

한우 경제형질 진단용 분자표지의 농가현장 검증
및 실용화 기술 개발

(Development of Commercial Technology and Validation
of Molecular Diagnostic Markers for Economic Traits
by Large-Scale Farm Field Evaluations in Hanwoo)

상지대학교

농 립 수 산 식 품 부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “한우 경제형질 진단용 분자표지의 농가현장 검증 및 실용화 기술 개발” 과제(제 1세부과제 “한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가 현장 검증 및 실용화” 및 제 2세부과제 “한우 분자표지 검정 농가의 경제형질 측정 및 도체품질 분석/평가”)의 보고서로 제출합니다.

2012년 04월 09일

주관연구기관명 : 상지대학교

주관연구책임자 : 정 의 룡

제1세부연구책임자 : 정 의 룡

제2세부연구책임자 : 정 구 용

연 구 원 : 신 성 철

연 구 원 : 허 재 필

연 구 원 : 백 창 균

연 구 원 : 심 승 화

연 구 원 : 장 경 환

연 구 원 : 김 유 진

연 구 원 : 이 동 진

연 구 원 : 박 상 운

요 약 문

I. 제 목

한우 경제형질 진단용 분자표지의 농가현장 검증 및 실용화 기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 최종 목표

- 국내에서 개발 보고된 한우 경제형질 관련 분자표지의 농가현장 적용과 유효성 여부 검증을 통한 실용화 및 산업화(상품화)가 가능한 분자표지 검색 발굴
- 대규모 상업적 한우브랜드 집단 screening을 통한 분자표지 효과 및 농가현장 실용화 타당성 검증
- 실효성이 입증된 분자표지 이용한 한우 경제형질 진단용 유전자 검사 상품 개발 (diagnostic marker panel kit) 및 실용화
- 한우 경제형질 진단용 분자표지를 이용한 분자유종 선발기술(MAS)체계 확립 및 산업화
- 경제형질이 우수한 한우 조기예측 및 선발을 통한 농가 소득증대 및 한우산업 경쟁력 강화

2. 세부과제별 연구목표

가. 제 1세부과제 : 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가 현장 검증 및 실용화

- 한우 분자표지 검정농가의 시험축 선발 및 사양관리 표준화
- 검정농가의 대상축으로부터 분자표지 검사용 모근 시료채취
- 한우 경제형질 관련 분자표지의 농가 현장 검증 및 유효성 검증
- 최종적으로 유효성이 입증된 유전자 마커를 이용한 한우 경제형질 진단용 유전자 진단 상품 개발 및 특허출원/등록
- 참여기업에 기술이전을 통한 한우 경제형질 진단용 시제품 제작 및 상용화/산업화

나. 제 2세부과제 : 한우 분자표지 검정 농가의 경제형질 측정 및 도체품질 분석/평가

- 검정대상축의 도축 시 검사용 등심육 시료채취
- 검정집단을 대상으로 도축 시 마블링을 포함하여 보다 다양하고 정밀한 경제형질 관련 도체 성적 측정 및 생화학적 분석
- 검정집단의 경제형질 관련 도체 품질 생화학적 분석 및 평가

3. 연구 필요성

- 우리나라 한우산업은 총생산액이 연간 약 3조원으로 전체 축산물 생산액의 30%이상을 차지하고 있어 산업적 경제적 부가가치가 가장 높은 동물자원으로 농가소득 및 농촌경제에 큰 영향을 미치는 기간산업임.
- 2012년 3월 한미 FTA 발효에 따른 미국산 쇠고기 수입 개방 확대에 따른 국내 한우사육 농가의 피해와 어려움이 점점 심화되고 있을 뿐만 아니라 우리나라 한우산업의 전반적인 위기국면이 초래되고 있어 고품질 고급육 한우생산을 통한 수입쇠고기와 품질 경쟁력 강화의 필요성이 강력히 요구되고 있음.
- 한우의 품질 균일화, 고급화 및 차별화 전략으로 사양관리 기술의 개선 및 사료자원의 적절한 이용도 중요하지만 근본적으로 가축육종의 원리를 적용하여 육질에 대한 유전적 개량을 통해 한우의 유전적 자질과 능력을 향상시키고 경제형질에 대한 유전적 차별화로 한우의 경제적 가치를 높이는 것이 매우 중요함.
- 그러나 근래지방도와 같은 육질관련 형질은 도축 후에야 형질측정 및 평가가 가능하고 전통적인 육종개량방법으로는 연간 유전적 개량량이 0.035점에 불과하여 개량 속도가 매우 느리고 개량 효율성이 낮음. 따라서 세계 각국은 단기간 내 유전적 개량효과를 얻기가 어려운 육우에서 종래의 생물통계학적 육종방법을 대체하거나 보완할 수 있는 새로운 첨단 분자유종 기술의 실용화 및 산업화를 위해 경제형질과 연관된 표지유전자의 개발 연구를 활발히 추진하여 산업재산권을 확보하는 등 상업적 활용 경쟁이 치열하고 가까운 장래에 소 경제형질 분자유종 선발기술을 선진국들이 독점할 것으로 예상됨.
- 이미 미국, 호주, 일본 등 육우산업이 발달한 선진국의 경우 동물 유전체 연구를 통하여 축적된 유전체 정보를 이용하여 경제형질과 관련된 유용유전자들에 대한 분자마커를 개발하고 현장적용 및 검증과정을 거쳐 분자유종 기술체계를 확립하고 특히, 육질 및 기호성에 가장 큰 영향을 미치는 마블링 및 연도 등에 연관된 일부 유용유전자의 경우 여러 생명공학 기업체에서 특정 분자표지 진단마커를 상품화하여 상업적으로 시판하고 있음.

- 이처럼 외국에서 개발된 상업적 DNA marker들은 자국에서 사육되고 있는 충분한 시험축의 품종집단을 대상으로 현장적용 검증단계를 거쳐 그 유전적 효과가 입증된 것으로, 품종이 다른 한우집단에 직접 적용하기에는 상업적 마커의 유효성 및 적합성 여부가 아직 충분히 검증된 사례가 없고 한우에 직접 활용이 가능하더라도 산업재산권 등의 문제로 인해 그 사용이 극히 제한적일 수 밖에 없는 실정임.
- 지난 10수년간 국내에서도 우리나라 고유의 동물유전자원이자 쇠고기 공급원인 한우에서 육질 및 육량 등 주요 경제형질과 연관된 DNA marker 개발에 관한 연구결과가 여러 연구자들에 의해 보고되었으며, 이 가운데 산업적 활용 가치에 대한 가능성이 높다고 판단되는 총 14개 유용 유전자의 SNP 분자표지가 현재 특허청에 특허 등록되어 있는 상황임.
- 그러나 현재 특허 등록되어 산업재산권을 취득한 한우 경제형질 관련 분자표지들의 경우,
 - ① 거의 대부분 국가 후대검정우 집단을 대상축으로 시험하여 발굴된 마커들로서 시험대상 한우집단이 약 100~300두 이내의 소규모 종모우집단에 국한되어 추진되었고,
 - ② 우리나라 한우시장의 약 80% 이상을 차지하고 있는 거세우 및 암소집단에 대한 유효성 검증이 미비할 뿐 만 아니라 농가현장에서 직접 사육되고 있는 대단위 상업축 한우집단을 대상으로 이들 분자마커의 실효성 및 신뢰성이 충분히 검증되지 못해 생산현장에서의 진정한 효과에 대한 신뢰성을 기대하기에는 부족하다고 할 수 있음.
 - ③ 이 같은 문제점 및 한계로 인해 국내의 경우 그동안 막대한 예산과 시간을 투자하여 기존의 개발된 다양한 한우 분자표지들의 거의 대다수가 실용화 및 산업화 단계까지 연계되지 못하고 있어 농가현장 적용이 극히 제한적이거나 전혀 활용되지 못하고 있는 실정임.
 - ④ 따라서 기 발굴된 한우 분자표지의 실용화 및 산업화를 위해서는 반드시 거쳐야 할 필수 과정으로 농가현장 적용 및 검증시험을 통한 후보 분자마커의 진정한 효과 및 활용가치 평가로 객관적인 신뢰성과 재현성을 확보해야 함.
- 결론적으로, 그동안 단순 발굴 차원에 머물러 있던 한우 경제형질 관련 DNA marker와 이들 분자표지를 이용한 분자유종기술(MAS; marker assisted selection)의 실용화 및 산업화를 달성하기 위해서는 많은 예산과 오랜 기간을 거쳐 개발된 한우 경제형질 관련 유전자 분자표지에 대한 대단위 상업 축군(거세우 및 암소집

단)의 생산능가 현장적용 및 검증시험 단계를 거쳐 통해 유효성(validation) 및 신뢰성(reliability) 입증을 위한 후속 연구사업이 무엇보다도 중요하고 시급히 선행되어야 할 핵심 과제임.

- 이에 본 연구 개발에서는 본 연구팀이 개발하여 특허 등록된 분자표지와 다른 연구자들에 의해 보고된 분자표지를 모두 포함하여 국내에서 기 개발된 한우 경제형질 관련 분자표지들에 대한 유효성, 실효성 및 신뢰성을 정밀히 검증하고 진단하는 후속연구로서 농가현장 중심의 대규모 상업적 브랜드 한우 집단(거세우 집단)을 대상으로 분자표지의 현장 검증 시험연구를 통해 실질적으로 그 효용성이 입증된 최적의 한우 경제형질 유전자 진단 상품을 개발하고 국가 및 농가단위에서 실제 활용 가능한 분자유종 기술을 확립하여 산업화를 이룩하고자 함.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 제 1 세부과제 : 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가 현장 검증 및 실용화

- 한우 분자표지 검정능가의 시험축 선발 및 사양관리 표준화
 - 검정 대상축 : 황성 한우브랜드 농가현장에서 사육되어 지고 있는 상업축 한우를 대상으로 대규모 시험축 선발 (거세우 집단 1,000두 이상)
 - 검정집단에 대한 농가 현장 사육 관리 및 사양 관리 표준화
- 검정능가의 대상축으로부터 분자표지 검사용 모근 시료채취
- 한우 경제형질 관련 분자표지의 농가 현장 검증 및 유효성 검증
 - 국내 특허출원/등록 및 전문학술지 게재 등 기 개발 보고된 한우 경제형질 관련 분자표지를 선발하여 황성한우 브랜드 집단(거세우 집단)을 대상으로 사육농가 현장 검증 및 유효성 검증을 통한 실용화 가능성 검토
- 최종적으로 유효성이 입증된 유전자 마커를 이용한 한우 경제형질 진단용 유전자 진단 상품 개발 및 특허출원/등록
- 참여기업에 기술이전을 통한 한우 경제형질 진단용 시제품 제작 및 상용화/산업화

2. 제 2 세부과제 : 한우 분자표지 검정 농가의 경제형질 측정 및 도체품질 분석/평가

- 검정대상축의 도축 시 검사용 등심육 시료채취
- 검정집단을 대상으로 도축 시 마블링을 포함하여 보다 다양하고 정밀한 경제형질(육질 및 육량) 관련 도체 성적 측정 및 생화학적 분석
 - 육질형질 측정 : 마블링, 연도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도 등 측정/평가
 - 육량형질 측정 : 등지방두께, 등심단면적, 도체중 측정 및 육량지수 산정
- 검정집단의 경제형질 관련 도체 품질 생화학적 분석 및 평가
 - 일반성분 분석, pH, 가열감량, 보수력, Drip loss, 조직감, 육색 및 지방색, 관능검사 수행
- 한우 경제형질 진단용 분자표지와 도체품질 평가 성적과의 연관성 분석

IV. 연구개발결과

1. 한우 경제형질 진단용 분자표지의 현장 검증 및 실용화 기술 개발을 위해 총 1,536두의 횡성축협한우 브랜드 농가현장 시험축군을 선발하여 genomic DNA를 추출하고, 도체성적 및 혈통정보 자료를 수집하여 data base를 구축하였음.
2. 한우 경제형질 관련 후보 유전자 가운데 TG g.371T>C, APM1 g.1454G>A, FABP4 g.2834C>G, FABP4 g.3533T>A, FABP4, g.3691G>A, SCD g.10153A>G, SCD g.10329T>C, CPE g.601T>C, EDG1 g.166A>G, NPY g.4271T>C, GPD1 g.2766C>T, PDE1B g.17122A>G, PDE1B g.17507A>C, TNNT1, g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 총 15개의 한우 경제형질 관련 분자표지를 선발하여 일차적으로 시험축군 약 500여두에 대한 SNP genotyping을 수행하고, 경제형질과의 연관성을 검증하였음.
3. 1차 검증을 통해 한우 경제형질(육질 및 육량)과의 연관성이 입증된 APM1 g.1454G>A, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G SNP 등 총 7개의 분자표지를 최종 선발하여 선별된 총 1,042두의 농가현장 검증 집단에 대한 추가 적용 시험을 수행하고 한우 경제형질에 대한 각 분자표지의 유효성을 최종 검증하였음.

4. 각 분자표지의 농가현장 유효성을 검증한 결과, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 총 6개의 분자표지들은 모두 한우의 근내지방도 및 육질등급과의 마커 유효성이 최종 입증되었음. 한편, APM1 g.1454G>A 분자표지의 경우 등지방두께(BF), 배최장근단면적(EMA), 도체중(CW), 육량지수(MI) 및 육량등급(QG) 등 주로 육량형질에 대한 마커 유효성이 입증되었음.
5. 특히, 기존의 후대검정우 축군에서 경제형질 관련 유효성이 보고된 FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G 및 RORC g.20152A>G 분자표지들의 경우, 본 연구의 농가현장 검정축군 분석에서도 5개 분자표지 모두 마블링 형질과 연관성이 있는 것으로 검증되었음.
6. FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 분자표지의 농가현장 유효성 검증 결과를 바탕으로 각 분자표지별 우수대립유전자를 판정하고, 시험축 개체별 우수대립유전자의 수를 합산하여 이를 기준으로 4등급으로 분류한 후 한우 경제형질과에 대한 유효성을 분석한 결과 근내지방도 및 육질등급에서 고도의 유의적 연관성이 입증되었음($p < 0.001$). 즉, 상기 6개의 분자표지에 대한 우수대립유전자 수를 많이 보유한 개체가 상대적으로 적게 보유한 개체에 비해 근내지방도 및 육질등급이 유의적으로 높게 나타났음.
7. 따라서, 본 연구에서는 FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 분자표지를 한우의 마블링 유전능력 진단용 DNA marker로 최종 선발하여 한우 마블링 유전능력 진단용 DNA kit인 「Hanwoo MarbleGene DNA kitTM」을 개발하고 특허출원 하였음.
8. 본 연구팀은 Hanwoo MarbleGene DNA kitTM 시제품 제작을 완료하였으며, 현재 본 과제의 참여기업인 (주)한국유전자정보센터와 기술이전을 추진 중에 있음.
9. 한편, 본 연구에서는 쇠고기의 맛과 밀접하게 연관되어 있는 한우 도체품질에 영향을 미치는 분자표지를 추정하기 위해 검정대상 시험축을 대상으로 도축 가공장에서 육시료(채끝/보섭살)를 채취하여 각 개체별 이화학적/물리화학적 성분 및 도체품질 특성(수분, 지방, 단백질, 회분, pH, 가열감량, 명도, 적색도, 황색도, 보수력, 경도, 탄력성, 점착성, 감성 및 씹힘성 등)을 분석하고 이들에 대한 각 분자표지 효과를 추정하였음.
10. 한우 경제형질 관련 분자표지와 도체품질 평가 성적과의 연관성을 분석한 결과, APM1

g.1454G>A, SCD g.10153A>G, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 분자표지들은 수분, 지방 및 회분함량, 적색도, 가열감량 및 보수력 등과의 유의적 연관성이 입증되어 이들 5개 분자표지는 한우 육질 및 육량형질에 이어 도체품질 항목에서도 유의적 연관성을 갖는 것으로 분석되었음.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

1. 연구개발 성과

- 국내에서 개발 보고된 한우 경제형질 관련 분자표지의 농가현장 적용과 유효성 여부 검증을 통한 실용화 및 산업화(상품화)가 가능한 분자표지 검색 발굴
- 대규모 상업적 한우브랜드 집단 screening을 통한 분자표지 효과 및 농가현장 실용화 타당성 검증
- 한우 경제형질 진단용 분자표지를 이용한 분자유종 선발기술(MAS)체계 확립
- 대규모 농가현장 시험축 집단에 대한 genomic DNA 및 혈통정보, 도체성적자료 다수 확보
- 실효성이 입증된 분자표지 이용한 한우 경제형질 진단용 유전자 검사 상품 개발 (diagnostic marker DNA kit) 및 시제품 제작
- 참여기업(한국유전자정보센터)으로의 기술이전을 통한 실용화 및 산업화
- 국내 특허출원 5건, 특허등록 1건
- SCI급 논문 게재 4건 (published 1건, submitted 3건)

2. 성과활용 계획

가. 기술이전을 통한 산업화 및 실용화 전략 (참여기업의 마케팅 전략)

(1) 검사시료 채취용 키트 제작

- 한우육의 경제형질 진단용 유전자를 검사하기 위해서는 간편하게 시료를 채취할 수 있는 키트가 필요하므로 모근, 혈액, 조직 등 다양한 시료를 효율적으로 채취 및 보관할 수 있는 시료채취용 kit 제작하여 활용함.

(2) 진단 키트 제작 및 판매

- 한우 경제형질 관련 유전자를 동시에 분석할 수 있는 Multiplex DNA Marker Panel Kit 제작하여 생산토록 함.

(3) 한우의 고품질 및 차별화를 위한 경제형질 유전자 분석서비스 수행 및 홍보 시스템 운영

- 한우 경제형질 진단용 키트를 상용화하여 소비자에게 알리기 위해서는 다음과 같은 단계가 필요하다고 판단됨

- ① 도입기 단계로 경제형질과 관련된 DNA marker 진단의 필요성과 효과에 대해 인지가 낮으므로 전문가들이 함께 참여한 무료 교육 홍보회 개최로 인한 지각과정
- ② 성장기 단계로 투자에 따른 경제형질 관련 유전자를 차별적 강점을 부각시켜 고급 브랜드 한우육의 희소성 향상과 경제적 이익을 도모할 수 있는 흥미유발과정
- ③ 성숙기 단계로 경제형질 개량을 위한 투자로 자산의 가치창조를 위한 행동과정

- 지역별 지사를 통해 각 시도별 축산관련 단체 및 사업기관에 경제형질 관련 한우육의 브랜드 인지도 제고와 소비자로부터 신뢰받을 수 있는 고급육의 판로를 확대해 나갈 수 있는 소비자 관점에서의 접근 및 홍보 강화로 소비의 폭과 기회를 부여토록 함.

- 최근 쇠고기의 경쟁력은 가격경쟁력과 품질경쟁력에 이어 안정성 경쟁력이 그 중요성을 더해가고 있는 실정이므로 진단키트의 상품성 가치와 전략이 잘 연계되도록 홍보를 강화함.

- 목표시장을 향해 제품(product), 용기, 포장(packaging), 가격(price) 및 판촉(promotion)의 측면에서 품목과 조건을 다양화시켜 육질개량 도구로 이용할 수 있도록 서비스를 강화해 나감.

(4) 한우 경제형질 관련 유전자분석 결과에 대한 시험 성적서 발행

- 마케팅전략의 선두에 한우육을 위한 육질관련 유전자 개념을 도입하여 시험성적서의 결과를 팜플렛이나 광고물 등을 부착하여 브랜드육 이미지를 제고시키는 것도 하나의 홍보 방법임.

(5) 공인시험기관 등록

- 한우 경제형질 진단용 키트의 신뢰성을 확보하기 위해 유효성, 반복성 및 검증을 통해 ISO/IEC17025 국제공인시험기관 항목으로 정식 등록하여 정기적으로 신뢰도를 인증 받아 한우육의 국제인지도를 강화시켜 나갈 예정임.

나. 기타 활용 방안

(1) DNA 분자표지 정보를 이용한 한우의 유전능력 개량 촉진에 활용

- 한우의 도체형질, 육질 및 육량과 같은 주요 경제형질에 있어 개체의 표현형 측정치(육중가)에만 의존하여 선발하는 전통적인 통계육종방법에 의한 유전적 개량은 후대검정 등으로 평균 세대간격이 길고 선발강도 및 선발의 정확도가 낮기 때문에 유전적 변화속도가 느리고 유전적 개량량도 크지 않다고 하는 개량 효율적 측면에서 많은 제한 요인과 문제점을 지니고 있음.
- 따라서, 본 연구는 종래의 전통적인 선발육종 체계와 병행하여 DNA marker를 지표로 하는 MAS 분자육종 기술로서 한우의 경제형질(육질 및 육량형질)과 밀접하게 연관되어 있는 유전자의 DNA marker 유전자형을 분석하여 경제형질에 대한 유전적 잠재능력을 분석 평가하고 고품질 고능력 한우 개량을 위한 우량 한우선발에 적극 활용하여 한우의 능력개량 및 고급육 생산속도를 가속화 함.

(2) 국가단위에서 한우 경제형질 진단용 분자표지의 활용

- BLUP EBV + DNA marker의 융합 선발 육종프로그램을 이용한 후보 및 보증 종모우 선발에 활용

(3) 농가단위에서 한우 경제형질 진단용 분자표지의 활용

- 비육밀소 및 송아지의 유전적 잠재능력 예측 및 조기선발 도구로 활용
: 한우 경제형질 진단용 SNP 분자마커를 이용하여 송아지 및 비육밀소의 장래의 유전적 잠재능력을 예측하고 조기에 선발할 수 있는 선발 보조수단으로 활용함.

○ 고능력 암소핵군 집단 구성에 활용

: 혈통등록 이상의 한우를 대상으로 기존의 혈통정보, 육종가(EBV) 추정치, 체형심사 성적 및 도체성적 등의 각종 표현형 정보와 경제형질 관련 DNA marker 유전자형 정보간의 연계체계를 구축하여 한우의 유전능력을 보다 상세하고 정확하게 평가하고 이들 중 유전 능력 평가 성적이 우수한 암소를 집중 선발하여 고능력 암소핵군 집단을 구성하고 유전적 잠재능력이 우수한 우량 송아지 생산 보급 기지로 활용함.

○ 맞춤형 보증 종모우(정액) 선정에 활용

: 육질 및 육량형질 등 경제형질의 유전능력은 종모우와 암소로부터 각각 50% 씩 유전 물질을 전달받기 때문에 암소와 종모우 개체별 유전능력을 정확히 평가하여 장단점을 상호 보완해 줄 수 있는 최적의 맞춤형 계획교배 조합을 위한 종모우(정액) 선정으로 후대의 유전적 능력개량이 추진되어야 함. 따라서, 암소와 동일하게 보증 종모우의 정액에 대해서도 기존의 혈통정보, 도체성적 및 체형정보에 부가하여 DNA marker 유전자형 분석을 실시하고 DNA 표지정보를 암소 개체별 유전능력에 가장 적합한 종모우의 최종 선발에 활용함.

SUMMARY

1. In this study, we have selected the test group and genomic DNA isolated from Heongseong Hanwoo steers to development of commercial technology and validation of molecular diagnostic markers for economic traits by large-scale farm field evaluations.
2. We investigated effects of 15 SNP markers (TG g.371T>C, APM1 g.1454G>A, FABP4 g.2834C>G, FABP4 g.3533T>A, FABP4, g.3691G>A, SCD g.10153A>G, SCD g.10329T>C, CPE g.601T>C, EDG1 g.166A>G, NPY g.4271T>C, GPD1 g.2766C>T, PDE1B g.17122A>G, PDE1B g.17507A>C, TNNT1, g.6650C>T and RORC g.20152A>G) on economic traits in Hanwoo
3. Statistical analysis indicated that SNP markers of candidate gene (FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1, g.6650C>T and RORC g.20152A>G) showed a significant effect on marbling and grade of meat quality. The APM1 g.1454G>A SNP marker showed a significant effect on meat quantity traits.
4. We developed DNA kit for diagnosis of genetic effect on economic traits using the SNP markers that FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1, g.6650C>T and RORC g.20152A>G.
5. 5 SNP marker(FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G and RORC g.20152A>G) Published related marbling traits in Hanwoo and association studies between specific genetic markers.
6. The APM1 g.1454G>A, FABP4, g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G and TNNT1, g.6650C>T SNP makers was significantly associated with warter content, fat cantent, ash content, red color tone, heating loss and warter holding capacity.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

Section 1. Necessity for research and development	1
Section 2. Objectives of research and development	4
1. Final objectives	4
2. Research Objectives in detailed subjects	5

Chapter 2. Status of development

Section 1. World-class	7
Section 2. Domestic-class.....	7
Section 3. Previous research of our team	11

Chapter 3. Research of contents and results

Section 1. Selection of test population, feeding and management in large-scale farm field population	15
--	----

1. Test sample select and feeding and management standardization of DNA marker in hanwoo farm	15
2. Validation of molecular diagnostic markers for economic traits by large-scale farm field evaluations in Hanwoo	20
Section 2. Analysis and evaluation of carcass quality	110
1. Sample and Sampling	110
2. Physical proximate analysis	111
3. Chemical proximate analysis	115
Section 3. DNA kit development and transfer technique	126
1. DNA kit development and production of prototype	126
2. Patent application	131
Chapter 4. Implementation	134
Chapter 5. Application of results	138
Chapter 6. Research information of science and technology	143
Chapter 7. Reference	150

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 필요성	1
제 2절 연구목표	4
1. 최종목표	4
2. 연차별 연구목표 및 내용	5

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1절 세계적 수준	7
제 2절 국내 수준	7
제 3절 연구개발 기술과 관련된 본 연구팀의 선행연구 결과	11

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1절 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가 현장 검증 및 실용화	15
1. 한우 분자표지 검정농가의 시험축 선발 및 사양관리 표준화	15
2. 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가현장 검증	20
제 2절 한우 분자표지 검정 농가의 경제형질 측정 및 도체품질 분석/평가	110
1. 시료 및 시료채취	110
2. 이화학적 일반성분	111
3. 물리화학적 일반성분	115
제 3절 한우 경제형질 진단용 DNA kit 개발 및 기술이전 추진.....	126
1. 한우 경제형질 진단용 DNA kit 개발 및 시제품 제작	126
2. 연구개발 기술에 대한 특허출원/등록	131
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	
제 1절 목표달성도	134
제 2절 관련 분야에의 기여도	137
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	
제 1절 연구개발 성과	138

제 2절 성과활용 계획	139
1. 기술이전을 통한 산업화 및 실용화 전략 (참여기업의 마케팅 전략)	139
2. 기타활용 방안	141
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	
제 1절 특허분석	143
1. 특허분석 범위	143
2. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성	143
제 2절 논문분석	144
1. 논문분석 범위	144
2. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성	144
제 3절 국외 제품생산 및 시장 분석	145
제 7 장 참고문헌	150

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 필요성

- 우리나라 한우산업은 총생산액이 연간 약 3조원으로 전체 축산물 생산액의 30%이상을 차지하고 있어 산업적 경제적 부가가치가 가장 높은 동물자원으로 농가소득 및 농촌경제에 큰 영향을 미치는 기간산업임.
- 2008년 한미 FTA 협상 타결에 따른 미국산 쇠고기 수입재개 및 소비심리 위축으로 인한 국내 한우사육농가의 피해와 어려움이 점점 심화되고 있을 뿐만 아니라 우리나라 한우산업의 전반적인 위기국면이 초래되고 있어 고품질 고급육 한우생산을 통한 수입쇠고기와의 품질 경쟁력 강화의 필요성이 강력히 요구되고 있음.
- 한우의 품질 균일화, 고급화 및 차별화 전략으로 사양관리 기술의 개선 및 사료자원의 적절한 이용도 중요하지만 근본적으로 가축육종의 원리를 적용하여 육질에 대한 유전적 개량을 통해 한우의 유전적 자질과 능력을 향상시키고 경제형질에 대한 유전적 차별화로 한우의 경제적 가치를 높이는 것이 매우 중요함.
- 그러나 근대지방도와 같은 육질관련 형질은 도축 후에야 형질측정 및 평가가 가능하고 전통적인 육종개량방법으로는 연간 유전적 개량량이 0.035점에 불과하여 개량 속도가 매우 느리고 개량 효율성이 낮음. 따라서 세계 각국은 단기간 내 유전적 개량효과를 얻기가 어려운 육우에서 종래의 생물통계학적 육종방법을 대체하거나 보완할 수 있는 새로운 첨단 분자유종 기술의 실용화 및 산업화를 위해 경제형질과 연관된 표지유전자의 개발 연구를 활발히 추진하여 산업재산권을 확보하는 등 상업적 활용 경쟁이 치열하고 가까운 장래에 소 경제형질 분자유종 선발기술을 선진국들이 독점할 것으로 예상됨.
- 이미 미국, 호주, 일본 등 육우산업이 발달한 선진국의 경우 동물 유전체 연구를 통하여 축적된 유전체 정보를 이용하여 경제형질과 관련된 유용유전자들에 대한 분자마커를 개발하고 현장적용 및 검증과정을 거쳐 분자유종 기술체계를 확립하고 특히, 육질 및 기호성에 가장 큰 영향을 미치는 마블링 및 연도 등에 연관된 일부 유용유전자의 경우 여러 생명공학 기업체에서 특정 분자표지 진단마커를 상품화하여 상업적으로 시판하고 있는 실정임(표-1).
- 이처럼 외국에서 개발된 상업적 DNA marker들은 자국에서 사육되고 있는 충분한 시험축의 품종집단을 대상으로 현장적용 검증단계를 거쳐 그 유전적 효과가 입증된 것으로, 품종

이 다른 한우집단에 직접 적용하기에는 상업적 마커의 유효성 및 적합성 여부가 아직 충분히 검증된 사례가 없고 한우에 직접 활용이 가능하더라도 산업재산권 등의 문제로 인해 그 사용이 극히 제한적일 수 밖에 없는 실정임.

○ 지난 10수년간 국내에서도 우리나라 고유의 동물유전자원이자 쇠고기 공급원인 한우에서 육질 및 육량 등 주요 경제형질과 연관된 DNA marker 개발에 관한 연구결과가 여러 연구자들에 의해 보고되었으며, 이 가운데 산업적 활용 가치에 대한 가능성이 높다고 판단되는 총 14개 유용 유전자의 SNP 분자표지가 현재 특허청에 특허 등록되어 있는 상황임(표-2).

○ 그러나 현재 특허 등록되어 산업재산권을 취득한 한우 경제형질 관련 분자표지들의 경우,

① 거의 대부분 국가 후대검정우 집단을 대상축으로 시험하여 발굴된 마커들로서 시험대상 한우집단이 약 100~300두 이내의 소규모 종모우집단에 국한되어 추진되었고,

② 우리나라 한우시장의 약 80% 이상을 차지하고 있는 거세우 및 암소집단에 대한 유효성 검증이 미비할 뿐 만 아니라 농가현장에서 직접 사육되고 있는 대단위 상업축 한우집단을 대상으로 이들 분자마커의 실효성 및 신뢰성이 충분히 검증되지 못해 생산현장에서의 진정한 효과에 대한 신뢰성을 기대하기에는 부족하다고 할 수 있음.

③ 이 같은 문제점 및 한계로 인해 국내의 경우 그동안 막대한 예산과 시간을 투자하여 기존의 개발된 다양한 한우 분자표지들의 거의 대다수가 실용화 및 산업화 단계까지 연계되지 못하고 있어 농가현장 적용이 극히 제한적이거나 전혀 활용되지 못하고 있는 실정임.

