이 있는 소도체 발골 정형 경력 15년차의 제주축협공판장 육가공장 근무 직원과 제주지역에서 육가공업을 운영하고 있는 발골 정형 전문가 및 말고기 전문판매점 3곳의 경영인 자문을 통해 시행 되었고 농협 축산물위생 교육원 교수를 통하여 근육 명칭과 분할 과정의 적정성에 대하여 자문 결과를 반영하여 분할정형 실험 기준으로 활용하였다.

말도체 분할 정형 실험 방법은 농림수산식품부고시-2011.50호(2011.3.18.) '쇠고기의 부위별 분할 정형기준'을 적용 실험하였고 말고기는 근육층이 얕고 쇠고기보다 비육도가 낮아 대분할(목심, 등심, 채끝, 안심, 갈비, 양지, 앞다리, 넓적다리, 설도, 사태)후 부위별 소분할(1~3개)로 분할 정형하여 대분할 10개 소분할 23개 부위로 구분하였다. 소의 우둔(牛臀)은 넓적다리로 명칭을 부여하였다. (Table 45)(Figure 16)

말고기는 피하지방 및 신장지방이 요리에 직접 활용됨으로 분할 정형시 지방손실을 최소화하여 부위에 포함시켰고 각 부위별 분할 과정을 사진 및 동영상 촬영 후 최종 분할 정형된 부위별 무게를 칭량하고 기록하였다.(Table 45)

Table 45. 쇠고기 및 말고기 소분할 개수

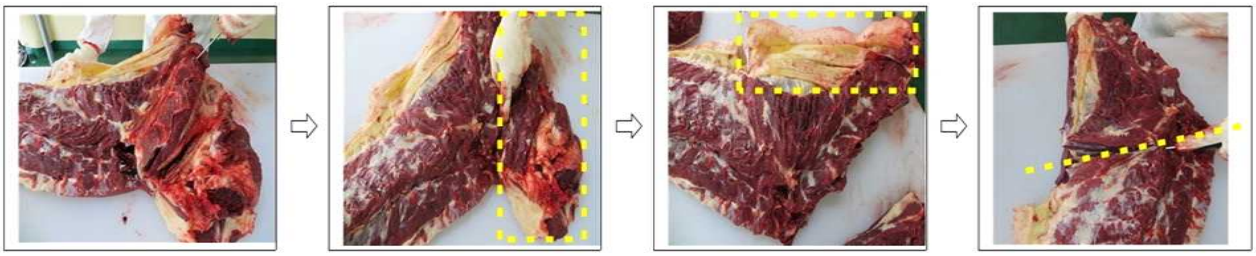
대분할 명칭	소분할 개수(개)	
	쇠고기	말고기
안심	1	1
등심	4	2
채끝	1	1
목심	1	3
앞다리	5	3
넓적다리살	2	2
설도	5	3
양지	7	3
사태	5	2
갈비	8	3
계	39	23



1. Chuck roll 2. Loin 3. Strip loin 4. Tender loin 5. Rib 6. Brisket and flank
7. Shoulder clod triceps 8. Top round 9. Botton round 10. Shin fore shank

Figure 16. 말고기 부위 위치 및 분할 형태

· 목심 : 등심과 함께 절단된 목심에서 목뼈를 발골하고 제7목뼈와 제1등뼈사이를 평행하게 절단하였다. 소분할은 분할된 목심에서 방혈시 혈액이 잔류되어 있는 부위를 목뼈와 평행되게 절단하 여 '피받이살(a)'로 분할하고 경추1번에서 흉추3번까지 있는 갈기부위의 지방층과 떡심을 포함한 5㎝ 두께를 '차돌박이(b)'로 분할하였다.(Figure 17.) 특이사항으로 말의 갈기부분에 두터운 지방층으로 형성되어 있는 부위을 차돌박이로 명칭을 부여하였으며 쇠고기와 명칭은 동일하였으나 생산되는 위치는 다른 것으로 조사되었다.



(a) 피받이살 (b) 차돌박이살

Figure 17. 목심분할

· 등심 : 말도체의 마지막 등뼈와 제1허리뼈사이를 직선으로 절단하고 배최장근의 바깥쪽 선단 20㎝이내에서 2분체 분할정중선과 평행으로 절개하여 갈비 부위와 분리한 후 제1등뼈까지 발골하고 목뼈를 포함하여 목심과 양지 절개 부분까지 수직으로 절단하여 생산한다. 소분할은 제6번등뼈와~제7번등뼈 사이를 분리하여 제1등뼈에서 제6등뼈까지를 윗등심, 그 이하를 아랫등심으로 분할하였다.(Figure 18.)

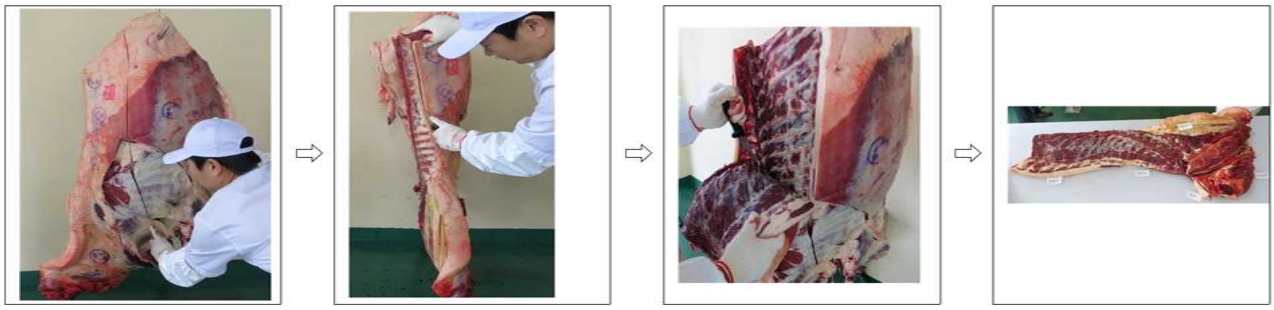


Figure 18. 등심분할

· 채끝 : 배최장근의 바깥쪽 선단 5㎝이내에서 2분체 분할정중선과 평행으로 치마양지부위를 절단·분리해내며 마지막 등뼈와 제1허리뼈사이에서 마지막 등뼈사이를 따라 절단하고 마지막 허리뼈와 엉덩이뼈사이를 절개한 후 요추를 분리하여 생산하였다.(Figure 19.)

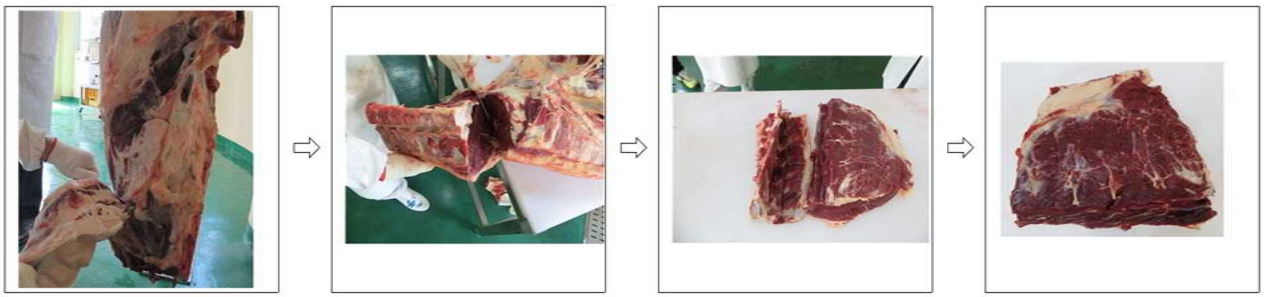


Figure 19 채끝분할

· 안심 : 허리뼈 안쪽의 신장지방을 분리한 후 치골하부와 평행으로 안심머리 부분을 절단한 다음, 장골 및 허리뼈를 따라 장골허리근, 작은허리근 및 큰허리근을 절개하고 지방덩어리를 포함한다.(Figure 20.)

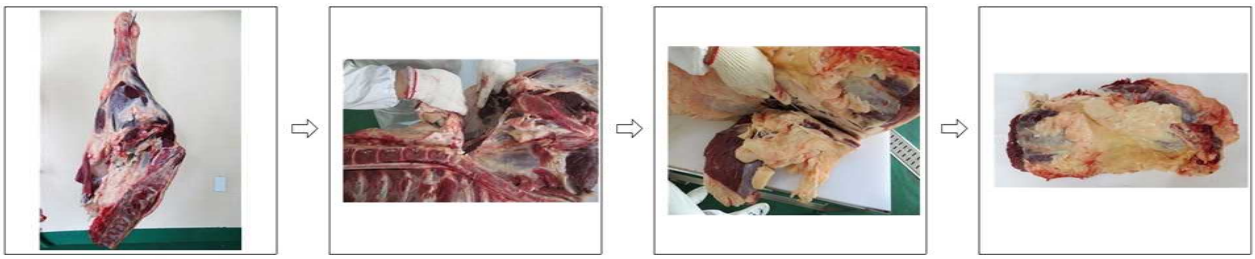


Figure 20. 안심분할

· 갈비 : 앞다리 부분을 분리한 다음 갈비뼈주위와 근육에서 등심과 양지부위의 근육을 절단 분리한 후, 앞다리와 등뼈에서 등심근만을 분리하고 등뼈와 극돌기를 포함하여 갈비로 분할하였다. 갈비 내측의 안창살과 제비추리, 토시살은 제거 하였고 마구리는 포함하였다.(Figure 21)

Figure 21. 갈비분할

· 양지 : 뒷다리 하퇴부의 뒷무릎 부위에 있는 겸부의 지방덩어리에서 몸통피부근과 배곧은근의 얇은 막을 따라 뒷다리 대퇴근막긴장근과 분리하고 복부의 배바깥경사근과 배가로근을 후4분체에서 분리하여 치마양지 를 분리하였다. 전4분체에서 늑연골, 칼돌기연골, 가슴뼈를 따라 깊은흉근, 얕은흉근을 절개하여 갈비부위와 분리하고, 바깥쪽 경정맥을 따라 쇄골머리근, 흉골유돌근을 포함하도록 절단하여 목심부위와 분리시켜 지방을 포함하여 생산하였다.(Figure 22.)

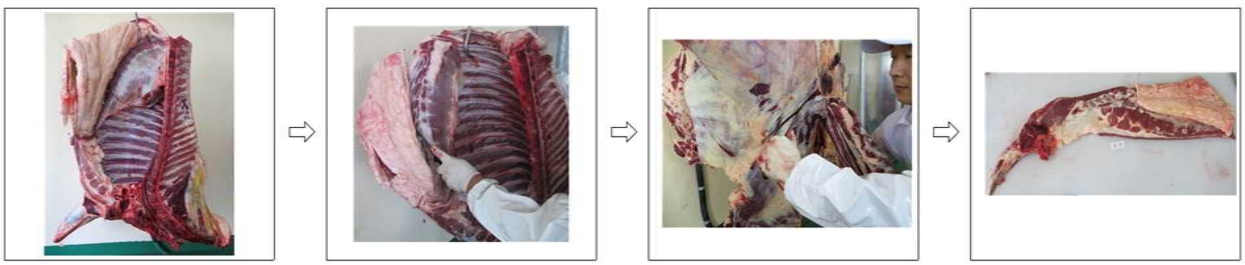


Figure 22. 양지분할

· 앞다리 : 상완골을 둘러싸고 있는 상완두갈래근 어깨 끝의 넓은등근을 포함하고 넓은등근 위쪽의 두터운 부위의 1/3지점에서 등뼈와 직선되게 절단 한 후 사태살을 분리하였다. 소분할 부위로 꾸리살, 부채살, 앞다리살로 분할하였다.(Figure 23.)

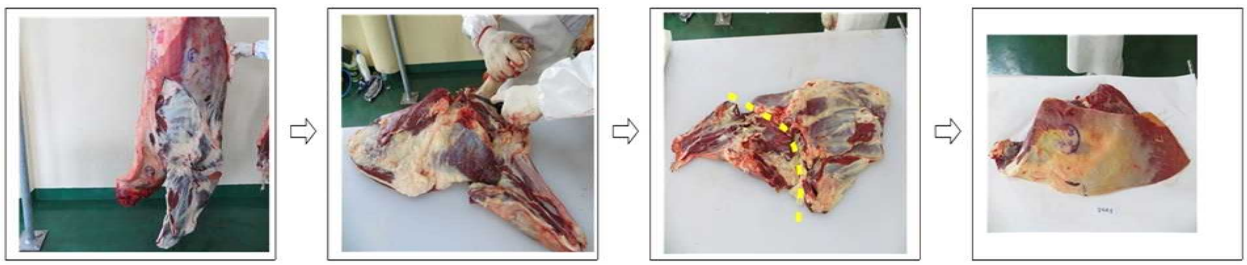


Figure 23. 앞다리 분할

· 넓적다리 : 뒷다리에서 넓적다리뼈(대퇴골) 안쪽을 이루는 내향근, 반막모양근, 치골경골근, 반힘줄모양근으로 된 부위로서 하퇴골주위의 사태부위를 제외하였고 홍두깨살을 포함하였다. 소에서는 '우둔(牛臀)'으로 분류함(Figure 24.)

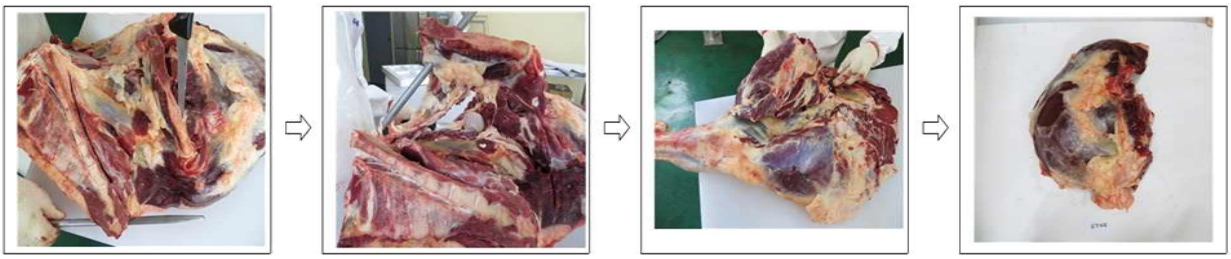


Figure 24. 넓적다리 분할

· 설도 : 뒷다리 엉치뼈, 넓적다리뼈에서 넓적다리살을 제외한 부위이며 중간둔부근, 표층둔부근, 대퇴두갈래근, 대퇴네갈래근 등으로 이루어진 부위로서 인대와 피하지방 및 근간 지방덩어리를 제거 정형하며 보섭살, 설깃살, 도가니살을 포함 하였다.(Figure 25.)

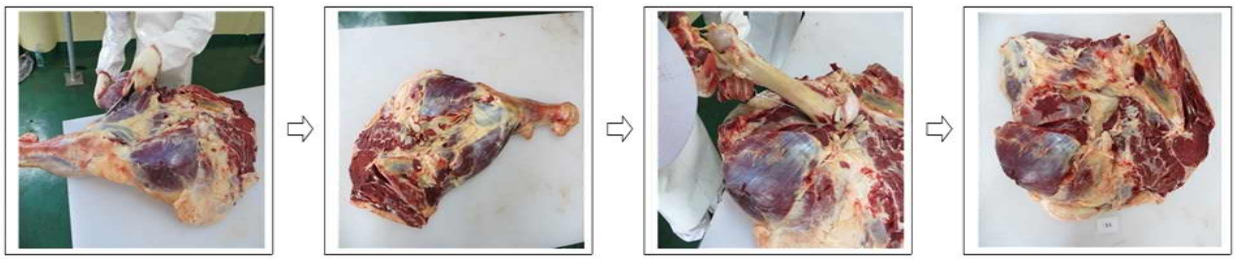


Figure 25. 설도 분할

· 사태 : 앞다리의 전완골과 상완골과 뒷다리 하퇴골을 둘러싸고 있는 근육으로 인대 및 지방을 제거하여 분할 하였다.(Figure 26)

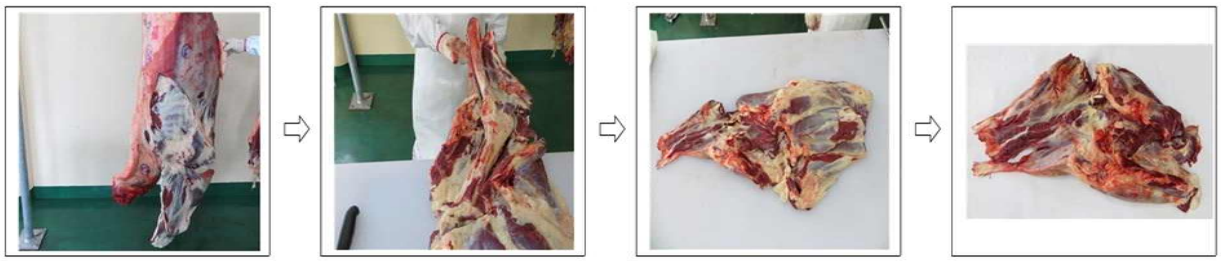


Figure 26. 사태분할

(2) 말도체 부위별 생산량

말도체 부위별 분할 결과 대분할 10개부위로 분할 정형하였고 부위별 1~3개로 소분할하여 총 23개의 부위로 분할하였다.(Table.46)

Table 46. 부위별 소분할 명칭 및 중량

대분할	소분할	중량(kg)	생산율(%)
앞다리(3)	앞다리살	6.32	5.31
	꾸리살	1.32	1.11
	부채살	1.78	1.50
목심(3)	차돌박이	2.72	2.29
	목심살	5.48	4.61
	피받이	4.60	3.87
등심(2)	윗등심	5.22	4.39
	아랫등심	4.12	3.46
갈비(3)	갈비	13.80	11.60
	토시살	0.61	0.51
	제비추리	0.20	0.17
양지(3)	양지머리	3.80	3.19
	업진살	10.40	8.74
	치마살	2.60	2.18
안심(1)	안심	3.78	3.18
채끝(1)	채끝	4.22	3.55
넓적다리(2)	넓적다리살	6.0	5.04
	홍두깨살	2.04	1.71
사태(2)	앞사태	3.70	3.11
	뒷사태	2.66	2.24
설도(3)	도가니살	4.12	3.46
	설깃살	7.02	5.90
	보섭살	7.40	6.22
뼈	요골	0.94	0.78
	견갑골	0.80	0.67
	상완골	1.20	1.00
	경추	1.74	1.46
	갈비등뼈	1.50	1.26
	요추	0.90	0.75
	좌골	2.06	1.73
	경골	1.62	1.36
	대퇴골	2.00	1.68
기타	감량	2.71	2.27
	계	119.38	100.0

라. 말도체 품질평가 항목 및 평가 기준 조사

실험축은 제주축협공판장에서 '축산물위생관리법 시행규칙 제12조'의 '축산물의 검사기준'에 따라 도살 처리되었으며, 품질평가는 축산물품질평가원 공고(제2011-11호)사항으로 되어있는 말도체등급판정기준에 따라 육량(도체중량, 등지방두께, 등심단면적)과 육질(근내지방도, 육색, 지방색, 조직감)로 구분되어 있다.

본 실험에서는 현재의 등급판정기준이 품종 및 등급간 육질의 변별력 등을 평가 할 수 있는지 조사하였다.

제주지역에는 2개의 품종이 있는데 이러한 품종간의 육질특성을 조사하여 품종간 특이성을 평가에 반영할 수 있는지에 대한 연구를 수행하였다. 첫째 말고기 동일등급에서 부위간의 품질특성 차이가 있는지 여부, 둘째 등급별로 육질적 변별력을 확인하기 위해 등급별로 이화학적 특성을 조사하여 등급간의 차이가 있는지 여부, 셋째 품종간(제주마와 더러브렛마)간의 이화학적 및 육질 차이가 있는지를 조사하였다.

분석시료는 제주축협공판장에서 도축한 후 말도체 등급판정기준(축산물품질평가원 공고 제

2011-11호)에 따라 등급판정 받은 도체에서 시료를 채취하여 냉동 후 등급별(1, 2등급, 일부 실험 등외등급 포함) 및 부위별(등심, 목심, 넓적다리), 2개 품종(제주마, 더러브렛)에 대하여 시료를 수거하여 도체특성, 일반 성분분석, 지방산조성, 이화학적 특성분석, 관능검사를 실시하였다.

(1) 말도체 품질평가 항목별 성적 조사

말고기의 등급별 변별력을 판단하기 위해 등급판정 받은 실험축 9두 중 1등급 3두, 2등급 5두의 등심부위를 실험에 배치하였고 등외등급은 제외하였다.

실험축에 대하여 등급판정결과를 항목별로 구분하였다. 도체중량은 도축장 경영자가 제시한 도체중량을 조사하였고, 등지방두께(Backfat thickness), 등심단면적의 크기(Loin eye area), 근내지방도(Marbling score), 육색(Meat color), 지방색(Fat color), 조직감(Texture), 성숙도(Maturity)의 항목은 등급판정기준에 의해 판정된 값을 조사하였다.(Table.47)

품종간 도체성적은 더러브렛이 제주마보다 도체중량(Carcass weight)과 등심단면적(Loin eye area)의 크기가 큰 것으로 나타났다.(Table 48)

Table 47. Comparison of carcass weight, backfat thickness and loin eye area by grades

Item	n	Grades	Mean±SD
Carcass weight(kg)	3	1	223.33±10.06
	5	2	247.60±47.01
Backfat thickness(mm)	3	1	3.67±0.57
	5	2	3.00±1.22
Loin-eye area(cm^2)	3	1	77.00±11.13
	5	2	105.20±16.57
Marbling score	3	1	3.00±0.00
	5	2	1.20±0.41
Meat color	3	1	5.33±0.58
	5	2	5.00±0.00
Fat color	3	1	4.33±0.58
	5	2	4.20±0.84
Texture	3	1	1.00±0.00
	5	2	2.00±0.00
Maturity	3	1	5.00±0.00
	5	2	5.40±0.55
age(month)	3	1	48.33±13.57
	5	2	42.25±13.65

Table 48. Carcass characteristics of M.longissmus dorsi by horse breeds

Items	Jeju-horse (n=6)	Thoroughbred (n=3)
Carcass weight(kg)	218.50±9.04	317.67±29.29
Backfat thickness(mm)	3.67±0.76	2.00±0.00
Loin-eye area(cm^2)	85.83±11.75	124.67±10.25
Marbling score	2.11±0.90	1.00±0.00
Meat color score	5.17±0.38	5.00±0.00
Fat color	4.00±0.59	5.67±1.00
Texture	1.50±2.33	2.33±0.50
Maturity	5.00±0.00	7.00±1.50

(2) 말도체 일반성분 분석 결과

말고기 부위별·등급별 일반성분 분석 결과는 Table 10과 같다. 수분 함유량은 1등급에서 부위별 유의차가 없었으나 2등급에서는 목심과 넓적다리가 등심보다 높았다($p<0.05$).

조지방 함유량은 1등급의 목심이 넓적다리보다 유의적으로 많았다($p<0.05$). 단백질 함유량은 1등급의 경우 등심과 넓적다리가 목심보다 많았고, 2등급의 경우 등심이 목심과 넓적다리보다 높게나타 났다($p<0.05$).

회분 함유량은 1등급의 경우 등심과 넓적다리가 목심보다 많았고 2등급은 등심이 목심보다 유의적으로 많았다($p<0.05$)(Table 49).

Table 49. Proximate analysis of compositions(%) of horse Loin, Chuck roll and Top round by grades

Component	Quality Grades	Loin	Chuck roll	Top round
Moisture(%)	1	69.93^{y}±1.04	71.53±1.72	72.53±0.91
	2	**71.64^{bx}±0.82**	**74.33^{a}±0.65**	**73.51^{a}±1.00**
Crude Fat(%)	1	**4.65^{abx}±0.76**	**5.57^{a}±2.78**	**1.96^{b}±0.35**
	2	2.31^{y}±0.84	1.86±0.71	1.51±0.40
Crude Protein(%)	1	**22.81^{a}±0.57**	**20.60^{b}±1.03**	**22.88^{a}±1.10**
	2	23.57^{a}±0.68	21.67^{b}±0.66	22.28^{b}±0.98
Crode ash(%)	1	**0.93^{a}±0.04**	**0.84^{b}±0.00**	**0.96^{a}±0.02**
	2	1.04^{a}±0.13	0.89^{b}±0.03	1.00^{ab}±0.03

$^{a-b}$ Means within a row with different superscript differ significantly($p<0.05$).

(3) 말고기 pH, 전단력, 보수력 비교

말고기의 등급에 따른 부위별 pH, 전단력, 보수력에 대한 조사결과 pH는 1등급과 2등급 모두에서 3개 부위간 유의적(P<0.05)인 차이가 있는 것으로 조사되었다.(Table 50)

Table 50. pH, Shear force and Water holding Capacity of Loin, Chuck roll and Top round by grades

Item	Quality Grades	Loin	Chuck roll	Top round	P-value
pH	1	5.13±0.04	5.88±0.33	5.64±0.15	0.01*
	2	5.19±0.15	5.80±0.23	5.64±0.17	0.01*
Shear force (kg/㎠)	1	5.87^{y}±0.62	12.49±4.88	8.35±2.58	0.11
	2	10.86^{x}±3.46	14.82±4.77	12.44±8.06	0.56
Water holding capacity(%)	1	51.44±5.12	45.39±3.21	49.21±2.86	0.232
	2	56.75±8.87	46.58±5.79	51.60±3.41	0.081

$^{x, y}$ Means within a column with different superscript differ significantly($p<0.05$).

(4) 말고기 지방산 조성

말도체 육질등급판정기준은 말도체의 마지막 등뼈와 제1허리뼈 사이의 등심근에 나타나는 근내지방도에 의해 1차 판정하고 있다. 말고기에서 지방은 불포화지방산이 많아 섭취시 몸에 유익한 것으로 알려져 있다. 분석결과에서는 부위별·등급별 지방산 분석결과 부위간 유의적인 차이를 발견할 수 없었으나 등심부위에서는 **Palmitoleicacid(C16:1) Stearicacid(C18:0)가** 등급간 유의적인 차이가 있었다(p<0.05).

말고기에서 불포화지방산이 62.35, 포화지방산은 32.6로 불포화지방산이 약 30%이상 높게 나타났다(Table 51).

Table 51. Fatty acids compositions of total lipid of Loin, Chuck roll, Top round by grades

Fatty acids	Quality Grades	Loin	Chuck roll	Top round
Myristicacid(C14:0)	1	3.95±0.20	4.27±0.13	4.08±0.33
	2	3.01±1.45	3.67±1.41	2.81±1.41
Palmiticacid(C16:0)	1	30.12±1.10	29.48±1.75	29.20±2.52
	2	26.71±3.75	25.66±4.00	25.16±3.12
Palmitoleicacid(C16:1)	**1**	**11.39^{x}±1.33**	12.17±1.74	10.83±2.42
	2	**5.36^{y}±2.43**	6.64±2.56	5.03±2.31
Stearicacid(C18:0)	**1**	**3.58^{y}±0.31**	3.30±0.18	3.73±0.39
	2	**7.02^{x}±2.05**	5.99±1.60	7.10±1.92
Oleicacid(C18:1)	1	0.08±0.01	0.10±0.01	0.09±0.03
	2	0.10±0.01	0.09±0.02	0.08±0.04
Vaccenicacid(C18:1)	1	0.08±0.01	0.10±0.01	0.09±0.03
	2	0.01±0.01	0.09±0.02	0.08±0.04
Linoleicacid(C18:2)	1	10.26±3.01	10.36±4.25	11.34±5.97
	2	22.45±11.94	19.56±10.66	24.59±10.8
γ-Linoleicacid(C18:3)	1	ND*	ND	ND
	2	ND	ND	0.02±0.05
Linolenicacid(C18:3)	1	2.70±1.89	2.30±0.37	2.65±0.95
	2	2.81±1.11	3.27±0.96	3.19±1.14
Eicosenoicacid(C20:1)	1	0.43±0.04	0.45±0.07	0.48±0.09
	2	0.42±0.09	0.47±0.09	0.41±0.11
Arachidonicacid(C20:4)	1	0.50±0.10	0.45±0.11	0.48±0.23
	2	2.90±2.56	2.18±2.37	3.15±2.20
Eicosapentaenoicacid(EPA) (C20:5n3)	1	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
Docosatetraenoicacid(C22:4)	1	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
Docosahexaenoicacid(DHA) (C22:6)	1	ND	ND	ND
	2	ND	ND	ND
SFA	1	37.65±0369	37.05±1.91	37.00±2.54
	2	36.74±3.32	35.33±3.67	35.06±2.87
UFA	1	62.35±0.69	62.95±1.91	63.00±2.54
	2	63.26±3.32	64.67±3.67	64.94±2.87

* ND(not detected)

$^{x, y}$: Means with different superscripts within columns differ significantly($p<0.05$)

(5) 말도체 등급간 품질 비교

(가) 등급별 등심근의 일반성분

말도체 육질등급판정 대표부위인 등심의 일반성분 분석 결과 수분과 조지방 함량에서 등급별 유의적인 차이가 있었다*(P<0.05)*(Table 49).

이화학적 분석 결과 pH, 가열감량, 보수력에서 등급간 유의적인 차이가 없었으나 등심의 전단력에서 유의적인 차이가 있었다*(P<0.05)*. 전단력은 고기의 연도와 관련 있는 것으로 말도체 등급별 등심근의 근내지방 함량 차이에 따른 것으로 판단된다(Table 50).

(나) 말고기 품종간 지방산 조성 비교

말고기 품종별 부위별 분석결과는 Table 15. ~16. 과 같다. 등급을 무시하고 제주마와 더러브렛마에 대한 비교결과 등심의 경우는 지방성분이 제주마가 유의적으로 높으며($p<0.05$)(Table 52) 목심과 넓적다리에 있어서는 더러브렛종의 회분이 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$)(Table 53)(Table 54). 등심에서 조지방성분이 높은 것은 근내지방 축적이 높아서 이러한 결과가 나타난 것으로 사료된다.

Table 52. Proximate analysis of compositions(%) of horse Loin by horse breeds

Fatty acids	Breeds	
	jeju horse(n=6)	Thoroughbred(n=3)
	Chuck roll	Chuck roll
Moisture(%)	70.53±1.93^{b}	72.30±0.24^{a}
Crude Fat(%)	3.74±2.58^{a}	1.44±0.32^{b}
Crude Protein(%)	21.00±0.91	22.31±0.46
Crode ash(%)	0.86±0.20	0.93±0.32

$^{a-b}$ Means within a row with different superscript differ significantly($p<0.05$).

Table 53. Proximate analysis of compositions(%) of horse Chuck roll by horse breeds

Fatty acids	Breeds	
	jeju horse(n=6)	Thoroughbred(n=3)
	Loin	Loin
Moisture(%)	72.90±1.01	74.34±0.16
Crude Fat(%)	3.90±1.13	1.15±0.51
Crude Protein(%)	23.15±0.67	23.86±0.72
Crode ash(%)	0.96±0.11^{b}	1.06±0.09^{a}

$^{a-b}$ Means within a row with different superscript differ significantly($p<0.05$).

Table 54. Proximate analysis of compositions(%) of horse Top round by horse breeds

Fatty acids	Breeds	
	jeju horse(n=6)	Thoroughbred(n=3)
	Top round	Top round
Moisture(%)	72.77±0.91	74.02±0.42
Crude Fat(%)	1.74±0.36	1.56±0.53
Crude Protein(%)	22.75±0.87	22.07±1.06
Crode ash(%)	0.97±0.028[b]	1.02±0.02[a]

[a-b] Means within a row with different superscript differ significantly($p<0.05$).

말고기 등심에 대한 품종별 지방산 조성 비교 결과 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다 (Table 55).

Table 55. Fatty acids compositions of total lipid of horse Loin by horse breeds

Fatty acids	Breeds		*P-value*
	jeju horse(n=6)	Thoroughbred(n=3)	
Myristicacid(C14:0)	3.67±0.87	3.13±1.86	0.671
Palmiticacid(C16:0)	29.13±2.32	26.47±4.70	0.436
Palmitoleicacid(C16:1)	8.78±3.33	6.18±4.03	0.398
Stearicacid(C18:0)	5.07±2.22	6.69±2.26	0.367
Oleicacid(C18:1)	33.97±6.69	30.61±11.22	0.668
Vaccenicacid(C18:1)	0.08±0.01	0.93±0.011	0.588
Linoleicacid(C18:2)	14.53±8.12	21.38±16.17	0.410
γ-Linoleicacid(C18:3)	-	-	-
Linolenicacid(C18:3)	2.96±1.48	2.12±0.33	0.379
Eicosenoicacid(C20:1)	0.42±0.06	0.48±0.96	0.309
Arachidonicacid(C20:4)	1.35±1.83	2.82±2.95	0.380
Eicosapentaenoicacid(EPA) (C20:5n3)	-	-	-
Docosatetraenoicacid(C22:4n6)	-	-	-
Docosahexaenoicacid(DHA) (C22:6n3)	-	-	-
SFA	37.88±1.36	36.30±4.32	0.594
UFA	62.11±1.36	63.70±4.32	0.594

(6) 말고기 육색

육색은 소비자가 식육 구매시 고려하는 중요한 요인 중 하나이다. 말고기의 표준 육색을 판단하기 위하여 등심, 목심, 넓적다리 3개 부위에 대하여 조사하였다.

각 부위의 근육을 절단하고 공기 중에 30분 간 노출시킨 후 육색 색차계로 3반복 측정하여 평균하였다.

부위별·등급별 육색측정 결과 명도(L^*)값은 2등급의 목심과 넓적다리가 등심보다 높았고 ($p<0.05$), 적색도(a^*)값은 2등급의 등심이 목심과 넓적다리가 높았으며($p<0.05$), 황색도(b^*)값은 2등급의 등심이 목심과 넓적다리보다 높았다($p<0.05$)(Table 56).

등급에 상관없이 품종간(제주마와 더러브렛) 육색의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다 (Table 54).

Table 56. Meat color of horse Loin, chuck roll and top round by grades

Item	Quality Grades	Loin	Chuck roll	Top round
L*	1	33.68±4.30	32.72±2.95	29.66±0.87
	2	36.08[a]±3.17	30.78[b]±2.31	29.13[b]±1.38
a*	1	20.13±2.94	18.45±0.51	16.79±0.79
	2	19.12[a]±1.22	16.48[b]±2.45	16.59[b]±1.08
b*	1	10.94±2.84	8.65±0.44	7.73±0.36
	2	10.18[a]±1.49	7.69[b]±1.46	8.03[b]±0.53

[a,b] Means with different superscripts in the same columns significantly differ at $p<0.05$.

Table 57. Meat color of horse Loin by horse breeds

Item	Jeju horse	Thoroughbred	p-value
L*	35.78±3.89	33.03±1.45	0.287
a*	19.57±2.22	18.30±1.71	0.417
b*	10.65±2.18	9.36±1.24	0.385

(7) 말도체 성숙도

식육의 연도와 풍미는 성숙도와 밀접한 관련이 있다. 말도체의 성숙도를 결정하는 주요 요인은 사육방법과 사육기간이 주요 변수로 적용된다. 제주축협공판장에서 도축된 말에 대하여 사육개월령을 조사하고 도축 후 도체상태에서 흉추골의 골화상태를 판단하여 등급판정기준에 따라 성숙도 구분 번호를 부여하였다.

말도체의 실 사육개월령은 생년월일이 새겨진 문신과 RFID칩이 내장된 말도체를 대상으로 하였다. 도축되어진 말 중에서 문신을 확인할 수 있는 말도체 윗 입술 안쪽의 문신을 확인하는 방법으로 조사하였다.

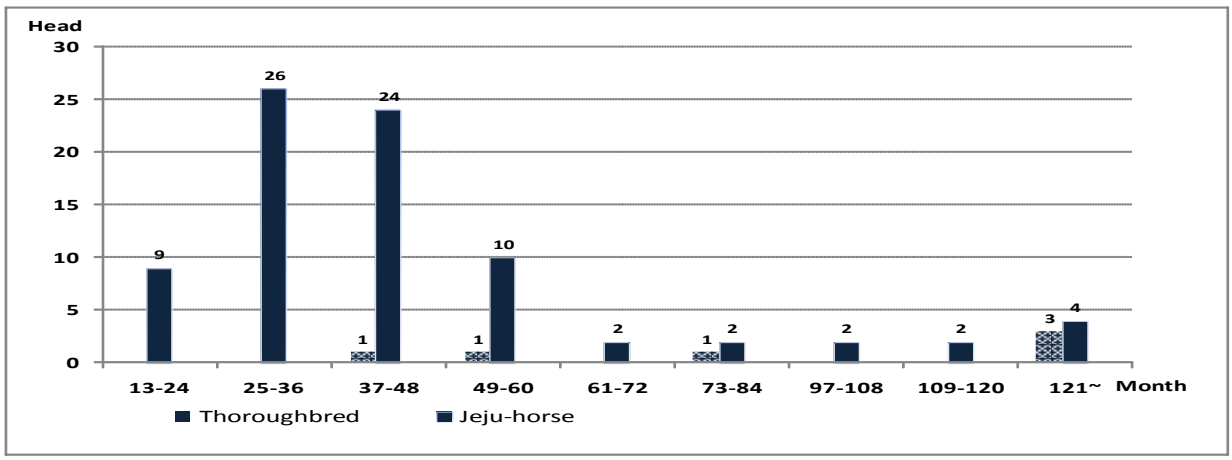
말의 목부위에 RFID칩이 내장된 개체는 도축전 바코드 리더기로 바코드 번호를 읽고 그 중에서 생년월일을 추적할 수 있는 개체를 대상으로 조사 하였다(Table 58).

조사두수는 제주마81두, 더러브렛6두로 총 87두가 조사되었고 25~48개월령이 51두로 57.47%를 차지하는 것으로 조사 되었다. 조사결과 성숙도 No.1~No.7까지는 사육월령과 비슷하였으나 성숙도 No.8, No.9는 사육월령과 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 성숙도 No8.과 No9의 기준 구간설정이 균일성을 확보하지 못한 것으로 사료된다. 따라서 성숙도 구분 번호와 사육연령, 골화정도에 따라 말고기의 육질을 비교하여 보다 정확한 구간설정의 연구가 필요하다.

Table 58. 등급판정 성숙도구분 번호별 평균 사육개월령

Maturity no.	n	age(month) mean	SD	minimum	maximum
2	13	28.54	8.978	14	38
3	17	33.47	7.993	21	47
4	12	39.58	5.518	36	52
5	20	46.75	16.335	35	108
6	13	57.77	23.371	33	109
7	5	76.40	25.530	51	119
8	4	137.00	11.916	122	148
9	3	180.67	44.636	151	232

Table 59. 품종 및 사육개월령별 도축두수



마. 말고기 등급 및 부위별 관능평가 결과

(1) 관능검사 전문 패널 선발

관능검사 전문 패널 구성을 위하여 축산물품질평가원의 직원을 대상으로 순위법(Ranking test)과 삼점법(Triangle test)으로 선발테스트를 실시하였고 상위 18명을 선발하여 이중 상위 10명을 관능검사 패널로 활용하였다.

(2) 관능검사용 시료 준비

관능검사 시료는 제주축협공판장에서 도축되고 동일 작업장 내의 냉장실에서 24시간 냉각 후 말도체 등급판정기준(축산물품질평가원 공고 제2011-11호)에 따라 등급판정 받은 말도체에서 등급별(1, 2등급) 등심, 목심, 넓적다리(우둔) 3개 부위를 채취하여 -27℃냉동실에서 보관 후 냉장실 온도 2℃에서 96시간 동안 해동 후 관능검사용 시료로 사용하였다

관능검사 시료 조리는 Convection Oven(Samsung, HQ-Z365BF, Korea)을 이용하여 230℃에서 20분동안 가열하였고 관능검사 시료의 심부온도가 72~74℃가 될 때 꺼낸 후 방냉하여 20㎜×10㎜×10㎜(가로× 세로× 높이)크기로 잘라 패널에게 제공하였다.

(3) 관능검사 결과

관능검사 패널에게 개체를 그룹화하여 시료를 무작위 순으로 제공하였다. 관능검사 패널은 5-hedonic scale 에 따라 2개 등급(1, 2등급)에 대한 등심, 목심, 넓적다리(우둔) 3개 부위에 대하여 다즙성(Juiciness), 연도(Tenderness), 풍미(Flavor), 종합기호도(Overall Palatability)를 평가하였다(Table 60).

· 다즙성(Juiciness) : 매우 건조함(1)1, 보통(3), 매우 다즙함(5)
· 연도(Tenderness) : 매우 질김(1) - 보통(3) - 매우 연함(5)
· 풍미(Flavor) : 매우 싱거움(1) - 보통(3) - 매우 고소함(5)
· 종합기호도(Overall Palatability) : 매우 불만족(1) - 보통(3) - 매우 만족(5)

1등급에서 다즙성(Juiciness)은 넓적다리가 목심 보다 높았고($p<0.05$), 연도(Tenderness)는 넓적다리가 등심과 목심보다 높았으며($p<0.05$), 풍미(Flavor)의 경우 넓적다리 > 등심 > 목심 순으로 많아 졌고($p<0.05$), 종합기호도(Overall Palatability)는 넓적다리 > 등심 > 목심 순으로 기호도가 높아졌다($p<0.05$). 2등급의 경우 부위간 유의적인 차이가 없었으나 다만 연도에서 넓적다리와 등심이 목심보다 좋은 것으로 나타났다($p<0.05$). 등심에 대하여 등급간 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다($p<0.05$).

품종별 등심에 대한 관능검사 결과에서도 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 61).

Table 60. Sensory characteristics of Loin, chuck roll and Top round by grades

Item	Quality Grades	Loin	Chuck roll	Top round
Juiciness	1	1.87^{ab}±0.40	1.33^{b}±0.15	2.5^{a}±0.35
	2	1.82±0.43	1.86±0.36	1.70±0.41
Tenderness	1	2.30^{b}±0.26	1.43^{b}±0.25	3.33^{a}±0.67
	2	2.46^{a}±0.23	1.58^{b}±0.37	2.48^{a}±0.68
Flavor	1	2.00^{b}±0.26	1.50^{c}±0.17	2.83^{a}±0.25
	2	2.02±0.50	1.94±0.35	2.16±0.38
Overall palatability	1	2.10^{b}±0.17	1.47^{c}±0.15	2.93^{a}±0.35
	2	1.98±0.19	1.80±0.34	2.02±0.50

[a,b] Means with different superscripts in the same row significantly differ at $p<0.05$.

Table 61. Sensory characteristics by loin Jeju-horse and Thoroughbred

Item	Jeju horse(n=6)	Thoroughbred(n=3)	p-value
Juiciness	1.90±0.40	1.63±0.25	0.240
Tenderness	2.38±0028	2.50±0.10	0.392
Flavor	2.15±0.32	1.66±0.32	0.071
Overall palatability	2.05±0.13	1.83±0.32	0.364

바. 말고기 품질평가 항목 및 평가기준에 대한 조사결과

말고기 유통지표 개발 및 말도체 등급을 위해 연구목표를 크게 2가지로 설정했는데 첫째 10개 부위별 대분할 정형방법을 개발하여 제시하는 것이고, 제시된 대분할 정형방법이 동일등급에서 부위별로 육질적 특성에 차이가 있는지를 조사하는 것이고. 둘째, 현행 품질평가 기준으로 활용되고 있는 등급기준에 대한 변별력을 조사하여 품질평가 항목 및 평가기준의 문제점을 제시하고 향후 개선방향을 찾아 평가기준을 제시하는 것이다.

1차년도 연구목표는 말고기 유통지표를 개발하는 것인데, 국내 말고기는 공급량이 그다지 많지 않고 제주지역에 국한됨을 감안하여 제주지역내 말고기 유통의 주축 업체 등을 대상으로 부위별 분할정형방법 및 등급제도 개선에 대한 설문조사와 시범사업으로 실시된 등급판정결과를 토대로 연구의 방향 및 타당성을 설정하기 위한 연구를 실시하였다. 첫 번째로 설정된 목표인 10개 부위별 대분할 정형방법은 소의 분할정형기준을 토대로, 말고기의 유통 특성을 반영하여 제주지역의 유통관행을 참고로 하여 최종 분할정형기준을 설정하였다.

두 번째로 설정된 말고기 품질평가 항목 및 평가기준에 대한 연구조사는 제주지역에서 등급판정을 받은 말고기의 공급량이 적어 시료 확보 등에 많은 어려움이 있어 1차년도는 1등급과 2등급에 대한 최소한의 시료를 확보하여 등급별 변별력 중심으로 연구를 수행하였다. 품질평가 항목에 대한 조사결과 등급간의 변별력은 근내지방과 성숙도에 등급이 설정되어 이화학적 육질특성에 있어 등급간의 조지방함량과 전단력의 차이는 있는 것으로 조사되었고, 말고기의 성숙도의 경우 사육연령과의 상관관계(r=0.775, 확인)가 높게 나타났다. 그러나 1차년도는 실험두수가 적었음을 감안하여 2차년도에는 등급별(1^{+}등급,1등급,2등급,등외)로 시료를 추가 확보하여 등급간의 육질의 변별력 차이를 통계적으로 판단이 가능하도록 하겠고, 품질 평가 항목에 있어서 기존 등급판정결과 분석을 통해 등급의 종류가 제대로 설정되었는가, 등급간의 육질변별력이 있는가, 소비자가 인지하는 등급의 변별력은 있는가 등에 대한 연구를 수행하여 객관적인 말고기 품질평가 항목 및 평가 기준을 제시하겠다.

2. 2차년도 연구수행 결과

가. 말도체 등급 및 유통지표 개발을 위한 연구절차

대분류	소분류	비고
1 설문·실태조사	① 말도체 등급판정기준 현황 조사 ② 소비자 설문조사 ③ 유통업자 설문조사 ④ 제주지역 간담회 ⑤ 말고기 요리용도에 대한 설문조사	애로사항 및 시사점 도출
2 실험연구	① 말도체 등급판정 지표개발 연구 - 육량등급기준 설정연구 (부위별 수율조사) - 육질등급기준 설정연구 · 근내지방도, 성숙도기준 설정연구 ② 말도체 유통지표 개발 연구 - 말도체 부위별 분할방법 연구	객관적 근거 마련
3 지표개발	① 말도체 등급판정 지표개발 ② 말도체 유통지표 개발	실태조사결과와 객관적 근거에 의한 지표개발

Figure 27. 말도체등급 및 유통지표 개발을 위한 연구절차

나. 등급판정 및 유통지표 개발을 위한 실태조사

(1) 말도체 등급판정 현황

(가) 등급판정기준

① 육질등급

말도체의 육질등급판정은 마지막 등뼈와 제1허리뼈 사이를 절개하여 배최장근 단면에 나타난 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도 등을 고려하여 육질을 판단하고 있으며 등급의 종류는 1^{+} · 1 · 2등급 3개로 구분한다.

② 육량등급

마지막 등뼈 및 제1허리뼈 사이를 절개한 배최장근단면에서 **㉠등지방두께 ㉡배최장근단면적을 측정한 결과와 ㉢도체중량을** 정육량 예측치 산식에 대입하고 산출된 정육량예측치에 따라 A, B, C등급 3개로 구분한다.

정육량 예측치는 정육량 예측치산식을 통하여 말도체에서 생산될 것을 예상하는 거래정육량을 말한다.

Table 62. 육량등급별 정육량예측치 범위

육량등급	정육량 예측치
A	184이상
B	165이상 ~ 184미만
C	165미만

<정육량 예측치 산식>

$$\widehat{\text{정육량}} = 1.566 - 2.030 \times \text{등지방두께(㎜)} + 0.059 \times \text{배최장근단면적}(cm^2) + 0.808 \times \text{도체중량(㎏)}$$

(나) 등급판정 현황

제주지역 말고기는 제주산마, 제주마, 더러브렛 3개 품종에서 생산되며 2011년 5월부터 2013년까지 제주지역에서 말고기 등급판정 시범사업을 시행 중에 있다.

말고기를 생산하기 위하여 제주지역에서 도축된 말은 2011년 777두, 2012년 779두 이며 2013년 1월~10월까지는 614두가 말고기 생산을 위해 도축되었다.

2013년 1~10월 기간 동안 제주축협 공판장에서 도축된 614두 중에서 품종별 도축현황을 보

면 제주산마 471두(76.7%), 제주마 56두(9.1%), 더러브렛 품종이 87두(14.2%), 수입말이 1두(0.16%)로 말고기 활용으로 제주산마 비중이 높은 것으로 나타났다.

말고기 등급판정 시범사업기간 동안 2011년 207두(도축대비 26.64%), 2012년 192두(25.0%), 2013년 10월까지 240두(39.08%)가 등급판정 후 유통 된 것으로 나타났다.

2013년 10월까지 등급판정 받은 말도체 중 품종별 판정두수는 제주산마 197두(82.1%), 제주마 25두(10.4%), 더러브렛 17두(7.1%), 수입마 1두(0.4%)가 등급판정을 받았다.