④ 따라서 기 발굴된 한우 분자표지의 실용화 및 산업화를 위해서는 반드시 거쳐야 할 필수 과정으로 농가현장 적용 및 검증시험을 통한 후보 분자마커의 진정한 효과 및 활용 가치 평가로 객관적인 신뢰성과 재현성을 확보해야 함.

○ 결론적으로, 그동안 단순 발굴 차원에 머물러 있던 한우 경제형질 관련 DNA marker와 이들 분자표지를 이용한 분자유종기술(MAS; marker assisted selection)의 실용화 및 산업화를 달성하기 위해서는 많은 예산과 오랜 기간을 거쳐 개발된 한우 경제형질 관련 유전자 분자표지에 대한 대단위 상업 축군(거세우 및 암소집단)의 생산능가 현장적용 및 검증시험 단계를 거쳐 통해 유효성(validation) 및 신뢰성(reliability) 입증을 위한 후속 연구사업이 무엇보다도 중요하고 시급히 선행되어야 할 핵심 과제임(그림-1).

○ 이에 본 연구 개발에서는 본 연구팀이 개발하여 특허 등록한 분자표지와 다른 연구자들에

의해 보고된 분자표지를 모두 포함하여 국내에서 기 개발된 한우 경제형질 관련 분자표지들에 대한 유효성, 실효성 및 신뢰성을 정밀히 검증하고 진단하는 후속연구로서 농가 현장 중심의 대규모 상업적 브랜드 한우 집단을 대상으로 분자표지의 현장 검증 시험연구를 통해 실질적으로 그 효용성이 입증된 최적의 한우 경제형질 유전자 진단 상품을 개발하고 국가 및 농가단위에서 실제 활용 가능한 분자유종 기술을 확립하여 산업화를 이룩하고자 함.

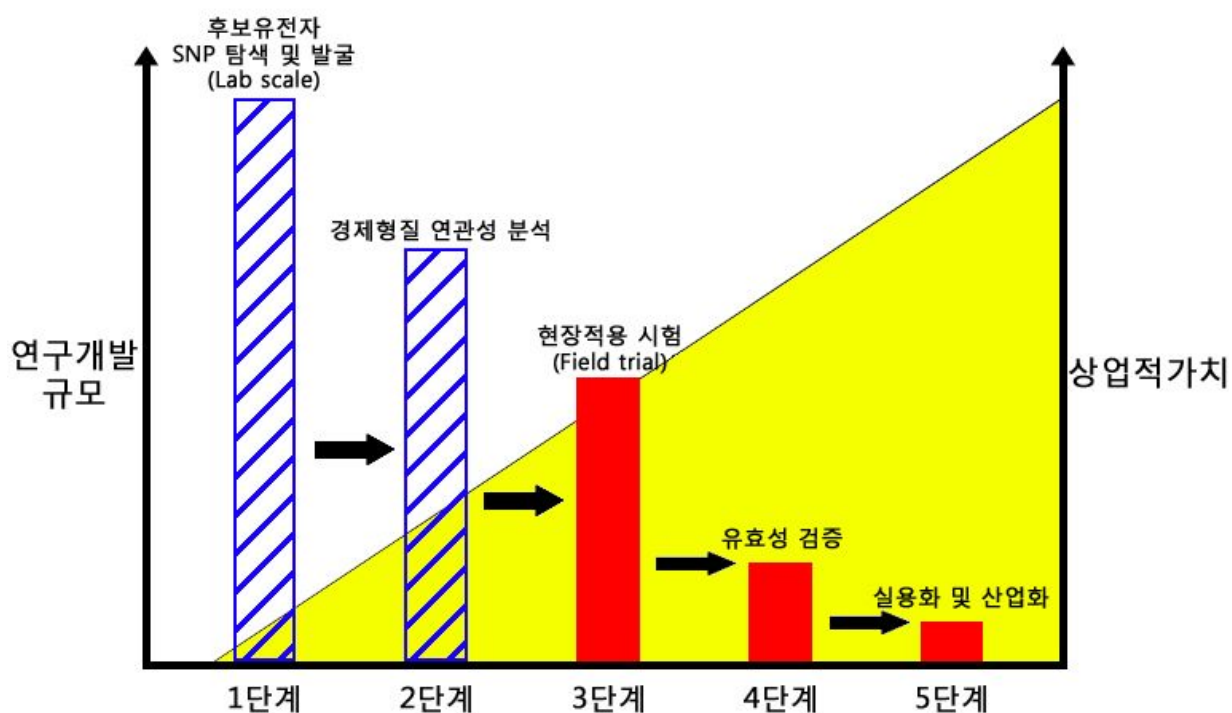


그림-1. 가축 경제형질 관련 분자표지의 연구개발 단계 및 상업적 가치 평가

제 2절 연구목표

1. 최종목표



본 연구에서는 국내에서 개발 보고된 한우 경제형질 관련 분자표지들의 실용화 및 산업화 달성을 목적으로 DNA 마커 개발과정에 필수적인 현장검증연구 단계로서 농가현장에서 사육되어 지고 있는 대규모 상업적 브랜드 한우집단(거세우 집단)을 대상으로 이들 분자표지들의 유효성, 재현성 및 신뢰성을 정밀히 검증 평가하여 최적의 한우 경제형질 진단용 유전자 상품을 개발하고 상용화하여 국가 및 농가단위의 한우 선발 개량사업에 분자육종 마커로 활용하고자 함.

- 국내에서 개발 보고된 한우 경제형질 관련 분자표지의 농가현장 적용과 유효성 여부 검증을 통한 실용화 및 산업화(상품화)가 가능한 분자표지 검색 발굴
- 대규모 상업적 한우브랜드 집단 screening을 통한 분자표지 효과 및 농가현장 실용화 타당성 검증
- 유효성이 입증된 분자표지 이용한 한우 경제형질 진단용 유전자 검사 상품 개발 (diagnostic marker panel kit) 및 실용화
- 한우 경제형질 진단용 분자표지를 이용한 분자육종 선발기술(MAS)체계 확립 및 산업화
- 경제형질이 우수한 한우 조기예측 및 선발을 통한 농가 소득증대 및 한우산업 경쟁력 강화

2. 연차별 연구목표 및 내용

구분 (연도)	세부과제명	연구목표	연구개발 수행내용
1차 연도 (2009)	[제 1세부과제] 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가 현장 검증 및 실용화	한우 분자표지 검정농가의 시 험축 선발 및 사양관리 표준화 (횡성축협 협조)	-한우 사육시설 및 사양관리 환경을 고려 한 검정대상 농가(총 79호) 선정 -혈연관계, 거세시기, 도축개월령 및 출하 예정일을 고려한 최적의 시험축군 조성 - 사료급여 기준에 입각한 검정집단 한우 의 사료급여를 통한 사양관리 표준화
		검정농가의 대상축으로부터 분 자표지 검사용 모근 시료채취	- 횡성한우 농가현장 적용 시험축군을 대 상으로 모근시료 채취 (총 809두)
	한우 경제형질 관련 분자표지 의 농가 현장 검증 및 유효성 검증	- 총 10개(농가현장 유효성 검증 8개, 후 대검정우 유효성 검증 2개)의 한우 경제형 질 관련 분자표지를 선발하여 PCR-RFLP 분석기법으로 이들에 대한 시험축군 개체 별 SNP genotyping 수행 - 각 분자표지와 시험축군 도체성적측정치 와의 연관성 분석을 통한 농가현장 유효성 검증	
	[제 2세부과제] 한우 분자표지 검정 농가의 경제형질 측 정 및 도체품질 분 석/평가	검정대상축의 도축 시 검사용 등 심육 시료채취 검정집단을 대상으로 도축 시 경 제형질 관련 도체성적 측정 평가 및 기록 관리 검정집단의 도체품질 분석 및 평 가	- 검정대상축의 보섭/채끝부위 육시료 채취 - 축산물등급판정소로부터 인계 받은 검 정집단 개체별 도체성적 측정 자료에 대 한 평가 및 기록/관리 - 검정대상 개체의 육질등급별(1 ⁺⁺ , 1 ⁺ , 1, 2) 이화학적 및 물리화학적 일반성분 분석, 육색 및 조직감 분석 수행
2차 연도 (2010)	[제 1세부과제] 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가 현장 검증 및 실용화	한우 분자표지 검정농가의 시 험축 선발 및 사양관리 표준화 (횡성축협 협동)	-한우 사육시설 및 사양관리 환경을 고려 한 검정대상 농가 선정 -혈연관계, 거세시기, 도축개월령 및 출하 예정일을 고려한 최적의 시험축군 조성 - 사료영양 기준에 입각한 검정집단 한우 의 사료급여를 통한 사양관리 표준화
		검정농가의 대상축으로부터 분 자표지 검사용 모근 시료채취	- 횡성한우 농가현장 적용 시험축군을 대 상으로 모근시료 채취 (총 727두)
	한우 경제형질 관련 분자표지 의 농가 현장 검증 및 유효성 검증	- 총 7개의 한우 경제형질 관련 분자표지 를 선발하여 PCR-RFLP 분석기법으로 이 들에 대한 시험축군 개체별 SNP genotyping 수행 - 각 분자표지와 시험축군 도체성적측정치 와의 연관성 분석을 통한 농가현장 유효성 검증	
	[제 2세부과제] 한우 분자표지 검정 농가의 경제형질 측 정 및 도체품질 분 석/평가	검정대상축의 도축 시 검사용 등 심육 시료채취 검정집단을 대상으로 도축 시 경 제형질 관련 도체성적 측정 평가 및 기록 관리 검정집단의 도체품질 분석 및 평 가	- 검정대상축의 보섭/채끝부위 육시료 채취 - 축산물등급판정소로부터 인계 받은 검 정집단 개체별 도체성적 측정 자료에 대 한 평가 및 기록/관리 - 검정대상 개체의 육질등급별(1 ⁺⁺ , 1 ⁺ , 1, 2) 이화학적 및 물리화학적 일반성분 분석, 육색 및 조직감 분석 수행

구분 (연도)	세부과제명	연구목표	연구개발 수행내용
3차 연도 (2011)	[제 1세부과제] 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가 현장 검증 및 실용화	한우 경제형질 관련 분자표지 의 농가 현장 검증 및 유효성 검증	- 1, 2차년도 연구를 통해 한우 농가현장 적용 유효성이 검증된 APM1 g.1454G>A, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 총 7 개 한우 경제형질 관련 분자표지에 대한 대규모 시험축군 (마커당 총 1,041두 외 개체별 SNP genotyping 및 연관성 분석
		한우 경제형질 관련 분자표지 와 도체품질 평가성적과의 연 관성 분석	- 제 2세부과제로부터 제공받은 검정집단 의 도체품질 평가성적과 한우 경제형질 관련 분자표지와의 연관성 통계 분석
		한우 경제형질 진단용 diagnostic marker panel kit 개 발 및 시제품 제작	- 최종적으로 유효성이 검증된 한우 경제 형질 진단용 분자표지를 이용한 한우 마 블링 진단용 DNA kit 개발 및 시제품 제 작
		기술이전을 통한 산업화 및 실 용화	- 참여기업 (주)한국유전자정보센터 기술 이전 추진
	[제 2세부과제] 한우 분자표지 검정 농가의 경제형질 측 정 및 도체품질 분 석/평가	검정대상축의 도축 시 검사용 등 심육 시료채취	- 횡성축협한우 육가공장 현장에서 검정 대상축에 대한 보섭/채끝부위 육시료 채취
		검정집단을 대상으로 도축 시 경 제형질 관련 도체성적 측정 평가 및 기록/관리	- 축산물등급판정소로부터 검정집단의 개 체별 도체성적 자료를 수집하여 평가 및 기록/관리하고 제 1세부과제에 제공
		검정집단의 도체품질 분석 및 평 가	- 검정집단의 도체품질 분석 및 평가 : 일반성분 분석, 지방산 함량 분석, pH, 가열감량 보수력 Drip loss, 조직감, 육색 및 지방색, 관능검사 수행

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1절 세계적 수준

이미 선진국의 경우 육우산업에서 현재 상업적으로 활용되고 있는 대표적인 DNA 분자표지로서 마블링(근내지방도)과 연관된 thyroglobulin 유전자 마커로서 GeneSTAR (Genetic Solutions 사), 쇠고기 연도와 관련성이 입증된 Calpain과 Calpastatin 유전자 마커로서 Tender GENE (Frontier Beef Systems 사) 또는 GeneSTAR Tenderness(Genetic Solutions 사) 등 육우진단 및 선발과 관련하여 생명공학 기업들이 중심이 되어 DNA검사를 위한 유전자 상품으로 개발하여 상업적으로 시판하고 있다(표-1).

미국의 Angus Bull Station의 Gene Star 표지와 2종류의 SNP 결과의 활용, 호주 CTC의 Genetic Marker의 산업적 활용, 그리고 일본 축산기술 연구소의 성장지체유전자와 고유의 QTL marker를 활용한 개량사업이 2000년 이후 농가들에 가시적 효과를 나타내고 있다. 이처럼 외국에서 개발되어 상품화되어 있는 DNA marker들은 대부분 특허등록으로 산업 재산권을 확보하고 있어 국내 적용 및 이용에 한계가 있으나 유용 유전자의 상품화 부분은 동물산업 선진국에서도 아직 초기단계로 산업적 경제적 가치가 높은 유용 유전자를 선점하고 산업재산권 확보를 위한 신규 유용 유전자 발굴 및 실용화를 위한 연구가 국가 간 그리고 연구자들 간에 치열한 경쟁이 전개되고 있다.

제 2절 국내 수준

그 동안 국내에서도 여러 연구자들에 의해 한우의 경제형질과 연관된 다수의 DNA marker가 개발 보고되어져 있다(표-2 및 표-3). 그러나, 대부분 국가 후대검정사업에 제공되었던 소수의 후보축에 한정하여 분자마커-경제형질 관련성 연구를 통해 발굴된 마커들로서 이들에 대한 대단위 한우집단을 대상으로 한 검증작업 및 현장적용 시험 등과 연계된 후속 연구결과가 전무하여 실용화에 이르지 못하고 있다. 특히, 한우에서 농림기술개발과제(농림기술관리센터)와 바이오그린21 사업(농촌진흥청)연구를 통해 지금까지 얻어진 SNP, EST, microsatellite 그리고 QTL 결과들이 특정 유전자 기술의 제한적이고 기초적인 연구에 집중되어 아직은 산업적으로 활용되지 못하고 있다. 따라서 외국의 사례처럼 분자유종 기술의 산업적 실용화를 조기에 달성하고 농가현장에 직접 도입하여 적극 활용하기 위해서는 지금까지 막대한 국가예산과 시간을 투자하여 기 개발 보고된 한우 경제형질 관련 후보 유전자들을 중심으로 생산자 단체의 협력과 농가 현장검증 및 적용시험 단계로 연계된 후속연구가 추진되어야 비로소 실용화를 통한 산업적 가치 창출이 가능할 것이다.

표-1. 외국의 육우 경제형질 진단용 유전자 마커들의 산업화 및 상품화 현황

회사명	상품명	유전자명	관련형질
	GeneStar Marbling GeneStar Marbling 3 GeneStar Marbling 4	Thyroglobulin (TG)	근내지방도 (marbling)
	GeneStar Tenderness 2 GeneStar Tenderness 4	Calpastatin (CAST), μ-calpain (CAPN1)	연도 (tenderness)
	IGENITY-carcass composition	multiple marker	육질등급, 근내지방도, 연도, 도체중, 등심단면적
	IGENITY-tenderness	Calpastatin (CAST), μ-calpain (CAPN1)	연도 (tenderness)
	Wagwu Gene test 1	Growth hormone (GH)	근내지방도 (marbling)
	Wagwu Gene test 2	stearoyl-CoA desaturase (SCD)	불포화지방산 함량 (mono unsaturated fatty acid percentage)
	MMIG TRU-TENDERNESS	μ-calpain (CAPN1)	연도 (tenderness)
	TenderGENE	μ-calpain (CAPN1)	연도 (tenderness)
	Genetic Visions® Calpain 316/530	μ-calpain (CAPN1)	연도 (tenderness)

표-2. 한우 경제형질 관련 유전자 분자표지의 국내 특허등록 현황

특 허 제 목	유전자명	관련 형질	특허등록번호	특허권자
성장율이 높은 한우 조기 선발을 위한 체중증가 관련 분자 표지인자 개발	IGF-1	성장율	10-0805626 (2008.02.13)	상지대학교 산학협력단
한우의 일당증체량 관련 DNA 분자표지 개발	MYF-5	일당증체량	10-0786534 (2007.12.10)	상지대학교 산학협력단
한우 배최장근 단면적 및 등지방 두께 연관 지방산결합단백질 유전자의 분자마커 개발	FABP	등심단면적 등지방두께	10-0774849 (2007.11.01)	상지대학교 산학협력단
도체율이 높은 한우 조기선발에 활용 가능한 유전자 분자표지 개발	APOE	도체율	10-0854923 (2008.08.21)	상지대학교 산학협력단
한우의 등지방두께 및 근내지방도 관련 분자 표지인자 개발	Leptin	근내지방도 등지방두께	10-0827544 (2008.04.28)	상지대학교 산학협력단
지방산 생합성 조절효소 유전자를 이용한 한우 생체중 및 도체중 연관 분자 마커 개발	ACC	생체중 도체중	10-0816993 (2008.03.19)	상지대학교 산학협력단
고육량 생산 한우 진단용 분자표지인자 개발	APM1	등심단면적 등지방두께	10-0818166 (2008.03.25)	상지대학교 산학협력단
한우의 육량형질 관련 유전자 마커 개발	PPAR γ	생체중 도체중 등심단면적	10-0818052 (2008.03.24)	상지대학교 산학협력단
소육질 관련 DNA 표지인자와 소 육중 선발방법	Leptin	근내지방도	10-0282246 (2000.11.27)	농촌진흥청 (축산과학원)
소 등심지방함량에 관여하는 표지인자	LPL	등심지방함량	10-0644791 (2006.11.03)	농촌진흥청 (축산과학원)
소 근내지방도 관련 FABP4 유전자를 이용한 DNA 마커	FABP4	근내지방도 도체중	10-0804310 (2008.02.11)	농촌진흥청 (축산과학원)
한우 근내지방도 판별용 유전적 표지인자 및 이를 이용한 한우 근내지방도 판별방법	SCD	근내지방도 등지방두께	10-0822741 (2008.04.10)	농촌진흥청 (축산과학원)
한우 성장호르몬의 유전자 표지인자를 이용한 고체중 한우의 선발방법	GH	생체중 도체중	10-0646825 (2006.11.09)	건국대학교 산학협력단
한우의 도체형질과 연관된 성장 호르몬 방출 호르몬 유전자 다형성	GHRH	근내지방도 도체중 등심단면적	10-0793661 (2008.01.04)	(주) 에스엔피 제네틱스

표-3. 한우의 경제형질과 특정 유전자 마커간의 연관성 연구에 관련된 논문 발표 현황

순번	논문제목	관련유전자	관련형질	게제지명 (발표년도)	저자
1	SNP Discovery in the Leptin Promoter Gene and Association with Meat Quality and Carcass Traits in Korean Cattle	Leptin	등지방두께	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2008)	E. R. Chung외 3인 (본 연구팀)
2	Identification of a Novel SNP Associated with Meat Quality in C/EBP α Gene of Korean Cattle	C/EBP	마블링	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2007)	E. R. Chung외 2인 (본 연구팀)
3	SNP Detection of Carboxypeptidase E Gene and Its Association with Meat Quality and Carcass Traits in Korean Cattle	CPE	마블링 /등지방두께	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2007)	E. R. Chung외 1인 (본 연구팀)
4	Association of SNP Marker in the Thyroglobulin Gene with Carcass and Meat Quality Traits in Korean Cattle	TG	마블링	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2007)	E. R. Chung외 1인 (본 연구팀)
5	Association of SNP Marker in the Leptin Gene with Carcass and Meat Quality Traits in Korean Cattle	Leptin	마블링 /등지방두께	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2007)	E. R. Chung외 1인 (본 연구팀)
6	Association of SNP markers in IGF-1 and MYF5 candidate genes with growth traits in Korean cattle	IGF-1 /MYF5	성장률 /증체량	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2005)	E. R. Chung외 1인 (본 연구팀)
7	Titin-cap(TCAP) polymorphisms associated with marbling score of beef	TCAP	마블링	Meat Science (2007)	H. S. Cheong외 11인 (본 연구팀)
8	Growth hormone-releasing hormone(GHRH) polymorphism associated with carcass traits of meat in Korean cattle	GHRH	도체중 /등심단면적	BMC Genetics (2006)	H. S. Cheong외 12인 (본 연구팀)
9	Leptin polymorphisms associated with carcass traits of meat in Korean cattle	Leptin	도체중 /마블링	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2006)	H. S. Cheong외 8인 (본 연구팀)
10	Identification of novel SNPs in bovine insulin-like growth factor binding protein-3 (IGFBP3) gene	IGFBP3	마블링	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2005)	J. Y. Kim 외 12인 (본 연구팀)
11	The highly polymorphic bovine leptin gene	Leptin	마블링	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2005)	D. H. Yoon외 8인 (본 연구팀)
12	A previously unreported DraI polymorphism within the regulatory region of the bovine growth hormone gene and its association with growth traits in Korean Hanwoo cattle	GH	도체중	Animal Genetics (2004)	N. K. Kim외 6인 (본 연구팀)

13	Association of Polymorphisms in the Bovine Leptin Gene with Ultrasound Measurements for Improving in Korean Cattle	Leptin	등지방두께 /등심단면적 /마블링	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2006)	H. S. Kong의 9인
14	A single nucleotide polymorphism in CAPN1 associated with marbling score in Korean cattle	CAPN1	마블링	BMC Genetincs (2008)	H. S. Cheong의 10인
15	한우 ADSF/resistin 유전자의 단일 염기 다형과 육질관련형질 상관 분석	ADSF /resistin	마블링	한국동물자원 과학회지 (2007)	박지애의 6인
16	Association of Sequence Variations in DGAT1 Gene with Economic Traits in Hanwoo (Korea Cattle)	DGAT1	마블링	Asian-Aust. J. Anim. Sci. (2007)	H. S. Kong의 7인
17	Identification of genetic polymorphisms in FABP3 and FABP4 and putative association with back fat thickness in Korean native cattle	FABP4	등지방두께	BMB Report (2007)	Cho S. A.의 11인
18	한우 Lipoprotein Lipase 유전자 Intron 5번의 Polymorphisn과 경제 형질과의 관련성 분석	LPL	마블링	한국동물자원 과학회지 (2004)	이한주의 7인
19	PCR-RFLP를 이용한 한우 Leptin gene의 유전자형 변이와 경제형질과의 관련성 분석	Leptin	도체중 /도체율	한국동물자원 과학회지 (2004)	임현진의 8인

제 3절 연구개발 기술과 관련된 본 연구팀의 선행연구 결과

○ ARPC 농림기술개발과제(1998~2002)

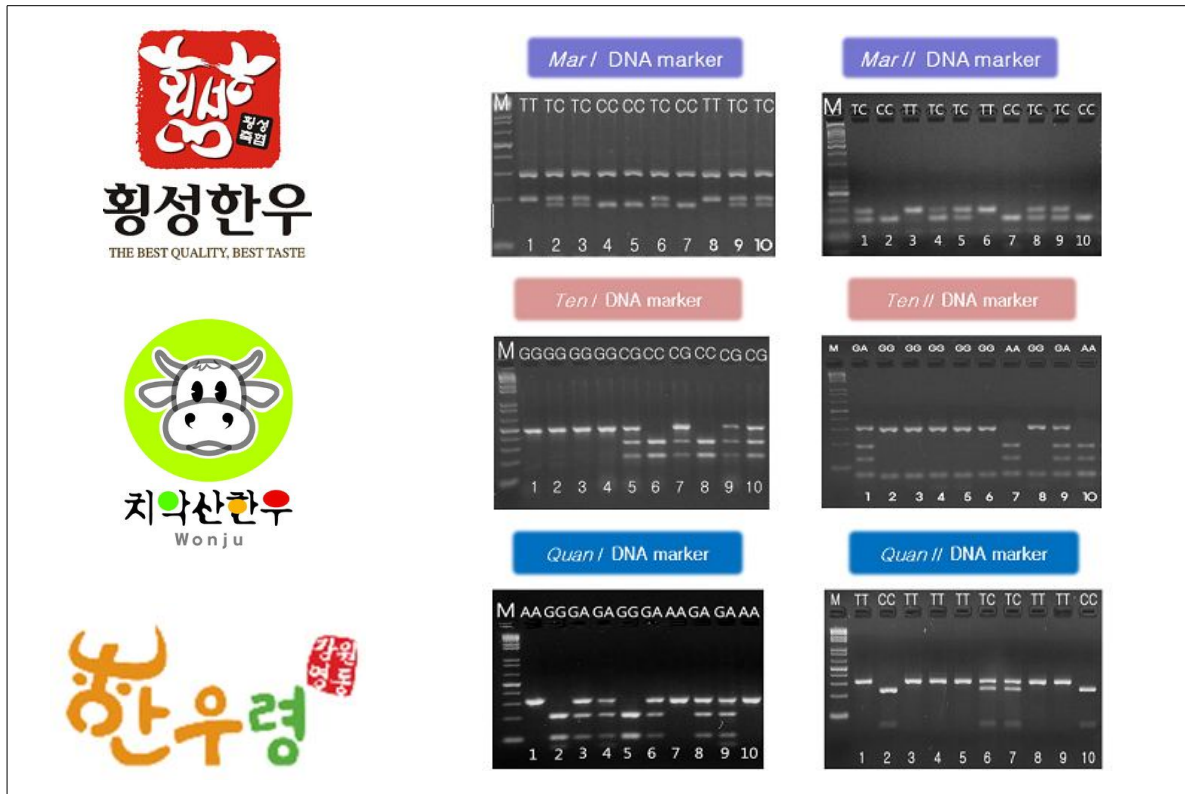
- 제목: 다유성 한우생산을 위한 유량 조절 유전인자의 탐색 및 활용(공동연구책임자)
- 연구내용: 한우 산유형질 관련 후보유전자 10개(kapa-CN, beta LG, alpha-LA, bGH, bPRL, PIT-1, ODC, GHR, GHRH 및 mt DNA) marker 탐색 발굴 및 유량형 질과의 연관성 분석

○ 농촌진흥청 바이오그린21사업 연구과제(2002~2006년)

- 제목 : 한우 경제형질 관련 기능성 유전체 연구(주관연구책임자)
- 연구 개발 내용 : 한우에서 총 34개 경제형질 관련 후보유전자에 대한 염기서열을 분석 하여 총 312개 SNP를 발굴하여 보고하였음.

- 성장 및 증체량 관련 유전자의 SNP marker 개발 (2개) : IGF-1, MYF5
- 도체 및 육질형질 관련 유전자의 SNP marker 개발 (12개) : TG, CPE, Leptin, FABP, SCD, Adiponectin, PPAR γ , APOE, ACC, UCP, DGAT1, C/EBP α

○ 본 연구팀의 선행 연구에 의해 기 개발된 한우 경제형질 관련 분자표지를 활용한 브랜드 한우의 농가 현장 검증 및 적용 시험 연구 사례



- 외국에서 상업적으로 활용되고 있는 경제형질 진단 마커들에 대한 한우의 적합성 검정
 - 현재 외국에서 개발 보고되어 상업적으로 이용되고 있는 육우의 경제형질 관련 분자표지 가운데 근내지방도(marbling) 관련 DNA 분자표지인 GeneSTAR marbling (Genetic Solutions사) 상품의 thyroglobulin (TG) 유전자 분자표지를 활용하여 우리나라 한우집단(국가후대검정우 총 309두)에 대한 적합성 예비 검증을 수행한 결과, 검정집단 내에서 마블링 형질과 본 마커 간의 유의적인 연관성을 확인하였음(논문제목 : Association of SNP Marker in the Thyroglobulin Gene with Carcass and Meat Quality Traits in Korean Cattle)
 - 또한, 연도(tenderness) 관련 DNA 분자표지인 GeneSTAR tenderness (Genetic Solutions사) 및 TenderGENE (FRONTIER BEEF SYSTEMS사) 상품의 μ -calpain (CAPN1) 및 calpastatin (CAST) 유전자 분자표지를 활용하여 우리나라 한우 집단(국가후대검정우 집단 143두)에 대한 적합성 예비 검증을 수행한 결과, 검정집단 내에서 CAST 유전자와 한

우 경제형질과의 유의적 연관성은 입증되지 않았으나, CAPN1 유전자의 특정 DNA 분자 표지와 한우 연도형질(tenderness)과의 유의적 연관성을 확인하였음.

○ 한우 경제형질 관련 후보유전자의 특허출원 및 등록 실적

순번	제 목	국가 및 출원/등록 구분	출원/등록번호 (일자)
1	한우 티로글로불린 유전자의 육질관련 신규 변이체 개발	대한민국/출원	10-2005-0065732 (2005. 7. 20.)
2	한우 육질관련 표지유전자 개발	대한민국/출원	10-2005-0073890 (2005. 8. 11.)
3	성장률이 높은 한우 조기 선발을 위한 체중 증가 관련 분자 표지인자 개발	대한민국/등록	10-0805626 (2008. 2. 13.)
4	한우의 일당 증체량 관련 디엔에이 분자표지 개발	대한민국/등록	10-0786534 (2007. 12. 10.)
5	한우 불포화지방산 생합성 효소 유전자를 이용한 육질 연관 분자마커 개발	대한민국/출원	10-2005-0094157 (2005. 10. 7.)
6	한우 배최장근 단면적 및 등지방 두께 연관 지방산결합단백질 유전자의 분자마커 개발	대한민국/등록	10-0774849 (2007. 11. 1.)
7	도체율이 높은 한우 조기선발에 활용 가능한 유전자 분자표지 개발	대한민국/등록	10-0854923 (2008. 8. 21.)
8	한우의 등지방 두께 및 근내지방도 관련 분자표지인자 개발	대한민국/등록	10-0827544 (2008. 4. 28.)
9	지방산 생합성 조절효소 유전자를 이용한 한우 생체중 및 도체중 연관 분자마커 개발	대한민국/등록	10-0816993 (2008. 3. 19.)
10	고육량 생산 한우 진단용 분자표지인자 개발	대한민국/등록	10-0818166 (2008. 3. 31.)
11	한우의 육량형질 관련 유전자 마커 개발	대한민국/등록	10-0818052 (2008. 3. 31.)
12	티엔에프알과 유전자를 이용한 한우 육량형질 관련 단일염기다형 개발	대한민국/출원	10-2008-0012521 (2008. 2. 12.)
13	분자마커 이용 고능력 한우 진단 방법	대한민국/출원	10-2008-0015115 (2008. 2. 20.)

○ 한우 경제형질 관련 유용유전자(12종)의 국제유전자은행(GenBank) 등록 실적

유용 유전자명	NCBI GenBank accession no.
TG (Thyroglobulin)	AY615525
CPE (carboxypeptidase E)	AY970664 and AY970663
C/EBP α (CCAAT/enhancer binding protein alpha)	DQ068270
SCD (stearoyl-coenzyme A desaturase)	DQ069781, DQ069782 and DQ069783
H-FABP (Heart - fatty acid binding protein)	DQ174319
LPL (lipoprotein lipase)	DQ186789
ADRB1 (beta 1 adrenergic receptor)	DQ538524
LIPE (hormone-sensitive lipase)	DQ523227
APOE (apolipoprotein E)	DQ538523
PPAR γ (peroxisome proliferator activated receptor gamma)	AY179866
Resistin	DQ125240
Leptin	DQ202319

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가 현장 검증 및 실용화

1. 한우 분자표지 검정농가의 시험축 선발 및 사양관리 표준화

가. 한우 분자표지 검정농가의 시험축 선발

횡성축협한우는 대한민국 대표 한우 브랜드로서 축산물 브랜드전 3회 연속 대상 수상, 한국 소비자 웰빙지수 4년 연속 1위, 한국산업 브랜드파워 4년 연속 1위 수상, 대한민국 최초 명품 브랜드 인증, 쇠고기 이력추적시스템, 소시모 축산물 브랜드 인증 및 HACCP 인증 등 최적의 사육환경과 체계적인 사양관리로 명품한우를 생산하는 대표적인 축산물 브랜드로 인정 받고 있다[그림-2].

이에 따라 본 연구에서는 최적의 한우 분자표지 검정 농가 현장 시험축 선발을 위해 우리나라 한우 브랜드를 대표하는 횡성축협한우의 생산자 단체조직인 횡성축협과의 협동 연구체계를 구축하여 횡성축협한우 브랜드 농가 현장에서 사육되고 있는 상업축 한우(거세우)를 대상으로 다음의 선발기준에 입각하여 시험축을 선발하고 검정대상축군을 구성하였다. 검정대상 농가는 횡성축협한우 브랜드 농가 가운데 비교적 한우 사육 시설 및 환경이 유사하고, 동시에 횡성축협에서 제공하는 한우 사육 관리 프로그램에 따라 동일한 사료급여 기준 및 사육조건으로 우수한 사양관리를 수행하고 있는 선정하였다. 그 다음 위와 같은 조건이 충족된 농가 현장에서 사육되고 있는 횡성축협한우 거세우들 가운데 혈연관계를 고려하여 혈통이 등록되어 있고, 4~6개월령에 거세 시술하고, 27~29개월령 동안 사육하여 2009년 7월부터 2011년 1월 사이에 출하 예정인 거세우들로서 2011년 1월 이전에 도축성적을 확보할 수 있는 총 1,536개체(1차년도 809두, 2차년도 727두)를 최종적으로 본 연구의 시험축으로 선발하여 검정대상 집단을 구성하였다.



형성축협한우

THE BEST QUALITY, BEST TASTE

주요수상

2005,2007,2008, 3회 대상 및 2008 전국축산물브랜드 경진대회 대한민국 명품인증 (농림수산식품부)

2007,2008,2009,2010년 4년연속 브랜드파워 1위 (한국능률협회)

2007,2008,2009,2010 4년연속 한국소비자 웰빙지수 1위 (KWC)

2005,2006,2007,2008,2009,2010년 6년연속 우수축산물 브랜드 인증 (소비자 시민모임)



형성한우



- > 상품권자: 형성축산업협동조합
- > 등록번호: 등록 제 355911호
- > 출원번호: 95-036799

KWCI



- > 2007 한국소비자웰빙지수 1위

한국능률협회



- > 2007 축산물부문 1위 선정
- > 인증기관: 한국능률협회

HACCP



- > 위해요소 중점관리 우수축산물
- > 인증기관: 국립수의과학검역원
- > 인증번호: 제2006-460호

지리적표시제



- > 인증기관: 국립농산물품질관리원
- > 등록번호: 제17호

소시모



- > 소시모 우수축산물 인증
- > 인증기관: (사)소비자시민모임

농협중앙회



- > 인증번호: 2005-04-01
- > 인증기관: 농협중앙회

쇠고기이력추적시스템



- > 쇠고기이력추적시스템

품질인증



- > 인증기관: 국립농산물품질관리원
- > 등록번호: 11-10-4

[그림-2] 형성축협한우 브랜드 소개 및 품질인증 현황

나. 시험축군에 대한 농가 현장 사육 관리 및 사양 관리 표준화

횡성축협이 협조를 받아 다음과 같은 조건으로 검정대상 시험축군에 대한 농가 현장 사육 관리 및 사양 관리 표준화를 수행하였다.

(1) 청결하고 쾌적한 축사 환경 조성 및 질병 예방 관리

: 비닐 및 플라스틱, 나일론류 섭취시 발생하는 고창병 예방을 위하여 축사 주변 환경 관리에 만전을 기함. 또한, 분비물 과다 퇴적 및 습한 환경으로 인하여 유해한 가스가 발생하기 때문에 호흡기 장애가 발생할 수도 있으므로 무엇보다도 축사 청결관리 유의하여 시험축군을 관리함.

(2) 사료급여 기준에 입각한 검정집단 한우의 사료급여를 통한 사양관리 표준화

(가) 송아지 입식 후 사료급여 기준

구분	송아지 연령(개월)					
	1	2	3	4	5	6
목표체중(kg)	50	70	95	120	145	160
자연포유(kg)	0.3	0.5	1.0	1.2	-	-
양질건초(kg)	자유 채 식					

(나) 육성기 사료급여 기준

구분		송아지 연령(개월)					
		6	7	8	9	10	11
목표체중(kg)		160	181	202	223	245	268
일당증체량(kg/일)		0.7~0.8					
사료 급여량 (kg/일)	배합사료	3.0	3.0	3.2	3.5	3.8	4.2
	건초	자유채식					

(다) 비육전기 사료급여 기준

구분		송아지 연령(개월)				
		12	13	14	15	
목표체중(kg)		292	316	341	367	
일당증체량(kg/일)		0.8~0.9				
사료 급여량 (kg/일)	배합사료	4.7	5.2	6.0	6.8	
	조사료	건초	1.6	1.0	1.0	-
		볏짚	2.1	2.1	2.1	2.2

(라) 비육중기 사료급여 기준

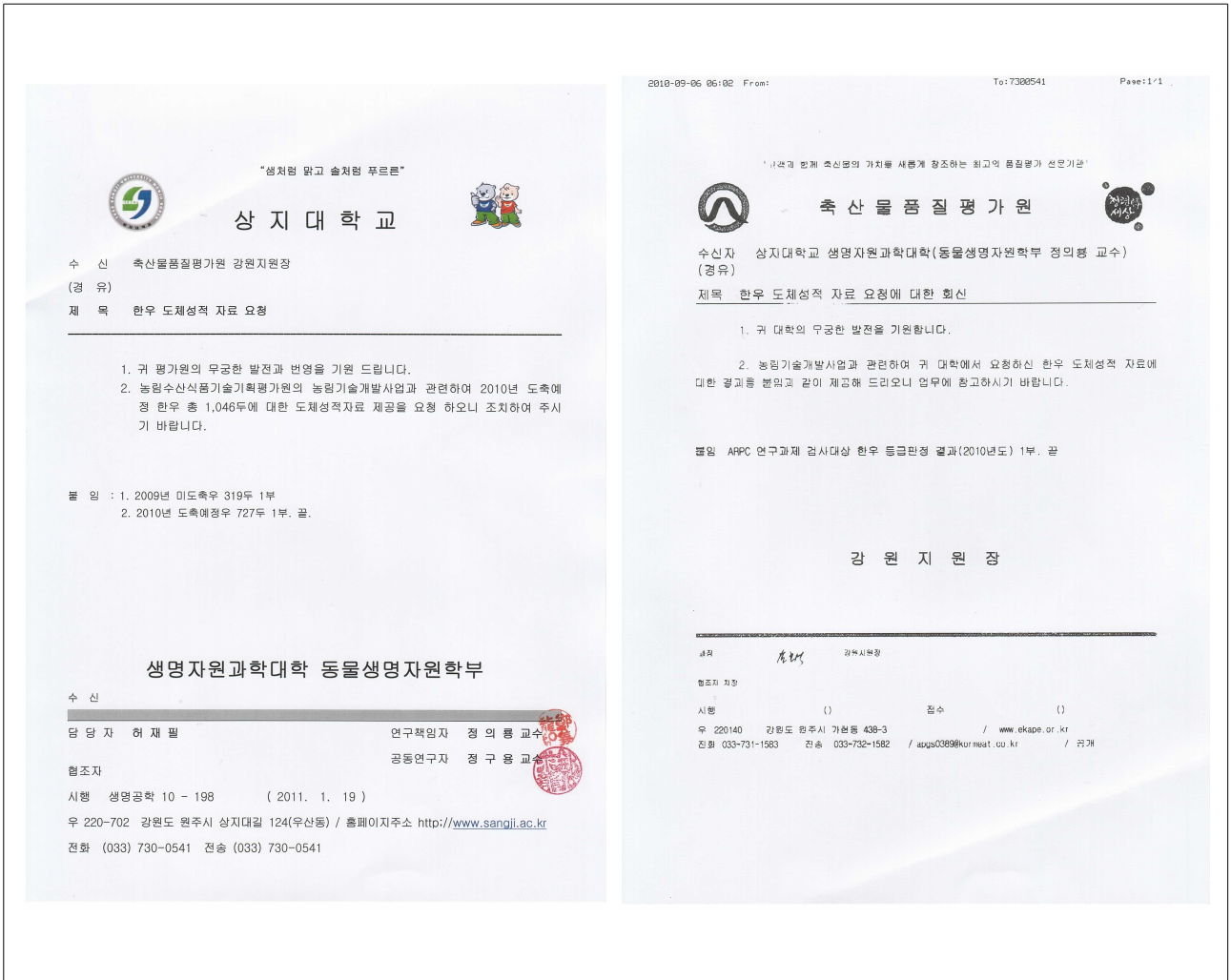
구분		송아지 연령(개월)					
		16	17	18	19	20	21
목표체중(kg)		395	425	455	483	510	536
일당증체량(kg/일)		0.9~1.0					
사료 급여량 (kg/일)	배합사료	7.5	8.0	8.4	8.6	9.0	9.3
	볏짚	2.0	1.9	1.9	1.9	1.7	1.4

(마) 비육후기 사료급여 기준

구분		송아지 연령(개월)							
		22	23	24	25	26	27	28	29
목표체중(kg)		560	582	604	625	644	663	682	700
일당증체량(kg/일)		0.8~0.6							
사료 급여량 (kg/일)	배합사료	자유채식							
	볏짚	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5

다. 시험축의 혈통정보 자료 및 도체 성적 측정 자료 관리 / 제공

한우 경제형질 관련 분자표지에 대한 정확한 능가현장 유효성 검증을 위해 시험축의 도축 시 축산물품질평가원 강원지원으로부터 육질 및 육량형질에 대한 각종 도체성적을 수집하고 [그림-3], 동시에 종축개량협회로부터 시험축에 대한 혈통정보(종모우 및 종빈우)를 수집하여 이들에 대한 DB를 구축하여 연관성 통계분석 자료로 활용하였다.



[그림-3] 시험축에 대한 육질 및 육량형질 관련 도체성적 수집에 관한 자료 요청 공문 증빙자료

2. 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가현장 검증

가. 검정대상 농가의 시험축으로부터 분자표지 분석용 모근시료 채취

횡성축협이 협조를 받아 검정대상 농가를 직접 방문하여 각 시험축의 꼬리털을 약 10가닥 정도 채취하고 본 연구의 공시재료로 이용하였다. 시료채취 작업은 3인 1개조로 편성하여 3개 조가 2009년과 2010년 7월부터 8월까지 2차년에 걸쳐 해당 농가에 직접 방문하여 시험축군 총 1,536두(1차년도 809두, 2차년도 727두)에 대한 모근시료를 채취하였으며, 채취 시 축사 내 오염물질로부터 채취자의 감염을 차단하고, 한우개체의 공격으로부터의 방어대책을 강구하여 안전하게 시료채취 작업을 수행하였다. 또한, 시험축군에 대한 사양관리 표준화를 위해 연구책임자가 검정 대상 한우농가에 정기적으로 방문하여 사육관리 및 사양관리 실태를 점검하고 관리하였다[그림-4].

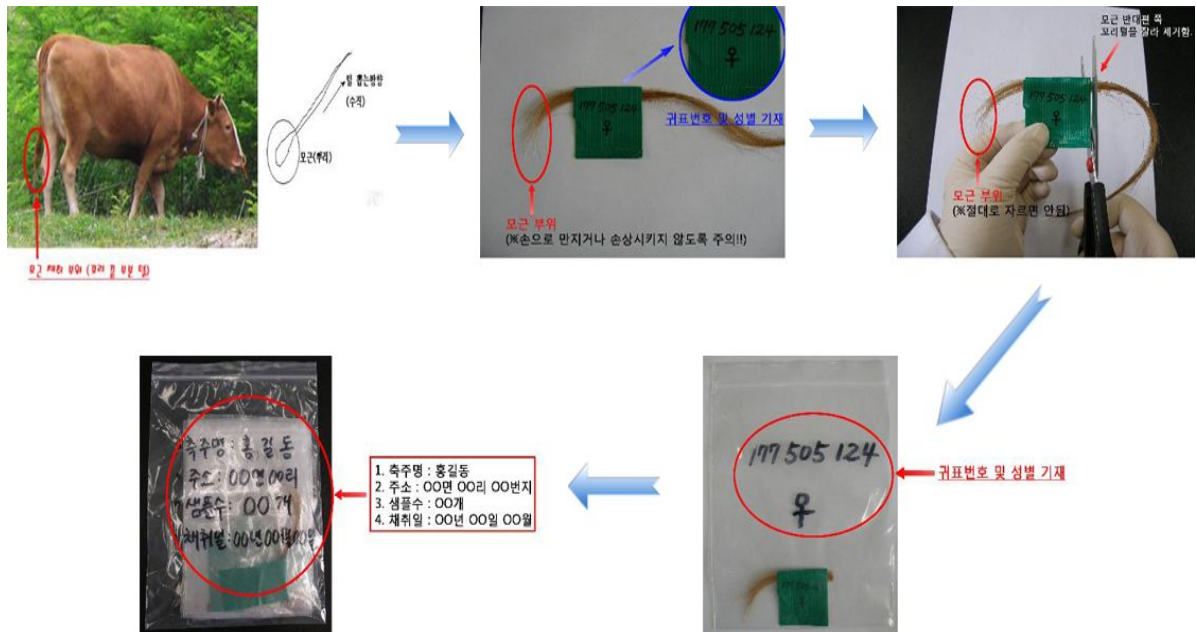
나. 모근시료로부터 genomic DNA 추출 및 정제

각 개체별 모근 시료의 혼합을 방지하기 위해 각각의 시료별로 귀표번호를 정확히 기재하고, 농가단위로 수집하여 채취일자과 채취자 및 채취농가를 기재하여 체계적으로 샘플을 관리하였으며, 꼬리털에 붙어있는 분뇨로부터 모근의 오염을 방지하기 위해 시료채취 후에는 모근이 붙어 있지 않은 꼬리털 부분을 제거하여 DNA 추출 실험시 박테리아와 같은 기타 미생물의 DNA가 함께 추출되지 않도록 철저히 관리하였다. 각 시험축군의 모근 시료로부터 genomic DNA 추출 및 정제는 10가닥의 온전한 모근시료를 약 0.5 cm 크기로 절단하고, 0.2 ml tube에 넣은 다음 E-prep kit (Prepgene, Korea)를 이용하여 각 개체별 genomic DNA를 추출 및 정제하였다. 추출된 각 개체별 genomic DNA는 spectrophotometer를 이용하여 DNA 농도와 순도를 측정 후 -70°C 냉동고에 보존하면서 공시재료로 이용하였다[그림-5].



[그림-4] 검정대상 농가 현장에서 시험축군에 대한 꼬리털(모근) 채취 및 사양관리 표준화를 위한 현장 점검 지도

[모근 시료 채취 및 보존 관리]



[DNA 시료 보존 관리]



[그림-5] 농가현장 시험축군의 모근 시료 및 DNA 시료 보존 관리 현황

다. 한우 경제형질 관련 분자표지(SNP marker) 탐색 및 선발

한우 경제형질(육량 및 육질형질) 관련 분자표지에 대한 정확한 농가현장 유효성 검증에 활용할 분자표지 선발을 위해 현재까지 국내에 특허출원/등록되어 있거나, 전문학술지에 게재되어 있는 논문 및 기타 연구보고서를 탐색하여 한우 경제형질 관련 유전자 분자표지를 선발하였다. 일차적으로 선발된 다수의 새로운 한우 경제형질 관련 분자표지들에 대한 마커 효과를 검증하기 위해 본 연구팀이 보유하고 있는 후대검정우 축군(309두)를 대상으로 마커 유효성을 검증한 후 이들 가운데 한우 육질 및 육량형질과 유의적인 연관성이 입증된 마커들을 최종 선발하여 당해연도 농가현장 유효성 검증 시험을 수행하였다.

1차년도에는 TG g.371T>C, APM1 g.1454G>A, FABP4 g.2834C>G, FABP4 g.3533T>A, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, SCD g.10329T>C 및 CPE g.601T>C 등 총 8개의 마커를 선정하여 시험축 총 809두에 대한 농가현장 유효성 검증을 수행하였고, 2차년도에는 EDG1 g.166A>G, NPY g.4271T>C, GPD1 g.2766C>T, PDE1B g.17122A>G, PDE1B g.17507A>C, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 총 7개 마커에 대해 시험축 총 727두에 대한 각 분자표지별 SNP genotyping을 수행하고 이들과 한우 육질 및 육량형질과의 연관성을 분석하였다. 3차년도에는 1, 2차년도에 검증한 마커들 가운데 연관성이 인정된 총 7개의 주요 마커(APM1 g.1454G>A, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등)들을 최종 선발하고, 1,2차년도 연구를 통해 선별한 총 1,042두의 농가현장 검증 집단에 대한 추가 검증을 수행하여 한우 경제형질과의 연관성을 최종 검증하였다. 본 연구에서 농가현장 유효성을 검증한 한우 경제형질 관련 분자표지는 표-4에 제시하였다.

라. PCR-RFLP 분석을 통한 각 분자표지별 SNP marker genotyping

(1) PCR 증폭 및 제한효소 처리

검정대상 시험축군을 대상으로 각 분자표지별 SNP marker 검출을 위해 PCR-RFLP (restriction enzyme fragment length polymorphism) 기법을 이용하여 각 검정개체를 대상으로 분자표지별 SNP marker를 분석하였다. 즉, 표-5에 제시한 primer를 이용하여 표-6에 제시한 PCR 반응액 조성 및 증폭 조건에 입각하여 각 분자표지별 DNA 단편을 증폭하고, 증폭된 각 분자표지별 증폭산물에 표-7에 제시한 제한효소를 각각 처리하여 DNA 단편을 절단하였다.

[표-4] 농가현장 유효성 검증용 한우 경제형질 관련 분자표지 선발

분자표지명	유전자명	관련 형질	관련 특허 및 논문제목	출처
TG g.371T>C	thyroglobulin	근내지방도	ASSESSING LIPID METABOLISM	WO 1999023248
APM1 g.1454G>A	adiponectin	등심단면적 등지방두께	고육량 생산 한우 진단용 분자표지인자 개발	특허등록번호 10-0818166
FABP4 g.2834C>G				
FABP4 g.3533T>A	fatty acid binding protein 4, adipocyte	근내지방도 도체중	소 근내지방도 관련 FABP4 유전자를 이용한 DNA마커	특허등록번호 10-0804310
FABP4 g g.3691G>A				
SCD g.10153A>G	stearoyl-CoA desaturase	근내지방도 등지방두께	한우 근내지방도 판별용 유전적 표지인자 및 이를 이용한 한우 근내지방도 판별방법	특허등록번호 10-0822741
SCD g.10329T>C				
CPE g.601T>C	carboxypeptidase E	근내지방도 등지방두께	Identification of a Novel SNP Associated with Meat Quality in C/EBPα Gene of Korean Cattle Variation at CPE but not CEBPA appears to be associated with intramuscular fat deposition in the longissimus muscle of cattle	Asian-Aust. J. Anim. Sci. 2007. 20(4) :466-470. Animal Production Science. 2009. 49(7) 558-562
NPY g.4271T>C	neuropeptide Y	근내지방도 일당증체량	Polymorphisms and haplotypes in the bovine neuropeptide Y, growth hormone receptor, ghrelin, insulin-like growth factor 2, and uncoupling proteins 2 and 3 genes and their associations with measures of growth, performance, feed efficiency, and carcass merit in beef cattle	J. Anim. Sci. 2008. 86:1-16.

분자표지명	유전자명	관련 형질	관련 특허 및 논문제목	출처
EDG1 g.166A>G	endothelial differentiation G-protein coupled receptor 1	근내지방도 등지방두께	Association of single nucleotide polymorphisms in the endothelial differentiation sphingolipid G-protein-coupled receptor 1 gene with marbling in Japanese Black beef cattle	Animal Genetics, 40, 2008. 209-216.
PDE1B g.17122A>G	phosphodiesterase 1B, calmodulin- dependent	연도 일당증체량 도체중	Identification of genetic markers for fat deposition and meat tenderness on bovine chromosome 5: Development of a low-density single nucleotide polymorphism map	J. Anim. Sci. 2005. 83 :2280-2288.
PDE1B g.17507A>C				
RORC g.20152A>G	RAR-related orphan receptor C	근내지방도 등지방두께	The Effect of Genetic Variation of the Retinoic Acid Receptor-Related Orphan Receptor C Gene on Fatness in Cattle	Genetics, 2007. 175(2) : 843-853.
GPD1 g.2766C>T	glycerol-3-phosphate dehydrogenase 1	도체중 근내지방도	Glucose-6-phosphate dehydrogenase and leptin are related to marbling differences among Limousin and Angus or Japanese Black x Angus steers1,2	J. Anim Sci. 2007. 85 :2882-2894.
TNNT1 g.6650C>T	troponin T type 1	등심단면적 도체중	한우 육질등급 관련 차등발현 유전자 발굴 및 이를 이용한 육질 예측 분자 표지 개발	2010년 한국과학재단 연구보고서

※ 상기 분자표지들은 본 연구팀에서 국가 후대검정우(309두) 축군을 대상으로 일차적으로 마커 효과를 검증하여 선발한 한우경제형질 관련 분자표지임.

[표-5] SNP maker 증폭을 위한 각 분자표지의 primer 정보

SNP marker	Primer sequences (5' - 3')	Fragment size (bp)	Annealing temperature (°C)	GenBank accession no.
TG g.371T>C	F-GGGGATGACTACGAGTATGACTG R-GTGAAAATCTTGTGGAGGCTGTA	545	55°C	AY615525
APM1 g.1454G>A	F-CGCTGTTGTAAGAGGCAAAGAT R-TTGAATCAGTCGTCCTTACCCT	323	61°C	DQ156119
FABP4 g.2834C>G	F-GCTGCTCTCATGGTTAAGATGG R-CCTTGACTTTCCTGTCATCTGG	591	55°C	
FABP4 g.3533T>A	F-ACTGCTGCCTATAGCAAACCAT R-TACGATGCTCTGTGGGGATAAT	555	60°C	NC_007312
FABP4 g.3691G>A	F-ACCCCTATGATGCTATTCCACA R-ATACGGTTCACATTGAGAGGGA	565	55°C	
SCD g.10153A>G	F-GATGAAACATTCCAGTCCTTGC R-GGAGAGGGGTCATAAAACAGGT	600	55°C	AY241932
SCD g.10329T>C	F-TTATGACAAGACCATCAACCCC R-AGCAAGACTACCACCAGATCA	363	55°C	
CPE g.601T>C	F-CCTTACTGTCTTCCCAAGTCCA R-GTCGTTCTTCTACAAAGCTGC	450	55°C	AY970663
EDG1 g.166A>G	F-GTAAAGAAGCCACTCAGCCTCA R-GTGGAATTCTCAAGACCACAGC	691	60	AC_000160
NPY g.4271T>C	F-CCCCAGGGTGATTCTAACATCT R-GGTGAGTGAGGACATGGTCTGT	713	58	NC_007302
GPD1 g.2766C>T	F-CTCAGTTGGGGTAAAAGGCAC R-GAGTGATCCTGGCTTTGCTTC	699	64	
PDE1B g.17122A>G	F-AGCAAAAGAAAGTCAAGGGAGG R-ACACATGGGAAGCAGGAAAATA	800	55	NC_007303
PDE1B g.17507A>C	F-AGCAAAAGAAAGTCAAGGGAGG R-ACACATGGGAAGCAGGAAAATA	800	55	
TNNT1 g.6650C>T	F-GGGTTATCTGGTCAAGGTGAGTT R-CTCTTCTCCCATGTGGTTCGAT	235	55	NC_007316
RORC g.20152A>G	F-CTCACCGAGGCCATTCAGTA R-AGTACCTTTTGTGTTTTTAC	719	55	NC_007301

[표-6] PCR 반응액 조성 및 증폭 조건

PCR amplification condition			
Reaction condition		Amplification condition	
Template DNA	50~100 ng	Pre-denaturation	94°C / 5 min
Primer (each F, R)	10~20 pmol	Denaturation	94°C / 30 sec
dNTP (each)	250 μM	Annealing	55~64°C / 30 sec
10X PCR buffer	2 μl	Extension	72°C / 30~60 sec
<i>Taq</i> DNA pol.	1~1.5 unit	Final-Extension	72°C / 5 min
Total	20 μl	Store	4°C / ever

} 30~35 cycles

[표-7] PCR-RFLP 분석을 위한 제한효소 정보 및 유전자형별 RFLP marker 단편크기

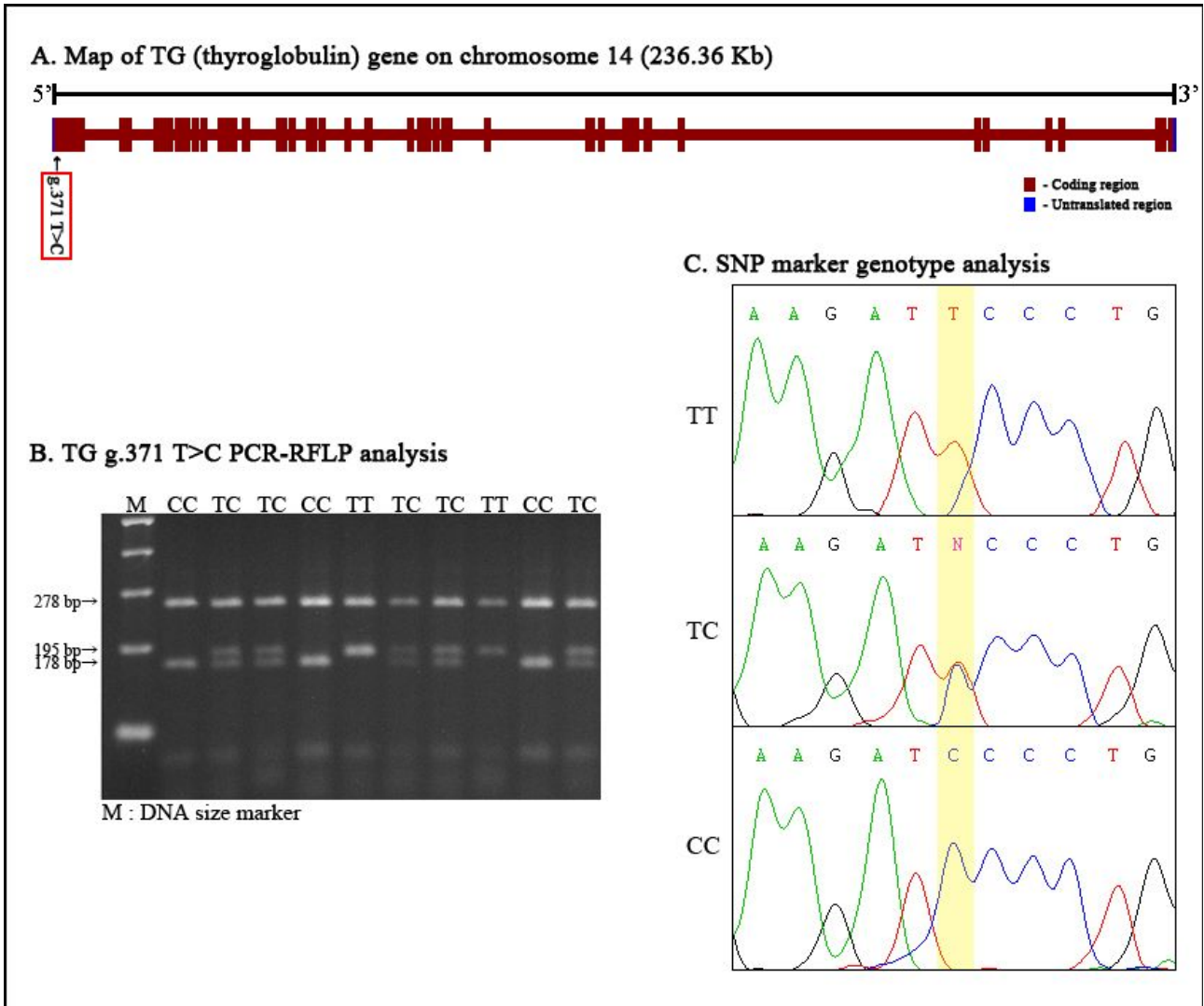
SNP marker	Restriction enzyme	Reaction temp. (°C)	RFLP marker	
			genotype	DNA fragment size (bp)
TG g.371T>C	<i>Mbo I</i> ↓GATC	37°C	TT	72, 195, 278
			TC	17, 72, 178, 195, 278
			CC	17, 72, 178, 278
APM1 g.1454G>A	<i>Pas I</i> CC↓CWGGG	55°C	GG	105, 218
			GA	105, 218, 323
			AA	323
FABP4 g.2834C>G	<i>Hpy188 I</i> TCN↓GA	37°C	CC	3, 86, 131, 372
			CG	3, 86, 98, 131, 274, 372
			GG	3, 86, 98, 131, 274
FABP4 g.3533T>A	<i>Csp6 I</i> G↓TAC	37°C	TT	86, 469
			TA	86, 469, 555
			AA	555
FABP4 g.3691G>A	<i>NlaIII</i> CATG↓	37°C	GG	31, 71, 463
			GA	31, 71, 230,233, 463
			AA	31, 71, 230, 233
SCD g.10153A>G	<i>Nco I</i> C↓CATGG	37°C	AA	284, 316
			AG	284, 316, 600
			GG	600
SCD g.10329T>C	<i>Aci I</i> C↓CGC	37°C	TT	53, 310
			TC	53, 310, 363
CPE g.601T>C	<i>BspHI</i> T↓CATGA	37°C	TT	143, 307
			TC	143, 307, 450
			CC	450
EDG1 g.166A>G	<i>MlsI (Msc I)</i> 5'-TGG↓CCA-3'	37°C	AA	79, 612
			AG	79, 612, 691
			GG	691
NPY g.4271T>C	<i>Hinf I</i> 5'-G↓ANTC-3'	37°C	TT	10, 295, 406
			TC	10, 295, 406, 701
			CC	10, 701
GPD1 g.2766C>T	<i>BsuRI (HaeIII)</i> 5'..GG↓CC..3'	37°C	CC	61, 62, 74, 106, 396
			CT	61, 62, 74, 106, 396, 457
			TT	62, 74, 106, 457
PDE1B g.17122A>G	<i>Mbi I (BsrBI)</i> 5'-GAG↓CGG-3'	55°C	GG	62, 130, 133, 475
			AG	62, 130, 133, 263, 475
			AA	62, 263, 475
PDE1B g.17507A>C	<i>Kpn2 I</i> 5'-T↓CCGGA-3'	55°C	CC	231, 282, 287
			AC	231, 282, 287, 518
			AA	282, 518
TNNT1 g.6650C>T	<i>Bsp1286 I</i> 5'-GDGCH↓C-3'	37°C	CC	117, 118
			CT	117, 118, 235
			TT	235
RORC g.20152A>G	<i>Hinf I</i> 5'-G↓ANTC-3'	37°C	GG	186, 211, 322
			AG	186, 211, 322, 508
			AA	211, 508

(2) PCR-RFLP 분석을 통한 각 분자표지별 SNP marker genotyping

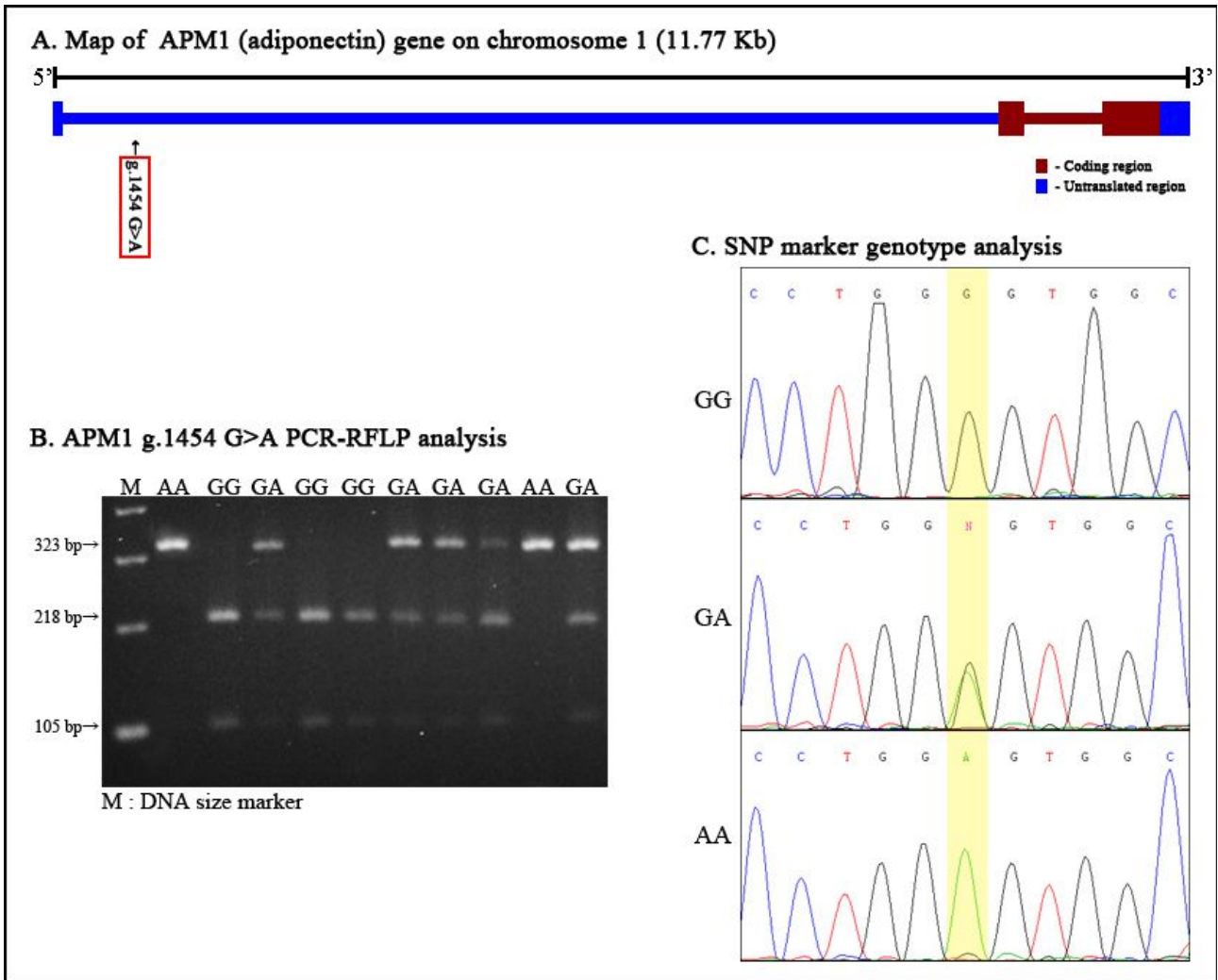
그림-6~20에 제시한 바와 같이 제한효소에 의해 절단된 각 분자표지별 RFLP marker를 검출하고, 검출된 DNA band의 크기를 고려하여 검정대상 개체에 대한 각각의 SNP 유전자형을 분석하였으며, 각 분자표지의 SNP 유전자형별 RFLP marker 단편의 크기를 분석하여 표-8에 제시하였다. 또한, 추가적으로 SNP 유전자형별 DNA product를 이용하여 direct sequencing을 수행함으로써 보다 정확한 SNP marker genotyping 결과를 도출하였다. 그 결과 SCD g.10329T>C 마커를 제외한 9개의 모든 마커에서 SNP에 따른 세 가지 유전자형이 검출되었다. 그러나, SCD g.10329T>C 마커의 경우에는 TT 및 TC 등 총 두 가지 유전자형만 검출되어 검정대상 시험축군 가운데 200두 개체에 대한 SNP genotyping 분석만 수행하고 실험을 종료하였다.