Table 63. 2011년 말도체 등급판정 결과

(단위 : 두, %)

구분	육질등급				육량등급				등외등급	계
	1+	1	2	계	A	B	C	계		
제주산마	8	26	157	191	59	60	72	191	0	191(92.3)
제주마	3	2	0	5	0	1	4	5	0	5(2.4)
경주마	0	0	8	8	8	0	0	8	3	11(5.3)
수입마	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(0.0)
계(%)	11(5.3)	28(13.5)	165(79.7)	204(98.6)	67(32.4)	61(29.5)	76(33.7)	204(98.6)	3(1.4)	207(100.0)

Table 64. 2012년 말도체 등급판정 결과

(단위 : 두, %)

구분	육질등급				육량등급				등외등급	계
	1+	1	2	계	A	B	C	계		
제주산마	4	17	151	172	51	66	55	172	0	172(89.6)
제주마	2	7	2	11	1	2	8	11	0	11(5.7)
경주마	0	0	4	4	4	0	0	4	4	8(4.2)
수입마	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1(0.5)
계(%)	6(3.1)	24(12.5)	158(82.2)	188(97.9)	57(29.7)	68(35.4)	63(32.8)	188(97.9)	4(2.1)	192(100.0)

Table 65. 2013년 말도체 등급판정 결과('13.1～10.18)

(단위 : 두, %)

구분	육질등급				육량등급				등외등급	계
	1+	1	2	계	A	B	C	계		
제주산마	9	13	175	197	102	46	49	197	0	197(82.1)
제주마	9	13	3	25	2	11	12	25	0	25(10.4)
경주마	0	0	10	10	10	0	0	10	7	17(7.1)
수입마	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1(0.4)
계(%)	18(7.5)	26(10.8)	188(78.3)	232(96.7)	114(47.5)	57(23.7)	61(25.4)	232(96.7)	8(3.3)	240(100)

(2) 소비자 설문조사

(가) 조사기간 : 2013. 6. 17. ~ 6. 25.

(나) 설문 응답자 유형

말고기의 품질에 대한 인식을 조사하기 위하여 제주지역 거주자 중 말고기를 섭취한 경험이 있는 150명에 대하여 대면 조사를 실시하였다.

설문자 연령은 20대 이하 8.7%, 30대 25.3%, 40대 36.7%, 50대 22.0%, 60대 7.3%이며 성별은 여자 59.3% 남자 40.7%의 분포를 이루었다. 설문 응답자의 직업 분포는 회사원이 24.7%로 가장 많았고, 전업주부20.0%, 자영업16.7%순으로 나타났다.

<주요 설문내용>

- 말고기 선호도(섭취횟수, 섭취량, 구입 방법)
- 말고기 가격의 적정성
- 말고기 품질 판단기준
- 말고기 관련 제도의 적정성
- 말고기 구매 시 얻고 싶은 정보

Table 66. 설문 응답자 유형

구분	유 형	설문자 수(명)	비율(%)
연령	① 20대 이하	13	8.7
	② 30대	38	25.3
	③ 40대	**55**	**36.7**
	④ 50대	33	22.0
	⑤ 60대 이상	11	7.3
성별	① 남자	61	40.7
	② 여자	**89**	**59.3**
직업	**① 회사원**	**37**	**24.7**
	② 전업주부	30	20.0
	③ 자영업	25	16.7
	④ 공공기관	23	15.3
	⑤ 기타	35	23.3
소득	**① 200만원이하**	**51**	**34.0**
	② 200~300만원	42	28.0
	③ 300~400만원	33	22.0
	④ 400~500만원	11	7.3
	⑤ 500만원 이상	9	6.0
	무응답	4	2.0

(다) 설문 결과

말고기 선호도 조사에서 61.3%가 '보통'으로 응답하였고 '많이 선호'한다가 17.3, '선호하지 않는다'가 16.0%으로 나타났다.

말고기 선호 이유에 대해서는 '주위 권유'로 44.7% 응답하였고 '말고기 특유의 맛이 좋아서' 가 24.7% 나타났다.

말고기 구매 형태는 78.0%가 전문 음식점에서 구매하는 것으로 응답하였고 추렴[1](공동구매)

비율도 14.7%를 차지하였다. 년간 섭취 횟수는 1~2회가 61.3%로 가장 많았으며 1회 섭취량은 74.7%가 100g~300g 정도인 것으로 나타났다.

주로 선호하는 말고기 요리로는 육회, 구이, 샤브샤브, 불고기, 찜, 탕 순으로 응답하였고 말고기 판매가격에 대하여 '비싸다' 38.0% '보통' 35.3%로 응답하였으며 적정하다는 23.3%로 응답하였다. 말고기 구입시 품질 판단을 위해 가장 고려하는 항목으로 '등급'이 25.3%, '도축일자'가 25.3%로 응답하였다. 말고기를 먹을 때 품질을 판단하는 기준으로 '고기색'이 52.0%, '근내지방도'가 38.7%로 응답하였다.

말고기 등급판정제도에 대하여 알고 있는지 여부에 대하여 53.3% '들어본 적이 있다'고 응답하였고 '전혀 모른다'고 응답한 비율도 31.3%에 달하였다. 등급판정 제도의 필요성에 대하여는 95.3%가 '필요하다'고 응답하였다.

말고기 품질평가시 근내지방도의 중요도에 대하여 82.0%가 '필요하다'고 응답하였다.

말고기 부위별 거래의 필요성에 대하여 '꼭 필요' 35.3%, '어느정도 필요' 61.3%로 응답함으로써 전체 96.6%가 부위별 거래의 필요성에 대하여 긍정적으로 응답하였다. 말고기 등급제도를 통하여 추가적으로 얻고 싶은 정보는 36.7%가 '생산자 이름'으로 응답하였고, '말고기의 연령'이 33.3%, '비육기간'이 25.3% 순으로 응답하였다.

Table 67. 설문 문항별 응답율

번호	설문내용	답변내용	답변자 수(명)	%
1	지난 1년 이내에 말고기를 구매 또는 섭취하신 경험이 있습니까?	**① 예**	**148**	**98.7**
		② 아니오	2	1.3
2	귀하께서 말고기를 선호하는 정도는?	① 매우 많이	8	5.3
		② 많이	26	17.3
		③ 보통	**92**	**61.3**
		④ 선호하지 않음	24	16.0
		⑤ 절대 선호하지 않음	-	0.0
3	말고기를 선호 한다면 그 이유는 무엇입니까?	① 가격이 저렴해서	22	14.7
		② 다른 육류보다 맛이 좋아서		0.0
		③ 말고기 특유의 맛이 좋아서	37	24.7
		④ 주위의 권유로	**67**	**44.7**
		⑤ 제주 특산물이라서	24	16.0
4	말고기는 주로 어디에서 구매 하십니까?	① 정육점	1	0.7
		② 말고기 전문 음식점	**117**	**78.0**
		③ 말고기 추렴(공동구매)	22	14.7
		④ 기타	10	6.7
5	년간 말고기 구매 또는 섭취 횟수는 얼마나 됩니까?	**① 1회**	**48**	**32.0**
		② 2회	**44**	**29.3**
		③ 3회	30	20.0
		④ 4회	15	10.0
		⑤ 5회이상	13	8.7

1) 추렴 : 말고기를 소비하기위해 여러 사람들이 모여 도축장을 경유하지 않고 자가 도축으로 소비하는 형태

6	1회 1인기준 으로 몇 g 정도 구매 또는 섭취 하십니까?	① 100g	18	12.0
		② 100～200g	**58**	**38.7**
		③ 200～300g	**54**	**36.0**
		④ 300g 이상	20	13.3
7	선호하는 말고기 요리를 순서대로 나열하여 주십시오?	1위	육회	
		2위	구이	
		3위	샤브샤브	
		4위	불고기	
		5위	찜	
		6위	탕	
8	제주도내에서 판매 되고 있는 말고기 가격이 쇠고기와 비교시 적정하다고 생각하십니까?	① 아주 적정하다.	2	1.3
		② 적정하다	35	23.3
		③ 보통이다	**53**	**35.3**
		④ 비싸다	**57**	**38.0**
		⑤ 아주 비싸다.	3	2.0
9	말고기를 구입할 때 가장 고려하는 항목은 무엇입니까?	**① 등급**	**38**	**25.3**
		② 도축일자	**38**	**25.3**
		③ 가격	24	16.0
		④ 사육개월령	20	13.3
		⑤ 보관상태(냉장 또는 냉동)	29	19.3
		② .5. 중복 선택	1	0.7
10	말고기를 먹을때 품질이 좋고 나쁨을 판단하는 기준은 무엇입니까?	**① 근내지방도(마블링)**	**58**	**38.7**
		② 고기색	**78**	**52.0**
		③ 지방색	3	2.0
		④ 기타	11	7.3
11	쇠고기는 부위별로 거래 및 판매되고 있습니다. 말고기도 부위별 거래가 필요하다고 생각하십니까?	① 꼭 필요하다	53	35.3
		② 어느 정도 필요하다	**92**	**61.3**
		③ 필요하지 않다	4	2.7
		④ 전혀 필요하지 않다.	1	0.7
12	말고기 등급제도에 대하여 알고 있습니까?	① 잘 알고 있다	-	0.0
		② 알고 있다	23	15.3
		③ 들어 본 적은 있다.	**80**	**53.3**
		④ 전혀 모른다	47	31.3
13	말고기 등급제도가 필요하다고 생각하십니까?	① 매우 필요하다	54	36.0
		② 필요하다	**89**	**59.3**
		③ 필요하지 않다	0	0.0
		④ 잘모르겠다.	7	4.7
14	말고기 품질평가 시에 소고기와 같은 마블링(근내지방)수준을 중요한 기준으로 도입 되어야 된다고 생각 하십니까?	① 예	123	82.0
		② 아니오	27	18.0
15	쇠고기의 경우 등급제도를 통하여 도축일자, 등급, 품종, 성별, 도체중, 개체식별번호가 제공되고 있습니다. 말고기에서 추가적으로 제공되기를 희망하는 정보는 무엇입니까?	**① 생산자**	**55**	**36.7**
		② 비육기간	38	25.3
		③ 연령	50	33.3
		④ 기타	4	2.7
		①③(중복 응답)	1	0.7
		①②③(중복 응답)	2	1.3

(3) 유통업체 설문조사

(가) 조사 기간 : 2013. 6. 17. ~ 7. 5.

(나) 말고기 판매점 수

제주지역에서 말고기 판매 및 소비는 전문음식점을 통하여 공급되고 있으며 제주축협공판장에서 말고기를 도축하여 판매하는 음식점 수는 40여곳으로 조사되었다. 이 중 말고기를 우선하여 전문적으로 판매하는 곳은 20여곳 내외이며, 전문점 이외의 곳에서는 타 육류와 더불어 제주 특산품 요리로 말고기를 판매하는 것으로 조사되었다.

다. 설문응답자 유형

제주지역의 말고기 유통현황을 파악하기 위하여 말고기 등급판정제도의 필요성, 말고기 분할정형기준 현황 및 필요성에 대하여 설문조사를 하였으며 제주지역 말고기 전문식당 및 유통업체 종사자 31명을 대상으로 대면 설문 조사하였다.

<주요 설문내용>

- 말도체 분할정형기준의 표준화 필요성 여부
- 말도체 분할정형 기준 및 대분할 개수
- 말도체 등급판정제도 필요성 여부
- 말고기에서 근내지방도의 필요성 여부
- 말 품종별(제주산마 vs 더러브렛) 품질구분 필요 여부

설문참여자 연령은 50대가 48.3%, 40대 35.5%, 60대 12.9%, 30대가 3.2% 였으며 성별은 남자 64.5%, 여자 35.5%였다. 설문응답자의 직책은 업체대표 71.0%, 중간관리 책임자 29.0%였다. 중간관리 책임자는 말고기를 직접 다루는 직원을 대상으로 하였다.

설문대상자의 영업 형태는 말고기 생산 및 유통이 각 29.0%, 말고기 판매 전문점(식당)은 74.1%이었다. 제주지역 말고기 유통 형태조사는 '생산+유통', '유통+판매(음식점)', '생산+유통+판매' 모두를 갖추고 운영하는 다양한 형태를 가지고 있음을 감안하여 복수응답 하도록 하였다.

말고기 유통 경력은 6~10년이 32.2%로 가장 많고, 5년이하, 11년이상~20년 이하가 각 29.0%이었다. 20년 이상은 9.7%로 조사되었다.

Table 68. 설문자 유형별 응답자 수

구분	유 형	설문자 수(명)	비율(%)
연 령	① 20대	-	0.0
	② 30대	1	3.2
	③ 40대	11	35.5
	④ 50대	15	48.4
	⑤ 60대	4	12.9
성 별	① 남자	20	64.5
	② 여자	11	35.5
직 책	① 대표	22	70.9
	② 중간관리자(책임급)	9	29.1
업 태 * ( )복수응답	① 말 생산	9(7)	29.0
	② 말고기 유통(가공, 도축)	9(5)	29.0
	③ 말고기 판매업(식당, 도매)	23(8)	74.1
경 력	① 5년 이하	9	29.0
	② 6년 ~ 10년	10	32.3
	③ 11년 ~ 20년	9	29.0
	④ 20년 이상	3	9.7

(라) 설문조사 결과

제주지역 말고기 판매 및 유통 업체 중에서 말고기를 직접 분할 정형하거나 말도체 분할 경험이 있는 25명을 대상으로 분할 정형 방법에 대하여 대면 조사 하였다.설문조사 업체 중에서 '말고기 부위별 거래를 하지 않는' 곳이 68.0%였고, '부위별 거래를 하는 곳'은 32.0%로 나타났다.

말고기 분할정형기준의 표준화 필요성 여부에 대하여 '필요하다' 80.6%, '필요하지 않다'가 19.4% 응답하였다.

말고기 분할정형 방법은 '쇠고기 분할 방식'을 응용 하는 곳이 40.0%, '말도체 특성'에 따라 분할이 36.0%이고, '특별한 기준이 없이 분할' 형태가 24.0%였다.

말고기 대분할 갯수는 '10개 내외'가 적정하다고 100.0%가 응답하였다. 부위별 구분 방법 연구결과에 대하여 92.0%가 '적정하다'고 응답 하였다.

분할정형 구분이 필요한 부위에 대하여 응답자 80.0%가 '10개부위 모두 필요'하다고 응답하였으며, 구분이 필요치 않은 부위로는 '설도', '채끝'이 각 8.0%, '앞다리', '등심', '양지' 각 4.0%가 필요치 않다고 응답하였다.

현재 시범사업 중인 말도체 등급판정제도에 대하여 100.0% '알고 있다'고 응답 하였다. 말고기 등급제도가 필요한 이유에 대하여 68.0%가 '말고기 품질을 높일 수 있다'고 응답하였고 28.0는 등급판정제도를 통하여 육질정보를 알 수 있다고 응답하였다.

현행 말도체 육량(A, B, C), 육질(1^{+}, 1 2) 등급의 종류 및 개수에 대하여 88.0%가 '적정하다'고 응답하였고 8.0%는 육량등급, 4.0%는 육질등급만 적정하다고 하였다.

말고기 유통시 중요한 거래 기준으로는 '품종' 56.0%, '비육기간' 32.0%, '나이' 16.0%, '등급' 12.0%, '도축일자' 4.0%으로 복수 응답하였고 말도체 품질판단 기준은 '비육상태' 44.0%, '근내지방도와 품종'이 각 각 28.0%, 육색 24.0%, 나이 12.0%, 지방색 4.0%으로 응답함으로써 말고기 품질에 품종과 비육기간을 중요시 하는 것으로 나타났다.

말고기 근내지방이 육질에 미치는 영향에 대하여 '많거나 아주 많다' 80.0%가 응답하였고, '없거나 거의 없다'는 응답도 20.0%로 나타났다.

말고기 1등급에 적정한 근내지방도 수준은 현행 근내지방도 기준으로 'No.2'가 88.0%로 응답하였다. 'No.3, 4 및 필요 없다'고 응답한 비율도 각 4.0%로 응답하였다.

제주산마와 더러브렛과의 품종구별 필요성 여부에 대하여 '꼭 필요하거나 필요하다' 92.0%, 필요없다 8.0% 응답하였다.

품종구별이 필요한 이유에 대하여 '육질차이' 92.0%, '소비자 선호도' 및 '가격 차이'가 있다고 각 4.0% 응답하였고 경주마(더러브렛)의 적정 등급에 대하여 '등외등급'[2] 84.0%, '정상등급 후 육질하향' 8.0%, '판정 제외'[3]가 8.0%로 응답하였다.

기타 의견으로 말고기는 코스 요리로 판매되므로 필요에 따라 모든 부위가 요리에 사용 된다고 응답하였으며 말고기 요리 중 육회 소비 비중이 많은 점을 감안하여 그에 따른 적정한 근내지방도 수준이 정해질 필요가 있다고 하였다.

경주마인 더러브렛(Thoroughbred) 품종은 말고기 인식을 나쁘게 하므로 일정기간 비육을 유도하거나 유통을 금지하는 것이 필요하다. 또한 말고기는 온도에 민감하여 육즙이 쉽게 삼출되므로 전문 육가공시설이 필요하다고 하였다.

Table 69. 설문문항별 응답자 수

번호	설문내용	답변내용	답변자 수(명)	비율(%)
1	말고기의 대중화를 위해 분할정형기준의 표준화가 필요하다고 생각하십니까?	① 예 ☞ 2번으로 이동	25	80.6
		② 아니오 ☞ 설문중단	6	19.4
2	귀하께서는 말고기 유통 시 부위별 거래를 하고 있습니까?	① 예	8	32.0
		② 아니오	17	68.0
3	귀하의 업체에서는 말도체 분할 정형 시 활용하는 기준은 무엇입니까?	① 말도체 특성에 따라 분할 정형	9	36.0
		② 쇠고기 분할정형 기준에 준함	10	40.0
		③ 관습에 따라 분할정형	4	16.0
		④ 특별한 기준이 없음	2	8.0
		⑤ 기타	0	0.0
4	말고기 대분할 부위는 몇 개가 적정하다고 생각하십니까?	① 5개 이하	0	0.0
		② 10개 내외	25	100
		③ 15개 이상	0	0.0
		④ 20개 이상	0	0.0
5	말고기 부위별 안내도에 제시된 부위별	① 예	23	92.0

2) 등외등급 : 등급판정을 신청하였으나 '등외등급'으로 판정(말도체 등급판정이 의무사항일 때 적용 및 효과가 있음)
3) 판정제외 : 말도체 등급판정 신청을 할 수 없음(등급판정 신청 자격을 제한함)

	구분이 적정하다고 생각하십니까?	② 아니오	2	8.0
6	부위별 안내도의 개선이 필요하다면 무엇입니까?	① 부위별 분할 개수	4	16.0
		② 부위명칭	5	20.0
		③ 분할 위치	1	4.0
		④ 없음	15	60.0
7	부위별 안내도에서 말도체를 분할 정형 시 구분이 필요 없는 부위는 무엇이라고 생각하십니까? (다수 선택 가능)	① 모두 필요함	20	80.0
		② 안심	0	0.0
		③ 등심	1	4.0
		④ 채끝	2	8.0
		⑤ 목심	0	0.0
		⑥ 앞다리	1	4.0
		⑦ 우둔(넓적다리)	0	0.0
		⑧ 설도	2	8.0
		⑨ 양지	1	4.0
		⑩ 사태	0	0.0
		⑪ 갈비	0	0.0
8	귀하께서는 말도체 등급판정제도에 대해 알고 있거나 들어본 적이 있습니까?	① 예 ☞ 9번으로 이동	25	100
		② 아니오 ☞ 설문중단	0	0.0
9	귀하께서 말고기 유통시 가장 중요한 거래 기준은 무엇입니까?(복수응답)	① 등급	3(1)	12.0
		② 도축일자	1	4.0
		③ 가격	3(1)	12.0
		④ 비육기간	8(2)	32.0
		⑤ 나이	4(2)	16.0
		⑥ 품종	14(2)	56.0
		⑦ 기타	0	0.0
10	말도체 상태에서 품질을 판단하는 중요한 요소는 무엇입니까?	① 근내지방(마블링)	7(1)	28.0
		② 육색	7(2)	28.0
		③ 지방색	1	4.0
		④ 성숙도	3(2)	12.0
		⑤ 비육상태	11(4)	44.0
		⑥ 품종	7(2)	28.0
		⑦ 기타	0	0.0
11	말도체 등급제도의 필요성은 무엇이라고 생각하십니까?	① 육질 정보를 알 수 있다	7	28.0
		② 말고기 거래 기준이 된다	1	4.0
		③ 냉장유통이 되어 위생적이다	0	0.0
		④ 말고기 품질을 높일 수 있다.	17	68.0
		⑤ 기타	0	0.0
12	현행 말도체 등급판정기준은 육질 3개 등급(1^+, 1, 2), 육량 3개 등급(A, B, C)되어 있습니다. 적정하게 설정되었다고 생각하십니까?	① 모두 적정하다	22	88.0
		② 모두 적정하지 않다	0	0.0
		③ 육질기준만 적정	1	4.0

		④ 육량기준만 적정	2	8.0
13	경주마 더러브렛 품종과, 제주산마의 품질 구분이 필요합니까?	① 꼭 필요하다	20	80.0
		② 필요하다	3	12.0
		③ 필요없다	2	8.0
		④ 전혀 필요없다	0	0.0
14	13번 질문과 관련하여 품질구분이 필요한 이유는 무엇입니까?	① 말고기 육질	23	92.0
		② 소비자 선호도	1	4.0
		③ 가격	1	4.0
		④ 기타	0	0.0
15	경주용 더러브렛 품종의 말고기 등급으로 적정한 것은 무엇이라 생각하십니까?	① 정상등급	**2**	**8.0**
		② 등외등급	21	84.0
		③ 기타(등급판정제외)	2	8.0
16	말고기 근내지방 수준이 육질에 미치는 영향이 있다고 생각하십니까?	① 아주 많다	9	36.0
		② 많다	11	44.0
		③ 보통이다	4	16.0
		④ 거의 없다	1	4.0
		⑤ 전혀 없다	0	0.0
17	현행 근내지방 기준과 비교하였을 때 말고기 1등급 품질에 필요한 적정한 근내지방 수준은 몇 번이라고 생각하십니까?	① No. 1	0	0.0
		② No. 2	22	88.0
		③ No. 3	1	4.0
		④ No. 4	0	0.0
		⑤ No. 5	1	4.0
		⑥ No. 6	0	0.0
		⑦ 필요없다	1	4.0

(4) 현행 운영중인 등급기준에 대한 제주지역 간담회 결과

제주지역 말고기 관련 생산, 유통, 소비, 기관 및 단체 전문가를 대상으로 말고기 등급판정기준 중 등급표시 방법, 등급기준과 말고기 분할정형방법 등 부위명칭, 분할갯수 등에 대하여 적정성 여부에 대하여 자문을 받았다.

(가) 말고기 등급판정기준

등급표시 종류는 다른 축종에 1^{+}등급이 있음을 감안하여 1^{+}, 1, 2등급으로 표시하는 것이 적정하다고 생산, 유통, 관련기관이 공통된 의견을 제시하였다.

육질등급은 제주도내 말고기 생산 수준이 고려되어야 하며 비육마의 특성으로 근내지방도 침착이 어렵고 일정 수준이 되면 소비자 선호도가 높음에 따라 현재의 근내지방 수준의 조정이 필요하다고 생산, 유통, 관련기관이 공통된 의견을 제시하였다.

육질등급별 근내지방도기준은 No.1~ No.5까지 5개로 설정 하는 것이 적정하다고 의견을 제시하였다. 더러브렛 품종의 말고기 유통은 소비자에게 좋지 않은 인식을 줄 수 있으므로 생산단계에서 비육관리 및 유통단계에서 품종 표시 등 관리가 필요하다고 하였다.

(나) 말고기 분할 정형기준

말고기 분할갯수는 말고기 유통시 활용 가능한 10개 수준이 적정하다고 하였다.

부위별 명칭은 소비자 인식이 쇠고기와 돼지고기의 명칭에 익숙해져 있고 지역적 특색을 가진 명칭이 없으므로 현재의 명칭이 적합하다고 하였다.

다만 말도체 뒷다리 부위인 '우둔(牛臀)'의 한자어가 '소'를 뜻하므로 개선이 필요하다고 건의하였고, 말의 갈기부위에 부착된 지방덩어리를 '차돌박이'로 명칭을 부여한 것은 쇠고기와 위치는 다르지만 소의 차돌박이와 비슷한 형태를 보임에 따라 현재의 명칭을 사용하는 것이 적정하다고 하였다.