(3) 분자표지별 SNP marker 유전자형 분석 및 출현빈도 분석

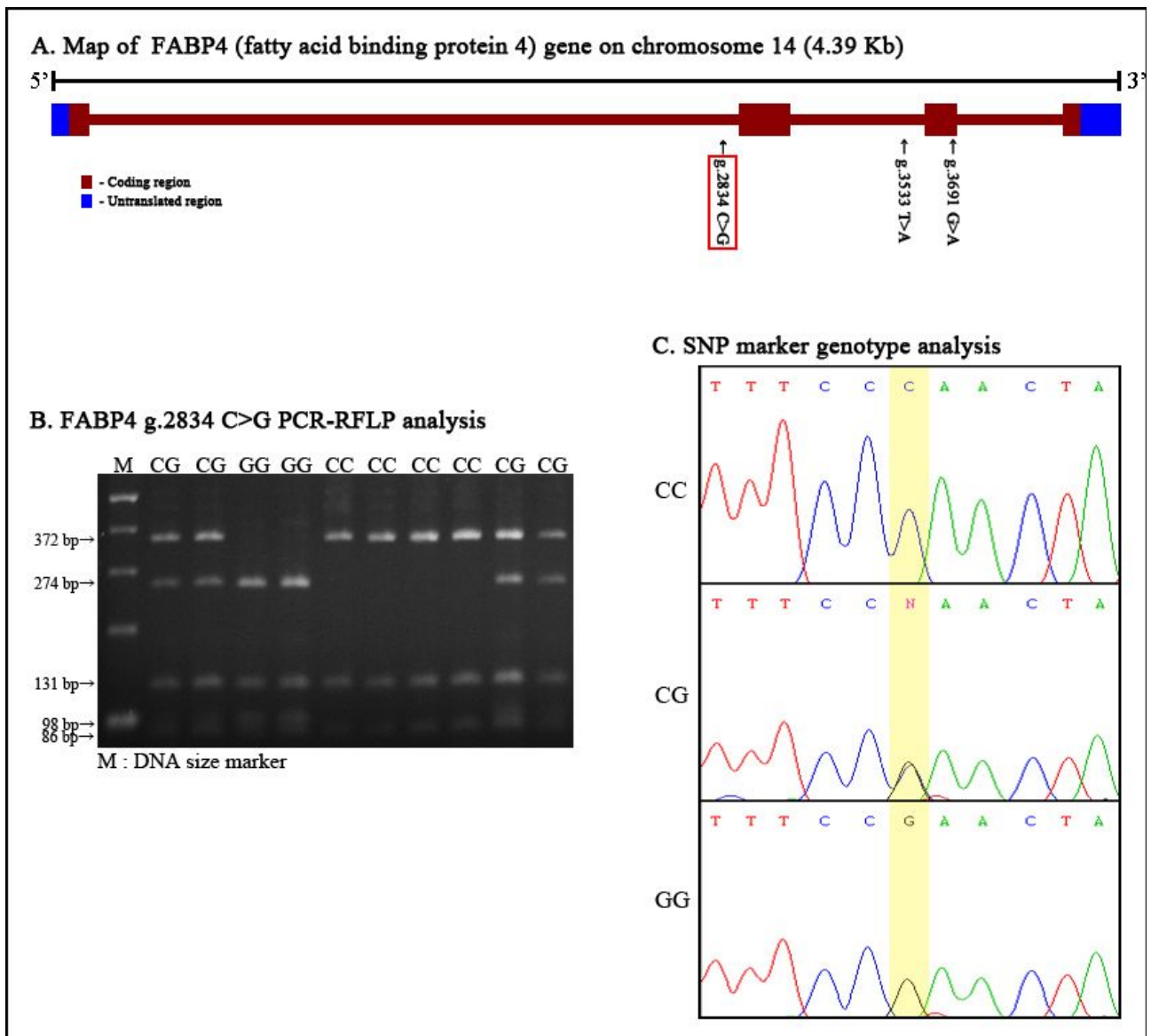
PCR-RFLP 분석을 통해 검출된 각 분자표지별 SNP 유전자형을 결정하고, 각각의 SNP 유전자형 및 대립유전자 출현빈도 비교 분석하고, 각 분자표지별 SNP 유전자형의 이형접합도 (heterozygosity, H_e)와 다형정보량 (polymorphic information content, PIC)을 분석하여 각 분자표지별 다형성을 비교 분석하였다. 또한 각 분자표지별 χ^2 통계검정(chi-square test)을 수행하여 검정 집단에 대한 하디-와인버그 평형(Hardy-Weinberg equilibrium) 여부를 분석하여 표-9에 제시하였다.



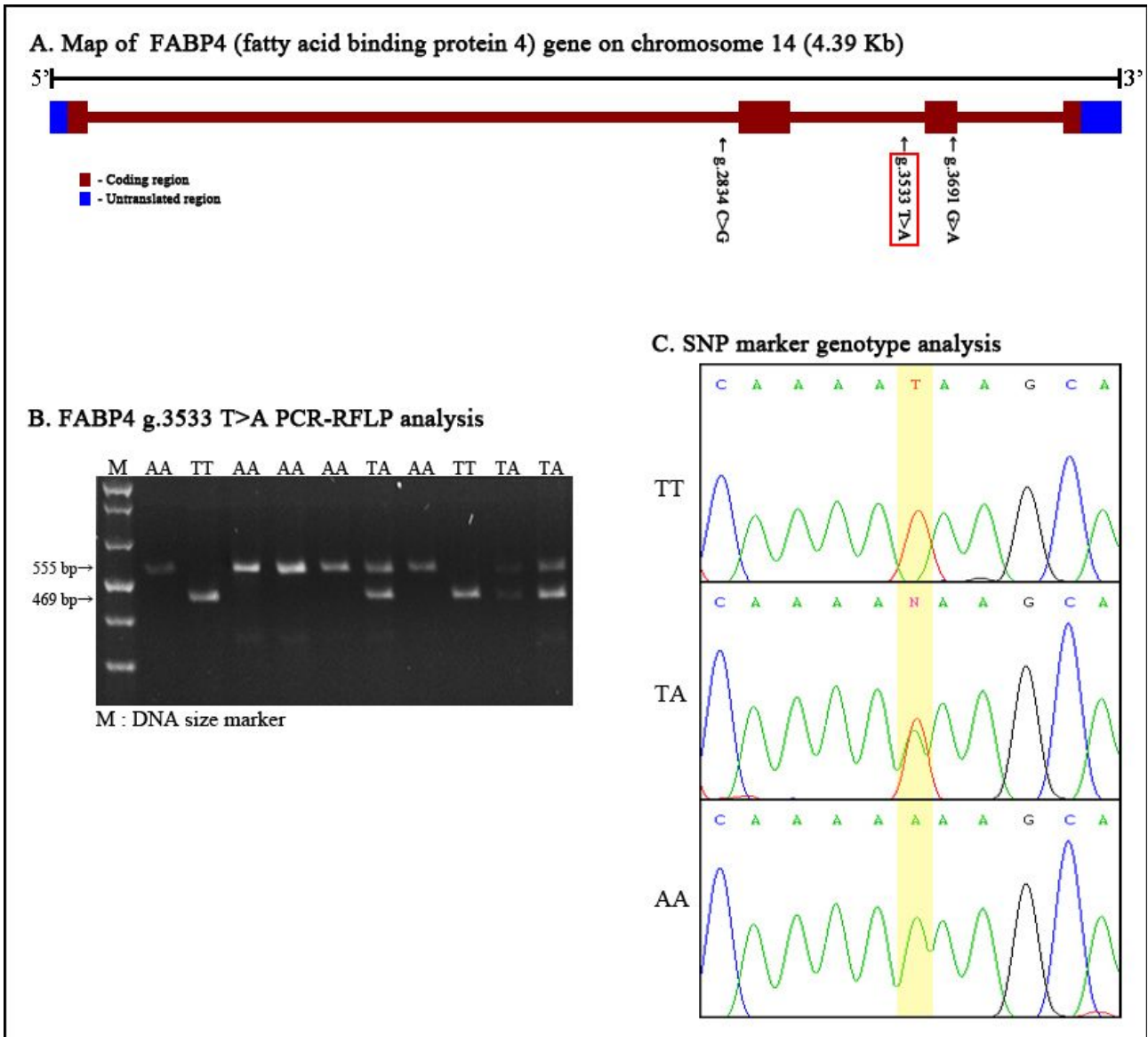
[그림-6] PCR-RFLP 분석을 통한 TG g.371T>C 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 Sequencing



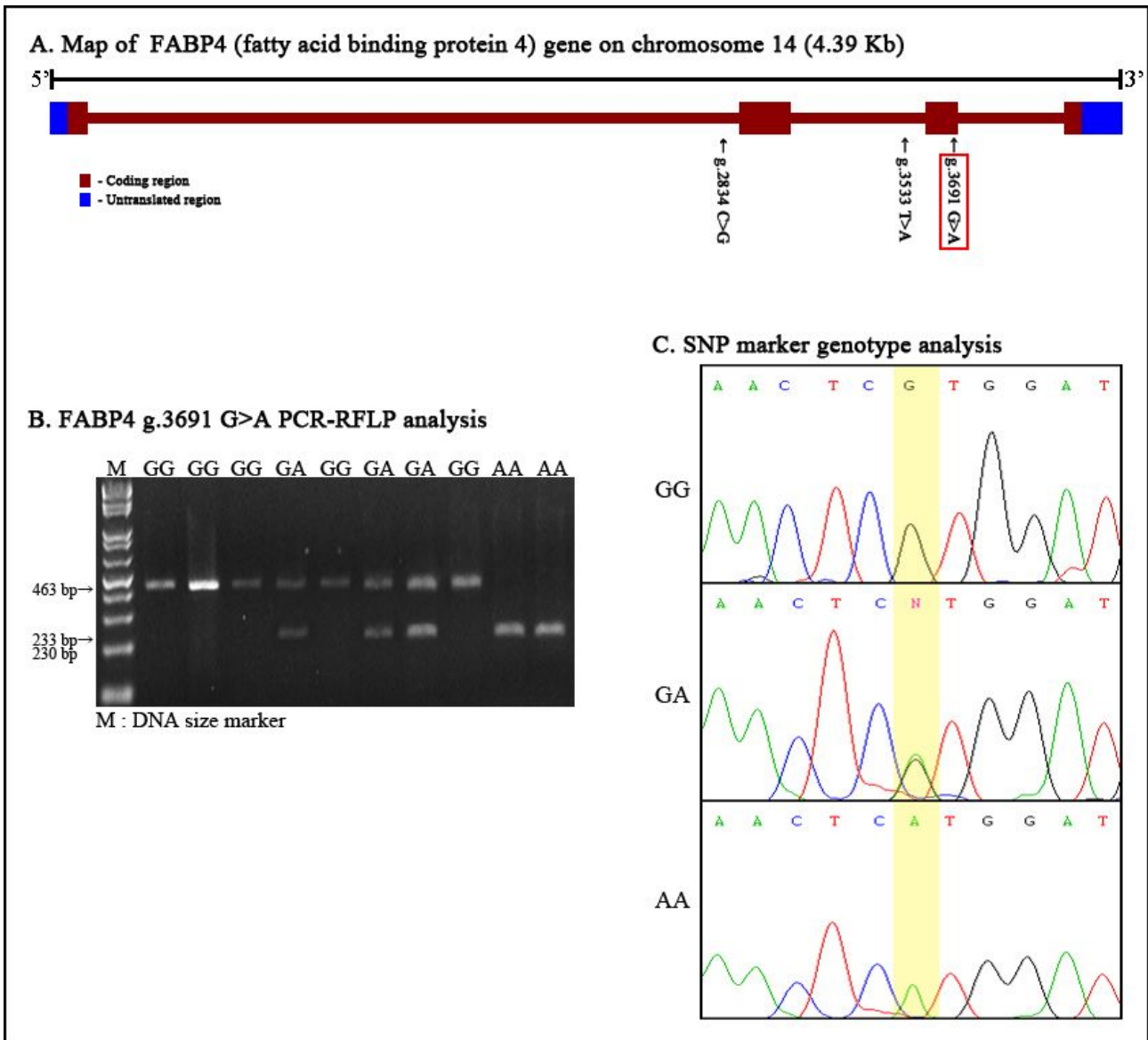
[그림-7] PCR-RFLP 분석을 통한 APM1 g.1454G>A 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 Sequencing



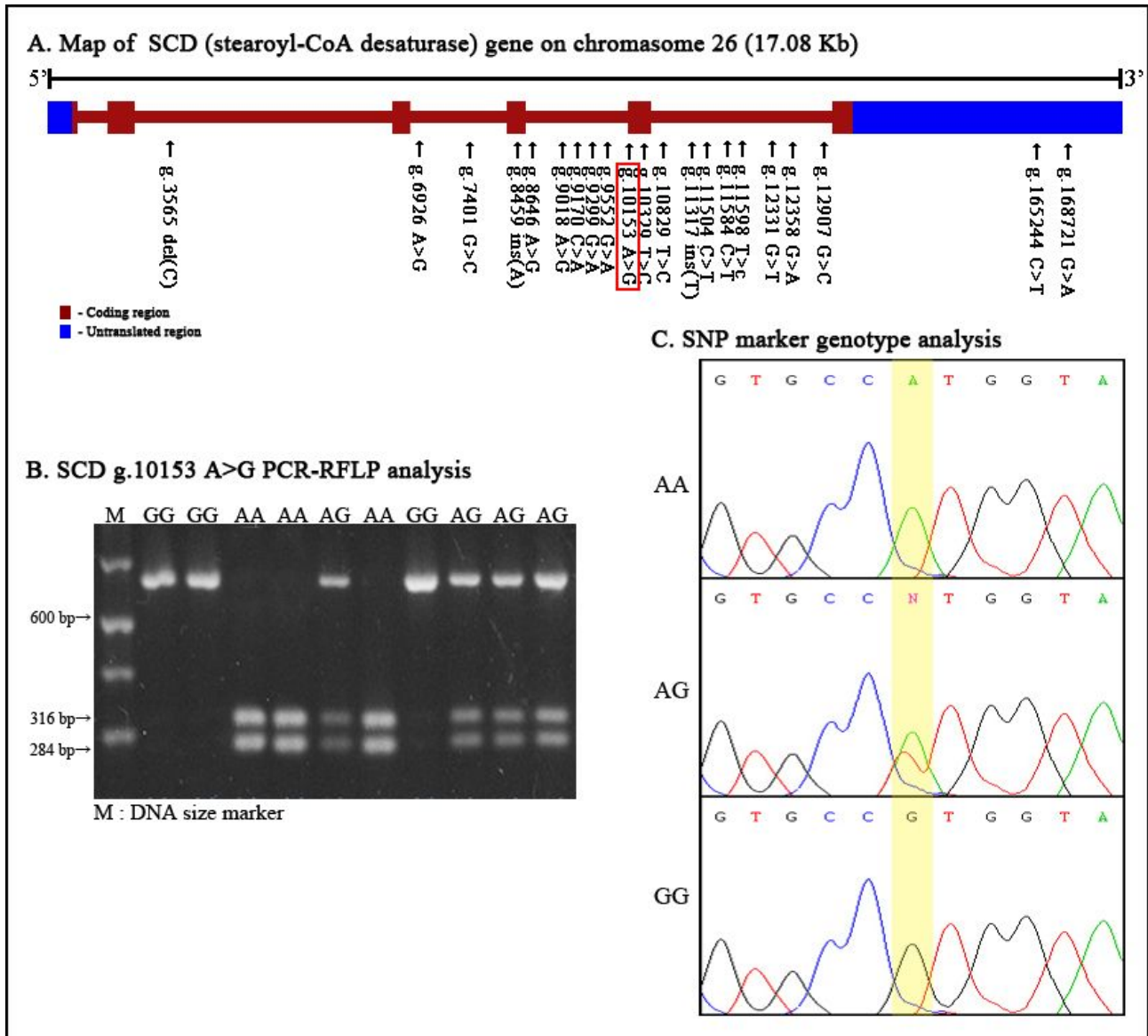
[그림-8] PCR-RFLP 분석을 통한 FABP4 g.2834C>G 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 Sequencing



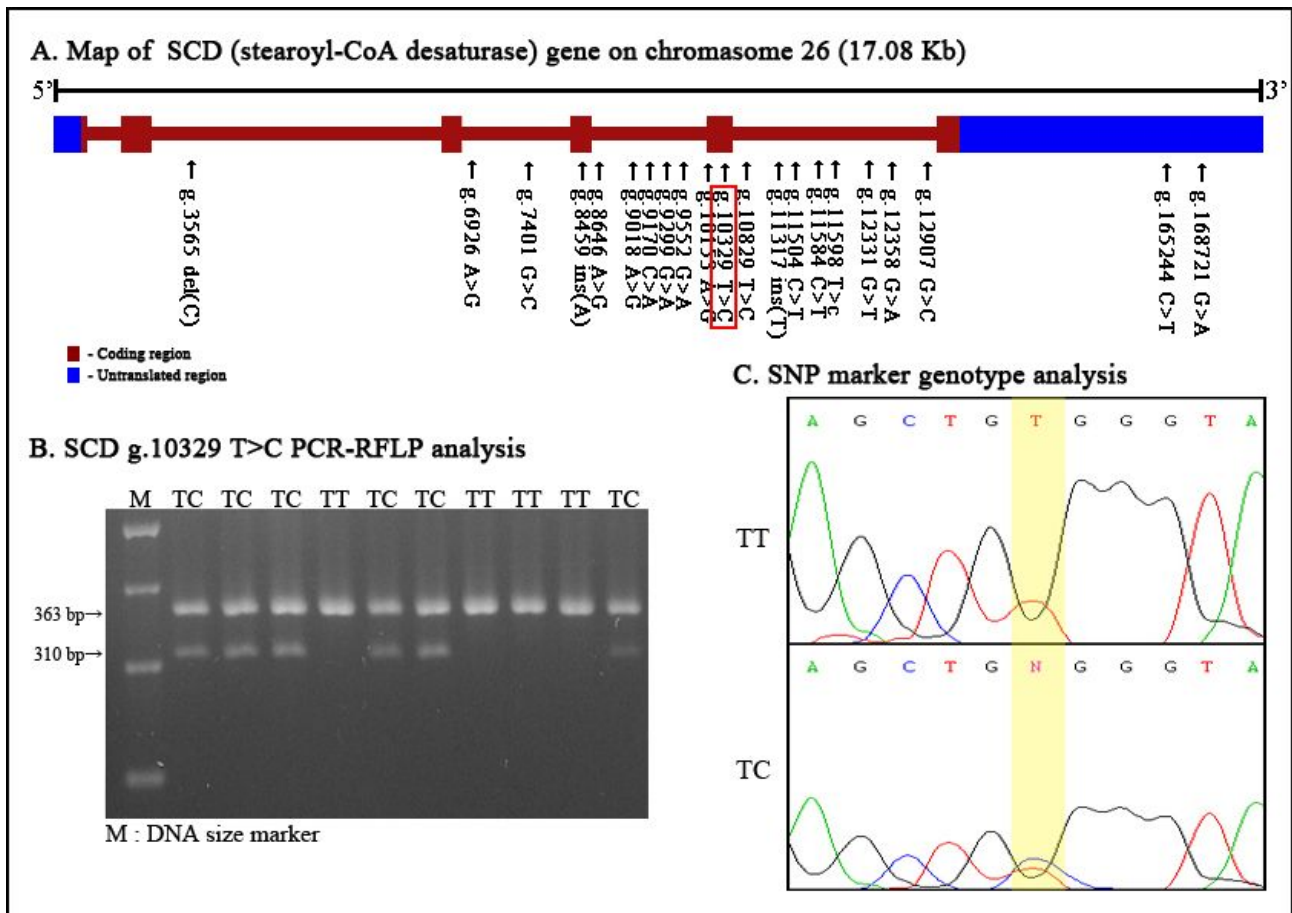
[그림-9] PCR-RFLP 분석을 통한 FABP4 g.3533T>A 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 Sequencing



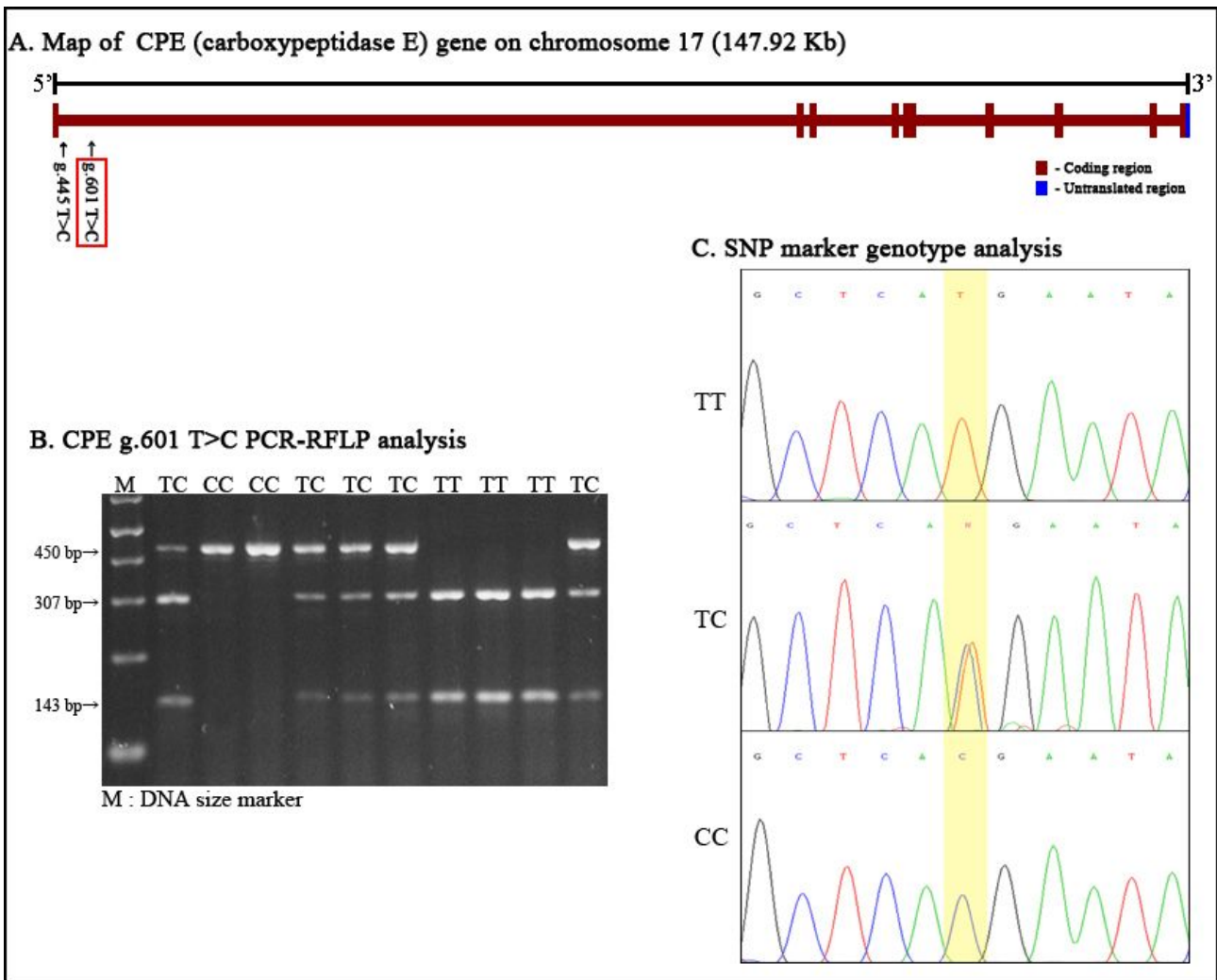
[그림-10] PCR-RFLP 분석을 통한 FABP4 g.3691G>A 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 Sequencing



[그림-11] PCR-RFLP 분석을 통한 SCD g.10153A>G 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 Sequencing

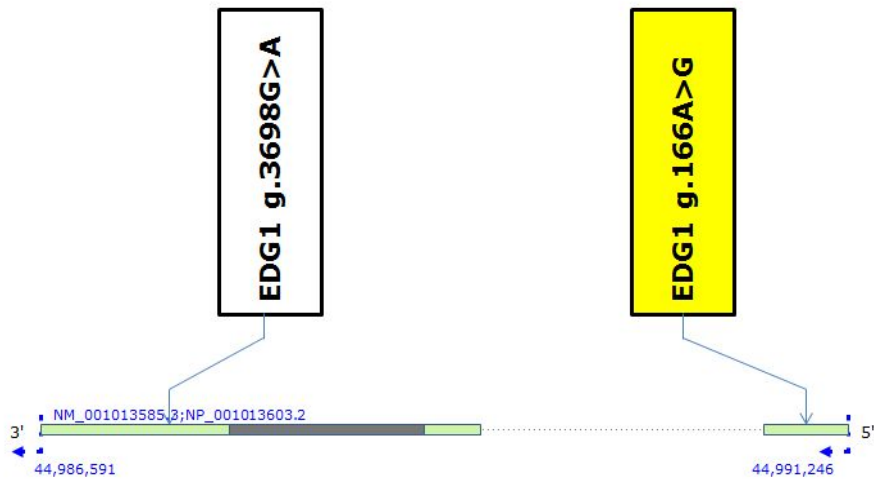


[그림-12] PCR-RFLP 분석을 통한 SCD g.10329T>C 분자표지의 SNP genotyping A 및 SNP 유전자형별 Sequencing

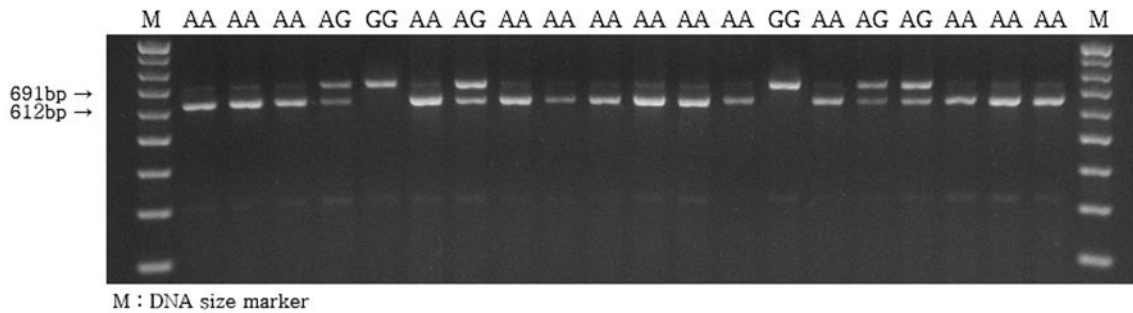


[그림-13] PCR-RFLP 분석을 통한 CPE g.601T>C 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 Sequencing

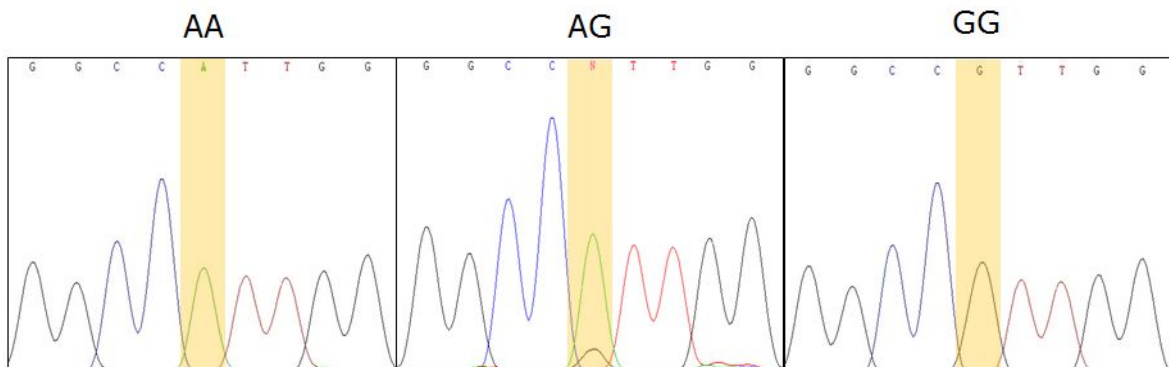
A. A map of EDG1(Endothelial differentiation G-protein coupled receptor 1) gene on chromosome 3



B. EDG1 g.166A>G PCR-RFLP analysis

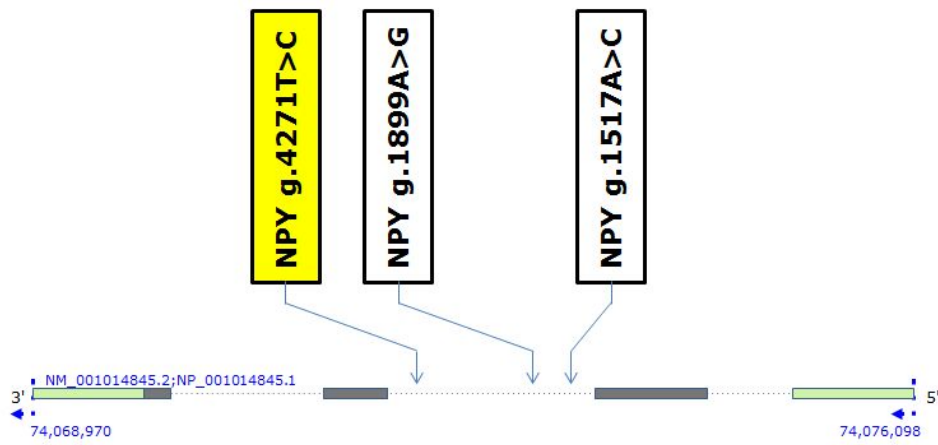


C. SNP marker genotype analysis

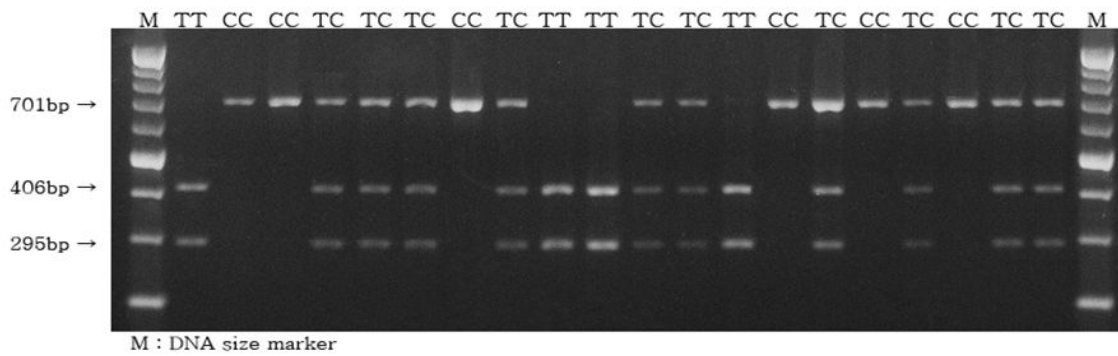


[그림-14] PCR-RFLP 분석을 통한 EDG1 g.166A>G 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 sequencing

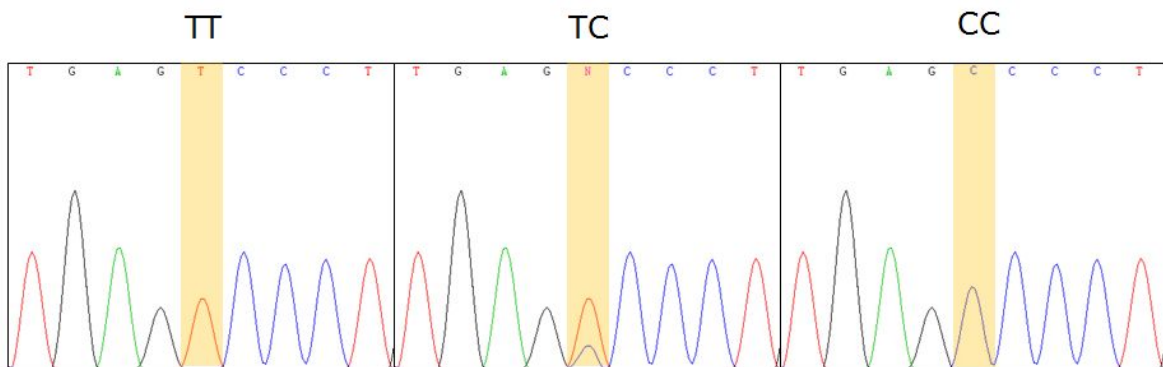
A. A map of NPY(Neuropeptide Y) gene on chromosome 4



B. NPY g.4271T>C PCR-RFLP analysis

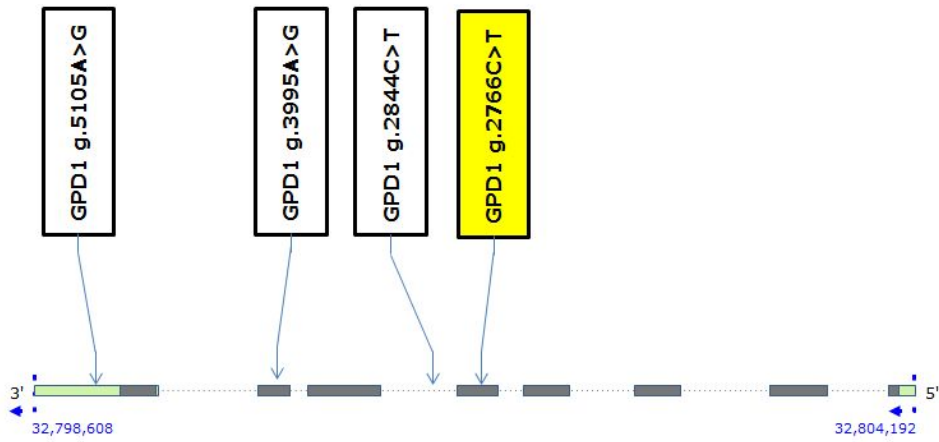


C. SNP marker genotype analysis

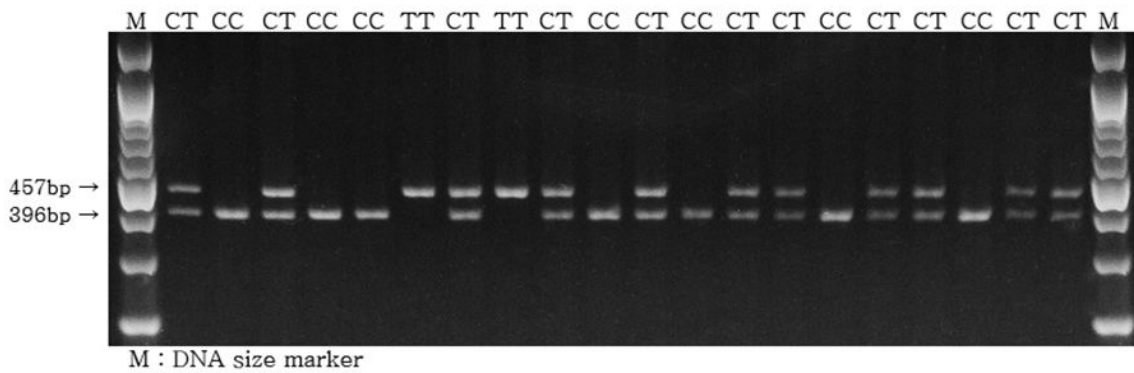


[그림-15] PCR-RFLP 분석을 통한 NPY g.4271T>C 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 sequencing

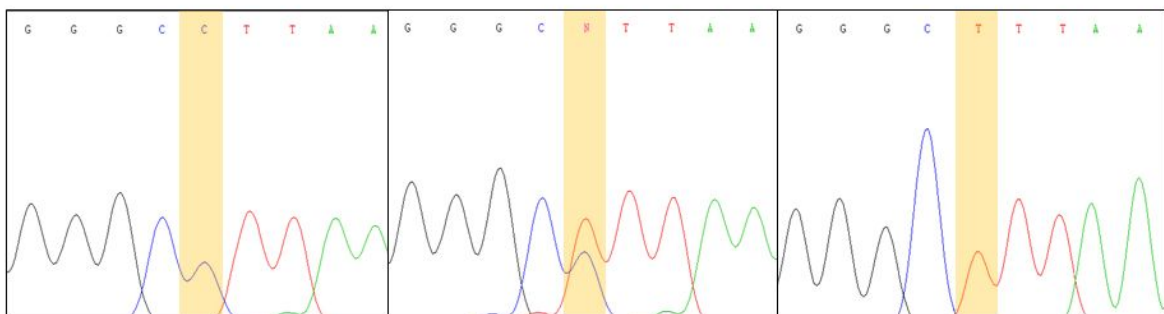
A. A map of GPD1(Glycerol-3-phosphate dehydrogenase 1) gene on chromosome 5



B. GPD1 g.2766C>T PCR-RFLP analysis

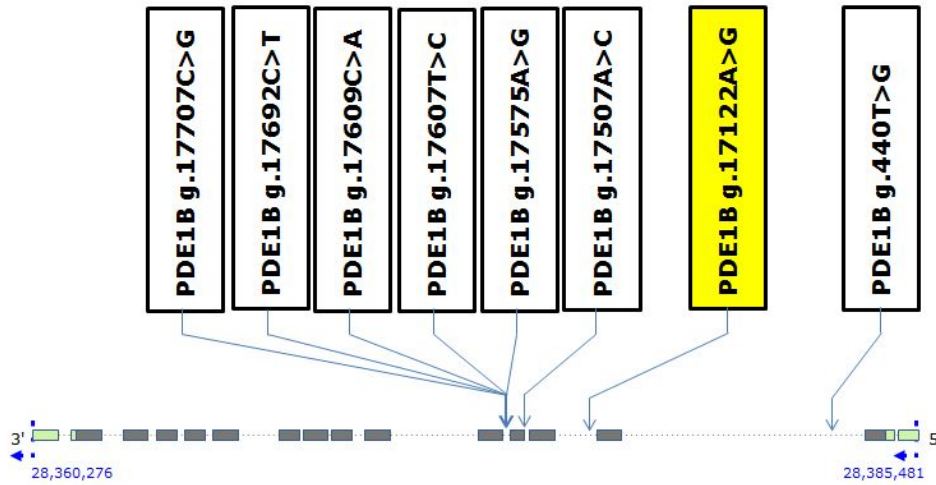


C. SNP marker genotype analysis

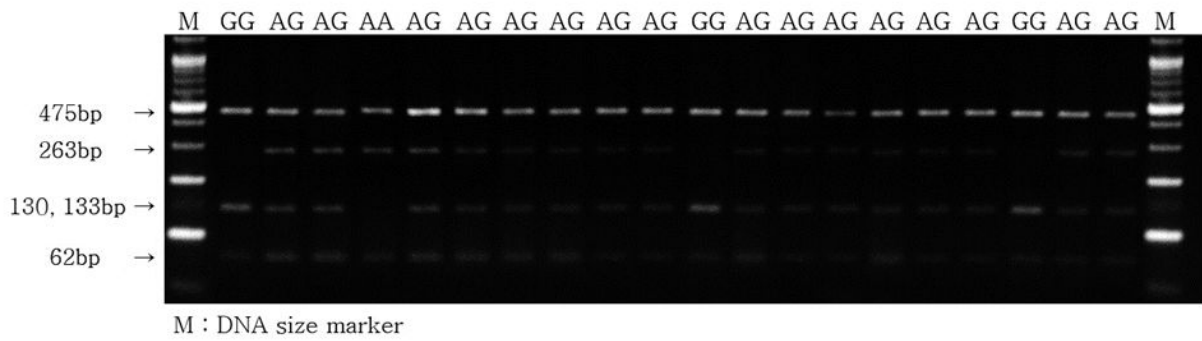


[그림-16] PCR-RFLP 분석을 통한 GPD1 g.2766C>T 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 sequencing

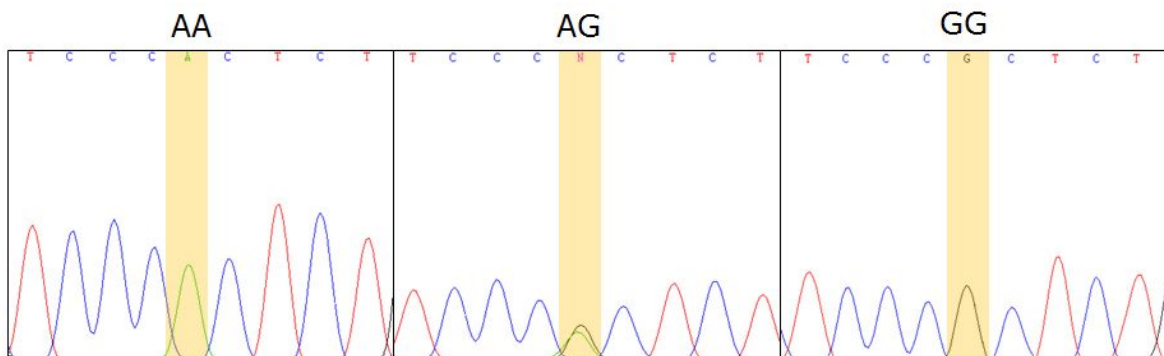
A. A map of PDE1B(Phosphodiesterase 1B) gene on chromosome 5



B. PDE1B g.17122A>G PCR-RFLP analysis

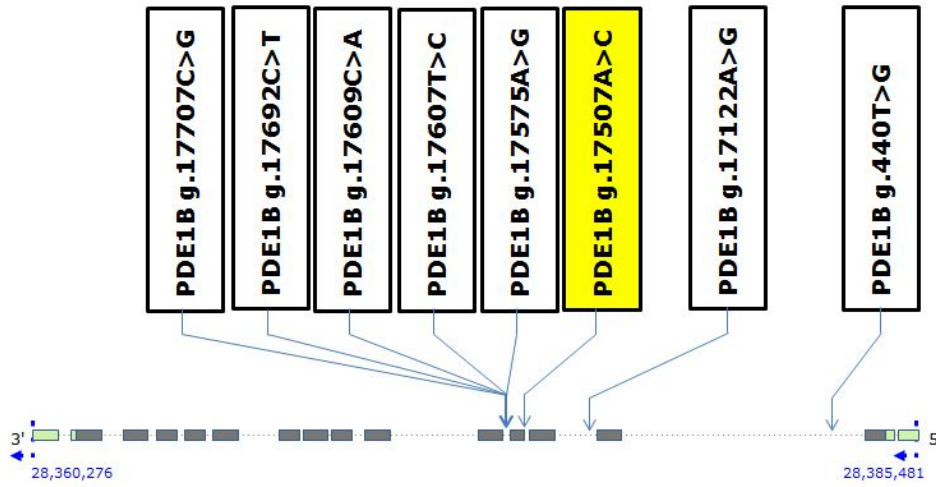


C. SNP marker genotype analysis

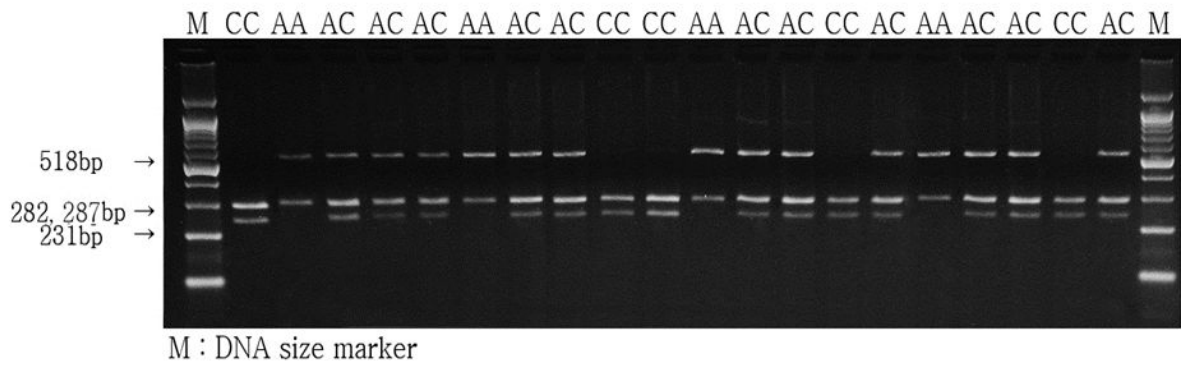


[그림-17] PCR-RFLP 분석을 통한 PDE1B g.17122A>G 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 sequencing

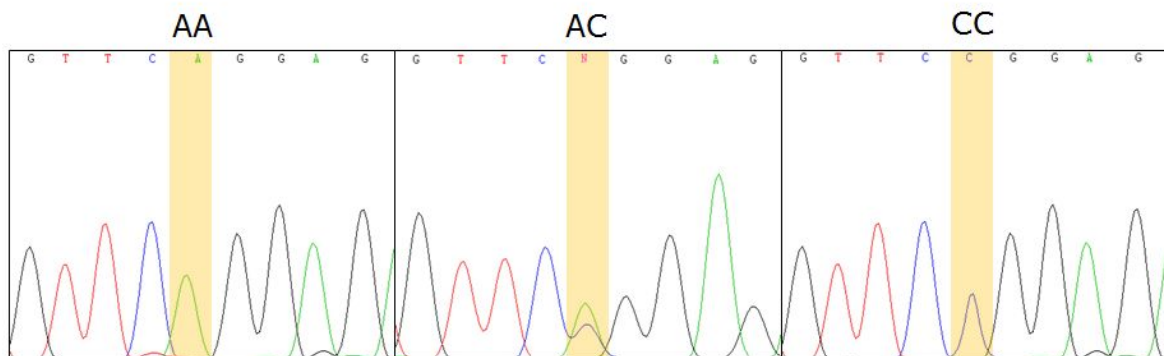
A. A map of PDE1B(Phosphodiesterase 1B) gene on chromosome 5



B. PDE1B g.17507A>C PCR-RFLP analysis

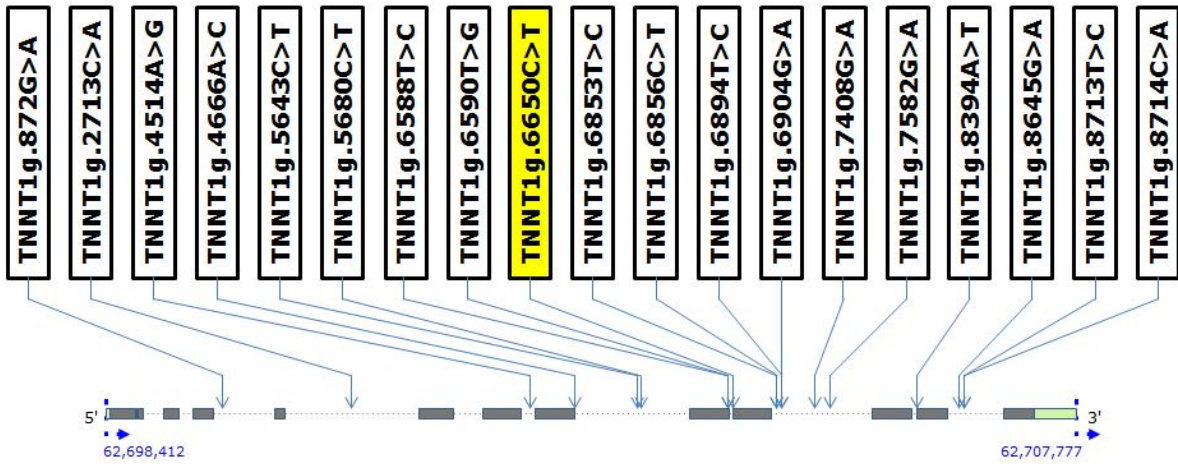


C. SNP marker genotype analysis

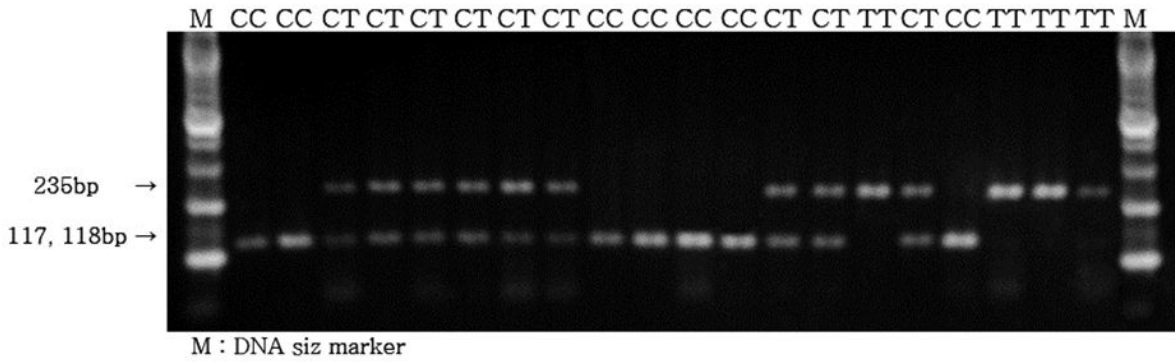


[그림-18] PCR-RFLP 분석을 통한 PDE1B g.17507A>C 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 sequencing

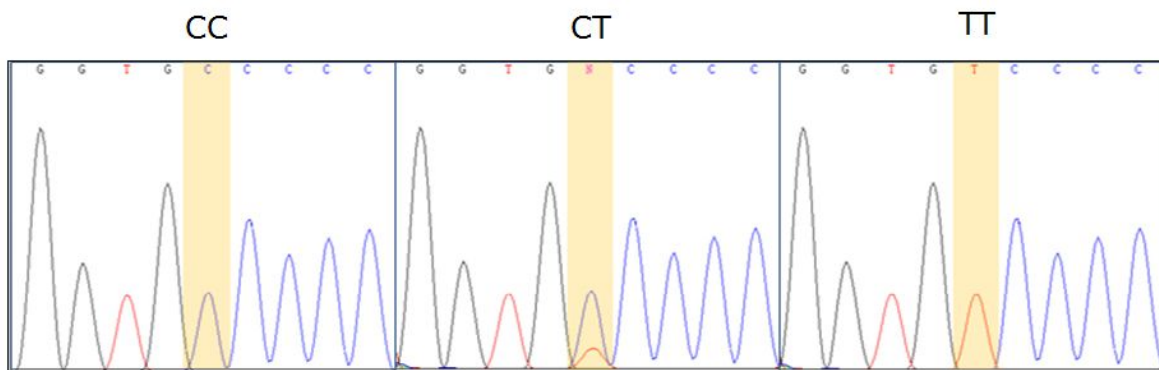
A. A map of TNNT1(Troponin T type 1) gene on chromosome 18



B. TNNT1 g.6650C>T PCR-RFLP analysis



C. SNP marker genotype analysis

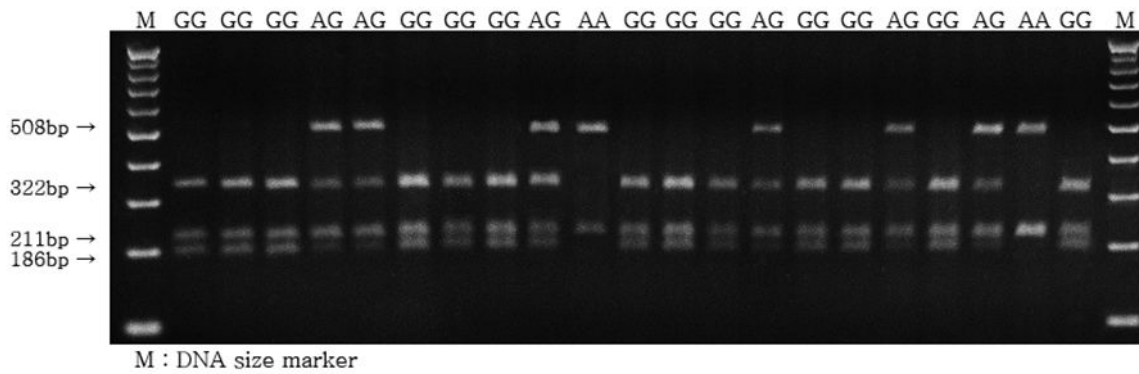


[그림-19] PCR-RFLP 분석을 통한 TNNT1 g.6650C>T 분자표지의 SNP genotyping 및 SNP 유전자형별 sequencing

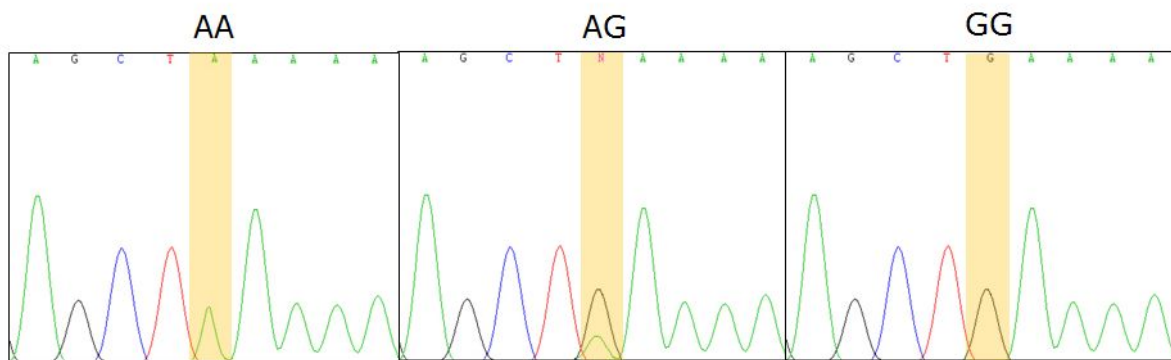
A. A map of RORC(RAR-related orphan receptor C) gene on chromosome 3



B. RORC g.20152A>G PCR-RFLP analysis



C. SNP marker genotype analysis



[그림-20] PCR-RFLP 분석을 통한 RORC g.20152A>G 분자표지의 SNP genotyping A 및 SNP 유전자형별 sequencing

[표-9] 유전자 표지인자별 SNP 유전자형 및 대립유전자 출현빈도 비교 분석

DNA marker	No.	Frequencies (%)					He	PIC	χ^2 test	
		SNP Genotype			Allele				χ^2	P-value
TG g.371T>C	n=586	TT	TC	CC	T	C	0.545	0.447	2.57	0.276
		5.8	40.9	53.3	26.2	73.8				
APM1 g.1454G>A	n=1,042	GG	GA	AA	G	A	0.555	0.457	20.50	0.000
		43.6	50.0	6.4	68.6	31.4				
FABP4 g.2834C>G	n=586	CC	CG	GG	C	G	0.608	0.531	0.92	0.628
		34.2	50.0	15.8	59.2	40.8				
FABP4 g.3533T>A	n=586	TT	TA	AA	T	A	0.615	0.539	0.17	0.915
		17.3	49.4	33.3	42.1	57.9				
FABP4 g.3691G>A	n=1,042	GG	GA	AA	G	A	0.498	0.401	5.33	0.069
		60.9	36.0	3.1	78.9	21.1				
SCD g.10153A>G	n=1,042	AA	AG	GG	A	G	0.553	0.478	36.77	0.000
		10.9	58.2	30.9	39.9	60.1				
SCD g.10329T>C	n=200	TT	TC	CC	T	C	0.488	0.369	28.63	0.000
		42.3	57.7	0.0	71.0	29.0				
CPE g.601 T>C	n=1,042	TT	TC	CC	T	C	0.590	0.521	10.59	0.005
		26.9	55.3	17.8	54.6	45.4				
GPD1 g.2766C>T	n=512	TT	TC	CC	T	C	0.566	0.503	24.87	0.000
		22.6	59.1	18.3	52.1	47.9				
EDG1 g.166A>G	n=512	AA	AG	GG	A	G	0.437	0.353	6.395	0.040
		68.8	29.8	1.4	83.7	16.3				
NPY g.4271T>C	n=512	TT	TC	CC	T	C	0.560	0.492	28.42	0.000
		27.1	58.9	14.0	56.5	43.5				
PDE1B g.17122A>G	n=1,042	AA	AG	GG	A	G	0.623	0.553	0.014	0.992
		25.6	50.2	24.2	50.7	49.3				
PDE1B g.17507A>C	n=512	AA	AC	CC	A	C	0.622	0.541	5.817	0.054
		41.3	42.6	16.1	62.6	37.4				
TNNT1 g.6650C>T	n=1,042	CC	CT	TT	C	T	0.612	0.537	0.443	0.801
		33.0	49.9	17.1	58.0	42.0				
RORC g.20152A>G	n=1,042	AA	AG	GG	A	G	0.549	0.455	0.325	0.849
		6.6	39.8	53.6	26.5	73.5				

마. 한우 경제형질과의 연관성 통계 분석을 통한 분자표지의 유효성 농가현장 검증

(1) 검정집단에 대한 도체성적 자료 및 혈통정보 수집

횡성축협한우 농가현장에서 사육되고 있는 횡성축협한우 브랜드 한우를 대상으로 선발된 시험축군 총 1,536두 가운데 총 1,098두의 도체형질별 성적측정 자료를 축산물품질평가원 강원 지원으로부터 제공 받아 분자표지와 연관성 분석에 활용하였다. 또한, 한국종축개량협회 홈페이지(<http://www.aiak.or.kr/>)에 등록되어 있는 한우 개체정보조회 시스템을 이용하여 각 검정대상 개체별 혈통정보(종모우)를 수집하여 통계 분석에 이용하였다. 총 3차년도(2009년~2011년)에 걸쳐 분석한 각 개체별 육질 및 육량 관련 도체성적과 분자표지 유전자형을 정리하여 표-10~12에 제시하였다.

본 연구에서 분자표지 유전자형과의 유효성을 검증한 유전형질들은 현재 우리나라 축산물 등급판정세부기준(농림수산식품부 고시 제 2011-171호)에 포함된 육질 및 육량형질들로서 쇠고기 등급판정에 사용되는 매우 중요한 형질들이다. 따라서, 본 연구에서는 현재 우리나라 쇠고기 등급판정의 기준이 되는 육질 및 육량형질의 세부 항목들에 대한 도체성적자료를 수집하여 각 분자표지의 유전자형과의 연관성을 분석함으로써 한우 경제형질 관련 분자표지의 농가현장 유효성을 검증하였다.

참고적으로, 쇠고기의 육질등급은 고기의 질을 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도에 따라 1⁺⁺, 1⁺, 1, 2, 3등급으로 판정하는 것으로 소비자가 고기를 선택하는 기준이 되며, 육량등급은 도체에서 얻을 수 있는 고기량을 도체중량, 등지방두께, 등심단면적을 종합하여 A, B, C 등급으로 판정한다. 보다 상세한 소 도체의 등급판정 기준은 다음과 같다.