(5) 말고기 부위별 요리 용도

말고기로 제공되는 요리는 '구이, 생고기, 육회, 불고기, 샤브샤브, 탕' 6종류이고 소비가 많은 구이와 생고기 요리에 11개 부위(특수부위 포함) 중 각 7개 부위가 이용되고 있는 것으로 조사 되었다. 등심은 6가지 요리에 사용되고, 설도 및 넓적다리 부위는 4개 요리(생고기, 육회, 불고기, 샤브샤브)에 사용 되고 있었다.

Table 70. 말고기 부위별 요리 용도

부위	구이	생고기	육회	불고기	샤브샤브	탕, 찜류	계
안심	○	○					2
등심	○	○	○	○	○		4
목심				○	○		2
채끝	○			○			2
갈비						○	1
양지	○		○				2
사태		○	○			○	3
앞다리	○	○			○		3
설도		○	○	○	○		4
넓적다리		○	○	○	○		4
특수부위	○	○					2
계	6	7	5	5	5	2	

말고기 등급판정제도는 품질향상 측면에서 필요한 것으로 조사되었으며 품종 구분, 근내지방도 수준 등은 말고기 비육 특징을 반영해 줄 것을 희망하였다.

현행 품종 구별없이 등급기준을 적용 하고 있으나 더러브렛(경주마)품종에 대한 기준적용 방법의 검토가 필요하다고 건의하였다.

(6) 실태조사 결과의 시사점

현장의 여건을 반영한 말도체 등급 및 말고기 유통지표 개발을 수행하기 위해 시범사업에 대한 등급판정결과 실태조사, 소비자 및 유통업자 설문조사, 제주지역 산·학·연(농가, 유통업자, 판매업자, 학계, 제주도청)간담회 개최 등을 실시하였는데 그 결과는 다음과 같다.

(가) 2013 년 말도체 시범사업(2013.1.1.～10.18)을 통해 얻은 등급판정결과는 1^{+}등급(7.5%), 1 등급(10.8%), 2 등급(78.3%), 등외(3.3%)로 2 등급 이상의 하위등급이 차지하는 비율이 81.6%로 한우의 2 등급이상 출현율(2013 년 2 등급 기준)이상이 42%에 비해 2 배이상 높게 나타났다.

(나) 말고기의 섭취형태 및 빈도는 구입횟수(1～3 회/년), 섭취량(100～300g/회), 주위의 권유에 의한 섭취(44.7%)가 많아서 소나 돼지에 비해 소비가 매우 적극적이지 않음을 알 수 있었다.

(다) 말고기의 구입경로는 전문식당 또는 추렴(공동구매)을 통해 구입함으로써 다른 축종의 육류에 비하여 구입경로가 단순화 되어 있었다.

(라) 선호하는 요리는 쇠고기의 경우 구이>불고기>갈비찜>탕 순이었으나, 말고기는 육회>구이>샤브샤브 순으로 근내지방이 적은 말고기 특성에 맞게 소비하는 것으로 조사되었다.

(마) 말도체 등급판정기준은 말고기의 품질향상 측면에서 필요하다고 생각하고 있으며 비육마의 특성상 근내지방 침착의 어려움과 현장 여건을 감안 현행 운영되고 있는 근내지방도 기준을 하향조정하여 등급판정 기준을 운영할 것으로 건의하였다.

(바) 말고기 유통지표로써 유통업자에 대한 설문조사결과 부위별 분할정형기준은 쇠고기와 같이 10 개 내외가 적당하다(100%)고 생각하고 있었으며, 소비자 조사결과에서는 부위별 거래의 필요성에 대해서 필요이상의 응답이 96.6%로 매우 높게 나타났다.

위와 같이 말고기 등급판정 및 유통지표 개발을 하기 위해 현행 등급판정결과, 소비자 및 유통업자의 의견을 종합해 본 결과 현재 시범사업으로 운영되고 있는 말도체 등급기준은 현실의 여건에 맞게 하향조정하되, 등급간 변별력이 있도록 지표를 설정해야하고, 현재 말고기 부위별 분할정형기준이 마련되지 않고 있으나 10 개 부위로 대분할 부위를 설정하는 지표를 개발하는 것이 필요하다고 사료된다.

나. 말도체 등급판정지표 개발 결과

(1) 재료 및 방법

(가) 공시재료

공시축(육질실험 40 두, 성숙도 실험 87 두)은 제주축협공판장에서 '축산물위생관리법 시행규칙 제 2 조(가축의 도살·처리 및 집유의 기준)에 따라 도살 처리하였는데, 각 말들은 도축한 다음 1 일간 냉장실에 냉장한 후 등심심부온도가 0~5℃일때 등급판정기준에 따라 육량(도체중량, 등지방두께, 등심단면적)과 육질 (근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도)을 판정하였다 (축산물품질평가원 공고 제2011-11 호). 등급판정이 완료된 직후 도체형태로 냉장탑차를 이용하여 제주특별자치도 소재 가공장으로 운송한 다음 말도체는 '쇠고기 및 돼지고기의 부위별 분할정형기준' (식품의약품 안전처 고시 제 2013-153 호, 2013.4.5., 식육의 부위별·등급별 및 종류별 구분방법의 별표 2)에 규정 준하여 10 개 대분할 부위로 분리한 후 진공 포장한 다음 분석에 이용할 때까지 -24℃에서 냉동·보관 한 후 실험에 공시하였다.

(나) 일반성분 분석

단백질, 수분, 지방 및 회분 분석은 AOAC(2006)에 준하여 분석하였다. 지방 및 수분함량은 CEM 자동추출장치(Labwave 9000/FAS 9001, CEM Corp., Mattews, NC, USA)를 이용하여 측정하였다. 단백질은 Kjeltec System(Kjeltec Auto 2400/2460, Foss Tecator AB, Hoganas,Sweden)을 이용하여 분석하였으며, 회분은 회분분석기(MAS 7000, CEM Corp., Mattews, NC, USA)를 이용하여 측정하였다.

(다) pH

pH 는 각 부위의 중심부에 pH meter(pH-K21, NWK-Binär GmbH CO., Germany)를 이용하여 측정하였다.

(라) 육색

육색은 근육을 절단하여 단면을 30 분동안 공기중에 노출시킨 후 Minolta chromameter (Model CR-400, Minolta Camera co. Osaka., Japan)로 L*값인 명도(Lightness), a*값을 나타내는 적색도(Redness) 및 b*값을 나타내는 황색도(Yellowness)를 측정하였다.

(마) 보수력 및 전단력

보수력(water holding capacity, WHC)은 원심분리법(Laakkonen 등, 1964)으로 측정하였으며, 전단력가(Warner-Bratlzer shear force, WBS)는 각 부위의 근육을 0.7cm 두께의 스테이크 모양으로 절단하여 컨벡션 오븐에서 230℃로 심부온도가 70℃에 도달 할때까지 가열한 후 상온에서 냉각하여 전단력 측정기(Tms-Touch, Food Technology. Co., USA)로 3 번 이상 측정하여 평균값을 이용하였다. 측정조건은 load type 을 50kg 으로 하였고 Crosshead speed 는 400mm/min 으로 각각 고정하여 실시하였다.

(바) 지방산 분석

지방의 추출은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 실시하였다. 지방산 분석을 위한 methylation 은 Morrison 과 Smith(1964)의 방법에 따라 실시하였으며, PerkinElmer gas chromatograph(model Clarus 500 with autosampler, PerkinElmer Life and Analytical Sciences, Shelton, CT, USA)에 fused silica capillary column SP 2560 [100m × 0.25mm(id)] (Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)을 이용하여 injector 및 detector 온도 각각 220 및 250℃ 조건으로 분석하였다.

(사) 관능검사

관능검사 시료는 Convection Oven(Samsung, HQ-Z365BF, Korea)을 이용하여 230℃에서 20 분 동안 가열하였고 관능검사 시료의 심부온도가 72~74℃가 될 때 꺼낸 후 방냉하여 20 ㎜×10 ㎜×10 ㎜(가로× 세로× 높이)크기로 잘라 훈련된 관능검사요원 10 명 에게 다즙성(5=매우 다즙 3=보통 1=매우 건조), 연도(5=매우 연함, 3=보통, 1=매우 질김), 풍미(5=매우 고소함 3=보통 1=매우 싱거움), 기름기(5=매우 기름기가 많음 3=보통 1=매우 기름기가 적음), 종합 기호도(5=매우 만족, 3=보통, 1=매우 불만족)에 대해 5 점 척도법으로 관능검사를 실시하였다.

(아) 광학현미경 조사

광학현미경 관찰을 위해 등심근육을 4% paraformaldehyde고정액에 16시간 고정하였다. 고정된 등심근육을 ethanol 탈수 후 xylene으로 치환하고, paraffin 처리하여 포매(embedding)하였다. 포매된 조직은 microtome으로 10μm 두께로 잘랐다. 잘라진 조직은 슬라이드에 올려 eosin 염색을 하였다. 염색된 슬라이드는 광학현미경(Nikon ECLIPSE 80i, Nikon Co., JAPAN)으로 200배율과 400배율로 촬영하여 관찰하였다.

(자) 통계처리

시험성적의 통계처리는 SPSS 12.0 program을 이용하여 분산분석과 Ducan의 다중검정으로 각 요인간의 유의성($p<0.05$)을 비교 분석하였다.

(2) 육량등급기준 지표설정 연구결과

(가) 현행 육량등급 기준의 문제점

육량 등급간의 변별력이 낮아 정육량 예측치와 실제 정육량에 있어서는 A·B등급간에 유의차($P<0.05$)가 없으며, 특히 말고기에서는 중요한 부산물(뼈+지방)에서는 A·B·C등급간에 통계적 유의차($P<0.05$)가 없어, 등급으로서 가치가 낮은 것으로 분석되었다(Table 71).

Table 71. 육량등급기준(현행)에 의한 정육율 분석결과

구분	A등급	B등급	C 등급	P-value
두수	14두	8두	23두	
비율	31.1%	17.7%	51.1%	
도체중량(kg)	227.50^{a}±24.63	210.63^{b}±5.93	183.70^{c}±13.55	0.000*
정육량예측치(kg)	179.57^{a}±16.59	170.47^{a}±4.14	149.00^{b}±11.91	0.000*
정육량(kg)	190.33^{a}±17.33	181.8^{a}0±7.05	156.49^{b}±12.15	0.000*
부산물(뼈+지방)(kg)	34.17±9.90	30.76±5.21	28.92±5.07	0.096
정육율(%)	83.96±5.31	86.32±2.76	85.21±2.61	0.339

$^{a-b}$ Means within a row with different superscript differ significantly($p<0.05$).

(나) 육량등급기준 지표 설정

말고기는 쇠고기와는 달리 고기량과 뼈의 양이 중요한 경제적 지표임을 감안하여 정육율 예측산식을 적용하지 않고, 기존 정육량 예측산식 구간을 변경하여 육량 등급간 정육율 추정치(정육량)와 뼈 부산물에 변별력이 있도록 설정하였다. 정육량 예측치 구간 설정근거는 현행 말고기 출하동향(축산물품질평가원 등급판정 도체중 2011~2013년 평균도체중 221kg, 생체중 환산(61%적용) 362kg과 제주도 2011년 생체중 평균 361kg(이학교, 제주산마 활용방안 연구결과 보고서, 2013)을 고려하고, 정육량 예측치는 177kg(평균 도체중량의 약 80% 추정)으로 A등급을 받으려면 평균 출하체중 이상으로 사육을 하도록 유도하기 위해 정육량 예측치는 178이상을 A등급으로 정하고 B와 C등급은 A등급과 등급간 변별력을 고려하여 Table 72.와 같이 설정하였다.

Table 72. 육량등급기준 지표 개선(안)

등급	정육량 예측치	
	현행	개선(안)
A	184이상	178.0이상
B	165이상～184미만	159이상～178미만
C	165미만	159미만

(다) 육량등급기준 개선지표 적용결과

개정된 육량등급기준 지표를 등급별로 적용한 결과 육량등급을 결정하는 지표로 사용하고 있는 정육량 예측치(정육량 포함)는 A등급>B등급>C등급 순으로 유의적(P<0.05)차이가 있었으며, 부산물(뼈,지방)의 경우 A등급은 C등급에 비해 유의적(P<0.05)으로 높게 나타났다. 말고기는 쇠고기와는 달리 지방이나 뼈 등의 부산물의 가격이 높고, 지방의 경우 피복지방 및 복강지방도 구이용으로 활용가치가 높아 육량등급 기준은 정육량과 부산물(뼈, 지방)을 고려하여 설정하는 것이 바람직하다고 사료된다(Table 73.)

Table 73. 육량등급기준(개정)에 의한 정육율 분석결과

구분	A등급	B등급	C 등급	P-value
두수	4	24	17	
도체중량(kg)	249.25^{a}±23.78	210.46^{b}±15.76	179.24^{c}±13.02	0.000*
정육량예측치(kg)	199.96^{a}±20.39	168.40^{b}±5.26	144.90^{c}±111.19	0.000*
정육량(kg)	192.00^{a}±17.62	181.52^{a}±15.18	152.58^{b}±11.42	0.000*
부산물(뼈+지방),kg	48.45^{a}±8.01	30.18^{ab}±4.68	27.72^{b}±3.16	0.010*

$^{a-b}$ Means within a row with different superscript differ significantly($p<0.05$).

육량등급에 따른 부위별 생산량을 비교한 결과 Table 74와 같이 안심, 등심, 채끝, 목심, 앞다리, 우둔, 갈비, 정육량, 부산물(뼈+지방)에서 상위등급일수록 부위별 생산량이 높게 나타났다.

Table 74. 개정 육량등급에 의한 부위별 생산량 비교

구분	A등급	B등급	C 등급	P-value
두수	4	24	17	
도체중량(kg)	249.25^{a}±23.78	210.46^{b}±15.76	179.24^{c}±13.02	0.000*
안심	7.15^{a}±0.93	6.07^{b}±1.16	4.87^{c}±0.52	0.000*
등심	24.32^{a}±3.97	18.73^{b}±4.43	15.78^{b}±2.11	0.000*
채끝	10.85^{a}±1.39	8.19^{b}±1.37	6.65^{c}±0.76	0.000*
목심	16.02^{a}±3.39	11.47^{b}±3.82	8.99^{b}±2.87	0.002*
앞다리	27.77^{a}±5.71	13.29^{b}±4.04	12.87^{b}±5.84	0.000*
설도	19.57^{b}±14.32	36.62^{a}±6.57	30.35^{a}±4.57	0.000*
우둔(넓적다리)	17.67^{a}±4.62	12.08^{b}±1.44	11.21^{b}±1.74	0.000*
양지	24.87^{b}±3.60	38.02^{a}±7.77	30.95^{a}±7.08	0.001*
사태	12.97±2.74	12.83±1.74	11.70±0.87	0.094
갈비	30.77^{a}±3.44	23.84^{b}±3.00	19.12^{c}±2.53	0.000*
정육량(kg)	192.00^{a}±17.62	181.52^{a}±15.18	152.58^{b}±11.42	0.000*
부산물(뼈+지방),kg	48.45^{a}±8.01	30.18^{ab}±4.68	27.72^{b}±3.16	0.000*

$^{a-b}$ Means within a row with different superscript differ significantly($p<0.05$).

(라) 지표설정 결과

현행 육량등급기준의 정육량 예측치 범위를 조정하여 적용한 결과 정육량 예측치, 정육량, 부산물(뼈+지방)에서 등급간의 유의적($p<0.05$) 차이가 있고 , 분할정형을 통해 생산한 대분할 기준의 부위별 생산량에서도 유의적 차이가 있음을 감안하면 현행 기준의 정육량 예측치 범위를 하향 조정하는 것이 바람직하다고 사료된다.

(3) 육질등급기준 지표설정 연구결과

(가) 현행 육질등급(근내지방도)판정 현황

2013년 1월에서 8월까지 8개월간 육질등급 판정결과 등급별 출현비율은 1^{+}등급 8.2%, 1등급 10.4%, 2등급 81.4%, 등외 3.2% 출현율로 2등급 출현율이 81.4%로 매우 높게 나타나고 있다.

또한 제주지역 등급판정 신청자들은 제주지역에서 말고기를 생산하는 비육체계를 감안하여 육질등급별 변별력을 갖추면서 품종간(제주산마 vs 더러브렛마) 품질 차별화 및 상위등급(1등급이상) 출현율을 높일 수 있도록 근내지방도 수준의 조정을 희망하고 있다.

Table 75. 말도체 등급판정결과 (기간 : '13.1.~8) (단위 : 두)

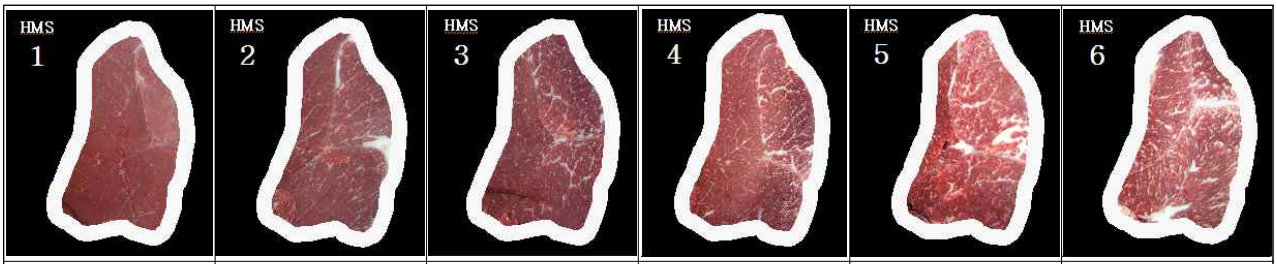
구분	육질등급			등외	계
	1+	1	2		
제주산마	7	10	137	0	154
제주마	8	9	2	0	19
경주마	0	0	10	5	15
수입마	0	0	0	1	1
계(%)	**15(8.2%)**	**19(10.4%)**	**149(81.4%)**	**6(3.2%)**	**189**

(나) 육질등급(근내지방도) 기준 개정(안)

현행 육질등급기준을 말고기 특징 및 소비패턴을 반영한 등급기준으로 재설정하였다. 비육된 말고기와 그렇지 않는 고기와의 차별화를 유도하고, 말고기 사육농가의 생산의욕을 고취하기 위해 현행 2등급의 근내지방도 수준이 No.1과 No.2에서 No.1로 조정하고, 조지방 함량도 조정함으로써 등급별 변별력이 있도록 하였다.

Table 76. 육질등급기준 개정(안)

육질등급	근내지방도 기준			
	현 행	조지방 함량	**개정 안**	**조지방 함량4)**
1+	No.5~6	8.54% 이상	**No.4 이상**	**6.00% 이상**
1	No.3~4	4.75%~7.56	**No.2~3**	**2~6.00% 미만**
2	No.1~2	1.65%~3.07	**No.1**	**2% 미만**



No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
2등급		1등급		1+등급	

Figure 28. 현행 근내지방도 기준

4) 근내지방도 조지방함량 기준: No1(2% 미만), No2(4% 미만), No3(6% 미만), No4(8% 미만), No5(8% 이상),

No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
2등급	1등급		1⁺등급	

Figure 29. 개정 근내지방도 기준

(다) 현행 육질등급(성숙도) 기준의 한계

① 등급판정 성숙도와 실제 사육개월령 비교

식육의 연도와 풍미는 성숙도와 밀접한 관련이 있다. 말도체의 성숙도를 결정하는 주요 요인은 사육방법과 사육기간이 주요 변수로 적용된다. 제주축협공판장에서 도축된 말에 대하여 사육개월령을 조사하고 도축 후 도체상태에서 흉추골의 골화상태를 판단하여 등급판정기준에 따라 성숙도 구분 번호를 부여하였다. 말도체의 실 사육개월령은 생년월일이 새겨진 문신과 RFID칩이 내장된 말도체를 대상으로 하였다. 문신의 확인은 도축 된 말의 윗 입술 안쪽을 확인하여 조사하였다(Fig 30). 말의 목부위에 RFID칩이 내장된 개체는 도축전 바코드 리더기로 바코드 번호를 읽고 그 중에서 생년월일을 추적할 수 있는 개체를 대상으로 조사하였다(Table 77). 조사두수는 제주마 81두, 더러브렛(Thoroughbred) 6두로 총 87두가 조사되었고 25~48개월령이 51두로 57.47%를 차지하는 것으로 조사 되었다. 조사결과 성숙도 No.1~No.7까지는 사육월령과 유사하게 평균월령간에 차이가 있었으나, 성숙도 No.8~No.9는 성숙도 No.7에 비해 사육월령과 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 성숙도 No8.과 No9의 기준 구간설정이 균일성을 확보하지 못한 것으로 사료된다. 따라서 성숙도 구분 번호와 사육연령, 골화 정도에 따라 말고기의 육질을 비교하여 보다 정확한 구간설정의 연구가 필요하다고 하겠다.

* 83→ 2008년 3월 출생

Figure 30. 문신을 통한 사육개월령 조사

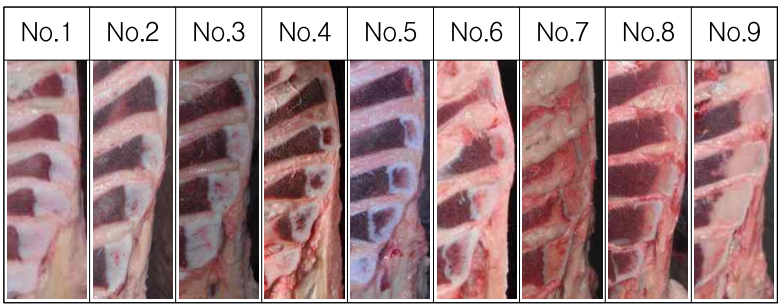


Figure 31. 성숙도 번호별 구분기준(등뼈 가시돌기)

Table 77. 등급판정 성숙도구분 번호별 평균 사육개월령

성숙도 번호	두수	나이(개월령)			
		평균	표준편차	최소	최대
2	13	28.54	8.978	14	38
3	17	33.47	7.993	21	47
4	12	39.58	5.518	36	52
5	20	46.75	16.335	35	108
6	13	57.77	23.371	33	109
7	5	76.40	25.530	51	119
8	4	137.00	11.916	122	148
9	3	180.67	44.636	151	232

② 말도체 성숙도 평가기준이 전단력 및 관능검사에 미치는 영향 조사결과

현행 등급기준에 적용된 성숙도 평가는 9점 척도법으로 평가하고 있으나, Table 78과 같이 성숙도에 따른 전단력, 관능검사 결과 성숙도에 따른 유의적($p<0.05$) 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 78. 성숙도(현행기준)가 전단력 및 관능검사에 미치는 영향

구분	성숙도	N	평균±표준편차	P-value
전단력	2	3	15.70±6.37	0.049*
	3	9	8.67±2.47	
	4	5	14.16±3.65	
	5	8	15.84±4.12	
	6	8	15.29±5.58	
	7	4	16.75±6.35	
	8	1	11.50±0.00	
	9	2	14.55±5.44	
	합계	40	13.81±5.09	
관능다즙성	2	3	2.43±0.49	0.586
	3	9	2.30±0.42	
	4	5	2.46±0.53	
	5	8	2.33±0.60	
	6	8	2.35±0.45	
	7	4	2.08±0.55	
	8	1	2.70±0.00	
	9	2	1.65±0.35	

	합계	40	2.30±0.49	
관능연도	2	3	2.70±0.26	0.225
	3	9	2.51±0.40	
	4	5	2.64±0.49	
	5	8	2.63±0.77	
	6	8	2.60±0.29	
	7	4	2.25±0.66	
	8	1	2.30±±0.00	
	9	2	1.50±0.42	
	합계	40	2.50±0.54	
관능풍미	2	3	2.77±0.35	0.190
	3	9	2.53±0.30	
	4	5	2.64±0.51	
	5	8	2.54±0.43	
	6	8	2.65±0.26	
	7	4	2.48±0.38	
	8	1	2.80±0.00	
	9	2	1.80±0.42	
	합계	40	2.55±0.39	
관능기름기	2	3	2.00±0.30	0.304
	3	9	2.23±0.37	
	4	5	2.16±0.59	
	5	8	1.98±0.49	
	6	8	2.06±0.32	
	7	4	1.90±0.44	
	8	1	2.30±0.00	
	9	2	1.35±0.07	
	합계	40	2.05±0.43	
관능종합	2	3	2.93±0.23	0.173
	3	9	2.93±0.59	
	4	5	2.86±0.68	
	5	8	2.69±0.58	
	6	8	2.75±0.28	
	7	4	2.38±0.75	
	8	1	3.00±0.00	
	9	2	1.70±0.42	
	합계	40	2.72±0.57	

(라) 현행 육질등급(성숙도) 기준 개선방향

현행 등급기준에 적용된 성숙도 평가는 9점 척도법으로 평가하고 있으나, 성숙도 평가기준의 변별력을 확보하기 위해 Table 21 과와 같이 성숙도 평가 척도법을 9점 척도법에서 3점 척도법으로 단순화하였다. 즉 현행기준 성숙도 기준을 3개로 그룹화하여 [No.1 (No.1~ No.3), No.2 (No.4 ~ No.6), No.3(No.7 ~ No.9)] 단순화 함으로써 등급간의 변별력을 높게 설정하였다.