○ 소 도체 등급 표시

구분		육 질 등 급					등외(D)
		1 ⁺⁺ 등급	1 ⁺ 등급	1등급	2등급	3등급	
육량등급	A등급	1 ⁺⁺ A	1 ⁺ A	1A	2A	3A	
	B등급	1 ⁺⁺ B	1 ⁺ B	1B	2B	3B	
	C등급	1 ⁺⁺ C	1 ⁺ C	1C	2C	3C	
	등외(D)						

○ 육량등급 판정기준

: 등지방두께, 배최장근단면적, 도체의 중량을 측정하여 산정된 육량지수에 따라 다음과 같이 A, B, C의 3개 등급으로 구분

- 육량지수 산정 (소숫점 셋째자리 이하 절사)

$$: \text{육량지수} = 68.184 - [0.625 \times \text{등지방두께(mm)}] + [0.130 \times \text{배최장근단면적(cm}^2\text{)}] - [0.024 \times \text{도체중량(kg)}]$$

※ 단, 한우의 도체는 3.23을 가산하여 육량기준 지수로 한다,

육 량 등 급	육 량 지 수
A	67.50이상
B	62.70~67.50미만
C	62.70미만

- 등급판정부위

: 소를 도축한 후 2등분할된 왼쪽 반도체의 마지막등뼈(흉추)와 제1허리뼈 (요추) 사이를 절개한 후 배최장근의 등심쪽 절개면

- 등지방두께

: 등급판정부위에서 배최장근단면의 오른쪽면을 따라 복부쪽으로 3분의 2 들어간 지점의 등지방을 mm단위로 측정

※ 등지방두께가 1mm 이하인 경우에는 1mm로 판정

- 배최장근단면적

: 등급판정부위에서 가로, 세로가 1cm단위로 표시된 면적자를 이용하여 배최장근의 단면적을 cm²단위로 측정

※ 배최장근 주위의 배다열두반극근, 배반극근 제외

- 도체중량

: 도축장경영자가 측정하여 제출한 도체 한 마리 분의 중량

※ 도체의 비육상태가 매우 나쁜 경우, 산출된 등급에서 1개 등급을 낮추고 도체의 비육상태가 매우 좋은 경우, 산출된 등급에서 1개 등급을 높입니다.

○ 육질등급 판정기준

: 근내지방도(Marbling), 육색, 지방색, 조직감, 성숙도에 따라 1⁺⁺, 1⁺, 1, 2, 3등급의 5개 등급으로 구분

- 근내지방도 : 배최장근단면에 나타난 지방분포정도에 따라 1~9점으로 판정

※ 1⁺⁺등급(8, 9점), 1⁺등급(6, 7점), 1등급(4, 5점), 2등급 (2, 3점), 3등급(1점)]

- 육색 : 배최장근단면의 고기색깔을 1~7점으로 판정
 - ※ 정상 2~6점 (육색이 밝을수록 1점에 가까움)

- 지방색 : 배최장근단면의 근내지방, 주위의 근간지방과 등지방의 색깔로 1~7점으로 판정
 - ※ 정상 1~6점 (육색이 밝을수록 1점에 가까움)

- 조직감 : 등급판정부위에서 배최장근단면의 보수력과 탄력성

- 성숙도 : 왼쪽 반도체 척추 가시돌기에서 연골의 골화정도

(2) 한우 개체별 육질 및 육량형질 관련 도체성적과 분자표지와와의 연관성 통계분석을 통한 유효성 검증

본 연구에서 한우 경제형질 관련 분자마커에 대한 농가현장 유효성을 검증하기 위해 SAS/STAT@9.1 통계처리 프로그램을 이용하여 아래에 제시한 일반선형모형으로 분산분석을 수행하였으며, 각 SNP 유전자형에 따른 도체형질별 추정치의 최소제곱평균(least square means)과 표준오차를 추정하여 평균 간 최소유의차 검정을 수행하고 각 분자표지별 SNP marker 유전자형과 한우의 육질 및 육량형질 간의 연관성을 통계 분석하였다.

$$Y_{ijklm} = \mu + S_j + YS_j + SP_k + D_l + G_m + e_{ijklm}$$

여기에서 Y는 관측치, μ 는 전체평균, S는 종모우 효과(n=32두), YS는 연도 및 분만계절 효과, SP는 출하농가 효과, D는 도축일령에 대한 co-variate 효과, G는 SNP 유전자형, e는 임의오차 효과

각 분자표지별로 SNP 유전자형 효과의 유의성이 나타난 형질들에 대해서는 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)를 수행하여 유전자형별 유의성을 검정하였다.

농가현장 유효성 검증 대상 횡성축협한우 검정집단의 각 도체형질(육질 및 육량 형질)별 표현형 추정치에 대한 평균값과 표준편차, 최소값 및 최대값을 각각 산출하여 표-13에 제시하였다.

샘플 번호	바코드번호	육 질						육 량					TG	APM1	FABP4				SCD		CPE
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	연수도	지방 등용	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등용			371 T>C	1454 G>A	2834 C>G	3533 T>A	3691 G>A	10153 A>G	
774	000201334010	4	5	3	1	2	3	20	94	466	59.95	1	TC	GA	CC	AA	GA	AA			TT
775	000203350971	8	5	3	1	2	5	15	100	460	63.99	2	TC	GA	CG	TA	GA	GG			TT
776	000201334027	6	5	3	1	2	4	13	102	435	66.1	2	TC	GA	CC	AA	GA	GG			TT
777	000203350957	7	5	3	1	2	4	11	80	397	65.41	2	TC	GG	CC	AA	GA	GG			TT
779	000203349333	4	5	3	1	2	3	13	85	430	64.01	2	TC	GG	GG	TT	GG	AA			TC
780	000201081679	4	5	3	1	2	3	11	86	483	64.12	2	TC	GG	CG	TA	GA	AA			TT
781	000201200124	3	5	3	2	2	2	20	78	441	58.47	1	TT	GA	CG	TA	GG	AA			TT
782	000203349340	6	5	3	1	2	4	16	92	447	62.64	2	CC	GG	CC	AA	GA	GG			TT
783	000201200193	5	5	3	1	2	3	15	87	428	63.07	2	CC	GG	CC	AA	GA	AG			TT
784	000203350988	5	4	2	1	2	3	13	93	476	63.95	2	TC	GG	CC	AA	GA	AG			TT
785	000197171460	6	6	3	1	2	4	8	103	446	69.1	3	CC	GA	CG	TA	GG	AG			TT
786	000189826910	5	5	3	1	3	3	13	100	504	64.19	2	TC	GG	CC	AA	GA	AA			CC
787	000197176540	6	5	3	1	2	4	9	75	417	65.53	2	TT	GA	CG	TA	GA	GG			TT
788	000201081204	7	5	3	1	2	4	16	78	437	61.06	1	TC	GA	CG	TA	GG	AG			TT
789	002000577364	3	5	3	2	2	2	8	83	363	68.49	3	CC	GG	CC	AA	GA	AG			TC
790	002007015101	8	4	3	1	2	5	15	96	447	63.79	2	CC	GG	CG	TA	GG	AG			TC
791	000201081211	5	5	3	1	2	3	15	93	528	61.45	1	TC	GA	CC	AA	GA	GG			TT
792	000201081198	6	5	3	1	2	4	14	92	480	63.1	2	TT	AA	CC	AA	GA	AG			TC
793	002000571904	5	5	3	1	2	3	11	74	347	65.83	2	CC	GG	CG	TA	GG	GG			TC
794	000201128725	5	5	3	1	2	3	14	69	353	63.16	2	TC	GG	CG	TA	GA	AG			TC
795	002000568513	8	5	3	1	2	5	12	90	403	65.94	2	TC	GG	CC	TA	GG	AG			TC
796	002000569887	2	4	3	2	2	2	25	77	435	55.35	1	TC	GG	GG	TT	GG	AG			TC
797	002000570527	7	4	3	1	2	4	11	75	338	66.17	2	CC	GA	CG	TA	GG	GG			TC
798	000201147979	7	5	3	1	2	4	11	96	421	66.91	2	CC	GA	CG	TA	GG	GG			TC
799	000201147733	8	5	3	1	2	5	8	105	408	70.27	3	CC	GA	CG	TA	GG	GG			TC
800	002006997585	9	4	3	1	2	5	11	125	439	70.25	3	TC	GG	CG	TA	GG	GG			TC
801	002006993381	9	5	3	1	2	5	21	104	441	61.22	1	TC	GA	CG	TA	GG	AG			TC
802	002007008434	2	5	3	2	2	2	26	84	440	55.52	1	TC	GA	CG	TA	GA	GG			TC
803	002007012259	6	5	3	1	2	4	13	95	454	64.74	2	TC	GG	CC	AA	GA	AG			TC
804	000201148921	6	5	2	1	2	4	13	98	484	64.41	2	CC	GG	CG	TA	GG	AG			CC
805	002007013026	6	5	3	1	2	4	13	85	445	63.65	2	CC	GA	GG	TT	GG	GG			CC
806	002000577178	5	5	3	1	2	3	13	87	424	64.42	2	CC	GA	CC	AA	GG	GG			CC
808	002000568191	7	5	3	1	2	4	9	82	467	65.24	2	TC	GA	CG	TA	GG	AG			TC
809	002006996040	3	5	3	2	2	2	17	87	413	62.18	2	TC	GA	CC	AA	GG	AG			TC

순번	바코드번호	목 질						목 량					EDG1	GPD1	NPY	PDE1B		RORC	TNNT1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	선 속도	목 입력	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	목량 입력				g.166 A>G	g.2766 C>T		
461	002017066082	5	4	3	1	3	3	21	87	529	56.90	1	AA	CC	TT	CC	AG	AG	CT
462	002018380548	6	5	3	1	2	4	13	91	461	64.05	2	AA	TT	TC	AA	AG	GG	CC
463	002009827057	5	5	3	1	3	3	16	88	444	62.19	2	AA	CT	TC	CC	AG	GG	CC
464	000197111817	8	5	3	1	2	5	23	93	423	58.97	1	AG	CT	TT	AA	AA	GG	TT
465	002018383366	5	5	3	1	2	3	12	91	484	64.12	2	AA	CT	TT	AA	AG	AG	TT
466	002027072588	8	4	3	1	2	5	13	96	454	64.87	2	AA	CT	TC	AA	AG	AG	CT
467	002009806363	3	6	3	2	2	2	6	99	353	72.06	3	AA	CC	TC	AA	AG	GG	CT
468	000201126790	9	4	3	1	2	5	18	92	473	60.77	1	AA	CC	TC	AA	AA	GG	CT
469	002000563120	8	5	3	1	2	5	10	83	372	67.02	2	AA	TT	TC	AA	AA	AG	CT
470	002000563023	8	5	3	1	2	5	5	81	372	69.89	3	AA	TT	TT	CC	GG	AG	TT
471	000201126806	7	5	3	1	2	4	11	79	350	66.40	2	AA	TT	TC	CC	AA	GG	CT
472	002000563074	9	5	3	1	2	5	16	94	468	62.40	2	AA	CT	TC	CC	AG	GG	CT
473	002000600494	8	5	3	1	2	5	21	103	511	59.41	1	AA	CT	TC	AC	AG	GG	CC
474	002000600451	9	4	3	1	2	5	14	126	481	67.50	2	AA	CT	TC	AA	AA	AG	CT
475	002000600568	9	5	3	1	2	5	25	101	555	55.59	1	AA	CC	TC	AA	AA	GG	CC
476	002027081482	5	4	3	1	2	3	10	101	423	68.14	3	AA	TT	TC	CC	AG	GG	CC
477	002027081499	6	5	3	1	2	4	21	108	489	60.59	1	AA	CC	TC	AA	AA	GG	CT
478	002027081458	7	4	3	1	2	4	15	95	438	63.87	2	AG	CT	TC	AC	AG	GG	CC
479	002027081520	7	5	3	1	2	4	17	102	492	62.24	2	AA	CT	CC	CC	GG	GG	CT
480	002027081511	9	4	3	1	2	5	12	91	387	66.45	2	AG	CC	TT	AC	AA	GG	CT
481	002000600517	8	5	3	1	2	5	17	84	426	61.48	1	AA	CT	TT	AC	AG	GG	CT
482	002027077994	4	5	3	2	2	3	7	81	400	67.96	3	AA	CT	TT	AA	AG	GG	CC
483	002021851771	6	5	3	1	2	4	10	97	367	68.96	3	AG	CT	TC	AC	AG	GG	CC
484	002027082897	3	5	3	1	2	2	15	93	398	64.57	2	AA	CT	CC	AC	AG	GG	CT
485	002007005577	5	5	3	1	2	3	15	91	368	65.03	2	AA	CC	TC	CC	GG	GG	CT
486	002027096613	6	5	3	1	2	4	15	108	422	65.95	2	AA	TT	TC	AC	AG	GG	TT
487	002009808344	7	4	3	1	2	4	14	87	378	64.90	2	AA	CC	TC	AA	AA	AG	CC
488	002000589435	8	5	3	1	2	5	29	103	465	55.51	1	AA	CC	TC	AA	AG	AG	CT
489	002027079295	9	5	3	1	2	5	8	89	346	69.68	3	AA	CT	TT	AC	AG	AG	CC
490	002009807729	6	5	3	1	2	4	11	114	476	67.93	3	AA	TT	TT	AC	AG	GG	CC
491	002009807704	5	6	3	1	2	3	20	110	471	61.91	1	AA	TT	TT	AC	AA	GG	CT
492	002027070728	3	5	3	2	2	2	22	97	488	58.56	1	AA	CT	CC	AC	AG	AG	CT
493	002000597322	8	5	3	1	2	5	13	99	469	64.90	2	AA	CC	CC	AC	AG	GG	CT
494	002000592644	9	4	3	1	2	5	13	84	442	63.60	2	AG	TT	TC	AC	AG	GG	CC
495	002009807690	5	5	3	1	2	3	15	92	441	63.41	2	AG	CT	TC	AC	GG	GG	CC
496	002009840962	9	4	3	1	2	5	14	93	414	64.81	2	AA	CT	TC	AC	GG	GG	TT
497	002027065193	5	4	3	1	2	3	21	90	502	57.94	1	AA	CT	TC	AC	AG	GG	CT
498	002027067505	4	5	3	1	2	3	20	102	507	60.00	1	AA	CT	TC	AC	AG	AG	CC
499	002000600347	5	5	3	1	2	3	21	100	521	58.78	1	AG	CT	CC	CC	AG	GG	CC
500	002027070347	2	5	3	2	3	2	7	87	361	69.68	3	AA	TT	CC	AC	GG	GG	CT
501	002009810530	7	5	3	1	2	4	14	83	410	63.61	2	AG	TT	CC	CC	AG	GG	CC
502	002000598874	9	4	3	1	2	5	13	81	392	64.41	2	AA	TT	TC	AA	AG	GG	CT
503	002000598995	9	5	3	1	2	5	16	98	447	63.42	2	AG	CT	TC	CC	AG	GG	CC
504	002000598946	8	5	3	1	2	5	13	84	403	64.53	2	AA	CC	CC	AA	AA	AG	CC
505	002000598987	9	5	3	1	2	5	5	80	322	70.96	3	AG	CT	TC	AC	AG	GG	CC
506	002000599002	8	5	3	1	2	5	3	54	244	70.70	3	AA	CT	TC	AC	AG	GG	CC
507	002000598815	3	4	3	1	2	2	14	96	425	64.94	2	AA	TT	TC	AA	AG	GG	CC
508	002009848990	6	5	3	1	2	4	10	99	384	68.81	3	AA	CC	TC	AA	AA	GG	CT
509	002009834048	6	5	3	1	2	4	12	87	494	63.36	2	GG	CT	TC	AA	AA	AG	CC
510	002027080109	5	5	3	1	2	3	14	89	405	64.51	2	AA	CT	TT	AA	AG	GG	CC
511	002000589162	7	4	3	1	2	4	23	93	423	58.97	1	AA	TT	TC	AA	AA	AA	TT
512	002009801907	6	5	3	1	2	4	11	97	401	67.52	3	AA	CT	TC	AA	AA	GG	CT

[표-12] 3차년도 검정대상 개체별 육질 및 육량형질 도체성적과 분자표지 유전자형 분석 결과(총 1,042두)

순번	바코드번호	육 질						육 량						FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질등급	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량등급	g.3691 G>A							
1	002007019210	6	5	3	1	2	4	13	85	493	62.5	2	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GG	
2	002007019277	6	5	3	1	2	4	14	88	498	62.15	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GG	
3	002007019228	7	5	3	1	2	4	13	98	502	63.98	2	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GG	
4	002000571306	3	5	3	2	2	2	10	86	451	65.52	2	GA	AG	TT	AG	GA	CT	GA	
5	002000571314	5	4	3	1	2	3	10	87	400	66.87	2	GA	AG	TT	AG	GA	CT	GA	
6	002000579132	2	4	3	2	2	2	11	93	515	64.26	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG	
7	002000579149	7	4	3	1	2	4	11	99	479	65.91	2	GG	GG	CT	AA	GG	CT	GG	
8	000201129043	9	5	3	1	2	5	10	87	396	66.97	2	GG	AG	CT	AG	GA	TT	GA	
9	000201128534	9	5	3	1	2	5	15	95	368	65.55	2	GG	GG	CC	AA	GG	CT	GA	
10	002007020435	9	5	3	1	2	5	16	85	422	62.33	2	GA	AG	CC	AG	GG	CT	GA	
11	002006994479	8	5	3	1	2	5	17	107	463	63.58	2	GG	GG	CC	AA	GG	CT	GG	
12	002006994487	7	5	3	1	2	4	16	96	457	62.92	2	GG	AG	TT	AA	GA	CT	GG	
13	002007014596	7	5	3	1	2	4	14	94	394	65.42	2	GG	GG	TT	AG	GA	CT	GG	
14	002007010495	9	5	3	1	2	5	12	91	364	67	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG	
15	002006999546	7	5	3	1	2	4	14	93	397	65.22	2	GG	GG	CC	AG	GG	CT	GG	
16	002006999520	6	5	3	1	2	4	13	89	404	65.16	2	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GG	
17	002009769736	5	5	3	1	2	3	11	90	377	67.19	2	GG	GG	CC	AG	GG	CT	GA	
18	002007014588	6	5	3	1	2	4	15	96	393	65.08	2	GA	AG	TT	AG	GG	CT	GG	
19	002009769769	8	5	3	1	2	5	8	87	417	67.71	3	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GA	
20	002006999562	6	5	3	1	2	4	6	89	409	69.41	3	GG	GG	TT	AA	GG	CT	GG	
21	002007004179	6	5	3	1	2	4	9	88	389	67.89	3	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GA	
22	000200569918	7	5	3	1	2	4	16	107	543	62.29	2	GG	AG	TT	AA	GA	CT	GG	
23	002007012576	6	5	3	1	2	4	20	88	471	59.05	1	GG	GG	TT	AA	GA	CT	GA	
24	002007012592	7	5	3	1	2	4	21	109	510	60.21	1	GG	AA	CT	AA	GA	CT	GA	
25	002007019429	8	5	3	1	2	5	17	83	403	61.9	1	GG	AG	CT	AA	GG	CT	GA	
26	000201199725	6	5	3	1	2	4	15	102	418	65.26	2	GG	GG	CT	GG	GA	CT	GA	
27	002009776131	5	5	3	1	2	3	17	109	516	62.57	2	GA	GG	TT	AG	GG	CT	GA	
28	002007015337	8	5	3	1	2	5	12	84	380	65.71	2	GG	AG	CT	AG	GG	CC	GG	
29	002007015353	5	4	3	1	2	3	11	92	402	66.85	2	GA	GG	CC	AG	GG	CC	GG	
30	000201148945	7	5	3	1	2	4	10	100	404	68.46	3	GA	AG	CC	AA	GA	CC	GA	
31	000201148990	5	4	3	1	2	3	16	98	436	63.69	2	GA	GG	CT	AG	AA	CT	AA	
32	002007014867	6	5	3	1	2	4	11	71	417	63.76	2	GG	AG	CC	AG	GA	CT	GG	
33	002007014875	5	5	3	1	2	3	20	89	407	60.71	1	GA	AG	CC	AG	GA	CT	GA	
34	002007014891	8	5	3	1	2	5	15	81	401	62.94	2	GA	AA	TT	AG	GA	CT	GA	
35	000200570358	6	5	3	1	2	4	13	85	442	63.73	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GG	
36	000200568294	5	5	3	1	2	3	10	85	422	66.08	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA	
37	000201081709	6	5	3	1	2	4	17	86	476	60.54	1	GA	AG	TT	AG	GG	CT	GG	
38	000201082591	8	5	3	1	2	5	14	80	385	63.82	2	GA	AA	CT	AG	GG	CT	GA	
39	000201081761	3	5	3	2	2	2	10	79	420	65.35	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GG	
40	002000564690	5	5	3	1	2	3	11	76	392	65.01	2	GG	AA	CT	AA	GG	CT	GG	
41	000201116487	4	5	3	1	2	3	14	101	411	65.93	2	GA	AG	TT	GG	GG	CT	GG	
42	002006993540	7	5	3	1	2	4	8	92	395	68.89	3	GA	AA	CT	AA	GG	CT	GG	
43	002007020419	6	5	3	1	2	4	9	87	429	66.8	2	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GG	
44	002007020427	4	5	3	1	2	3	7	82	455	66.77	2	GA	AG	TT	AG	GA	TT	GG	
45	002007020533	6	6	3	1	2	4	14	81	443	62.56	2	GG	AG	CT	GG	GG	CT	GG	
46	002007020541	4	5	3	1	2	3	19	85	522	58.06	1	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GG	
47	002007020550	8	5	3	1	2	5	11	87	399	66.27	2	GA	AG	TT	AG	GG	CT	GA	
48	000201116470	4	5	3	1	2	3	8	92	455	67.45	2	AA	AG	CT	AG	GG	CT	GA	
49	002007008717	8	5	3	1	2	5	5	80	354	70.19	3	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GG	
50	000201116494	6	5	3	1	2	4	13	82	498	61.99	1	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GG	

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
51	000201128497	8	5	3	1	3	5	10	110	463	68.35	3	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GA
52	002007009087	6	5	3	1	2	4	10	82	388	66.51	2	GA	AG	TT	AG	GG	CT	GG
53	002007009134	7	5	3	1	2	4	11	81	397	65.54	2	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GA
54	002007009142	5	5	3	1	2	3	9	68	394	65.17	2	GA	AG	TT	AG	GA	CT	GG
55	002007010382	7	5	3	1	2	4	13	85	422	64.21	2	AA	AG	CC	AG	GA	CT	GG
56	002009769849	6	5	3	1	2	4	12	88	502	63.3	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
57	002000577143	8	5	3	1	2	5	8	84	378	68.26	3	GG	GG	CT	GG	GG	CC	GA
58	002007009118	4	5	3	1	2	3	11	86	467	64.51	2	GG	GG	TT	AA	GG	CT	GG
59	002007011844	8	5	3	1	2	5	6	76	425	67.34	2	GG	AG	CT	AA	GG	CT	GG
60	002007012242	6	5	3	1	2	4	12	85	389	65.62	2	GA	GG	CC	AA	GA	CT	GA
61	002007012777	6	5	3	1	2	4	14	80	456	62.12	2	GA	GG	TT	AG	GG	CT	GG
62	002007013034	7	5	3	1	2	4	11	90	461	65.17	2	GA	GG	TT	AG	GG	CT	GG
63	002007016635	6	5	3	1	2	4	16	79	430	61.36	1	GG	GG	TT	AG	GG	CT	GA
64	002007018178	5	5	3	1	2	3	13	92	504	63.15	2	AA	AG	CT	AG	GA	CT	GG
65	002007019017	8	5	3	1	2	5	8	98	400	69.55	3	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GG
66	002007019189	4	5	3	1	2	3	13	96	421	65.66	2	GG	AG	CT	AA	GG	CT	GA
67	002000568222	4	5	3	1	2	3	8	82	441	66.49	2	GG	GG	CT	AA	GG	CT	GA
68	002006993357	7	5	3	1	3	4	29	86	472	53.14	1	GG	AG	TT	AG	GG	TT	GA
69	002006993611	8	6	3	1	2	5	10	97	496	65.87	2	GA	AG	CC	AG	GG	CT	GA
70	002006994735	4	5	3	1	2	3	15	94	458	63.26	2	GA	AG	TT	AG	GA	CT	GA
71	002007020218	7	5	3	1	3	4	13	101	459	65.4	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG
72	002007020226	8	5	3	1	3	5	9	106	508	67.37	2	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GA
73	000200568560	4	5	3	1	2	3	18	88	516	59.22	1	GG	GG	CC	AG	GA	CT	GG
74	002000571890	4	5	3	1	2	3	11	85	358	66.99	2	GA	AG	TT	AG	GG	CT	GG
75	002000576386	5	5	3	1	2	3	10	98	408	68.11	3	GG	AG	CC	AG	GG	TT	GA
76	002007016081	6	5	3	1	2	4	15	96	404	64.82	2	GG	AG	CC	AG	GG	CC	GG
77	002000578381	4	5	3	1	2	3	7	92	412	69.11	3	AA	AG	TT	AG	GA	CT	GA
78	002006998060	6	5	3	1	2	4	11	88	419	65.92	2	GG	AG	CT	AG	GG	CC	GG
79	002007021987	6	5	3	1	2	4	13	97	385	66.65	2	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GG
80	000201114483	7	5	3	1	2	4	12	90	471	64.31	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	AA
81	000201114490	5	5	3	1	2	3	21	86	452	58.62	1	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
82	002000571988	8	5	3	1	2	5	14	83	425	63.25	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
83	002006997753	9	5	3	1	2	5	15	90	405	64.01	2	GA	AG	CT	AG	GG	CC	GA
84	000197024162	8	5	3	1	2	5	12	109	460	67.04	2	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA
85	002007021712	2	5	3	2	2	2	8	94	432	68.26	3	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GG
86	002000578791	7	5	3	1	2	4	10	90	348	68.51	3	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
87	002009760384	3	4	3	1	2	2	13	89	388	65.54	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GA
88	002009770511	2	5	3	2	2	2	13	102	407	66.78	2	GA	AG	TT	AG	GA	TT	GG
89	002009820951	2	6	3	2	2	2	7	87	446	67.64	3	GA	AG	TT	AG	GG	CT	GA
90	002009759446	5	5	3	1	2	3	17	97	434	62.98	2	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA
91	002007020785	2	5	3	2	2	2	6	96	389	70.8	3	GG	AG	TT	AG	GA	CT	GA
92	002000567483	5	5	3	1	2	3	10	86	366	67.56	3	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
93	002000567985	6	5	3	1	2	4	8	90	375	69.11	3	GG	GG	TT	AG	GG	CT	GA
94	002007021464	6	5	3	1	2	4	8	75	389	66.82	2	GA	AA	CT	AG	GG	CT	GG
95	002007021472	6	5	3	1	2	4	8	98	451	68.33	3	GA	AA	CT	AG	GG	CT	GA
96	002007021489	4	5	3	1	2	3	6	72	377	67.97	3	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG
97	002007020592	9	5	3	1	2	5	10	82	333	67.83	3	GG	AG	TT	AA	GG	CT	GA
98	000201114315	2	5	3	2	2	2	6	85	321	71.01	3	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GG
99	000197171002	4	4	3	1	2	3	4	91	412	70.85	3	GG	AG	CC	AA	GG	CT	GA
100	000197170999	3	4	3	2	2	2	10	92	420	67.04	2	GG	GG	CT	AA	GA	CT	GG

순번	바코드번호	육 질						육 량						FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A	
101	000203350780	5	6	3	1	2	3	8	106	468	68.96	3	GG	AG	CT	AA	GG	CT	GG	
102	000203350773	4	5	3	1	2	3	7	93	420	69.04	3	GG	AG	CC	AG	GA	CT	GA	
103	002000567362	4	5	3	1	2	3	28	81	482	52.87	1	AA	AG	TT	AG	GG	CT	AA	
104	002007001662	8	5	3	1	2	5	15	80	348	64.08	2	GG	GG	CT	AA	GG	CT	GG	
105	002007009652	4	5	3	1	2	3	13	75	381	63.89	2	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA	
106	002007016188	3	5	3	2	2	2	10	93	475	65.85	2	AA	GG	CT	GG	GA	CT	GA	
107	000201149140	5	4	3	1	2	3	27	102	530	55.07	1	GG	AG	CC	AA	GA	CT	GG	
108	002007021649	7	5	3	1	2	4	10	79	337	67.34	2	GG	AG	TT	AA	GG	CC	GG	
109	000201147627	6	4	3	1	2	4	25	87	431	56.75	1	GA	AG	CC	AG	GG	CT	GG	
110	002007017280	5	5	3	1	2	3	8	101	361	70.88	3	GG	GG	CT	AA	GG	CT	GA	
111	002007003932	6	5	3	1	2	4	9	108	444	69.17	3	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GA	
112	002007021657	6	5	3	1	2	4	20	88	504	58.25	1	GA	GG	CT	GG	GG	CT	GA	
113	002007021729	7	5	3	1	3	4	15	88	553	60.2	1	GA	GG	TT	GG	GG	CT	GA	
114	002007013690	4	5	3	2	2	3	6	79	420	67.85	3	GG	AA	CC	AG	GG	TT	GG	
115	002007013788	7	5	3	1	2	4	9	93	418	67.84	3	GG	AA	CC	AG	GG	CT	GG	
116	002007013796	8	4	3	1	2	5	19	87	537	57.96	1	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG	
117	002007013807	8	4	3	1	3	5	14	102	528	63.25	2	GA	AA	TT	AG	GG	CT	GA	
118	002007011131	4	5	3	1	2	3	13	86	513	62.15	2	GG	AG	CT	GG	GG	CT	GG	
119	000197170951	6	4	3	1	2	4	14	105	442	65.7	2	GG	AA	CT	AG	GA	CT	AA	
120	000201256039	5	5	3	1	2	3	14	79	390	63.57	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA	
121	000201333921	3	5	3	2	2	2	8	104	406	70.19	3	GG	AG	CT	AA	GA	CT	GG	
122	002009821655	9	5	3	1	3	5	12	102	499	65.19	2	GA	AG	CT	GG	GG	CT	GG	
123	000201115541	5	5	3	1	2	3	10	72	404	64.82	2	GA	AG	CT	AG	GA	CC	GG	
124	000201115558	4	5	3	1	2	3	20	88	488	58.64	1	GA	AG	CT	AG	GA	CT	AA	
125	000201112991	4	5	3	1	2	3	11	85	461	64.52	2	GG	AA	CT	AA	GA	CT	GA	
126	000201115664	3	5	3	2	2	2	12	99	518	64.35	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG	
127	000201115572	4	5	3	1	3	3	10	85	498	64.26	2	GG	GG	CT	GG	GG	CC	GG	
128	000201115510	6	5	3	1	3	4	19	96	522	59.49	1	GG	GG	CT	AA	GA	CT	AA	
129	002000569696	7	5	3	1	2	4	12	80	385	65.07	2	GG	GG	CC	AA	GG	CT	GA	
130	002000572528	5	5	3	1	2	3	10	97	428	67.5	3	GA	AG	CT	AA	AA	CT	GA	
131	000200568393	4	5	3	2	2	3	8	92	452	67.52	3	GA	AA	CC	AG	GG	CT	AA	
132	000201116333	1	5	3	2	4	1	6	90	481	67.82	3	GG	GG	CT	GG	GG	CT	GA	
133	000201147740	7	5	3	1	2	4	15	109	484	64.59	2	GA	AG	CC	AG	GA	CT	GA	
134	002000564616	8	5	3	1	2	5	7	73	362	67.84	3	GG	AG	CC	AA	GG	CT	GG	
135	002000569590	7	4	3	1	2	4	10	107	526	66.45	2	GG	GG	TT	AG	GA	CT	AA	
136	002000570012	5	5	3	1	2	3	16	90	407	63.34	2	GA	GG	CT	AA	GA	CT	GG	
137	002000570166	6	4	3	1	2	4	7	99	370	71.02	3	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA	
138	002006996023	6	5	3	1	2	4	8	83	366	68.42	3	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GG	
139	000200569260	6	5	3	1	2	4	13	83	409	64.26	2	GG	GG	CC	AG	GG	TT	GA	
140	000201127902	6	4	3	1	2	4	21	85	444	58.68	1	GG	GG	TT	AG	GA	CT	GG	
141	000201147801	6	5	3	1	2	4	21	89	449	59.08	1	GG	AA	CC	AG	AA	CT	AA	
142	000201147955	7	5	3	1	2	4	11	93	470	65.34	2	GG	AG	CT	AA	GA	TT	AA	
143	000201114988	7	5	3	1	2	4	8	105	457	69.09	3	AA	GG	TT	GG	GA	TT	GG	
144	002006998971	2	5	3	2	2	2	10	78	377	66.25	2	AA	GG	TT	AG	GA	TT	GG	
145	000201081594	6	5	3	1	2	4	9	86	447	66.24	2	GA	AG	CT	AG	GA	TT	GA	
146	000201116814	7	5	3	1	2	4	9	92	362	69.06	3	GG	AG	TT	AA	GA	CT	GG	
147	002000571138	8	4	3	1	2	5	13	90	397	65.46	2	GA	AA	CT	AG	GA	CT	GG	
148	002006992321	6	5	4	1	2	4	14	83	405	63.73	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GA	
149	002000582216	6	5	3	1	2	4	11	86	430	65.39	2	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GA	
150	002000741221	5	5	3	1	2	3	7	115	438	71.47	3	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA	

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
151	002006998473	6	5	3	1	2	4	15	94	432	63.89	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
152	002000570641	6	5	3	1	2	4	9	84	382	67.54	3	AA	AA	CT	AG	GA	CT	GG
153	002009780410	5	5	3	1	2	3	15	83	433	62.43	2	GG	AG	TT	AG	AA	CT	GA
154	000201335765	9	4	3	1	2	5	14	105	498	64.36	2	GG	GG	CC	AG	GA	TT	GA
155	000201256350	6	5	3	1	2	4	12	86	387	65.8	2	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GG
156	000200570075	9	4	3	1	2	5	14	89	428	63.96	2	GG	GG	CT	AA	GG	CT	GG
157	000201081815	6	5	3	1	2	4	10	100	480	66.64	2	GG	GG	CT	AA	GA	CT	GG
158	002000568417	8	5	3	1	2	5	18	76	396	60.54	1	GG	AG	TT	AA	GA	CT	GA
159	002000569934	9	4	3	1	2	5	10	101	433	67.9	3	GA	AG	CT	GG	GG	CT	GG
160	002000569959	7	5	3	1	2	4	11	84	394	66	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
161	000201116326	6	5	3	1	2	4	12	87	478	63.75	2	AA	AG	CT	GG	GG	CT	GA
162	000200568126	8	5	3	1	2	5	11	86	424	65.54	2	GA	AG	TT	AG	GG	CT	GA
163	002000569410	2	5	3	2	2	2	15	85	483	61.49	1	GA	AA	TT	AG	GG	CC	GG
164	000201081495	8	5	3	1	2	5	20	107	490	61.06	1	GA	GG	CT	AG	GG	CT	GA
165	000201128503	6	5	3	1	2	4	10	86	445	65.66	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GG
166	000201083994	7	5	3	1	2	4	19	94	500	59.75	1	GG	GG	TT	AA	GA	CT	GG
167	002031728525	7	5	3	1	2	4	10	100	477	66.71	2	GG	AA	CC	AG	GG	TT	GA
168	002000568636	5	5	3	1	2	3	9	84	402	67.06	2	GG	AG	CT	GG	GA	TT	GG
169	000200568386	9	5	3	1	2	5	17	102	493	62.21	2	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GG
170	000201114513	9	5	3	1	2	5	6	96	396	70.64	3	GG	AG	TT	AA	GA	CT	GG
171	000201114902	8	5	3	1	2	5	15	103	460	64.38	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
172	000201116692	7	5	3	1	2	4	15	95	435	63.94	2	GA	GG	CT	AG	GA	CT	GA
173	000201081167	3	5	3	2	2	2	16	88	454	61.95	1	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
174	000200569253	8	5	3	1	2	5	14	83	414	63.51	2	AA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
175	000201114926	6	5	3	1	2	4	17	90	433	62.09	2	AA	GG	CC	AA	GA	CT	GG
176	002000584907	5	5	3	1	2	3	9	82	371	67.54	3	GA	GG	CT	AA	GG	CT	GG
177	002007011617	8	5	3	1	2	5	10	83	340	67.79	3	GA	AG	TT	AA	GG	CC	GG
178	000201115848	4	5	3	1	2	3	8	86	479	66.09	2	GG	AG	CC	GG	AA	CT	GG
179	002000567379	7	5	3	1	2	4	10	92	378	68.05	3	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GG
180	002007009966	8	5	3	1	2	5	13	89	412	64.97	2	GG	GG	CC	AG	GG	CT	GA
181	002007011088	3	5	3	2	2	2	18	70	356	60.72	1	GA	GG	CC	AG	GG	CT	GA
182	000196293767	2	5	4	2	2	2	18	85	437	60.72	1	GA	AG	TT	AG	GG	CT	GA
183	000201087381	3	5	3	2	2	2	24	96	447	58.16	1	GA	GG	CT	AG	GG	CC	AA
184	000197083251	8	5	3	1	2	5	17	89	472	61.03	1	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GG
185	002000567387	9	5	3	1	2	5	9	90	382	68.32	3	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GG
186	002007011730	7	5	3	1	2	4	15	76	422	61.79	1	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GA
187	002007011748	9	5	3	1	2	5	7	88	294	71.42	3	GG	GG	TT	AG	GG	CC	GG
188	000200569772	4	5	3	1	2	3	25	87	421	56.99	1	GA	AG	TT	AG	AA	CC	GA
189	002000567475	6	5	3	1	2	4	11	90	410	66.39	2	GA	GG	TT	AG	GA	CC	GG
190	002006993695	6	5	3	1	2	4	15	96	422	64.39	2	GG	GG	CC	AA	GG	CC	GA
191	002000583065	5	5	3	1	2	3	16	92	514	61.03	1	GA	AA	TT	GG	GA	CT	GA
192	002000584749	6	5	3	1	2	4	10	96	373	68.69	3	GG	AG	CC	AA	GG	CC	GA
193	002000584757	8	5	3	1	2	5	9	98	407	68.76	3	GG	AG	TT	AG	GG	TT	GA
194	002007008073	8	5	3	1	2	5	9	93	377	68.83	3	GA	GG	TT	AA	GG	CC	GG
195	002007015312	5	5	3	1	2	3	7	94	406	69.51	3	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GG
196	002007015329	7	5	3	1	2	4	8	94	386	69.37	3	GG	GG	TT	AA	GG	CC	GA
197	002007018241	6	5	3	1	2	4	7	78	350	68.77	3	GG	GG	CT	AG	GG	TT	GG
198	002007012402	6	5	3	1	2	4	10	87	355	67.95	3	GG	AG	CT	AG	GG	CC	GA
199	002000503957	6	5	3	1	2	4	9	81	398	66.76	2	GA	AG	CT	AG	GG	TT	GG
200	002009770030	5	5	3	1	2	3	14	80	376	64.04	2	GG	GG	CT	AA	GA	CC	GG

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
201	002007008240	5	5	3	1	2	3	13	85	427	64.09	2	GG	AG	CC	AG	GA	CT	GA
202	002007017982	6	5	3	1	2	4	10	86	392	66.93	2	GG	GG	CT	AA	GA	CC	GA
203	002000499154	6	5	3	1	2	4	10	98	418	67.87	3	GG	AA	CT	GG	GA	CC	GA
204	002009767157	6	5	3	1	2	4	13	89	396	65.35	2	GG	GG	CT	AA	GA	CC	GA
205	002007017708	5	5	3	1	2	3	7	70	337	68.05	3	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
206	002000565027	5	5	3	1	2	3	8	73	351	67.48	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
207	000197133642	8	5	3	1	2	5	7	98	385	70.53	3	GG	AA	CC	AG	GA	CT	GA
208	000200569833	3	4	3	2	2	2	6	83	449	67.67	3	GG	AA	CT	AA	GA	CC	GG
209	002006993847	6	5	3	1	2	4	5	74	353	69.43	3	GG	AG	TT	AG	GA	CC	GG
210	000201255285	7	6	3	1	2	4	8	93	378	69.43	3	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA
211	000201127162	7	5	3	1	2	4	5	78	387	69.14	3	GG	AA	CT	GG	GA	CC	GG
212	000201148938	3	5	3	1	2	2	11	84	379	66.36	2	GG	AG	TT	AG	AA	CC	GA
213	002006994077	6	5	3	1	2	4	10	75	357	66.34	2	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GA
214	002007000590	6	5	3	1	2	4	8	90	411	68.25	3	GG	AG	TT	GG	GA	TT	GA
215	002005659133	7	5	3	1	2	4	9	89	345	69.07	3	GG	AG	CT	AA	GA	CC	GA
216	002007010296	4	5	3	2	2	3	19	71	430	58.44	1	GA	AA	CC	GG	GA	CT	AA
217	000200835013	5	6	4	1	3	3	12	91	444	65.08	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
218	000197164479	9	5	3	1	3	5	13	105	512	64.65	2	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GA
219	000197164509	4	5	3	1	3	3	12	93	423	65.85	2	GG	AG	CT	AA	GA	CT	GG
220	000201149485	5	6	3	1	2	3	5	82	439	68.41	3	GG	GG	CT	AA	GA	TT	GA
221	002000579921	6	5	3	1	2	4	8	86	325	69.79	3	GG	GG	CC	AA	GA	TT	GG
222	002000579930	5	5	3	1	2	3	8	94	377	69.58	3	GA	GG	CC	AG	GG	CT	GG
223	002000567426	5	5	3	1	2	3	10	86	398	66.79	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
224	000201333839	3	5	3	2	2	2	12	86	377	66.04	2	GG	GG	TT	AG	GG	CT	GA
225	002006993863	5	5	3	1	2	3	11	76	417	64.41	2	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GA
226	000201149799	6	5	3	1	2	4	9	92	371	68.84	3	GA	AG	CT	AG	GA	TT	GA
227	002000567418	3	5	3	2	2	2	4	86	398	70.54	3	GG	AG	TT	AG	AA	CC	GA
228	002000567434	3	5	3	1	2	2	8	88	426	67.63	3	GA	AG	TT	AA	GA	CC	GA
229	002006994010	5	5	3	1	2	3	7	82	330	69.77	3	GG	AG	CT	AA	GA	CC	GG
230	000200568133	5	5	3	1	2	3	14	92	525	62.02	2	GA	GG	TT	GG	GG	CC	GG
231	000200568096	6	5	3	1	2	4	7	82	400	68.09	3	GG	AG	CT	AG	GG	CC	GG
232	002006993603	3	5	3	2	2	2	6	88	428	68.83	3	GG	AA	TT	GG	GG	TT	GA
233	000200568072	5	5	3	1	2	3	10	86	457	65.37	2	GG	AG	CT	GG	GG	CC	GG
234	002007008977	6	5	3	1	2	4	10	71	350	65.99	2	GA	GG	TT	AA	GG	CT	GG
235	002006993574	3	5	3	2	2	2	11	77	400	64.94	2	GA	GG	CT	AG	GA	CT	GA
236	000200568355	6	5	3	1	2	4	9	85	424	66.66	2	GG	AA	CT	AG	GA	CC	GG
237	002006993935	9	5	3	1	2	5	6	81	311	70.73	3	GA	AG	CT	AA	GA	CC	GG
238	002006993943	6	4	3	1	2	4	8	67	416	65.14	2	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GG
239	002007009417	6	5	3	1	2	4	10	87	484	64.85	2	GG	AG	CT	AA	GA	CT	GA
240	002007009425	4	5	3	1	2	3	13	74	423	62.75	2	GG	AG	CT	AG	GG	CC	GG
241	002000579719	5	5	3	1	2	3	14	77	381	63.53	2	GG	GG	TT	AA	GA	CC	GG
242	002000579727	9	5	3	1	2	5	12	96	372	67.46	2	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GG
243	002000579751	5	4	3	1	2	3	20	86	383	60.9	1	GG	GG	CT	AA	GA	CC	GA
244	002006995238	8	5	3	1	2	5	11	80	376	65.91	2	GG	GG	CC	AG	GA	CT	GG
245	002006993898	6	5	3	1	2	4	11	75	349	65.91	2	GA	GG	CC	AG	GA	CT	GG
246	000200569130	9	4	3	1	2	5	12	80	394	64.85	2	GG	GG	CT	AA	GA	CC	GG
247	000201126318	5	6	3	1	2	3	17	79	425	60.85	1	GG	AG	CT	AA	GG	CC	GA
248	002006993871	9	5	3	1	2	5	8	74	354	67.53	3	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GG
249	000201126288	3	5	3	2	2	2	10	96	541	64.66	2	GA	AG	TT	AG	GG	CC	GG
250	002006603223	4	6	3	1	2	3	10	84	418	66.05	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
251	002006996031	4	5	3	1	2	3	10	81	379	66.59	2	GG	AA	CT	AA	GA	CT	GA
252	002009833416	4	4	3	1	2	3	13	95	549	62.46	2	GA	GG	TT	AG	GG	CT	GG
253	000201083284	7	5	3	1	2	4	13	97	445	65.21	2	GA	GG	CC	AA	GG	CT	GG
254	002009833424	7	5	3	1	2	4	12	105	431	67.22	2	GA	AG	CT	AA	GG	CC	GG
255	002009833432	7	5	3	1	2	4	11	102	453	66.92	2	GG	AG	CT	GG	GG	CT	AA
256	002006603231	3	5	3	2	2	2	17	75	486	58.87	1	GG	AA	CT	AG	GG	CT	GG
257	002006603215	4	5	3	1	2	3	13	85	398	64.78	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GG
258	002006994157	7	5	3	1	2	4	7	99	374	70.93	3	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
259	002006994165	7	5	3	1	2	4	12	91	344	67.48	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG
260	000200569390	8	5	3	1	2	5	10	96	409	67.82	3	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GG
261	000200569406	9	5	3	1	2	5	14	112	467	66.01	2	GG	GG	CT	AG	GA	CC	GA
262	000200569413	9	5	3	1	2	5	12	97	385	67.28	2	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GG
263	002000582440	6	5	3	1	2	4	11	96	451	66.19	2	GG	GG	CT	AA	GG	CT	GG
264	002000582546	6	5	3	1	2	4	11	79	488	63.09	2	GG	AG	CT	AA	GA	CT	GG
265	002006994085	8	5	3	1	2	5	10	95	426	67.29	2	GG	AG	CT	AA	GG	CT	GG
266	000200569451	9	5	3	1	2	5	10	99	448	67.28	2	GG	AG	CT	AG	GG	CC	GG
267	000200569420	8	5	3	1	2	5	8	98	408	69.36	3	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GA
268	002000582423	8	5	3	1	2	5	10	94	424	67.2	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG
269	002000582562	6	5	3	1	2	4	6	87	367	70.16	3	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
270	002000582415	6	5	3	1	2	4	8	97	391	69.64	3	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG
271	000201083390	8	5	3	1	2	5	9	94	373	69.05	3	GG	GG	CT	AG	GG	CC	GA
272	000201083406	5	5	3	1	2	3	10	101	446	67.59	3	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GG
273	000200569444	8	5	3	1	2	5	8	96	403	69.22	3	GG	AG	CT	AA	GG	CT	GG
274	000200569437	6	5	3	1	2	4	10	93	402	67.6	3	GG	AG	TT	AG	AA	CT	GA
275	002000566878	7	4	3	1	2	4	11	94	461	65.69	2	GG	GG	TT	AA	GG	CC	GA
276	002000566909	4	6	3	1	2	3	7	88	451	67.65	3	GG	AA	CT	AA	GA	TT	GG
277	002000566917	7	4	3	1	2	4	8	93	392	69.09	3	GG	AG	CT	AA	GG	CT	GG
278	002000566976	8	4	3	1	2	5	14	95	428	64.74	2	GG	GG	CT	AA	GG	CT	GG
279	002006995318	5	5	3	1	2	3	13	92	444	64.59	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
280	002006995326	9	5	3	1	2	5	5	99	355	72.63	3	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GG
281	002006993582	8	5	3	1	2	5	10	93	365	68.49	3	GG	GG	CT	AA	GG	CT	GG
282	002006995300	7	4	3	1	2	4	11	83	400	65.72	2	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GA
283	000201126950	7	5	3	1	2	4	12	96	449	65.61	2	GA	AG	CT	GG	GG	CT	GA
284	002006995342	8	4	3	1	2	5	13	98	457	65.06	2	GG	AG	CC	AA	GA	CT	GA
285	000201126974	7	5	3	1	2	4	12	106	447	66.96	2	GA	GG	CT	AG	GG	CT	GA
286	002006995367	5	4	3	1	2	3	22	93	499	57.77	1	GG	AG	CT	AG	GG	CC	GG
287	000201199657	4	5	3	1	2	3	24	81	476	55.52	1	GG	GG	CT	GG	GA	TT	AA
288	000201126936	9	5	3	1	2	5	10	102	409	68.6	3	GA	GG	CT	AG	GG	CT	AA
289	002006993404	5	5	3	1	2	3	11	95	409	67.07	2	GG	AG	CT	GG	GG	CT	GG
290	002006993293	6	5	3	1	2	4	8	96	439	68.35	3	GA	GG	CT	GG	GG	CT	GG
291	002007008514	4	6	3	1	2	3	11	71	370	64.88	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
292	002000579093	7	5	3	1	2	4	8	87	385	68.48	3	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
293	002000579181	7	5	3	1	2	4	8	85	373	68.51	3	GA	GG	CT	AG	GG	TT	GA
294	002007008491	3	4	3	2	2	2	10	87	390	67.11	2	GA	AG	TT	AG	GA	CT	GG
295	000201116142	6	5	3	1	2	4	13	106	459	66.05	2	GA	AG	CT	GG	GA	CT	GA
296	002007008506	5	5	3	1	2	3	10	91	346	68.69	3	GG	AA	TT	GG	GG	CT	GG
297	000200569994	7	5	3	1	2	4	15	107	465	64.78	2	GG	AG	CT	GG	GG	CT	GG
298	000203349753	4	6	4	1	2	3	14	86	434	63.42	2	GA	GG	TT	AG	GA	CT	GA
299	000203351657	4	5	3	1	2	3	12	89	414	65.54	2	GG	AG	TT	GG	GG	CC	GA
300	002000578646	8	5	3	1	2	5	12	87	432	64.85	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GG

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
301	002005503538	8	5	3	1	2	5	13	73	406	63.03	2	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GG
302	000201083185	7	5	3	1	2	4	10	105	510	66.57	2	GG	AG	TT	AA	GA	CT	GG
303	000201333228	3	5	3	2	2	2	10	96	579	63.74	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG
304	002007009931	6	5	3	1	2	4	24	83	480	55.68	1	GG	AG	TT	AA	GG	CT	GG
305	002007017966	9	5	3	1	2	5	13	98	426	65.8	2	GA	AG	TT	AG	GG	CT	GG
306	000196291251	7	5	3	1	2	4	15	79	428	62.03	2	GG	AG	CC	AG	GA	CT	GG
307	000201257869	5	5	3	1	2	3	15	66	407	60.85	1	GG	AG	TT	AA	GA	CT	GG
308	002000569356	6	6	3	1	2	4	7	61	360	66.32	2	GG	AG	CT	AG	GG	CC	GG
309	000196293439	6	5	3	1	2	4	15	93	490	62.36	2	GA	AG	CT	AG	GG	TT	GA
310	002009769066	6	5	3	1	2	4	15	78	409	62.36	2	GA	AA	CT	AG	GA	TT	GG
311	000197186426	6	5	3	1	2	4	14	92	466	63.44	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
312	000201333235	5	5	3	1	2	3	14	89	496	62.33	2	GG	GG	CT	AA	GA	CT	GA
313	000196292470	4	5	3	1	2	3	13	80	442	63.08	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
314	000197176496	5	5	3	1	3	3	12	104	565	63.87	2	GA	AG	TT	AG	GA	CT	GA
315	000197167548	6	4	3	1	2	4	13	77	286	66.43	2	GA	GG	TT	AG	GA	CC	GG
316	000201333198	5	4	3	1	2	3	10	87	397	66.94	2	GA	GG	TT	AA	GA	CT	GA
317	000201115763	4	4	3	1	2	3	16	98	455	63.23	2	GA	AG	TT	AA	GA	CT	GA
318	000201081617	6	5	3	1	2	4	5	76	404	68.47	3	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
319	000201333204	7	4	3	1	2	4	11	94	389	67.42	2	GA	GG	CT	GG	GG	CT	AA
320	000201081624	2	5	3	2	2	2	6	82	385	69.08	3	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GG
321	002009768844	6	5	3	1	2	4	13	95	413	65.72	2	GG	GG	CT	AA	GG	CC	GG
322	002009768877	6	5	3	1	2	4	16	89	437	62.49	2	GG	AG	TT	AA	GG	CC	GA
323	002009781365	7	5	3	1	2	4	10	94	442	66.77	2	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA
324	002009781357	6	4	3	1	2	4	13	83	435	63.63	2	GG	GG	TT	AG	GA	CT	GG
325	000201257081	7	5	3	1	2	4	8	103	491	68.02	3	GG	AG	TT	AA	GA	CT	GG
326	002009768893	6	5	3	1	2	4	21	90	458	58.99	1	GA	AG	TT	AG	GG	CC	GG
327	002009789351	5	5	3	1	2	3	10	106	372	70.01	3	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
328	002006997673	4	5	3	1	2	3	12	108	508	65.76	2	GG	GG	CT	AA	GA	CT	GA
329	002006997681	7	5	3	1	2	4	13	80	393	64.25	2	GG	AG	CC	AA	GG	CT	GG
330	000200569079	3	5	3	2	2	2	10	87	457	65.5	2	GG	AG	CT	AA	AA	CT	GA
331	002005502883	8	5	3	1	2	5	8	90	378	69.04	3	GG	GG	TT	AG	GA	CC	GG
332	000201257715	6	5	3	1	2	4	11	109	458	67.71	3	GG	AG	TT	AG	GA	CT	GG
333	000201081488	6	5	3	1	2	4	7	77	447	66.32	2	GG	GG	CT	AA	GG	CT	GG
334	002000567491	4	4	3	1	2	3	18	76	455	59.12	1	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GA
335	002006997657	7	4	3	1	3	4	10	91	439	66.45	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GG
336	002006997665	6	5	3	1	2	4	12	73	359	64.78	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
337	000201115725	8	5	3	1	2	5	10	97	414	67.83	3	GA	AG	CT	AA	GG	CC	GA
338	002007020912	8	5	3	1	2	5	10	85	475	64.81	2	GA	AG	CT	AA	GG	CT	GG
339	002007020970	7	5	3	1	2	4	7	97	429	69.35	3	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GA
340	002007020988	6	5	3	1	2	4	12	86	410	65.25	2	GA	AG	TT	AG	GG	CC	GG
341	002007020996	5	5	3	1	2	3	11	94	443	66.12	2	GA	AG	TT	AA	GG	CC	GA
342	002007021000	7	5	3	1	2	4	13	102	439	66.01	2	GG	AG	TT	AG	GA	CC	GG
343	002007018006	6	5	3	1	2	4	9	103	399	69.6	3	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GG
344	002009768107	6	5	3	1	2	4	10	82	381	66.68	2	GG	AG	CT	AA	GA	CT	GA
345	000201112632	3	5	3	2	2	2	14	100	458	64.67	2	GA	AG	TT	AG	GA	CC	GG
346	002007017907	7	5	3	1	2	4	10	93	402	67.6	3	GG	AG	TT	AA	GG	CT	GG
347	000201115718	3	5	3	2	2	2	8	77	418	66.39	2	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GG
348	002007017896	7	5	3	1	2	4	9	84	376	67.68	3	GA	AG	CT	AG	GA	CC	GG
349	000201112540	4	6	3	1	2	3	10	85	405	66.49	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
350	000201116227	6	6	3	1	2	4	6	86	411	68.98	3	GG	GG	TT	AG	GA	CC	GG

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
351	002006992127	6	5	3	1	2	4	10	82	387	66.53	2	GG	AG	TT	AA	GA	CC	GA
352	002007020832	6	5	3	1	2	4	8	78	375	67.55	3	GG	AG	CT	AA	GA	CC	GG
353	002007010108	6	4	3	1	2	4	10	87	418	66.44	2	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GG
354	002007017781	6	5	3	1	2	4	9	77	388	66.48	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
355	002009768932	6	5	3	1	2	4	10	86	408	66.55	2	GG	GG	TT	AA	GA	CT	GG
356	002009768836	9	5	3	1	2	5	13	102	426	66.32	2	AA	AG	CT	AA	GA	CT	GA
357	002009768869	5	5	3	1	2	3	11	92	428	66.22	2	AA	AG	CT	AG	GA	CC	GA
358	002009780707	4	5	3	1	2	3	10	95	463	66.4	2	GA	AG	CT	AA	GA	CT	AA
359	002009768973	9	4	3	1	2	5	14	89	407	64.46	2	GA	AG	CT	AG	GA	CC	GG
360	002009769015	8	5	3	1	2	5	10	84	421	65.98	2	GG	AG	CT	AA	GA	CC	GG
361	002009769099	2	5	3	2	2	2	16	86	449	61.81	1	AA	AG	CT	GG	GA	CT	AA
362	002006992119	9	5	3	1	2	5	9	87	352	68.65	3	GA	AG	CT	AG	GA	CC	GA
363	000200570198	9	5	3	1	2	5	9	111	440	69.65	3	GG	AG	CT	AA	GA	CT	GA
364	002009768797	8	5	3	1	2	5	11	85	387	66.3	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
365	002009819514	7	5	3	1	2	4	15	81	423	62.41	2	GG	AG	CT	AG	GA	TT	GG
366	002000567514	9	4	3	1	2	5	22	93	420	59.67	1	GA	AG	CT	AG	GA	CC	GG
367	002007017724	8	4	3	1	2	5	9	78	366	67.14	2	GG	AG	CC	AG	GA	CC	GG
368	002009768246	4	5	3	1	2	3	9	71	396	65.51	2	GA	AG	CT	AG	GA	CC	GA
369	002009768287	5	5	3	1	2	3	15	84	408	63.16	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
370	002006996283	6	5	3	1	2	4	11	93	407	66.86	2	GG	AG	TT	AG	GA	CT	GA
371	002000576931	5	5	3	1	2	3	10	104	430	68.36	3	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GG
372	002000577820	6	5	3	1	2	4	13	77	464	62.16	2	GG	AG	CC	AA	GA	CT	GA
373	002000579229	6	5	3	1	2	4	15	82	350	64.29	2	GG	AG	CT	AG	GA	TT	GG
374	002000579850	6	5	3	1	2	4	12	89	459	64.46	2	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GG
375	002007001767	5	5	3	1	2	3	15	91	444	63.21	2	GG	GG	CC	AG	GA	CT	GA
376	002007008338	7	5	3	1	2	4	15	94	460	63.21	2	GG	AG	CC	AA	GA	CC	GG
377	002007012380	9	5	3	1	2	5	16	92	419	63.31	2	GG	AG	CT	AA	GA	CC	GA
378	002009768375	6	5	3	1	2	4	14	92	433	64.23	2	GG	AG	CT	AA	GA	CC	GG
379	002009790204	6	5	3	1	2	4	15	97	481	63.1	2	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GA
380	002031733880	7	5	3	1	2	4	13	95	509	63.42	2	GG	GG	TT	AG	GA	CC	GA
381	002006998385	6	5	3	1	2	4	15	92	460	62.95	2	GA	AG	TT	AG	GA	CC	GA
382	002009824472	6	5	3	1	2	4	18	96	510	60.4	1	GG	AA	CT	GG	GA	CT	GG
383	000197347117	6	5	3	1	2	4	14	87	440	63.41	2	GA	GG	TT	AA	GG	TT	GA
384	002006996435	6	5	3	1	2	4	15	90	414	63.8	2	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GG
385	002007002358	5	6	3	1	2	3	8	85	452	66.61	2	GG	GG	CT	AA	GA	CC	GA
386	002007012550	6	5	3	1	2	4	22	103	558	57.66	1	GG	AG	TT	AA	GG	CT	GG
387	002007017765	6	5	3	1	2	4	11	82	426	64.97	2	GG	AA	CT	AG	GG	CT	GG
388	002007018731	6	5	3	1	2	4	10	86	399	66.76	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GA
389	002007010702	6	5	3	1	2	4	14	107	577	62.72	2	GA	AA	CT	GG	GG	CT	GA
390	002009826337	8	5	3	1	2	5	22	91	489	57.75	1	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
391	002009775892	7	5	3	1	3	4	11	88	427	65.73	2	GG	GG	TT	AA	GA	CC	GG
392	002009824472	6	5	3	1	2	4	18	96	510	60.4	1	GA	AG	TT	AG	GG	CC	GA
393	002009826216	5	5	3	1	2	3	10	94	500	65.38	2	AA	AA	CT	GG	GG	CC	GG
394	002009791375	8	5	3	1	2	5	20	86	423	59.94	1	GG	AA	CT	AA	GG	CT	GG
395	002007014352	5	5	3	1	2	3	12	81	424	64.26	2	GA	GG	TT	AG	GG	CC	GG
396	002000568011	6	5	3	1	2	4	9	78	355	67.4	2	GG	GG	CC	AG	GG	CC	GA
397	000201147177	5	5	3	1	3	3	11	97	433	66.75	2	GA	AG	CC	AA	GA	CT	GA
398	000201148020	6	5	3	1	2	4	10	110	480	67.94	3	GG	AG	CC	AA	GA	CT	GA
399	000201148969	5	5	3	1	3	3	11	103	453	67.05	2	GG	AG	CC	AG	GA	CT	GA
400	000201148891	4	5	3	1	2	3	7	90	422	68.61	3	GA	AA	CT	AG	GA	CC	GA