Table 79과 같이 성숙도를 단순화시킨 결과 성숙도 등급간 전단력, 관능연도, 관능종합평가

결과에서 유의적($p<0.05$)차이가 있는 것으로 나타났다. 현행 등급기준에 의하면 성숙도 No.8과 No.9에 한하여 등급을 하향하고 있으나, 개정된 기준을 적용할 경우 성숙도 No3.(현행기준으로 적용시 No 7,8,9)이 등급의 하향기준이 되게 된다. 이럴 경우 현행 성숙도 기준 No.7은 하향조건에 들어가지 않았으나 개정될 기준을 적용할 경우, 성숙도 No 7의 경우도 하향기준에 적용되게 된다. 이러한 결과는 말고기의 육질이 쇠고기 보다 좋지 않음을 고려할 때 품질을 강화하기 위해서는 성숙도 기준을 강화하는 것이 말고기에 대한 소비자의 기호도 향상등을 위해 바람직한 방향일 것으로 사료된다.

Table 79. 성숙도 기준 개선(9점척도법→ 3점척도법) 전단력 및 관능검사에 미치는 영향

평가항목	시료	N	평균	표준편차	P-value
전단력	성숙도 No.1	12	10.43	4.68	0.018*
	성숙도 No.2	21	15.23	4.47	
	성숙도 No.3	7	15.37	5.39	
	합계	40	13.81	5.09	
다즙성	성숙도 No.1	12	2.33	0.42	0.315
	성숙도 No.2	21	2.37	0.51	
	성숙도 No.3	7	2.04	0.54	
	합계	40	2.30	0.49	
연도	성숙도 No.1	12	2.56	0.37	0.041*
	성숙도 No.2	21	2.62	0.54	
	성숙도 No.3	7	2.04	0.62	
	합계	40	2.50	0.54	
풍미	성숙도 No.1	12	2.59	0.31	0.247
	성숙도 No.2	21	2.60	0.38	
	성숙도 No.3	7	2.33	0.50	
	합계	40	2.55	0.39	
기름기	성숙도 No.1	12	2.18	0.36	0.187
	성숙도 No.2	21	2.05	0.44	
	성숙도 No.3	7	1.80	0.46	
	합계	40	2.05	0.43	
종합기호도	성숙도 No.1	12	2.93	0.51	0.044*
	성숙도 No.2	21	2.75	0.49	
	성숙도 No.3	7	2.27	0.72	
	합계	40	2.72	0.57	

(마) 육질등급 기준 개정기준에 의한 지표설정 결과

① 도체특성

말고기 육질등급에 따라 도체중량, 등지방두께, 등심단면적, 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도 등을 조사하였다. 등지방두께는 1^{+}등급이 1등급과 2등급에 비해 높았는데 이는 소에 관한 연구에서 육질등급이 높아질수록 도체중량 및 등지방두께가 증가한다는 Garcia 등(2008)의 연구결과와 유사한 경향을 나타냈다(Table 80).

Table 80. 등급별 도체특성 결과

	1⁺ 등급	1등급	2 등급
n	12	23	5
도체중량(kg)	209.92^{b}±21.97	227.78^{b}±30.01	263.80^{a}±26.17
등지방두께(㎜)	4.25^{a}±1.48	2.43^{b}±0.99	2.50^{b}±1.29
등심단면적(㎠)	80.50±9.77	69.70±29.54	64.50±35.69
근내지방도	4.17^{a}±1.11	2.26^{b}±1.74	1.75^{b}±0.96
육색	5.58^{a}±0.51	5.35^{a}±0.57	4.25^{b}±2.22
지방색	3.50±05.52	3.35±0.64	2.75±1.25
조직감	1.08^{b}±0.29	1.70^{a}±0.47	1.50ab±0.58
성숙도	4.33^{b}±1.15	4.74^{b}±1.68	6.80^{a}±2.86

$^{a-b}$ Means within a row with different superscript differ significantly($p<0.05$).

② 일반성분

말고기 육질등급(1⁺, 1, 2) 등심의 일반성분 분석결과 조지방과 수분은 유의적 차이($p<0.05$)가 있는 것으로 나타났다. **Juarez 등(2009)**은 24개월령에 도축된 말고기(Burguete종)의 수분은 72.32% 단백질 20.64%, 지방 2.08%, 회분은 1.13%이었고, **Tonial 등(2009)**의 연구에 의하면 말고기 등심의 지방은 2.9%, 단백질은 22.5%였다고 보고하였다. **Lee(2002)**는 한우 육질등급(1,2,3등급)에 따른 등심부위의 수분함량은 3등급 수소에서 가장 높게 나타났으며, 근내지방도가 수분함량과는 부의 상관관계를 가진다고 보고하였는데, 본 연구결과에서도 등급이 높을수록 조지방 함량이 높게 나타났다(Table 81).

Table 81. 일반성분 분석 결과

	1+ 등급	1 등급	2 등급
n	12	23	5
수분	67.12^{c}±1.57	69.65^{b}±1.60	71.96^{a}±3.29
회분	0.93±0.06	0.93±0.06	0.96±0.05
조지방	7.88^{a}±2.01	4.28^{b}±2.30	2.60^{b}±2.28
조단백	22.20±0.73	22.72±1.08	22.94±1.67

$^{a-b}$ Means within a row with different superscript differ significantly($p<0.05$).

③ pH, 전단력, 보수력

식육의 pH는 보수력 및 연도 등의 품질 변화와 밀접한 관계가 있어 식육의 품질판정에서 가장 기본이 된다**(Weatherly et al.,1998)**. 본 실험에서 육질등급에 따른 말고기 등심의 pH, 전단력, 보수력을 분석한 결과는 Table 82와 같다. 육질 등급에 따른 pH는 약 5.37~5.44 범위였다. 24개월령에 도축된 말고기(Burguete종) 근육의 pH는 5.61이라고 하였는데(Juarez et al., 2009), 이는 본 연구결과의 pH 범위내의 결과와 비슷한 수치였다. 성 등(2006)은 말고기 숙성 중 말고기 육질특성 변화 연구에서 말고기 등심육의 pH는 25일 숙성기간 동안 유의적인 차이를 나타내지 않았는데,

그 이유로 말고기가 다른 식육들에 비하여 적색근 섬유비율이 높기 때문이라고 했다.

적색근 섬유는 백색근 섬유보다 글리코겐 함량이 낮아 사후초기 젖산축적이 많지 않기 때문이라고 했다. 말고기 등급간 전단력 비교에서 1⁺등급(10.98kg/㎠)이 2등급(14.77kg/㎠), 3등급(16.20kg/㎠)으로 2등급이 1⁺등급에 비해 유의적($p<0.05$)으로 높은것으로 나타났다. 하지만 보수력은 등급간 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. Han 등(1996)은 소에 있어서 근내지방도가 높을수록 보수력이 우수하다고 하였다. 본 연구결과 말고기의 등급간 보수력에 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 연구결과에서 냉동육 등심을 시료로 이용하는 과정에서 해동과정 등의 영향으로 육즙유출 등이 많아 이러한 결과가 나타난 것으로 사료된다. 또한 쇠고기에 비해 말고기의 근내지방도는 등급간 차이가 적어 보수력에 미치는 영향이 적었을 것으로 사료된다.

Table 82. 등급별 pH, 전단력, 보수력

	1⁺ 등급	1 등급	2 등급
n	12	23	5
pH	5.38±0.11	5.37±0.10	5.44±0.17
전단력	10.98^{b}±4.21	14.77^{ab}±5.04	16.20^{a}±5.26
보수력	51.48±4.22	53.95±3.77	53.64±3.67

$^{a-b}$ Means within a row with different superscript differ significantly($p<0.05$).

④ 육색

말고기 육질등급에 따른 등심의 육색 L*값(명도) a*값(적색도) 및 b*값(황색도)은 육색a(적색도), 육색b(황색도)는 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.05$) 24개월령에 도축된 말고기의 육색은 L*값(명도)은 34.6, a*(적색도)는 24.2, b*(황색도)9.6이었다고 했다**(Juarez 등, 2009)**. 이러한 결과는 본 연구결과와 유사한 경향이었다.

Table 83. 등급별 육색비교 결과

	등급		
	1⁺ 등급	1 등급	2 등급
n	12	23	5
육색 L	33.79±2.40	33.36±2.47	33.30±3.99
육색a	18.94^{a}±5.35	14.22^{b}±3.79	13.58^{b}±5.16
육색b	9.52^{a}±3.0	6.31^{b}±2.52	6.38^{b}±3.92

Figure 32. 현행 육색기준

No.1 No.2 No.3 No.4 No.5 No.6 No.7

Figure 33. 육색기준별 말고기 실제 육색

⑤ 관능검사

육질등급에 따른 말고기 등심에 대한 관능검사결과는 Table 84와 같다. 다즙성, 연도, 풍미, 기름기, 종합기호도 모두에서 1⁺등급이 2등급에 비해 유의적으로 기호도가 좋은 것으로 나타났다($p<0.05$). **이 등(2012)은** 한우고기의 관능특성은 근내지방도가 높을수록 우수하며 전단력이 높을수록 나쁘다고 하였다. 본 연구결과에서 1⁺등급의 근내지방도가 2등급에 비해 높고, 전단력이 낮아 **이 등(2012)**의 연구결과와 유사한 결과를 나타냈을 것이라고 사료된다. 맛의 지표가 되는 Oleic acid 함량도 등급간에 차이가 있는데 이러한 지방산의 함량도 관능검사에 영향을 주었을 것으로 사료된다. Oleic acid는 단가불포화지방산으로서 콜레스테롤 상승효과 없이 LDL의 산화억제효과가 있다고 알려진 대표적인 단일불포화지방산으로서 고기의 기호도에 영향을 줄수 있으며, 쇠고기를 비롯한 대부분 식육의 주요 지방산으로 알려져 있다 **(Anderson, 1975)**. 결과적으로 말고기의 대표 부위인 등심의 1⁺등급과 1등급, 2등급간의 관능특성 요인 간에 유의적인 차이($p<0.05$)가 있는 것은 근내지방도와 성숙도 중심으로 설정된 등급기준이 말고기 고유의 특성에 적합하다는 결과로 해석할 수 있겠다.

Table 84. 등급별 관능검사비교 결과

	1⁺ 등급	1 등급	2 등급
n	12	23	5
다즙성	2.53^{a}±0.44	2.28^{ab}±0.46	1.86^{b}±0.53
연도	2.70^{a}±0.53	2.52^{b}±0.44	1.94^{b}±0.71
풍미	2.67^{a}±0.38	2.57^{a}±0.33	2.18^{b}±0.52
기름기	2.33^{a}±0.51	1.97^{ab}±0.29	1.70^{b}±0.46
종합기호도	3.01^{a}±0.60	2.70^{a}±0.40	$2.14b^{b}$±0.79

* 다즙성(5=매우 다즙 3=보통 1=매우 건조), 연도(5=매우 연함, 3=보통, 1=매우 질김), 풍미(5=매우 고소함 3=보통 1=매우 싱거움)
기름기(5=매우 기름기가 많음 3=보통 1=매우 기름기가 적음), 종합 기호도(5=매우 만족, 3=보통, 1=매우 불만족)

⑥ 지방산 조성

말고기 육질등급에 따른 등급별 지방산조성 분석결과 Table 85.과 같다. 지방산조성은 영양적인 가치뿐만 아니라 유통기한이나 향미 등 육질에 다양한 영향을 미치는 요인이라는 점에서 쇠고기 근육내 지방산 조성은 중요하다고 했다(Wood et al., 2003).

지방산 조성 분석결과에서는 불포화지방산중 단가와 다가불포화지방산에서 유의적인 차이

($p<0.05$)가 있었다. 등급별 비교에서 포화지방산은 유의적인 차이는 없었지만 36.43%에서 38.48% 함량이었다. **Yoo 등(1993)**의 보고에 의하면 말고기의 포화지방산 함량은 개량마가 38~39%, 재래마가 40~44%로 돈육의 42.5%와 비슷하고, 우육의 51.4%보다는 낮으며 계육의 39.9%보다는 약간 높다고 하였다. 본 연구결과에서도 등급별 포화지방산량은 36.43%~38.48%로 **Yoo 등(1993)**이 보고한 개량마의 38~39% 수준과 비슷한 결과를 나타내었다. **허 등(2005)**의 연구결과에 따르면 지방질은 주로 고기의 고소한 맛을 내는 작용을 하고 특유의 육즙과 향은 아미노산을 비롯한 지방에서 유래된 휘발성 물질인데, 국내 소비자들이 지방함량이 높은 식육을 선호하는 이유 중의 하나는 이러한 지방질의 가열향을 선호하기 때문이라고 하였다. 각각의 지방산들이 육향에 미치는 영향을 보면 oleic acid(18:1)와 linoleic acid(18:2)가 크게 육향에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데 본 연구결과의 oleci acid(18:1)의 함량은 1^{+}등급>1등급>2등급 순으로 나타났다.

Table 85. 등급별 지방산 조성 비교 결과

	1^{+}등급	1등급	2등급
n	12	23	5
Myristicacid(C14:0)	4.71^{a}±1.11	4.20^{ab}±0.57	3.83^{b}±1.07
Palmiticacid(C16:0)	29.83^{a}±1.83	28.53^{ab}±1.95	27.50^{b}±2.45
Palmitoleicacid(C16:ln7)	10.20^{a}±1.80	8.57^{ab}±1.95	7.69^{b}±3.00
Stearicacid(C18:0)	3.94^{b}±0.67	4.78^{ab}±1.01	5.09^{a}±1.57
Oleicacid(C18:ln9)	37.48^{a}±2.07	35.73^{ab}±2.85	33.38^{b}±3.57
Vaccenicacid(C18:ln7)	0.09±0.03	0.08±0.02	0.07±0.03
Linoleicacid(C18:2n6)	10.25^{b}±2.40	14.01ab±4.73	16.17^{a}±5.21
γ-Linoleicacid(C18:3n6)	0.04^{b}±0.01	0.05^{b}±0.02	0.08^{a}±0.05
Linolenicacid(C18:3n3)	2.64±0.71	2.67±1.02	2.73±1.19
Eicosenoicacid(C20:ln9)	0.49±0.06	0.49±0.07	0.43±0.06
Arachidonicacid(C20:4n6)	0.33^{b}±0.11	0.89^{b}±0.64	3.04^{a}±4.02
Eicosapentaenoicacid(EPA)(C20:5n3)	ND	ND	ND
Docosatetraenoicacid(C22:4n6)	ND	ND	ND
Docosahexaenoicacid(DHA)(C22:6n3)	ND	ND	ND
포화지방산	38.48±2.61	37.50±2.16	36.43±2.17
불포화지방산	61.52±2.61	62.50±2.16	63.57±2.17
-단가	48.27^{a}±2.28	44.87^{ab}±4.46	41.56^{b}±6.05
-다가	13.25^{b}±2.39	17.63^{ab}±5.41	22.01^{a}±7.01

⑦ 광학현미경 조사

냉동저장후 해동된 말고기 육질등급에 따른 근내지방도별 근섬유 조직검사 결과는 Figure 34.과 같다. 냉동은 육질의 변화가 최소화되고 저장성을 증가시킨다고 알려져 있으나, 냉동은 어떤 형태학적 변화를 하져온다(Do et al., 2004)고 했으며, 냉동과정에서 근섬유사이의 간격은 신선육과 비교해서 넓어지며, 근원섬유의 붕괴가 일어난다(Do et al. Ngapo et al., 1999, Zhu et al., 2004)고 했다. 이들 보고가 가리키는 것은 근육구조의 변화는 냉동과정 동안 빙결

정 때문에 생기며, 빙 결정의 크기는 냉동조건과 시간과 관련이 있다고 했다(Ballin and Lametch, 2008). 말고기를 동일 조건으로 냉동하여 해동한 후 근육내에 수분의 함량차이 (근내지방도 No.2와 No.5)에 따라 해동시 차이가 있는지를 관찰한 결과이다.

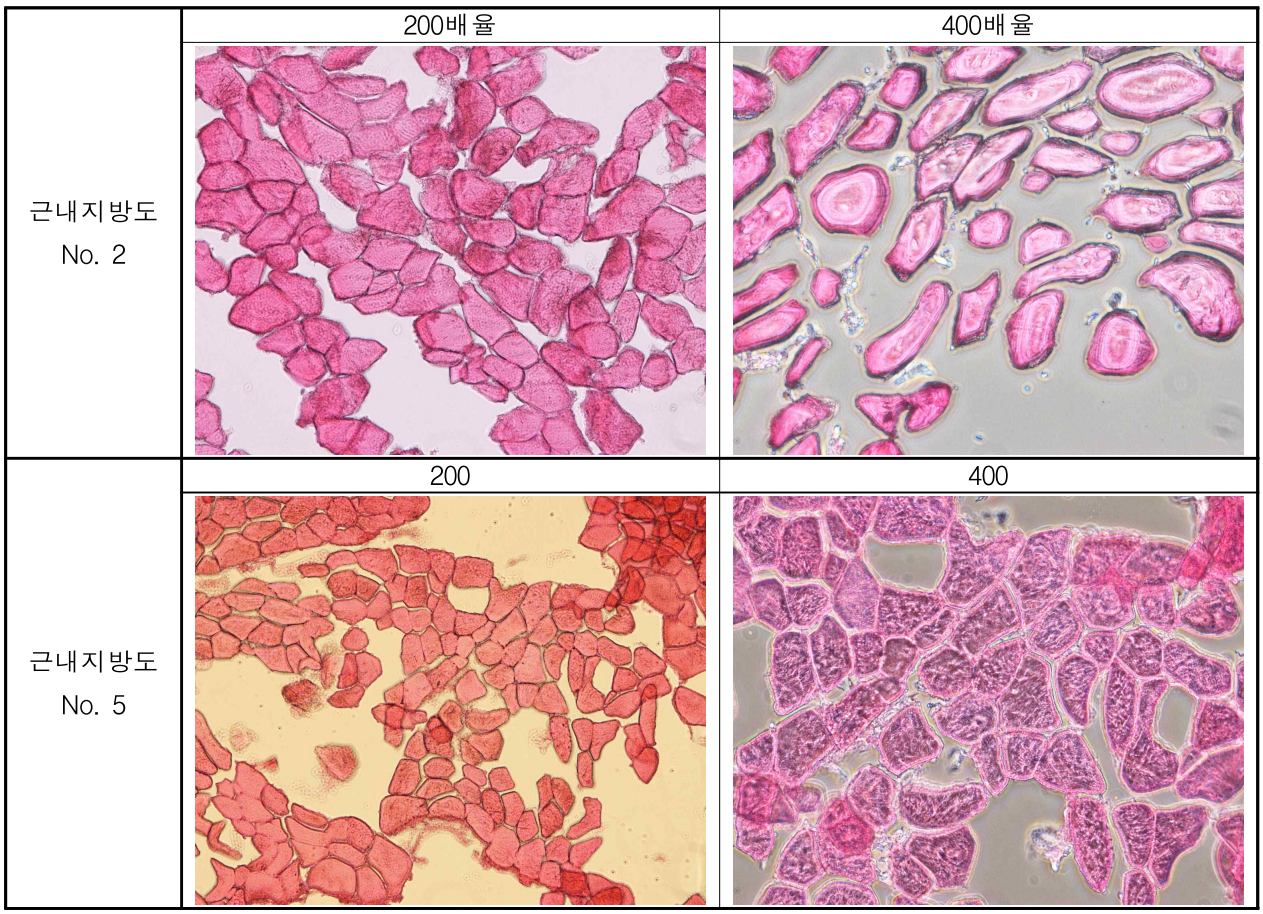


Figure 34. 말고기 해동 등심근의 근내지방도별 근섬유 조직비교

(4) 지표설정 종합결과

(가) 육량등급기준

현행 육량등급기준(A등급, B등급, C등급)에 대한 모니터링결과 정육량 예측치가 너무 높아 등급간의 변별력이 떨어지는 문제점이 있는 것으로 조사되었다. 따라서 등급간의 변별력을 높이고, 말고기는 쇠고기와는 달리 정육은 물론 부산물(뼈와 지방)의 경제적 가치도 매우 높음을 감안 현행 정육량 예측치의 범위를 하향 조정하는 방향으로 지표를 설정하였다.

(나) 육질등급기준

현행 육질등급기준(근내지방도, 육색, 조직감, 성숙도)에 대한 모니터링 결과, 근내지방도 기준이 너무 높아 현실성이 떨어져 개선요구(제주도), 성숙도 기준이 말고기 고유의 특성에 맞지 않아 개선요구(품질평가사)가 있었다. 따라서 육질등급기준 설정을 위해서 근내지방도, 육색, 성숙도 기준에 대해 등급간 변별력이 있고 생산 및 유통여건에 맞도록 지표를 설정하였다.

다. 말도체 유통지표 개발

(1) 재료 및 방법

말고기의 표준화된 부위별 분할 정형 방법을 개발하여 말도체 유통지표로 활용하기 위해 실시하였다.

시험축은 제주지역에서 비육 생산된 제주산마를 제주축협공판장에서 도축한 후 1일 냉장하였고 등심의 심부온도 0~5℃일 때 '말도체 등급판정기준 및 방법'(축산물품질평가원 공고 제2011-11호, 2011.3.18.)에 따라 등급판정을 실시하였다.

등급판정 후 냉장운반차량을 이용하여 제주마산업(주) 육가공실에서 '쇠고기 및 돼지고기의 부위별 분할정형기준'(식품의약품 안전처 고시 제2013-153호, 2013.4.5., 식육의 부위별·등급별 및 종류별 구분방법의 별표2)을 규정을 준용하여 말고기 특성을 감안하고 제주지역 말고기 생산 및 유통업 전문가의 자문을 받아 대분할 기준으로 분할 정형 실험을 실시하였다.

말고기에 부착된 피하지방은 요리 후 섭취되고 있음에 따라 지방을 부착한 상태에서 분할하고 무게를 측정하였다.

부위명칭은 말고기 판매 및 소비시에 적용되는 명칭을 사용하였고 근육명칭은 수의 해부학 용어 사전의 명칭을 적용하였다.

또한, 소비자의 이해를 돕기 위하여 말고기 및 쇠고기 부위명칭을 비교하여 제시하였다.

(2) 말고기 부위별 분할방법

제주축협공판장에서 말을 도축하였고 내장, 머리, 발, 가죽을 제거한 후 현수하였으며 방혈하였고 현수된 상태에서 엉덩이뼈, 허리뼈, 등뼈 등의 정중앙선을 좌, 우 대칭이 되도록 2분할 하였다. 시험도체는 좌측 이분도체를 활용하였다.

좌측 이분도체를 등급판정 부위인 마지막 등뼈와 첫 번째 허리뼈 사이를 절개하여 사분도체로 분할하였고 앞다리가 있는 부위를 전 사분체, 뒷다리가 있는 부위를 후 사분도체로 분할하였다.

전 사분체에서 앞다리, 앞사태, 등심, 목심, 양지, 갈비 순으로 분할하였고, 후 사분체에서 채끝, 안심, 뒷다리, 넓적다리, 뒷사태 순으로 분할하였다.

각 부위에 부착된 피하지방과 속지방을 포함하여 분할하였고, 뼈는 발골하여 분리하였으나 등심을 분할한 후 남아 있는 등뼈와 등뼈 극돌기는 제거하지 않고 갈비에 포함하여 분할 정형하고 칭량하였다.

특수부위인 제비추리, 안창살, 토시살은 분할하되 갈비 중량에 포함하였다.

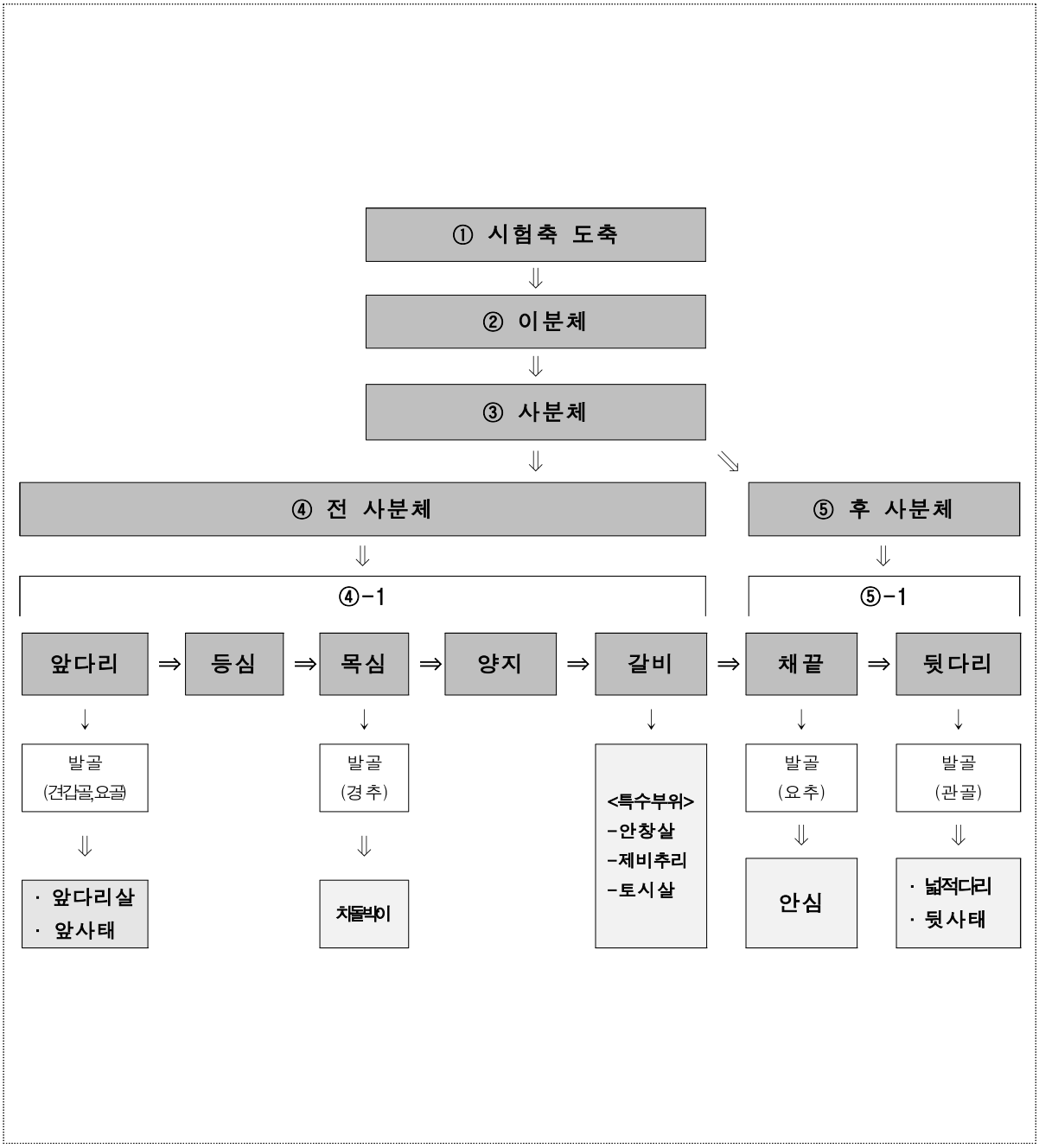


Figure 35. 말고기 부위별 분할 모식도

(가) 이분도체

내측		외측

Figure 36. 말고기 이분도체

(나) 4분 도체

① 전 사분도체

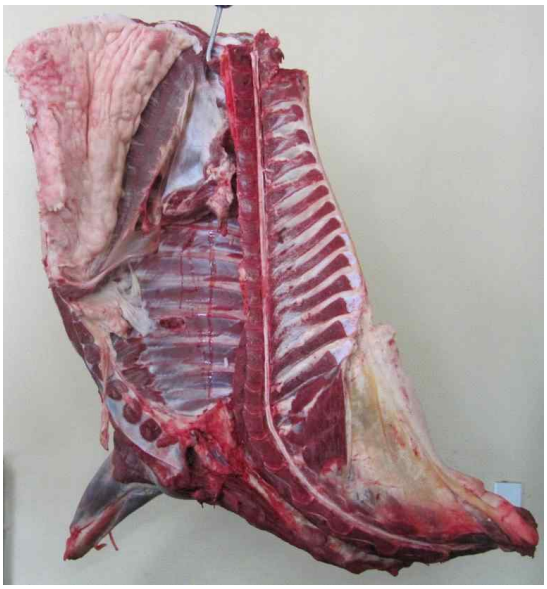
내측	외측
	

Figure 37. 말고기 전 사분도체

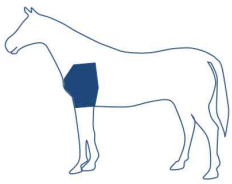
② 후 사분도체

내측	외측

Figure 38. 말고기 후 사분도체

(다) 부위별 분할방법 및 위치

① 앞다리(Shoulder Clod)

분할방법	부위 위치도
상완뼈를 둘러싸고 있는 상완두갈래근(상완이두근), 어깨 끝의 넓은등근(광배근)을 포함하고 있는 것으로 몸체와 상완뼈 사이의 근막을 따라서 등뼈(흉추) 방향으로 어깨뼈(견갑골) 끝의 연골부위 끝까지 올라가서 넓은등근(활배근) 위쪽의 두터운 부위에서 등뼈와 직선되게 절단하여 분리한 후 상완뼈와 어깨뼈를 발골한 후 사태부위를 분리해내어 생산한다. 겉 지방은 부착한다.	

후 사분체(내측)

후 사분체(외측)

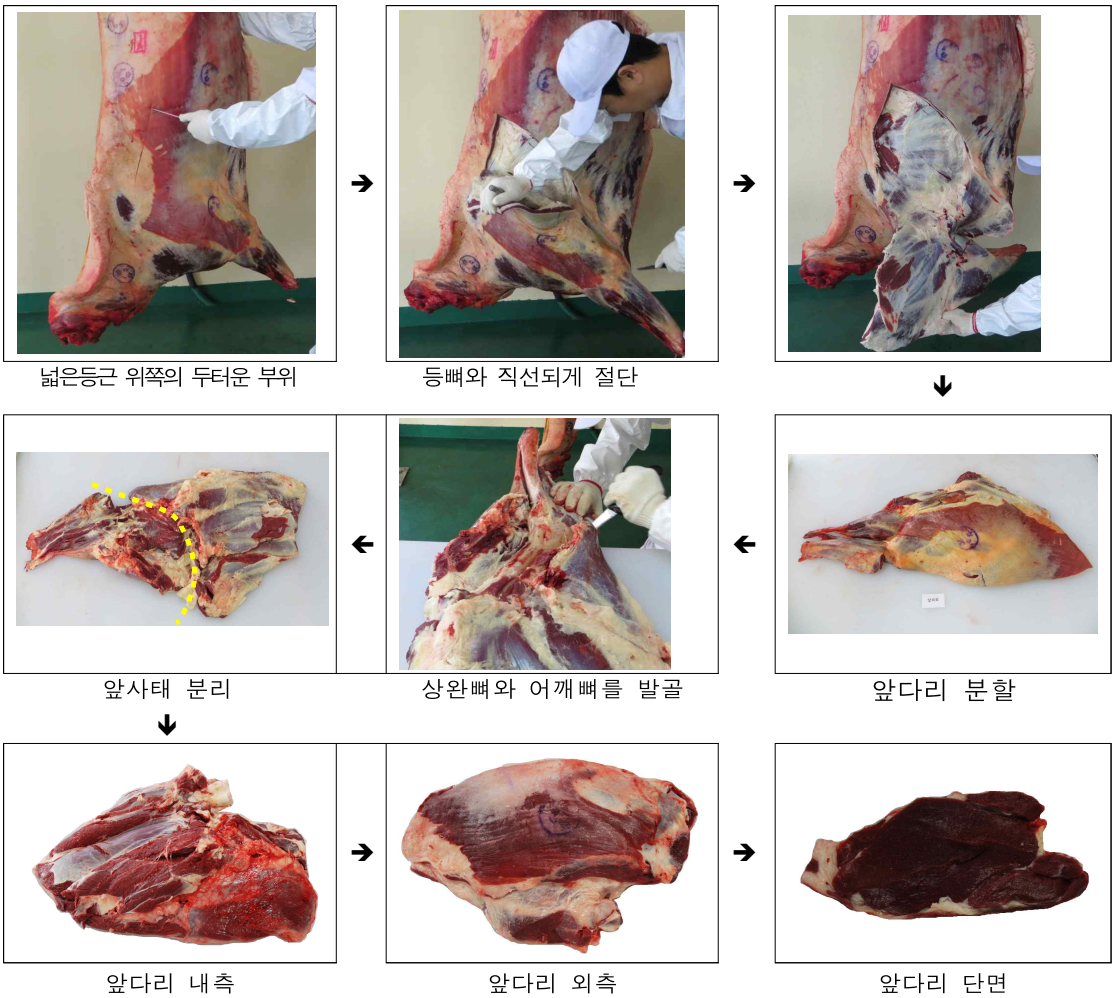
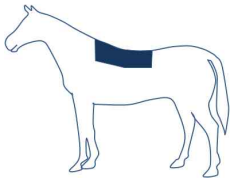


Figure 39. 앞다리(Shoulder Clod) 분할

② 등심(Loin)

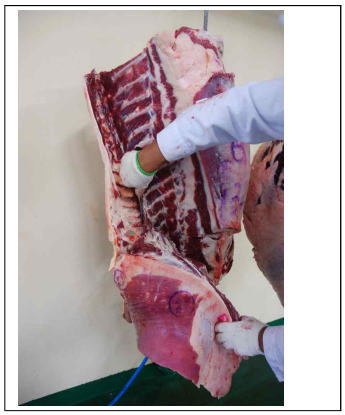
분할방법	부위 위치도
도체의 마지막 등뼈(흉추)와 첫째허리뼈(요추)사이를 직선으로 절단하고, 등가장긴근(등최장근)의 바깥쪽 잘린 부위 20cm 이내에서 2분체로 분할정중선과 평행으로 절개하여 갈비 부위와 분리한 다음, 등뼈와 목뼈(경추)를 제거하고, 둘째등뼈와 셋째등뼈사이에서 2분체로 분할정중선과 수직으로 절단하고 지방을 포함하여 생산한다. 어깨뼈(견갑골) 바깥쪽의 넓은등근(광배근)은 앞다리부위에 포함시킨다.	

후 사분체(내측)

후 사분체(외측)

등심과 등뼈 가시돌기 분리

등가장긴근의 바깥쪽 부위 20cm 이내 2분체 분할정중선과 평행으로 절개



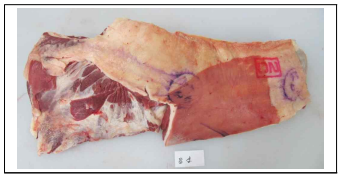
갈비뼈에서 등심 분리

둘째등뼈와 셋째등뼈사이에서 2분체로 분할정중선과 수직으로 절단

목뼈(경추) 제거

등심과 목심 분리

등심 내측

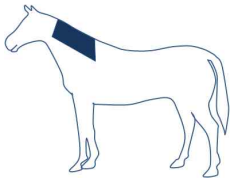


등심 외측

등심 단면

Figure 40. 등심(Loin) 분할

③ 목심(Neck)

분할방법	부위 위치도
등심과 함께 분리된 목심에서 목뼈(경추)를 발골한 후 일곱째 목뼈(경추)와 첫째등뼈(흉추)사이를 절단하여 등심과 분리하여 생산한다. 첫째목뼈에서 셋째등뼈까지 있는 목덜미 인대에 부착된 지방과 근육을 포함 한다.	

후 사분체(내측)

후 사분체(외측)

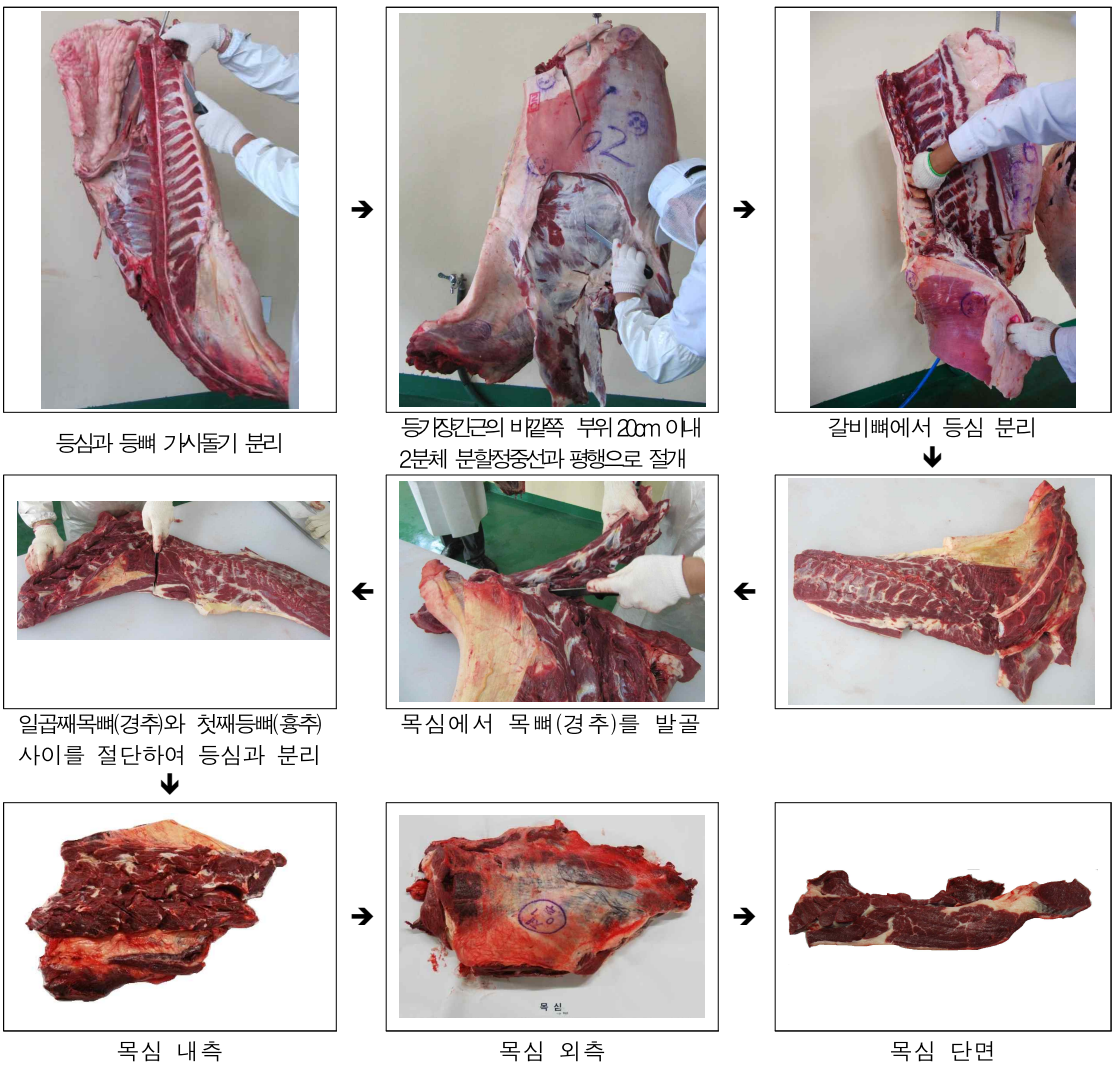
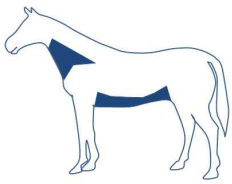


Figure 41. 목심(Neck) 분할

④ 양지(Brisket & Flank)

분할방법	부위 위치도
전 사분체에서 갈비연골(늑연골), 칼돌기연골(검상연골), 복장뼈(흉골)를 따라 깊은가슴근(심흉근), 얕은가슴근(천흉근)을 절개하여 갈비부위와 분리하고, 바깥목정맥(외경정맥)을 따라 빗장머리근(쇄골두근), 복장머리근(흉골두근)을 포함하도록 절단하여 목심부위와 분리시켜 생산한다. 후 사분체에서 뒷다리 하퇴부의 뒷무릎(후슬)부위에 있는 몸통의 옆구리 지방덩어리에서 몸통피부근(동피근)과 배곧은근(복직근)의 얇은 막을 따라 뒷다리 넙다리근막긴장근(대퇴근막장근)과 분리하고, 복부의 배바깥빗근(외복사근)과 배가로근(복횡근)을 분리하여 치마양지를 분리한다.	

후 사분체(내측)

후 사분체(외측)

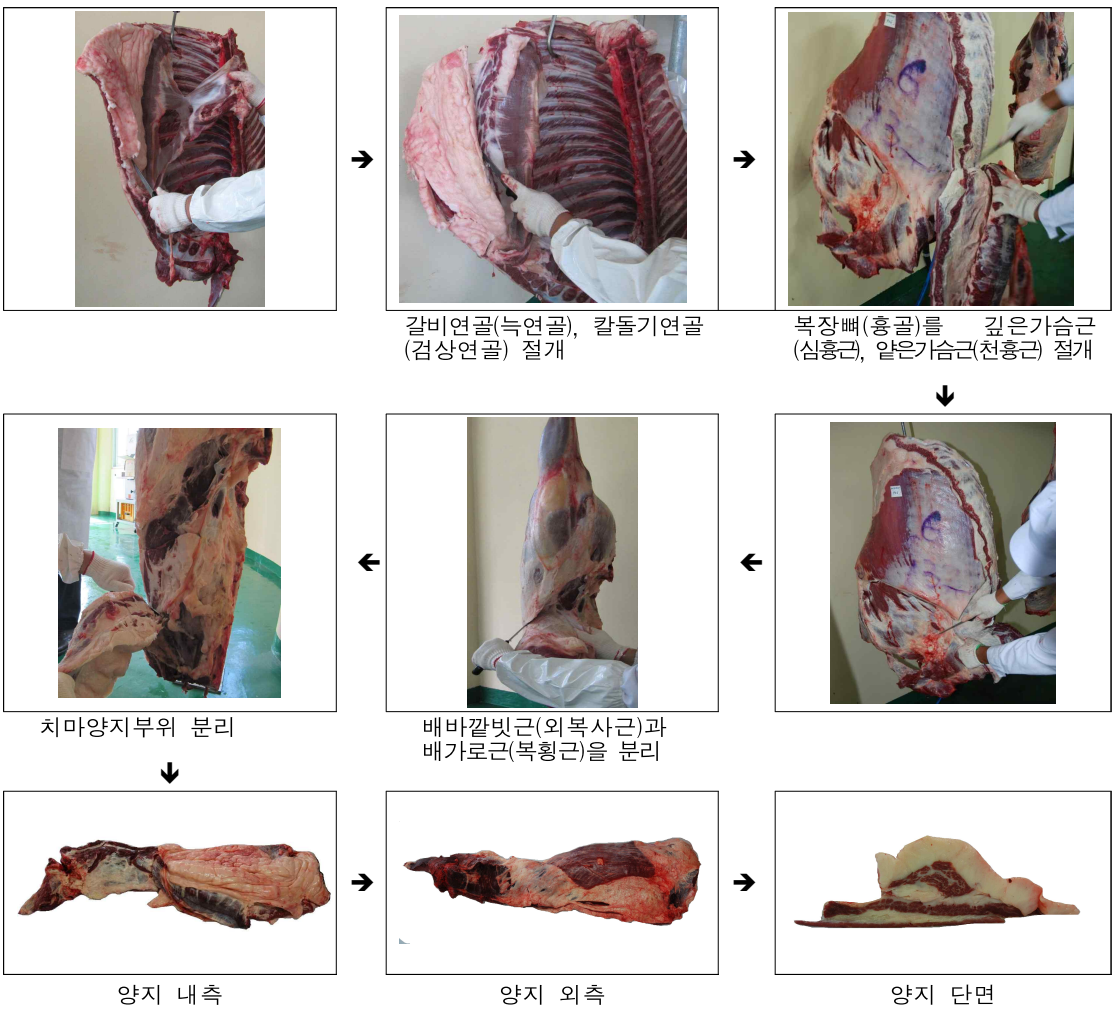
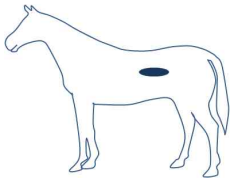


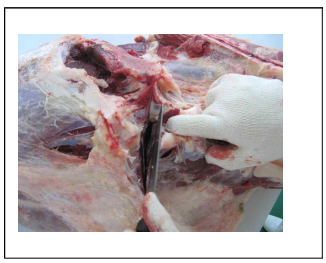
Figure 42. 양지(Brisket & Flank) 분할

⑤ 안심(TenderLoin)

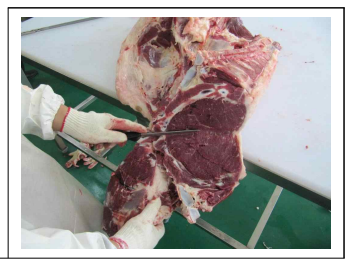
분할방법	부위 위치도
허리뼈(요추골) 안쪽의 콩팥(신장)지방을 분리한 후, 두덩뼈아래부분(치골하부)과 평행으로 안심머리 부분을 절단한 다음, 엉덩뼈(장골) 및 허리뼈를 따라 엉덩허리근(장골허리근), 작은허리근 및 허리네모근(허리사각근)을 절개하여 생산한다.	

후 사분체(내측)

후 사분체(외측)



안심머리 부분을 절단

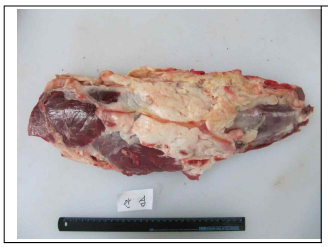


엉덩뼈(장골) 및 허리뼈를 따라 엉덩허리근(장골허리근), 작은 허리근 및 허리네모근(허리사각근)을 절개

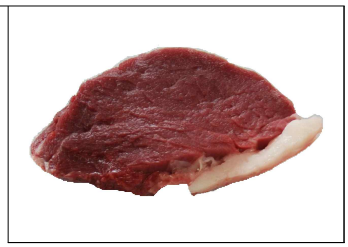
채끝에서 안심 분리

안심과 채끝 함께 분리

안심 내측



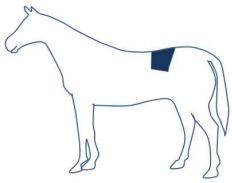
안심 외측



안심 단면

Figure 43. 안심(TenderLoin) 분할

⑥ 채끝(Striploin)

분할방법	부위 위치도
마지막등뼈(흉추)와 첫째허리뼈(요추)사이에서 열여덟째갈비뼈(늑골)를 따라 절단하고 마지막허리뼈와 엉치뼈(천추골)사이를 절개한 후 엉덩뼈윗부분(장골상단)을 배바깥빗근(외복사근)이 포함되도록 절단한다. 열여덟째갈비뼈 끝부분에서 배의 절개선과 평행으로 절단하고, 등가장긴근(등최장근)의 바깥쪽 잘린 부위 20cm 이내에서 2분체로 분할 정중선과 평행으로 치마양지부위를 절단·분리하고 안심과 함께 분리하여 허리뼈는 제거하고 피하지방을 부착하여 생산한다.	

후 사분체(내측)

후 사분체(외측)

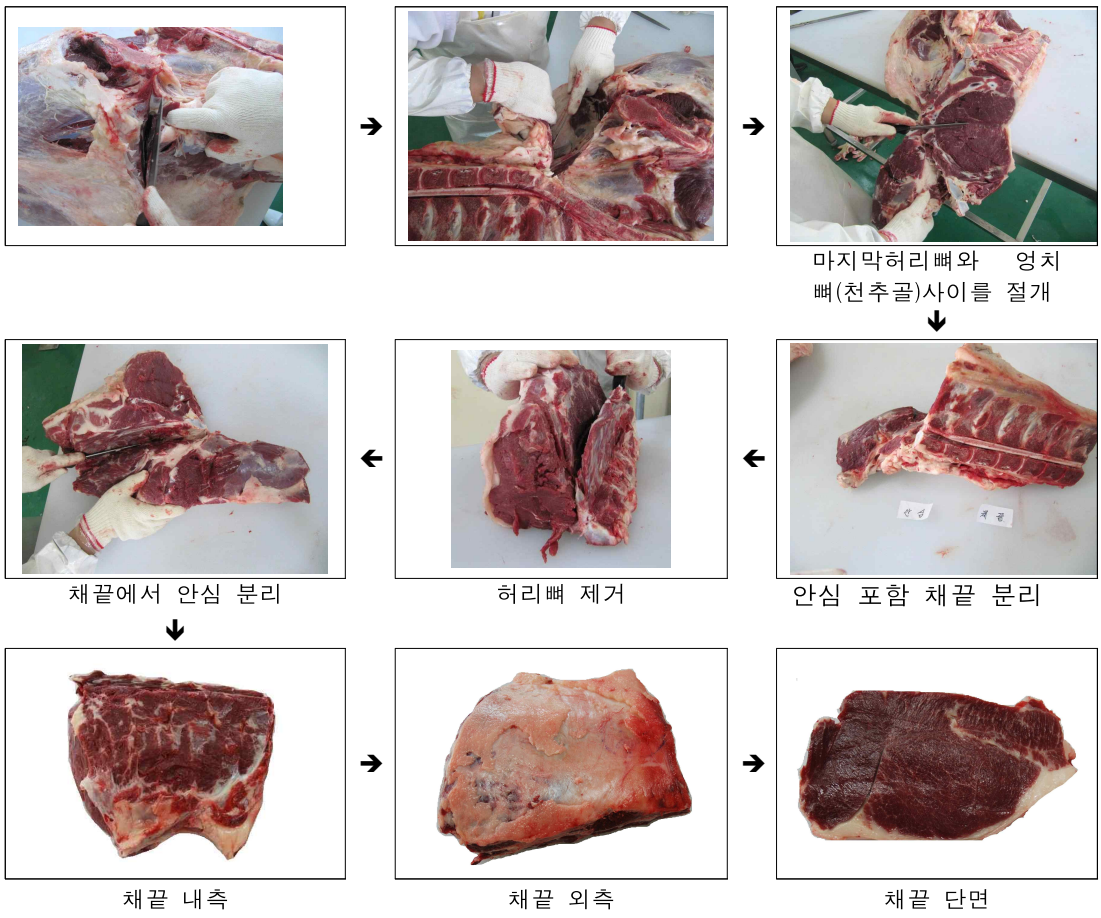
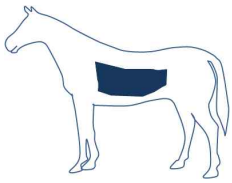


Figure 44. 채끝(Striploin) 분할

⑦ 갈비(Rib)

분할방법	부위 위치도
앞다리 부분을 분리한 다음 갈비뼈(늑골)주위와 근육에서 등심과 양지부위의 근육을 절단 분리한 후, 등뼈(흉추)와 갈비뼈를 포함하여 분리시킨 것으로 피하지방을 포함한다. 특수부위인 안창상, 토시살, 제비추리는 갈비에서 분리한다.	

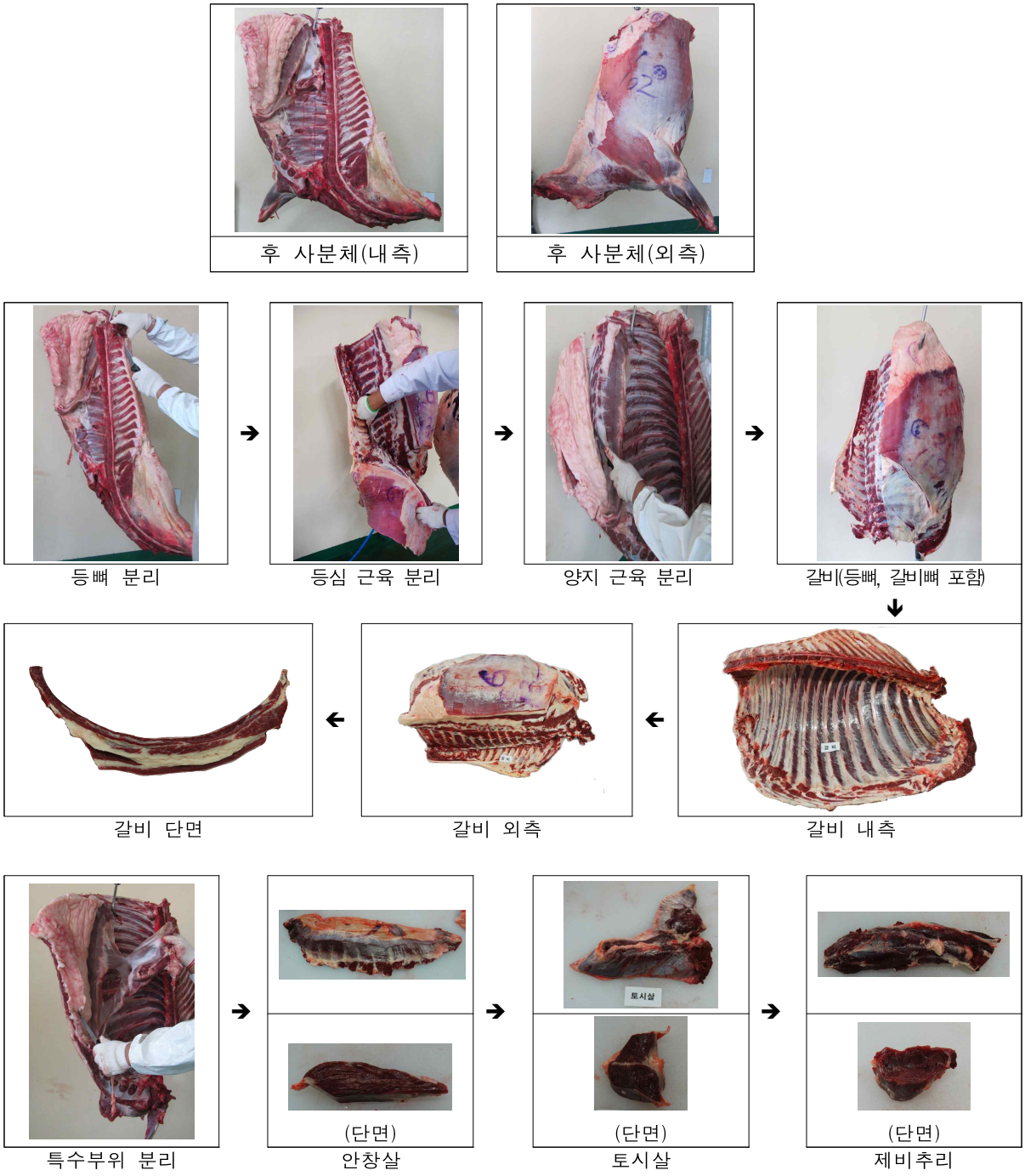
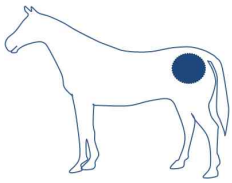


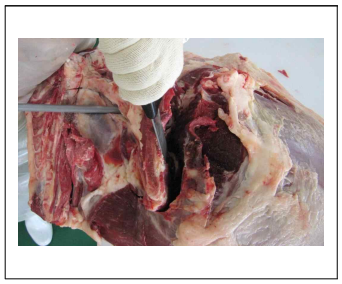
Figure 45. 갈비(Rib) 및 특수부위 분할

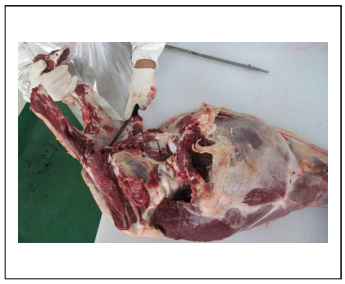
⑧ 넓적다리(Top round)

분할방법	부위 위치도
뒷다리에서 넓적다리뼈(대퇴골) 안쪽을 이루는 모음근(내전근), 반막근(반막양근), 두덩정강근(박근), 반힘줄근(반건양근)으로 된 부위로서, 볼기뼈(관골)을 제거하고 종아리뼈(하퇴골)주위의 사태부위를 제외하여 생산한다.	

후 사분체(내측)

후 사분체(외측)


볼기뼈(관골) 분리(1)


볼기뼈(관골) 분리(1)

넓적다리 분할(1)

넓적다리 분할(2)

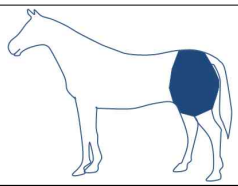
넓적다리 내측

넓적다리 외측

넓적다리 단면

Figure 46. 넓적다리(Top round) 분할

⑨ 설도(Bottom round)

분할방법	부위 위치도
뒷다리의 볼기뼈(관골), 넓적다리뼈(대퇴골)에서 넓적다리를 제외한 부위이며 중간볼기근(중둔근), 얕은볼기근(천둔근), 넙다리두갈래근(대퇴이두근), 넙다리네갈래근(대퇴사두근) 등으로 이루어진 부위로서 피하지방을 포함하여 생산한다.	

후 사분체(내측)

후 사분체(외측)

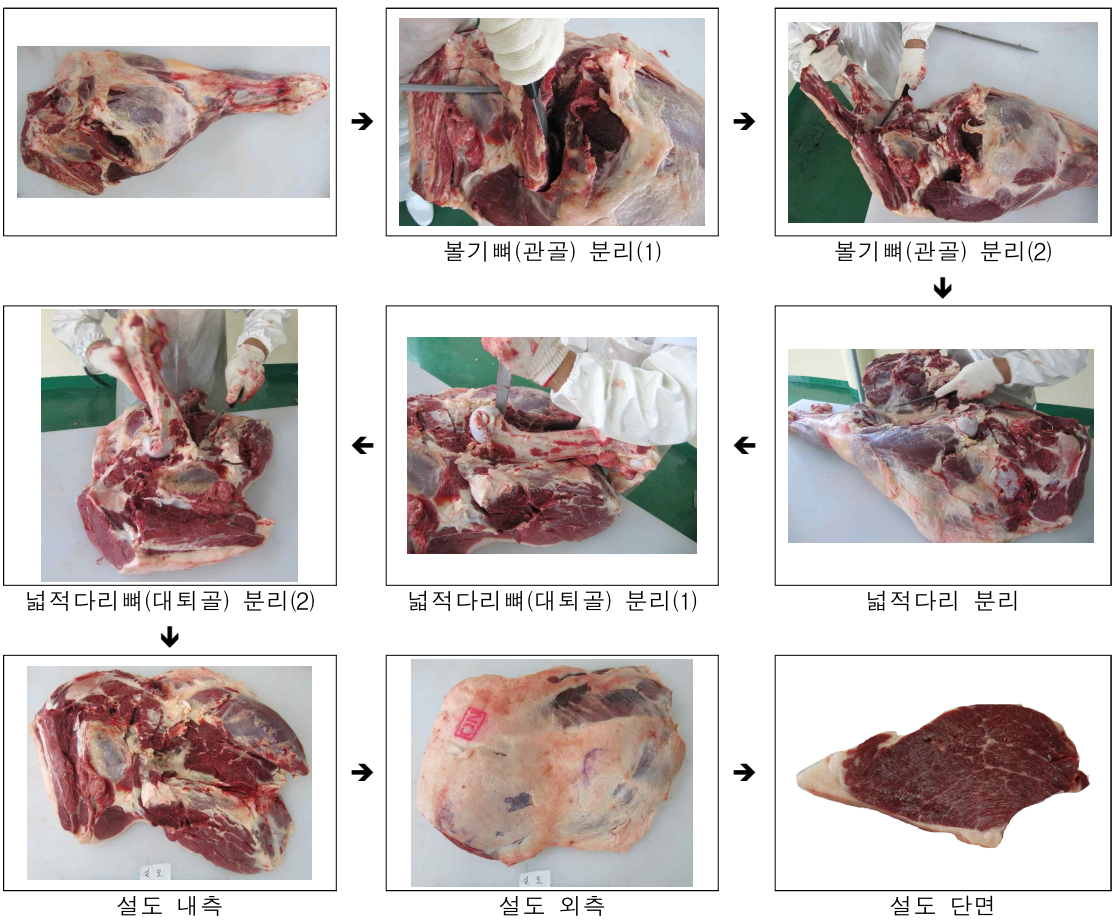
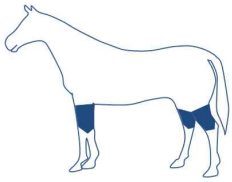
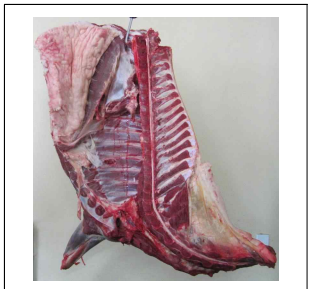


Figure 47. 설도(Bottom round) 분할

⑩ 사태(Shank, Shin)

분할방법	부위 위치도
앞다리의 앞다리굽이관절 주변의 전완뼈(전완골)와 상완뼈(상완골)를 둘러싸고 있는 근육과 뒷다리의 무릎관절 주변의 종아리뼈(하퇴골)를 둘러싸고 있는 작은 근육들로서 앞다리와 넓적다리 아래에서 분리하여 인대는 제거하고 지방은 포함하여 생산한다.	

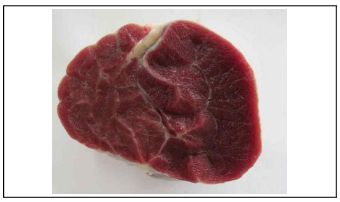


후 사분체(내측)

후 사분체(외측)

앞다리

전완뼈(전완골) 분리



⑩-1 앞사태 단면

앞사태 내측

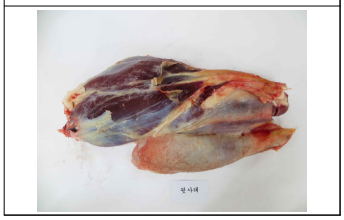
앞사태 외측

뒷다리

종아리뼈(하퇴골) 분리

⑩-2 뒷사태 단면

뒷사태 내측



뒷사태 외측

Figure 48. 사태(Shank, Shin) 분할

(3) 말고기 부위별 생산비율

부위별 생산비율은 시험도체의 도체중량(반도체)대비 생산량을 백분율로 환산하였다.

말고기 유통 특성에 따라 각 부위의 겉지방과 양지, 안심부위의 복부지방을 부착한 상태에서 생산량을 칭량하였다.

말고기 정육생산비율은 도체중량 대비 87.23%로 쇠고기의 70.45%보다 16.78% 많은 것으로 조사 되었다. 말고기 지방은 식용으로 활용되는 것을 감안 부위별 중량에 포함하여 조사함에 따라 정육 생산비율이 쇠고기에 비하여 높게 나타났다.

말고기의 목심과 설도의 생산비율이 쇠고기에 비하여 높게 나타났다. 그 이유는 말도체의 목부위가 크고 갈기 부위의 지방이 식용으로 사용되어 목심 생산율이 쇠고기에 비하여 높았다. 또한 뒷다리의 발달로 설도부위의 근육량이 많아 생산비율이 쇠고기 보다 많은 것으로 사료된다.

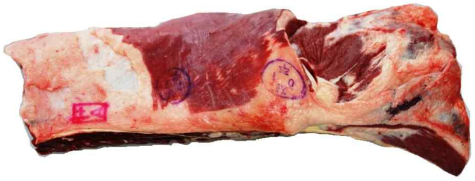
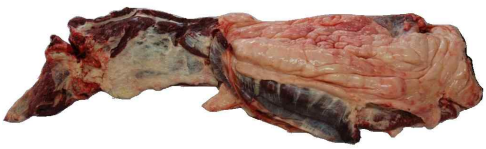
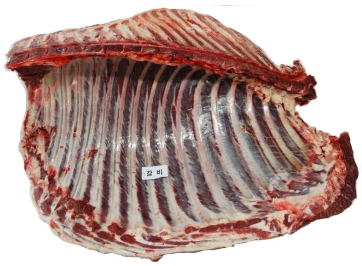
Table 86. 말고기 및 쇠고기 부위별 생산율 비교

말고기 대분할명	생산비율(%)	쇠고기 대분할명[5]	생산비율(%)
앞다리	7.92	앞다리	7.21
등심	7.84	등심	10.32
목심	10.70	목심	4.13
안심	3.18	안심	1.81
채끝	3.55	채끝	2.35
양지	14.11	양지	10.62
갈비	12.27	갈비	13.92
넓적다리	6.75	우둔	6.09
설도	15.57	설도	9.63
사태	5.34	사태	4.44
10개부위	**87.23**	**10개부위**	**70.52**

* 쇠고기 부위별 생산비율 자료 : 소·돼지 도체수율 2004년, 국립축산과학원

5) '쇠고기 및 돼지고기의 부위별 분할정형기준'(식품의약품 안전처 고시 제2013-153호, 2013.4.5., 식육의 부위별·등급별 및 종류별 구분방법의 별표2)

(4) 말고기 부위별 형태

부위명	내측	외측
1. 앞다리 (Shoulder Clod)		
2. 등심 (Loin)		
3. 목심 (Neck)		
4. 양지 (Brisket & Flank)		
5. 갈비 (Rib)		

5-1. 안창살	5-2. 토시살	5-3. 제비추리

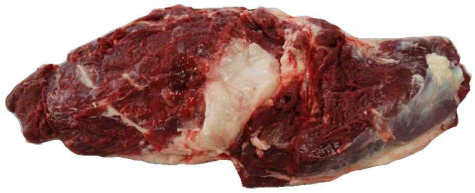
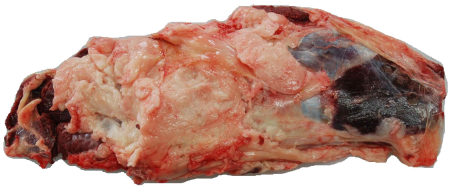
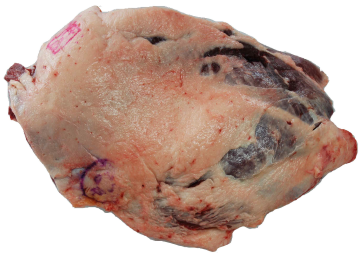
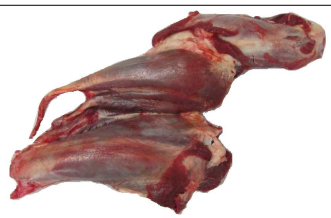
부위명		내측	외측
6. 안심 (TenderLoin)			
7. 채끝 (Striploin)			
8. 넓적다리 (Top round)			
9. 설도 (Bottom round)			
10. 사태 (Shank, Shin)	앞사태		
	뒤사태		

Figure 49. 말고기 부위별 형태

(5) 말고기 부위별 안내도

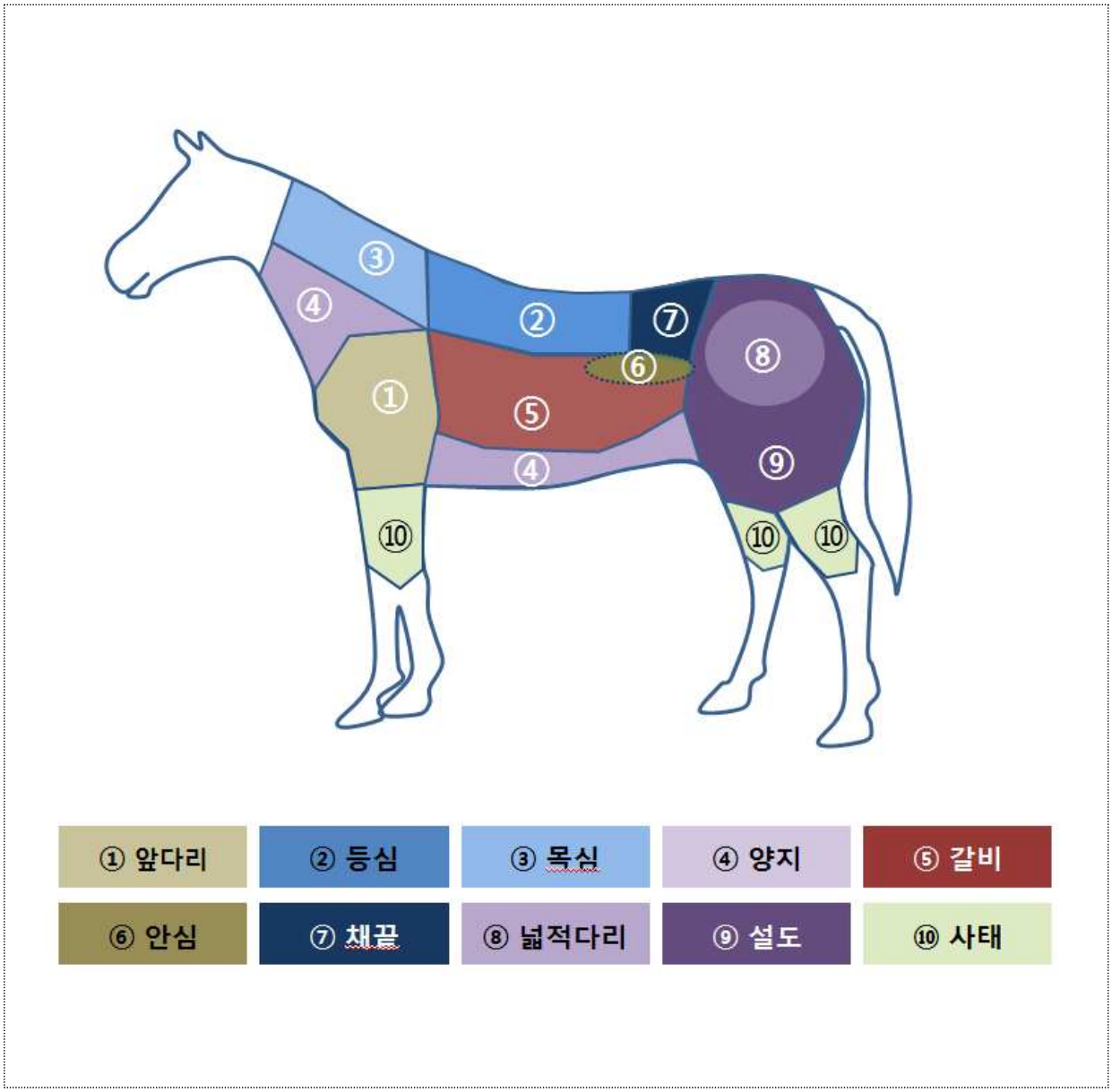


Figure 50. 말고기 부위별 안내도

(6) 말고기와 쇠고기 부위별 명칭 비교

말고기와 쇠고기에 사용되는 부위명칭을 대분할과 소분할로 비교하였다. 소분할 부위명칭과 갯수는 쇠고기를 기준으로 말고기에도 사용되는지 비교하였다(Table 87).

말고기 대분할은 쇠고기 10개 부위와 유사하였다. 대분할된 부위를 소분할 할 경우 쇠고기는 39개 부위로 분할 하는 것에 비하여 말고기는 23개 부위로 소분할 함으로써 쇠고기보다 적었다. 말고기 유통 및 소비형태에 따라 소분할의 필요성이 적기 때문인 것으로 사료된다.

Table 87. 말고기와 쇠고기 부위별 명칭 비교

부위 명칭	대분할		소분할			
	쇠고기	말고기	쇠고기	갯수	말고기	갯수
앞다리	쇠고기 vs 말고기 같음		· 꾸리살 · 부채살 · 앞다리살 · 갈비덧살 · 부채덮개살	5	· 꾸리살 · 부채살 · 앞다리살 · ~~갈비덧살~~ · ~~부채덮개살~~	3
등심	쇠고기 vs 말고기 같음		· 윗등심살 · 꽃등심살 · 아래등심살 · 살치살	4	· 윗등심살 · ~~꽃등심살~~ · 아래등심살 · ~~살치살~~	2
목심	-	- 차돌박이 * 경추1번에서 흉추3번까지 목심 표면의 목인대를 감싸고 있는 단단한 지방 덩어리를 차돌박이로 분할	· 목심살 · ~~차돌박아~~ (양지부위에서 생산)	1	· 목심살 · 차돌박이	2
양지	* 소 : 목심부위의 지방 제거 * 말 : 양지머리와 업진살의 지방을 포함		· 양지머리 · 업진살 · 치마살 · 업진안살 · 치마양지 · 앞치마살 · 차돌박이	7	· 양지머리 · 업진살 · 치마살 · ~~업진안살~~ · ~~치마양지~~ · ~~앞치마살~~ · ~~차돌박아~~ (*목심에서 생산)	3
갈비	쇠고기 vs 말고기 같음		· 본갈비 · 꽃갈비 · 참갈비 · 갈비살 · 마구리 · 토시살 · 안창살 · 제비추리	8	· 갈비(갈비로 통칭) · ~~꽃갈비~~ · ~~참갈비~~ · ~~갈비살~~ · ~~마구리~~ · 토시살 · 안창살 · 제비추리	4
안심	쇠고기 vs 말고기 같음		· 안심살	1	· 안심살	1
채끝	쇠고기 vs 말고기 같음		· 채끝살	1	· 채끝살	1
넓적다리	우둔 *소의 볼기살	넓적다리 *말도체에 맞는 명칭 부여	· 우둔살 · 홍두깨살	2	· 넓적다리살 · 홍두깨살	2
설도	쇠고기 vs 말고기 같음		· 보섭살 · 설깃살 · 도가니살 · 설깃머리살 · 삼각살	5	· 보섭살 · 설깃살 · 도가니살 · ~~설깃머리살~~ · ~~삼각살~~	3
사태	쇠고기 vs 말고기 같음		· 앞사태 · 뒷사태 · 뭉치사태 · 아롱사태 · 상박살	5	· 앞사태 · 뒷사태 · ~~뭉치사태~~ · ~~아롱사태~~ · ~~상박살~~	2
10	쇠고기 부위와 다른 곳(명칭, 부위위치)		소분할 부위 : 쇠고기39, 말고기23			

(7) 말고기 대분할 부위에 포함된 근육 명칭

Talble 88. 말고기 대분할 부위에 포함된 근육 명칭

부위명칭	부위에 포함된 근육	뼈
목심	ㅇ 갈비가장긴근(longissimus costarum m.) ㅇ 깊은가슴근(deep pectoral m.) ㅇ 널판근(splenius m.) ㅇ 머리가장긴근(longissimus capitis m.) ㅇ 머리반가시근(semispinalis capitis m.) ㅇ 목가장긴근(longissimus cervicis m.) ㅇ 목갈비근(scalenus m.) ㅇ 목긴근(longus coli m.) ㅇ 복장갑상근(sternothyoid m.) ㅇ 복장머리근(sternocephalicus m.) ㅇ 복장혀뼈근(sternohyoid m.) ㅇ 상완머리근(brachiocephalicus m.) ㅇ 얕은가슴근(superficial pectoral m.) ㅇ 어깨혀뼈근(omohyoid m.) ㅇ 피부목근(cutaneous coli)	목뼈(cervical vertebra)
등심	ㅇ 넓은등근(latissimus dorsi m.) ㅇ 등가장긴근(longissimus thoracis m.) ㅇ 등뭇갈래근(multifidus dorsi m.) ㅇ 등반가시근(semispinalis thoracis m.) ㅇ 등세모근(trapezius m.) ㅇ 등쪽톱니근(serratus dorsalis m.) ㅇ 머리반가시근(semispinalis capitis m.) ㅇ 목뭇갈래근(multifidus cervicis m.) ㅇ 엉덩갈비근(iliocostalis m.)	등뼈(thoracic vertebra) 갈비뼈(ribs)
채끝	ㅇ 가로돌기사이근육(intertransverse mm.) ㅇ 등뭇갈래근(multifidus dorsi m.) ㅇ 등쪽톱니근(serratus dorsalis m.) ㅇ 몸통피부근(cutaneous trunci m.) ㅇ 배가로근(transverse abdominal m.) ㅇ 배바깥빗근(external abdominal oblique m.) ㅇ 배속빗근(internal abdominal oblique m.) ㅇ 얕은볼기근(superficial gluteal m.) ㅇ 엉덩갈비근(iliocostalis m.) ㅇ 중간볼기근(middle gluteal m.) ㅇ 허리가장긴근(longissimus lumborum m.)	허리뼈(lumbar vertebra)
안심	ㅇ 넙다리빗근(sartorius m.) ㅇ 엉덩근(iliacus m.)	허리뼈(lumbar vertebra)

	ㅇ 작은허리근(psoas minor m.) ㅇ 큰허리근(psoas major m.) ㅇ 허리가로돌기사이근(lumbar intertransverse m.) ㅇ 허리네모근(quadratus lumborum m.)	
갈비	ㅇ 갈비가로근 (transverse costarum m.) ㅇ 깊은가슴근(deep pectoral m.) ㅇ 넓은등근(latissimus dorsi m.) ㅇ 목갈비근 (scalenus m.) ㅇ 몸통피부근(cutaneous trunci m.) ㅇ 바깥갈비사이근(external intercostal m.) ㅇ 배곧은근(rectus abdominal m.) ㅇ 배바깥빗근(external abdominal oblique m.) ㅇ 배속빗근(internal abdominal oblique m.) ㅇ 속갈비사이근(internal intercostal m.)	갈비뼈(ribs)
양지	ㅇ 몸통피부근(cutaneous trunci m.) ㅇ 배가로근(transverse abdominal m.) ㅇ 배곧은근(rectus abdominal m.) ㅇ 배바깥빗근(external abdominal oblique m.) ㅇ 배속빗근(internal abdominal oblique m.)	
앞다리	ㅇ 가시아래근(infraspinous m.) ㅇ 가시위근(supraspinous m.) ㅇ 깊은가슴근(deep pectoral m.) ㅇ 깊은가슴근(deep pectoral m.) ㅇ 넓은등근(latissimus dorsi m.) ㅇ 넓은등근(latissimus dorsi m.) ㅇ 등세모근(trapezius m.) ㅇ 마름모근(rhomboid m.) ㅇ 배쪽톱니근(serratus ventralis m.) ㅇ 부리상완근(coracobrachial m.) ㅇ 빗장밑근(subclavian m.) ㅇ 상완근(brachial m.) ㅇ 상완두갈래근(biceps brachii m.) ㅇ 상완세갈래근(triceps brachii m.) ㅇ 앞다리굽이근(anconeus m.) ㅇ 얕은가슴근(superficial pectoral m.) ㅇ 어깨가로돌기근(omotransverse m.) ㅇ 어깨밑근(subscapular m.) ㅇ 어깨세모근(deltoid m.) ㅇ 작은원근(teres minor m.) ㅇ 전완근막긴장근(tensor fasciae antebrachii m.) ㅇ 큰원근(teres major m.) ㅇ 피부어깨상완근(cutaneous omobrachial m.)	어깨뼈(scapula) 상완뼈(humerus)
넓적다리	ㅇ 넙다리빗근(sartorius m.) ㅇ 두덩근(pectineus m.) ㅇ 두덩정강근(gracilis m.)	

		ㅇ 모음근(adductor m.) ㅇ 바깥폐쇄근(external obturator m.) ㅇ 반막근(semimembranous m.) ㅇ 반힘줄근(semitendinous m.) ㅇ 속폐쇄근(internal obturator m.)	
설도		ㅇ 넙다리근막긴장근(tensor fasciae lata m.) ㅇ 넙다리네갈래근(quadriceps femoris m.) ㅇ 넙다리두갈래근(biceps femoris m.) ㅇ 장딴지근(gastrocnemius m.)	엉치뼈(sacrum) 볼기뼈(hip bone) 넙다리뼈(femur)
사태	앞사태	ㅇ 가쪽앞발가락폄근(lateral digital extensor m.) ㅇ 가쪽자근(ulnaris lateralis) ㅇ 깊은발가락굽힘근(deep digital flexor m.) ㅇ 노쪽앞발목굽힘근(flexor carpi radialis m.) ㅇ 노쪽앞발목폄근(extensor carpi radialis m.) ㅇ 부리상완근(coracobrachial m.) ㅇ 상완근(brachial m.) ㅇ 상완두갈래근(biceps brachii m.) ㅇ 앞발목빗폄근(extensor carpi obliquus m.) ㅇ 얕은발가락굽힘근(superficial digital flexor m.) ㅇ 온발가락폄근(common digital extensor m.)	노뼈(radius)
	뒷사태	ㅇ 가자미근(soleus m.) ㅇ 긴발가락굽힘근(flexor digitorum longus m.) ㅇ 긴발가락폄근(long digital extensor m.) ㅇ 긴엄지굽힘근(flexor hallucis longus m.) ㅇ 셋째종아리근(peroneus tertius m.) ㅇ 얕은발가락굽힘근(superficial digital flexor m.) ㅇ 오금근(popliteal m.) ㅇ 장딴지근(gastrocnemius m.)	종아리뼈(fibula)

(8) 말고기 유통지표 개발 종합결과

말고기에 대한 표준화된 부위별 정형방법을 개발하여 부위별 유통 및 판매를 유도하기 위해 말고기 유통지표 개발 연구를 수행하였으며, 연구절차는 다음과 같이 7단계의 프로세스에 의거 수행하였다.

① 말고기 부분육 유통실태 조사 ② 국내(쇠고기 부분육분할정형방법), 해외(일본의 말고기 분할정형방법) 부분육 분할정형 방법 자료조사 ③ 학계 및 말고기 유통 전문가 자문 ④ 말고기 분할정형방법 자체 기준 마련 ⑤ 자체 기준에 의한 분할정형방법에 의한 실험 ⑥ 제주지역 전문가 간담회 개최를 통안 자체 기준(안) 현장적용 가능성 조사 ⑦ 분할정형방법 지표 확정

말고기 분할정형방법 지표 설정결과는 첫째. 대분할 부위는 10개 부위로 정하였다. 대분할 10개 부위는 '앞다리, 등심, 목심, 양지, 갈비, 안심, 채끝, 넓적다리(소의 경우 우둔), 설도, 사태'로 설정하였으며 분할방법 및 위치, 부위에 포함된 근육명칭은 수의 해부학용어 사전의 용어를 적용하고 관련 학계(서울대학교 수의과대학)의 자문을 받아 쇠고기의 대분할 정형기준에 준하여 설정하였다.

둘째. 쇠고기는 39개 소분할 부위로 분할하는 것에 비하여 말고기도 39개로 분할정형이 가능하나 그 중 16개 부위는 부위별 시장 활용가치가 낮아 23개 부위를 말고기 소분할 부위로 확정하였다. 소분할 부위 중심으로 쇠고기(39개)와 말고기(23개)의 다른 점을 살펴보면 앞다리는 꾸리살, 부채살, 앞다리살로 분할하고 갈비덧살은 앞다리살에 부채덮개살은 부채살에 포함한다. 등심은 윗등심살, 아래등심살로 분할하고 꽃등심살, 살치살은 윗등심살에 포함한다. 목심은 목심살, 차돌박이[6]로 분할한다. 양지는 양지머리, 업진살, 치마살로 분할하고 업진안살은 업진살에 치마양지와 앞치마살은 치마살에 포함한다. 갈비는 갈비살로 분할하고 꽃갈비, 참갈비, 갈비살, 마구리를 포함한다. 토시살, 안창살, 제비추리는 특수부위로 분할한다. 안심은 안심살로 분할한다. 채끝은 채끝살로 분할한다. 넓적다리[7]는 넓적다리살과 홍두께살로 분할한다. 설도는 보섭살, 설깃살, 도가니살로 분할하고 설깃머리살은 설깃살에 포함하고, 삼각살은 보섭살에 포함한다. 사태는 앞사태, 뒷사태로 분할하고 뭉치사태, 아롱사태는 뒷사태에 포함하고 상박살은 앞사태에 포함한다.

셋째, 대분할로 정형하였을 경우 해당부위에 포함된 근육은 쇠고기와 대동소이 했으나, 말고기에만 다른 형태로 있는 근육은 4개로 조사되었다. 부위별 차이가 있는 근육으로는 목심 [(갈비가장긴근(longissimus costarum m.), (피부목근(cutaneous coli), 앞다리 [(피부어깨상완근(cutaneous omobrachial m.)] 앞사태 [앞발목빗폄근(extensor carpi obliquus m.)으로 나타났다.

6) 소의 경우 차돌박이는 양지부위에 해당되나, 말의 경우 목심 위치에 있는 말갈기 부위에 차돌박이가 발달됨에 따라 차돌박이는 목심으로 분류함
7) 넓적다리는 소의 경우 우둔으로 표시하나 우둔은 소를 뜻하는 용어이므로 말고기의 특성을 감안 '넓적다리'로 용어를 수정하였다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야의 기여도

제 1 절 연구목표의 달성도

1. 1차년도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2012)	(제1세부) 말고기 품질향상 및 비육기술 개발	품질향상을 위한 최적 비육조건 확립	100	비육마 생산 및 사육현황조사
			100	농가별 비육마 품종, 개체수 및 사육방법 조사
			100	현행 비육시스템, 사육시설 및 사료현황 분석
			100	고품질, 비육마 생산을 위한 농가별 비육방법 현황 조사
			100	기초자료 확보 후 비육 프로그램 개발
			80	말고기 생산처리 기술 확립을 위한 비육사료의 효율검증
			90	우수한 품질의 말고기에 대한 혈통조사
	(제2세부) 근육부위별 품질평가 및 검증시스템 개발	근육부위별 품질 평가 및 검증시스템 개발	100	말고기의 기초 육질품질 분석
			90	말고기가 소비되기까지 과정 소비·판매 형태 분석
			90	유통중인 말고기의 품질측정 및 위생 검사
			100	농가별 도체 특성 및 육질 평가 분석
			100	부위별 품질평가 및 근육조성 분석
			100	도체 및 정육의 품질 분석 검증
	(제1협동) 말도체등급 및 말고기 유통지표 개발	말고기 부위별·품질별 소비자 선호도 조사 및 말고기 유통지표 개발	100	현행 유통단계 말고기 부위별 정형방법 조사
			100	10개 부위별 대분할 정형 방법 개발 (부위별 형태 및 생산량 조사)
			90	말고기 부위 및 품질별 관능평가
			90	말도체 품질평가 항목 및 평가 기준 조사

2. 2차년도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차 년도 (2013)	(제1세부) 말고기 품질향상 및 비육기술 개발	고품질 말고기 생산시스템 확립 및 현장 적용	100	비육기간, 사료 및 비육방법 기준안설정
			100	비육농가 현장적용을 통한 실용화 검증
			100	고품질 말고기 생산시스템 구축(선정농가를 통한 말고기 품질의 규격화, 균일화)
	(제2세부) 근육부위별 품질평가 및 검증시스템 개발	고품질 말고기 브랜드 개발 및 마케팅 시스템 구축	100	부위 및 등급별 선호도에 따른 전략 모델 확립
			90	고품질 말고기 가공식품 유통을 위한 포장가공기술개발
			80	고유의 브랜드개발 전략 및 마케팅 시스템 구축
	(제1협동) 말도체등급 및 말고기 유통지표 개발	말도체 등급 및 말고기 유통지표개발	100	말고기 품질 평가 기준 설정(육질, 육질등급 기준)
			100	말고기 10개 부위별 정형기준 설정
			90	유통 및 품질평가 체계 마련

제 2 절 관련분야의 기여도

1. 고품질 말고기 생산 및 유통으로, 농가의 소득 증대와 관련된 2차, 3차 산업의 지속적인 발전이 이루어질 수 있는 가능성 제공.

2. 말고기 등급판정제도 정착을 통하여 등급별 가격차별화를 이룬다면 고품질 말고기생산에 대한 동기 부여할 것임.

3. 최신 기술력을 확보하여 소비자에게 위생적인 고품질 말고기를 공급하여 소비자의 만족도 충족.

4. 고품질 말고기생산을 위한 전문 인력 양성과 관련농업발전 기반기술 구축.

5. 말고기의 소비 보편화를 위한 유통지표 설정 및 소비촉진.

6. 소고기, 돼지고기, 닭고기와 더불어 육류 식량 자원으로 새로운 소비시장 형성.

7. 산업기반 조성을 통한 말고기 비육, 생산, 품질인증 및 유통체계를 구축하고 사업화의 기초 조성.

8. 새로운 소비시장 형성과 일자리 창출 등 사회적으로 다양한 성장동력 제공

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용계획

제 1 절 연구개발 성과

1. 연구개발 결과의 성과 및 활용목표 대비 실적

(단위 : 건수)

구분		특허		신품종				유전자원 등록	논문		기타
		출원	등록	품종 명칭등록	품종생산 수입판매 신고	품종보호			SCI	비SCI	
						출원	등록				
1차 년도	목표	1							1	1	
	달성	0								0	
2차 년도	목표	1	2						2	2	
	달성	1								1	2 (국제학회발표)
3차 년도	목표										
	달성										
계	목표	2	2						3	3	
	달성	1	0						0	1	2

2. 연구성과 활용

(단위 : 건수)

구분		기술실시(이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타
활용건수	목표	1	2	1	2	2	
	달성			1	1	1	

3. 논문게재 성과

게재연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신 저자	공동저자				
2013	말고기의 육질등급에 따른 부위별 일반성분, 이화학적 특성 및 지방산 성분 비교	정진형	류연철	선창완 황도연 권기문 이재청 김효선 김용준 이상근	한국동물자원과학회	55 (3)	국내	비SCI
2013	Horsemeat quality of three major cuts form korean native breed(JEJU Horse)	고경보	류연철	김갑돈 김영화 양익동	세계식육학회 학술발표(ICoMST)	1	국외	국제학회발표
2013	Comparison of horsemeat quality between jeju horse(korean native horse)and thoroughbred	김갑돈	류연철	고경보 강동근 김영화 양익동	세계식육학회 학술발표(ICoMST)	1	국외	국제학회발표

4. 특허성과

출원된 특허의 경우					등록된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호	등록연도	특허명	등록인	등록국	등록번호
2013	말고기 부위별 분할정형 방법	축산물품질평가원	대한민국	10-2013-0073068					

5. 인력양성

인력양성명	인력양성연도	성과발생년도	인력양성내용	전공	학위	성별
석사 인력양성	2012	2011	석사학위 취득 (고경보)	동물생명공학	석사	남
석사 인력양성	2012	2011	석사학위 취득 (강동근)	동물생명공학	석사	남
학사 인력양성	2013	2011	학사학위 취득 (김영화)	동물생명공학	학사	남
학사 인력양성	2013	2011	학사학위 취득 (양익동)	동물생명공학	학사	남

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

해당 사항 없음.

제 7 장 연구시설·장비현황

해당 사항 없음.

제 8 장 참고 문헌

1. AOAC. 2006. Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 210-219.
2. Anderson, D. A., Kisellan, J. A. and Watt, B. K. 1975. Comprehensive evaluation of fatty acid in beefs. J. Am. Diet Assoc. 67:35-41.
3. Badiani, A., Nanni, N., Gatta, P. P., Tolomelli, B. and Manfredini, M. 1997. Nutrition profile of horsemeat. J. Food Comp. Anal. 10:254-269.
4. Ballin, N.Z. and Lametsch, R. 2008. Analytical methods for authenticaion of fresh vs thaqed meat-A Review. Meat sci. 80. 151-158.
5. Devine, R. 1996. Le marchė des Produits carnės en 1995. Viandes et Produits carnės. 17:79-90.
6. Do, G.S.,Sagara, Y.,Tabata, M., Kudoh, K., and Higuchi, T. 2004. Three-dimensional measurement of ice crystals in frozen beef with micro-slicer image processing system. Int. J. Refrig. 27.184-190.
7. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissue. J. Bio. Chem. 226:497-500.
8. Garcia, L. G., Nicholson, K. L., Hoffman, T.W., Lawrence, T. E., Hale, D. S., Griffin, D. S., Savell, D. S., Morgan, J. B., Belk, K. E., Field, T. J., Scanga, J. A., Tatum, J. D. and Smith, G. C. 2008. National Beef Quality Audit-2005: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. J. Anim. sci. 86:3533-3543.
9. Han, G. D., Kim D. G., Kim, S. M., Ahn, D. H. and Sung, S. K. 1996. Animal Products and Processing : Effects of Aging on the Physico-Chemical and Morphological Properties in the Hanwoo Beef by the grade. Kor. J. Ani. Sci. Technol. 38:589-597.
10. Hwang, J. D. 1999. Studies on the physico-chemical characteristics of retail cut meats in pork. Ms thesis, Graduate School of Konkuk Univ., Korea.
11. Juarez, M., Polvillo, O., Gomez, M. D., Alcalde, M. J., Romero, F. and Valera, M. 2009. Breed effect on carcass and meat quality of foals slaughtered at 24 months of age. Meat Sci. 83:224-228.
12. Kim, D. G., Kim, S. M., Choi, U. K. and Lee, S. H. 1996. Animal products and processing : Effects of delayed chilling on the quality characteristics of Hanwoo beef according to the carcass grade. Kor. J. Anim. Sci. Technol. 38:629-637.
13. Kim, J. W., Cheon, Y. H., Jang, A. R., Lee, S. O., Min, J. S. and Lee, M. 2002. Determination of physico-chemical properties and quality attributes of Hanwoo beef with grade and sex. Kor. J. Anim. Technol. 44(5):599-606.
14. Laakkonen, E., Wellington, G. H. and Rimstidt, C. D. 1964. Effect of cooking time and temperature on tenderness and papain action in beef. Proc. 16thResearchConf.,p.115.Amer.MeatInst.,Chicago,IL.

15. Lee. E. S. 2002. Effect of meat quality grade, gender and postmortem time on the physiochemical, histological and sensory characteristic of Hanwoo (Korean native cattle) beef. PhD thesis, Graduate School of Konkuk Univ., Korea.
16. Morrison, W. R. and Smith, L. M. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron trifluoride-methanol. J. Lipid Res. 5:600-608.
17. Ngapo, T. M., Babare, I. H., Reyno;ds, J., and Mawson, R. F. 1999. A Preliminary investigation of the effects of frozen storage on samles of pork. Meat sci. 53. 169-177.
18. Rossier, E. and Berger, C. 1988. La Viande de Cheval: Des qualties Indiscutables et Pourtant Meconnues. CEREOPA-ITEB, Paris, France.
19. SAS. 2008. SAS user's guide; Statistics. SAS for Windows, Version 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
20. Tateo, A., De Palo, P., Ceci, E. and Centoducati, P. 2008. Physicochemical properties of meat of Italian heavy draft horses slaughtered at the age of 11 monhts. J. Anim. Sci. 86:1205-1214.
21. Tonial, A. C., Aguia, C. C., Oliveira, E. G., Bonnafé, J. V., Visentainer, N. E. and de Souza. 2009. Fatty acid and cholesterol content, chemical composition and sensory evaluation of horsemeat. S. Afr. J. Anim. Sci. 39(4):328.
22. Weatherly, B. H., Lorenzen, C. L. and Savell, J. W. 1998. Determining optimal aging times for beef subprimals. J. Anim. Sci 76 (Sup1.1), 598(Abstract).
23. Wheeler, T. L., Shackelford, S. D. and Koohmaraie, M. 2000. Relationship of beef longissimus tenderness classes to tenderness of gluteus medius, semimembranosus and biceps femoris. J. Anim. Sci. 78:2856-2861.
24. Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E. K., Sheard, P. R. and Enser, M. 2003. Effect of fatty acids on meat quality: A review. Meat Sci. 66:21-32.
25. Yoo, I. J., Park, B. S., Chung, C. J. and Kim, K. I. 1993. A study on nutrition value of horse meat. Korean. J. Anim. Sci. 35(2):131-137.
26. Zhu, S., Le Bail, A., Ramaswamy, H.S., Chapleau, N. 2004. Characterization of ice crystals in pork muscle formed by pressure-shift freezing as compared with classical freezing methods. J. Food. sci. 69. E 190-E197.
27. 농림수산식품부. 2005. 농림수산식품부고시 제 2005-50 호. 쇠고기 부분육 분할정형 지침서.
28. 농림수산식품부. 2009. 기타가축통계. pp 2.
29. 농림수산식품부. 2012. FTA 시대 농어촌 신소득 및 일자리 창출을 위한 말산업 육성 5 개년 종합계획.
30. 농림축산검역본부. 2012. 도축실적.

31. 성필남, 이종언, 김진형, 조수현, 하경희, 임동균, 김동훈, 이종문, 고문석. 2008. 말고기 함량이 프레스햄 품질과 관능적 특성에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 28(1):9-13.
32. 성필남, 이종언, 박범영, 하경희, 고문석. 2006. 숙성이 제주마 등심의 육질과 관능적 특성에 미치는 영향. 한국동물자원학회지 48(2):287-292.
33. 이종언, 성필남, 오운용, 김규일, 2005. 거세가 비육기 제주마의 증체 및 육질에 미치는 영향. 동물자원지 47(3)391～396
34. 이종문, 최주희, 진현주, 김태일, 박범영, 황도연, 고경철, 김천제, 황규석. 2012. 근내지방도가 한우 도체등급 요인, 이화학적 특성 및 관능적 특성에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 32(5):659-668.
35. 이학교, 박경도, 공홍식, 김희발, 송 경, 정연태, 도경탁, 김창식, 김명희. 2013. 제주산마 활용방안 연구용역. 한경대학교. pp 2-3.
36. 정재홍. 2012. 한국 말산업 미래전략 심포지엄. 한국 마육산업 발전 미래전략. 제주특별자치도・한국말산업학회.
37. 축산물품질평가원 공고 제 2011-11 호. 2011. 말도체 등급판정기준 및 방법.
38. 축산물품질평가원. 2012. 말고기 부위별 분할정형기준 및 방법. P35.
39. 허선진, 박구부, 주선태. 2005. 지방산이 식육의 품질에 미치는 영향. 한국국제농업개발학회지 17(1):53-59.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 생명산업기술개발사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 생명산업기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.