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
401	000201148976	2	5	3	2	2	2	8	98	443	68.52	3	GA	AG	CT	GG	GA	CT	GA
402	000201149003	5	5	3	1	2	3	14	82	421	63.22	2	GG	AA	CT	AG	AA	CC	GA
403	000201149317	5	5	3	1	2	3	8	88	419	67.79	3	GG	AA	CC	GG	GA	CC	GA
404	002000585143	5	4	3	1	2	3	10	98	429	67.6	3	GG	AA	CC	AA	GA	CT	GA
405	002000585080	5	5	3	1	2	3	15	99	558	61.51	1	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA
406	000201149461	4	5	3	1	2	3	10	95	400	67.91	3	GA	AA	CC	AG	GA	CT	AA
407	002000585225	5	5	3	1	2	3	13	89	388	65.54	2	GA	AA	CT	AG	GA	TT	GA
408	002000585022	4	5	3	1	2	3	12	94	457	65.16	2	GG	AA	CC	AG	GA	CT	AA
409	000201148815	6	5	3	1	2	4	9	102	448	68.29	3	GA	AA	CT	AA	AA	CT	GA
410	000201148723	4	4	3	1	2	3	12	91	449	64.96	2	GG	AG	CC	AG	GA	CT	GA
411	002000585047	5	5	3	1	2	3	10	91	375	67.99	3	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
412	002000568206	6	5	3	1	2	4	11	82	419	65.14	2	GG	AG	TT	AG	GG	CC	GG
413	000201149331	3	5	3	2	2	2	11	109	454	67.81	3	GG	AA	CT	AG	GA	CC	GG
414	000201149270	5	5	3	1	2	3	10	99	442	67.42	2	GG	AG	CT	AG	AA	CC	AA
415	000201147191	4	5	3	1	2	3	10	105	514	66.47	2	GG	AG	CT	AG	GA	TT	GA
416	000201147689	3	5	3	2	2	2	15	86	408	63.42	2	GG	AA	CT	AG	GA	CT	GA
417	000201147214	3	5	3	2	2	2	10	83	414	66.01	2	GA	GG	CT	AG	GA	CT	GG
418	002007003406	9	5	3	1	2	5	11	84	449	64.68	2	GA	AG	CT	AA	GG	CT	GG
419	002000576079	7	5	3	1	2	4	7	92	452	68.15	3	GG	GG	TT	AG	GG	CT	GA
420	002000577485	7	5	3	1	2	4	16	87	446	62.02	2	GG	AG	TT	AG	GG	CC	GG
421	002000568247	8	5	3	1	2	5	8	97	465	67.86	3	GG	GG	CC	AG	GG	CT	GG
422	002000565019	7	5	3	1	2	4	6	77	423	67.52	3	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GG
423	002007020306	8	5	3	1	2	5	9	111	437	69.73	3	GG	GG	CT	GG	GA	CT	GA
424	002007018887	7	5	3	1	3	4	10	94	391	68	3	GA	AG	CT	AG	GG	CC	GG
425	002007010307	3	5	3	2	2	2	10	102	479	66.92	2	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GA
426	002000579296	2	5	3	2	2	2	9	72	383	65.95	2	GA	AG	CT	AA	GG	CT	GA
427	002000584095	6	6	3	1	2	4	8	79	439	66.14	2	GA	GG	TT	AG	GA	CC	GA
428	002000579876	5	5	3	1	2	3	10	81	453	64.82	2	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA
429	002007001197	8	5	3	1	2	5	14	98	436	64.94	2	GA	GG	TT	AG	GA	CC	GG
430	002000564979	8	5	3	1	2	5	12	86	428	64.82	2	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GA
431	002000565754	6	4	3	1	2	4	16	94	481	62.09	2	GA	GG	CT	AA	GG	CC	GG
432	002000578898	7	5	3	1	2	4	10	80	394	66.1	2	GG	GG	TT	AG	GG	CC	GA
433	002000565336	6	5	3	1	2	4	12	96	441	65.81	2	GG	GG	TT	AG	GA	CC	GA
434	002000565352	6	5	3	1	2	4	11	87	425	65.64	2	GG	GG	CT	AA	GG	CC	GG
435	002007020371	6	5	3	1	2	4	11	81	452	64.22	2	GG	GG	CT	AG	GA	CC	GG
436	002000583434	6	5	3	1	2	4	9	86	385	67.72	3	GG	GG	CT	AG	GG	CC	GA
437	002009819104	5	5	3	1	2	3	12	94	453	65.26	2	GA	GG	TT	AG	GG	CT	GG
438	002008010966	8	5	3	1	2	5	11	96	471	65.71	2	GA	GG	CT	AA	GG	CT	GA
439	002007026292	8	5	3	1	2	5	16	98	400	64.55	2	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA
440	002007411792	7	5	3	1	2	4	14	106	436	65.98	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
441	002009778995	6	5	3	1	2	4	12	87	458	64.23	2	GG	AA	TT	AG	GA	CT	AA
442	002007003836	6	5	3	1	2	4	7	77	367	68.24	3	GA	AG	TT	AG	GA	CT	GG
443	002007411813	7	5	3	1	2	4	14	91	413	64.58	2	GG	AG	TT	AA	GA	CT	GG
444	002002925913	5	5	3	1	2	3	15	87	426	63.12	2	GG	AG	TT	AG	GA	CT	GA
445	000203347452	7	5	3	1	2	4	8	112	444	70.31	3	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
446	002001017830	6	5	3	1	2	4	14	105	426	66.09	2	GA	AG	CT	AG	GA	TT	AA
447	002009778866	4	5	3	1	2	3	29	113	445	57.29	1	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
448	002007009601	6	5	3	1	2	4	10	86	385	67.1	2	GA	GG	CT	AA	GG	CC	GA
449	000203664405	9	5	3	1	2	5	15	99	429	64.61	2	GG	AG	CC	AG	GA	CT	GA
450	002009778874	8	5	3	1	2	5	11	95	396	67.38	2	GG	AG	CC	AA	GA	CT	GA

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
451	002009819090	5	5	3	1	2	3	8	79	318	69.05	3	GA	GG	CT	GG	GG	CT	GA
452	002009778946	5	5	3	1	2	3	11	108	422	68.45	3	GA	AG	TT	AG	GG	CC	GA
453	002000567354	8	5	3	1	2	5	9	93	534	65.06	2	GA	GG	CT	AG	GG	CC	GA
454	002000569799	7	5	3	1	2	4	11	72	375	64.89	2	GG	GG	CC	AA	GG	CT	GA
455	002006997163	5	4	3	1	2	3	15	86	436	62.75	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
456	002007020613	9	5	3	1	2	5	17	95	430	62.81	2	GA	AG	CC	AA	GG	CC	GA
457	002007018135	6	5	3	1	2	4	8	100	441	68.83	3	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GA
458	002005502328	5	5	3	1	2	3	6	82	380	69.2	3	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
459	002007017183	7	5	3	1	2	4	12	92	445	65.19	2	GG	AG	CC	AA	GA	CT	GA
460	002007017191	6	5	3	1	2	4	7	87	442	67.74	3	AA	AG	CC	AG	GG	CC	GA
461	002006997155	9	5	3	1	2	5	7	104	402	70.91	3	GG	GG	TT	AA	GG	CC	GA
462	002007018143	8	5	3	1	2	5	12	91	438	65.23	2	GG	AG	CT	AA	GA	CT	GA
463	002000569766	7	5	3	1	2	4	6	91	397	69.96	3	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA
464	002000569731	7	4	3	1	2	4	9	83	402	66.93	2	GG	AG	CT	AA	GA	CC	GA
465	000201114261	7	4	3	1	2	4	11	98	457	66.31	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
466	002007021552	8	4	3	1	2	5	10	82	374	66.84	2	GA	AG	CT	AG	GG	CC	GA
467	002005502019	8	5	3	1	2	5	13	91	405	65.39	2	GG	GG	CC	AG	GA	CT	GA
468	002005502043	5	5	3	1	2	3	7	87	371	69.44	3	GG	AG	CC	AG	GG	CC	GA
469	000201256794	7	5	3	1	2	4	13	97	458	64.9	2	GA	GG	CT	AA	GG	CT	GA
470	000201256800	6	4	3	1	2	4	11	93	386	67.36	2	GG	AA	CC	GG	GA	CC	GA
471	002005502141	6	4	3	1	2	4	15	86	416	63.23	2	GA	GG	CC	AG	GA	CT	GA
472	000201256718	7	5	3	1	2	4	14	89	418	64.2	2	GA	AA	CC	GG	GA	CC	GA
473	002006998272	5	5	3	1	2	3	14	85	428	63.44	2	GG	AG	CC	AA	GG	CT	GA
474	002007021034	8	5	3	1	2	5	15	103	455	64.5	2	GG	AG	CT	AA	GG	CC	GA
475	002007021368	7	5	3	1	2	4	12	98	461	65.59	2	GA	GG	CT	GG	GG	CT	GA
476	002007021632	9	5	3	1	2	5	12	97	397	66.99	2	GG	AG	CT	AA	GA	CC	GA
477	000201148327	5	5	3	1	2	3	17	94	484	61.39	1	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA
478	002031730112	8	5	3	1	2	5	12	119	397	69.85	3	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GA
479	002000857716	8	5	3	1	2	5	9	112	450	69.54	3	GG	GG	CT	AA	GG	CC	GA
480	002006992217	7	4	3	1	2	4	17	84	419	61.65	1	GA	GG	CT	AG	GG	CC	GA
481	002007003965	5	5	3	1	2	3	10	98	459	66.88	2	GG	GG	CT	AA	GA	CC	GA
482	002007017271	9	5	3	1	2	5	12	91	412	65.85	2	GG	AG	CT	AG	GG	TT	GA
483	002007004306	8	5	3	1	2	5	13	103	418	66.64	2	GG	GG	CC	AA	GG	CC	GA
484	002007003070	8	5	3	1	2	5	11	83	373	66.37	2	GG	GG	CC	AG	GG	CC	GA
485	002000771498	9	5	3	1	2	5	19	110	491	62.05	2	AA	AG	TT	AG	GG	TT	GA
486	002007008320	6	5	3	1	2	4	11	97	443	66.51	2	GG	AG	TT	AA	GG	CC	GA
487	002000856784	9	5	3	1	2	5	12	108	517	65.54	2	GG	AG	CC	AA	GA	CT	GA
488	002006785093	8	5	3	1	2	5	8	87	372	68.79	3	GG	GG	CT	AA	GA	CC	GG
489	002000503367	6	5	3	1	2	4	11	99	399	67.83	3	AA	GG	TT	AA	GG	CT	GA
490	002000797182	8	5	3	1	2	5	13	101	465	65.25	2	GG	GG	CT	GG	GA	TT	GG
491	002006994794	5	5	3	1	2	3	15	98	439	64.24	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GA
492	000200570754	6	5	3	1	2	4	18	115	490	63.35	2	GA	AG	CT	AG	AA	CT	GA
493	002008088108	5	5	3	1	2	3	16	108	424	65.27	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG
494	000201322611	7	5	3	1	2	4	13	113	491	66.19	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	AA
495	002003396907	6	5	3	1	2	4	9	104	438	68.79	3	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GA
496	000203021611	6	5	3	1	2	4	13	105	422	66.81	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
497	000197044221	7	5	3	1	2	4	13	106	454	66.17	2	GA	AA	CT	AG	GA	CT	GG
498	000201148181	9	5	3	1	2	5	13	96	446	65.06	2	GA	AG	CT	AG	GA	CT	GA
499	000201128268	2	5	3	2	2	2	15	87	501	61.32	1	GG	AG	CT	AA	GA	CT	AA
500	000201115800	5	4	3	1	2	3	25	97	469	57.14	1	GA	GG	CT	GG	GG	CC	GA

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
501	000202617198	5	5	3	1	2	3	16	96	521	61.39	1	GA	AG	CT	AG	GA	CC	AA
502	000197174249	4	4	3	1	2	3	14	97	491	63.49	2	GG	GG	CT	AA	GA	CT	GG
503	000196302957	4	5	3	1	2	3	14	100	520	63.18	2	GG	AA	CT	GG	GA	CC	GA
504	000201115190	6	4	3	1	2	4	17	88	425	62.02	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
505	000203347742	6	4	3	1	2	4	15	75	484	60.17	1	GG	AA	CT	AG	GA	CT	GG
506	000203347537	6	5	3	1	2	4	9	94	445	67.32	2	GG	AG	CT	AA	GA	CT	GA
507	002007014019	7	5	3	1	2	4	8	76	404	66.59	2	GA	AA	CT	AA	GG	CT	AA
508	002007014168	6	4	3	1	2	4	11	84	429	65.16	2	GG	AG	CT	AA	GG	CT	GA
509	002007015554	2	5	3	2	2	2	10	84	448	65.33	2	GA	GG	CT	GG	GG	CC	GA
510	002007017757	7	5	3	1	2	4	7	88	420	68.39	3	GG	AG	TT	AA	GG	CT	GA
511	002007019646	4	5	3	1	2	3	8	79	399	67.1	2	GA	AG	CT	GG	GG	CT	GG
512	002000579518	3	5	3	2	2	2	9	71	401	65.39	2	GA	AG	CC	GG	GA	CT	GA
513	002000578566	5	5	3	1	2	3	10	77	420	65.09	2	GG	GG	CC	AG	GG	CT	GG
514	002006995037	7	5	3	1	2	4	9	92	450	66.94	2	GA	GG	CT	AG	GA	CT	GG
515	002007003990	6	5	3	1	3	4	11	91	443	65.73	2	GG	GG	CT	AA	GA	CT	GG
516	002007004777	7	5	3	1	2	4	11	78	375	65.67	2	GG	GG	CT	AA	GA	CT	GA
517	002006996015	7	4	3	1	2	4	14	78	423	62.65	2	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GG
518	002007015136	8	5	3	1	2	5	11	76	404	64.72	2	GG	GG	TT	AA	GA	CT	GG
519	002007016274	8	4	3	1	2	5	9	91	428	67.34	2	GA	GG	CT	AG	GG	CT	GG
520	002007016282	5	5	3	1	2	3	12	82	382	65.4	2	GA	AG	CC	GG	GA	CT	GG
521	002007017409	7	5	3	1	2	4	9	91	354	69.12	3	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GG
522	002000577436	3	5	3	1	2	2	10	94	468	66.15	2	GA	AG	CT	AG	GA	CC	GA
523	002009821331	3	4	3	2	2	2	7	96	425	69.31	3	GG	AA	CT	AG	AA	CT	GA
524	002000582714	6	5	3	1	2	4	15	92	459	62.98	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GA
525	002006992975	9	5	3	1	2	5	15	91	449	63.09	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GG
526	002006994036	6	5	3	1	2	4	20	88	424	60.17	1	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG
527	002006998352	7	5	3	1	2	4	19	91	495	59.48	1	GG	GG	CT	AG	GA	CC	GA
528	002007020945	4	5	3	1	2	3	16	84	417	62.32	2	GA	AG	CC	AA	GA	CT	GG
529	002007010044	6	5	3	1	2	4	18	90	491	60.08	1	GA	AG	CT	AA	GG	CT	GG
530	002000571697	7	5	3	1	2	4	16	98	482	62.58	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
531	002006993324	5	5	3	1	2	3	8	80	387	67.52	3	GA	GG	CC	AG	GG	CC	GG
532	002006996291	6	5	3	1	2	4	9	77	344	67.54	3	GG	GG	CC	AA	GG	CT	GG
533	002006996306	5	6	3	1	2	3	6	82	337	70.23	3	GG	AG	CT	AG	GG	TT	GA
534	002000583400	8	5	3	1	2	5	15	94	451	63.43	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
535	002007010253	7	5	3	1	2	4	15	83	398	63.27	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GA
536	002007018975	6	5	3	1	2	4	12	85	386	65.7	2	GA	GG	CT	AG	GG	CT	GA
537	002007018991	6	5	3	1	2	4	9	98	449	67.75	3	GG	AG	CT	AA	GA	CT	GA
538	002000583821	5	5	3	1	2	3	15	96	397	64.99	2	GA	GG	CT	AG	GG	CT	GG
539	002007018983	4	5	3	1	2	3	7	96	410	69.67	3	GA	AG	CT	AG	GG	CC	GG
540	002006996058	6	4	3	1	2	4	10	82	339	67.68	3	GG	AG	CC	AA	GG	TT	GA
541	002006996689	6	4	3	1	2	4	14	95	381	65.87	2	GA	AG	CT	GG	GA	TT	GA
542	002006999925	5	5	3	1	2	3	6	73	379	68.05	3	GA	AG	TT	AA	GA	CC	GA
543	002006999894	4	5	3	1	2	3	11	97	487	65.46	2	GG	AG	CT	GG	GG	CC	GA
544	002006999909	8	5	3	1	2	5	8	95	406	69.02	3	GG	AA	CT	AG	GG	CT	GA
545	002000570676	3	5	3	2	2	2	16	84	422	62.2	2	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GA
546	002007003772	6	5	3	1	2	4	15	93	415	64.16	2	GA	AG	TT	AA	GA	CT	GG
547	002000584441	4	5	3	1	2	3	13	88	391	65.34	2	GG	GG	TT	AG	GG	CC	GG
548	002007015072	8	5	3	1	2	5	10	85	374	67.23	2	GG	GG	CT	AG	GG	CC	GA
549	002000570668	5	5	3	1	2	3	10	87	352	68.02	3	GG	AG	CT	AG	GG	CT	AA
550	002007003789	8	5	3	1	2	5	9	85	418	66.8	2	GA	AG	CC	AG	AA	CC	GA

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
551	002000584425	3	5	3	2	2	2	12	80	400	64.71	2	GG	AG	CC	AG	GA	CT	GG
552	002008080509	7	5	3	1	2	4	14	81	412	63.3	2	GG	GG	TT	AA	GG	CT	GA
553	000201334010	4	5	3	1	2	3	20	94	466	59.95	1	GA	AA	TT	AG	GA	CT	GA
554	000203350971	8	5	3	1	2	5	15	100	460	63.99	2	GA	GG	TT	GG	GG	CC	GA
555	000201334027	6	5	3	1	2	4	13	102	435	66.1	2	GA	GG	TT	GG	GG	CT	GA
556	000203350957	7	5	3	1	2	4	11	80	397	65.41	2	GA	GG	TT	AG	GG	CT	GG
557	000203349333	4	5	3	1	2	3	13	85	430	64.01	2	GG	AA	CT	GG	GG	CT	GG
558	000201081679	4	5	3	1	2	3	11	86	483	64.12	2	GA	AA	TT	AG	GG	CC	GG
559	000201200124	3	5	3	2	2	2	20	78	441	58.47	1	GG	AA	TT	AG	GA	CT	GA
560	000203349340	6	5	3	1	2	4	16	92	447	62.64	2	GA	GG	TT	AG	GA	CT	GG
561	000201200193	5	5	3	1	2	3	15	87	428	63.07	2	GA	AG	TT	AA	GA	CC	GG
562	000203350988	5	4	2	1	2	3	13	93	476	63.95	2	GA	AG	TT	AG	GA	CC	GG
563	000197171460	6	6	3	1	2	4	8	103	446	69.1	3	GG	AG	TT	AG	GA	CC	GA
564	000189826910	5	5	3	1	3	3	13	100	504	64.19	2	GA	AA	CC	AG	GA	CT	GG
565	000197176540	6	5	3	1	2	4	9	75	417	65.53	2	GA	GG	TT	AG	GA	CT	GA
566	000201081204	7	5	3	1	2	4	16	78	437	61.06	1	GG	AG	TT	AG	GG	CT	GA
567	002000577364	3	5	3	2	2	2	8	83	363	68.49	3	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GG
568	002007015101	8	4	3	1	2	5	15	96	447	63.79	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	GG
569	000201081211	5	5	3	1	2	3	15	93	528	61.45	1	GA	GG	TT	AG	AA	CT	GA
570	000201081198	6	5	3	1	2	4	14	92	480	63.1	2	GA	AG	CT	AG	GA	CT	AA
571	002000571904	5	5	3	1	2	3	11	74	347	65.83	2	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GG
572	000201128725	5	5	3	1	2	3	14	69	353	63.16	2	GA	AG	CT	AG	GG	CT	GG
573	002000568513	8	5	3	1	2	5	12	90	403	65.94	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
574	002000569887	2	4	3	2	2	2	25	77	435	55.35	1	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
575	002000570527	7	4	3	1	2	4	11	75	338	66.17	2	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GA
576	000201147979	7	5	3	1	2	4	11	96	421	66.91	2	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GA
577	000201147733	8	5	3	1	2	5	8	105	408	70.27	3	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GA
578	002006997585	9	4	3	1	2	5	11	125	439	70.25	3	GG	GG	CT	AG	GA	CT	GG
579	002006993381	9	5	3	1	2	5	21	104	441	61.22	1	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GA
580	002007008434	2	5	3	2	2	2	26	84	440	55.52	1	GA	GG	CT	AG	GA	CT	GA
581	002007012259	6	5	3	1	2	4	13	95	454	64.74	2	GA	AG	CT	AA	GG	CC	GG
582	000201148921	6	5	2	1	2	4	13	98	484	64.41	2	GG	AG	CC	AG	GA	CT	GG
583	002007013026	6	5	3	1	2	4	13	85	445	63.65	2	GG	GG	CC	AG	GA	CT	GA
584	002000577178	5	5	3	1	2	3	13	87	424	64.42	2	GG	GG	CC	AG	GA	CC	GA
585	002000568191	7	5	3	1	2	4	9	82	467	65.24	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
586	002006996040	3	5	3	2	2	2	17	87	413	62.18	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GA
587	002027094850	5	5	3	1	2	3	10	90	330	68.94	3	GG	GG	CT	AA	GG	TT	AG
588	002027094868	8	5	3	1	2	5	13	91	415	65.15	2	GG	AG	CT	AA	GG	TT	GG
589	002027094876	5	5	3	1	2	3	14	95	381	65.87	2	GA	AG	CC	GG	GG	CC	AA
590	002009834802	8	5	3	1	2	5	9	70	327	67.04	2	GG	AG	CC	AG	GA	CC	AG
591	002009802389	9	5	3	1	2	5	11	77	331	66.6	2	GG	AA	CT	AG	GA	CC	AG
592	002027068707	6	5	3	1	2	4	10	87	466	65.29	2	AA	AG	CT	AA	GG	CC	GG
593	002018407040	9	4	2	1	2	5	9	95	318	70.5	3	GA	AA	CT	AG	GG	CC	GG
594	002027095893	9	5	3	1	2	5	14	102	425	65.72	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	AG
595	002018407187	8	5	3	1	2	5	4	82	304	72.27	3	GG	AA	CT	AG	AA	TT	AA
596	002009843619	5	5	3	1	2	3	11	82	430	64.87	2	GG	AA	CT	AG	GG	TT	AG
597	002009847727	6	5	3	1	2	4	9	92	409	67.93	3	GA	AG	CT	AG	GG	TT	AA
598	002009842618	3	5	3	2	2	2	15	86	378	64.14	2	GG	GG	CT	AG	GG	CC	AG
599	002009794141	6	5	3	1	2	4	9	80	389	66.85	2	GG	AG	CT	GG	GG	CT	GG
600	002009804921	6	5	3	1	3	4	9	107	520	67.21	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	AG

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량점	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
601	002009847567	6	5	3	1	2	4	18	113	514	62.51	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	AG
602	002009834554	6	5	3	1	2	4	14	85	438	63.2	2	GG	AG	CT	AA	GG	CT	GG
603	002018407398	4	4	3	1	2	3	11	70	389	64.3	2	GG	GG	CC	AG	GA	CT	AA
604	002018407066	7	5	3	1	2	4	6	71	364	68.15	3	GG	GG	CC	AG	GG	TT	AG
605	002007007482	6	5	3	1	2	4	15	93	467	62.92	2	GG	GG	CT	GG	GA	TT	GG
606	002009803076	5	5	3	1	3	3	11	94	430	66.43	2	GA	AG	CC	GG	GA	CC	AG
607	002009808623	6	5	3	1	2	4	13	90	419	64.93	2	GG	GG	CC	AA	GG	CT	AG
608	002000591032	8	5	3	1	3	5	13	104	485	65.16	2	GG	AA	CC	AG	GG	TT	AA
609	002007007499	5	5	3	1	2	3	17	74	422	60.28	1	GG	AG	CC	AG	GG	CT	GG
610	002000597752	2	5	3	2	2	2	22	78	453	56.93	1	GA	AG	CC	GG	GG	CT	AG
611	002009809554	6	5	3	1	2	4	7	84	346	69.65	3	GG	GG	CC	AG	GA	CT	AG
612	002000599230	6.00	5	3	1	2	4	18	89	473	60.38	1	GG	GG	CT	AA	GG	CC	AG
613	002027096832	9.00	5	3	1	2	5	12	104	424	67.25	2	GG	AA	CT	AA	GG	CT	GG
614	002000601430	9	5	3	1	2	5	15	105	446	64.98	2	AA	AG	CT	AG	AA	CC	AG
615	002000589777	9	4	3	1	2	5	22	100	445	59.98	1	GG	GG	CT	AG	AA	TT	GG
616	002027070568	9	5	3	1	2	5	12	101	347	68.71	3	AA	GG	CC	GG	GA	TT	AG
617	002000601243	6	5	3	1	2	4	25	114	494	58.75	1	AA	GG	CT	AA	GA	CC	AG
618	002007006141	5	5	3	1	2	3	18	96	462	61.55	1	GG	AA	CT	AG	GA	TT	AG
619	002027063026	5	5	3	1	2	3	14	95	431	64.67	2	GA	AA	CT	AA	GG	CT	AG
620	002009800483	8	4	3	1	2	5	14	97	403	65.6	2	GG	AA	CC	AA	GA	CT	AG
621	002009800830	7	5	3	1	2	4	22	96	507	57.97	1	GG	GG	CC	AA	GG	CT	AG
622	002027064481	7	5	3	1	2	4	15	83	441	62.24	2	GG	GG	CT	AG	GG	CT	GG
623	002027063000	6	5	3	1	2	4	12	90	439	65.07	2	GA	AA	CT	AG	GA	CT	AG
624	002027070339	9	5	3	1	2	5	7	89	368	69.77	3	GG	AG	CT	GG	GG	CT	GG
625	002027096460	9	5	3	1	2	5	13	121	418	68.98	3	GG	AG	CT	AG	GA	CC	GG
626	002027064272	5	5	3	1	2	3	24	71	346	57.34	1	GG	AG	CC	GG	GG	CT	AG
627	002027096451	9	5	3	1	2	5	11	96	409	67.2	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	AG
628	002027063946	7	5	3	1	2	4	6	98	355	71.88	3	GG	AG	CC	AG	GG	CT	AG
629	002000593983	7	4	3	1	2	4	12	94	416	66.15	2	GA	AG	CT	AG	AA	TT	AG
630	002027067433	3	5	3	2	2	2	14	87	407	64.2	2	GG	GG	CC	AG	AA	TT	GG
631	002027063938	6	5	3	1	2	4	11	105	479	66.69	2	GA	GG	CT	AG	GA	CT	AG
632	002000600630	6	5	3	1	2	4	21	95	478	59.16	1	GA	AA	CT	AG	GG	CT	AA
633	002018412841	7	5	3	1	2	4	8	84	396	67.83	3	AA	AA	TT	GG	GG	CT	GG
634	002000589200	5	5	3	1	2	3	12	97	462	65.43	2	GG	GG	TT	AA	GA	TT	AG
635	002000599795	7	4	3	1	2	4	13	72	410	62.8	2	GA	AA	CT	GG	GG	CT	AG
636	002009798485	6	5	3	1	2	4	11	98	464	66.14	2	GG	AA	CT	AG	GA	CC	AG
637	002007007097	6	5	3	1	3	4	10	76	386	65.78	2	GA	AA	CT	AG	GG	CC	AG
638	002000592302	4	5	3	1	2	3	8	97	381	69.88	3	AA	AG	TT	AA	GG	CT	AG
639	002027067175	5	5	3	1	2	3	22	88	381	59.96	1	GA	AG	CT	AA	GG	CT	AG
640	002009846461	4	5	3	1	2	3	19	86	459	59.7	1	GA	AG	CC	AG	GA	CT	AG
641	002009809353	6	5	3	1	2	4	14	80	425	62.86	2	GG	AG	CT	AA	GA	CT	AG
642	002009843864	5	5	3	1	2	3	24	75	431	55.82	1	GG	AA	TT	GG	GG	CT	AG
643	002009794393	5	5	3	1	2	3	17	101	473	62.56	2	AA	AG	TT	AG	GA	CT	AG
644	002009841035	7	5	3	1	2	4	11	84	412	65.57	2	GG	AA	TT	GG	GG	CT	AA
645	002009844450	4	5	3	1	3	3	22	93	580	55.83	1	GA	AG	TT	GG	GA	CC	GG
646	002009845887	7	5	3	1	2	4	17	84	508	59.51	1	GG	AA	CT	AG	GG	CC	GG
647	002009794955	7	5	3	1	2	4	11	97	443	66.51	2	GG	AG	TT	AA	GA	CT	AG
648	002009785745	4	5	3	1	3	3	25	94	511	55.74	1	GG	AG	CT	GG	GG	CT	AA
649	002009786248	4	5	3	2	2	3	14	91	454	63.59	2	GA	AA	CT	AG	GA	CT	AG
650	002009793510	5	5	3	1	2	3	15	89	469	62.35	2	GG	AA	TT	AA	GA	CT	AG

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
651	002009793243	5	5	3	1	3	3	24	89	563	54.47	1	GA	AG	CT	GG	GG	CT	GG
652	002009841264	4	5	3	1	2	3	12	109	450	67.28	2	GG	AA	CT	AA	GG	CT	AG
653	002009842860	8	5	3	1	2	5	12	98	492	64.84	2	GG	GG	TT	AA	AA	TT	AG
654	002009809933	5	5	3	1	2	3	10	89	543	63.7	2	AA	GG	TT	AA	GA	CT	GG
655	002027076063	9	5	3	1	2	5	13	100	436	65.82	2	GA	AG	CT	AA	GA	TT	AG
656	002000599424	6	5	3	1	2	4	21	89	477	58.41	1	GA	AG	TT	AA	GA	TT	GG
657	002000599596	6	5	3	1	2	4	16	90	425	62.91	2	GA	AG	CT	AG	GA	TT	AG
658	000201738412	2	5	3	2	2	2	24	92	481	56.83	1	GA	AG	CT	AG	GG	CT	AG
659	002000599607	4	5	3	1	2	3	22	98	466	59.22	1	GG	AG	CT	AG	GG	CT	AA
660	002000599570	4	5	3	1	2	3	22	89	481	57.69	1	GA	GG	CT	AA	GG	CT	GG
661	002009803121	4	5	3	1	2	3	19	89	435	60.66	1	GG	AA	CT	AG	GG	CC	AG
662	002009836530	4	5	3	1	3	3	28	92	511	53.61	1	GG	AG	CT	GG	GA	CT	GG
663	002000599060	4	4	3	1	2	3	27	91	412	56.48	1	GG	AG	CC	AG	GG	CT	AG
664	002000599043	6	5	3	1	2	4	14	93	463	63.64	2	AA	AA	CT	AG	GA	CT	GG
665	002000599078	8	5	3	1	2	5	14	96	434	64.72	2	GG	AG	CT	GG	GG	CC	AA
666	000201126677	8	5	3	1	2	5	15	76	340	63.75	2	GA	AG	CT	AG	GA	CC	AG
667	000201126707	4	5	3	1	2	3	13	106	550	63.86	2	GG	GG	TT	AA	GA	CC	AA
668	000197177226	8	4	3	1	2	5	14	84	446	62.88	2	GG	GG	CT	AA	GG	CC	AG
669	000201126684	6	5	3	1	2	4	9	91	473	66.26	2	AA	AG	CT	AG	GG	CC	GG
670	002009801280	6	5	3	1	2	4	22	99	503	58.46	1	GG	AA	TT	AG	GG	CT	AG
671	002007005911	5	5	3	1	2	3	16	79	452	60.83	1	GG	AA	TT	AG	GG	TT	AG
672	002009834407	5	5	3	1	2	3	14	86	439	63.3	2	GG	AG	CT	AG	GG	CT	AG
673	002009785796	5	5	3	1	3	3	21	87	400	59.99	1	GG	AG	TT	AG	GA	CT	AG
674	002009806697	4	5	3	1	2	3	18	97	503	60.7	1	GG	AA	CT	AG	GA	CT	AG
675	002009794213	6	4	3	1	2	4	8	94	425	68.43	3	GG	GG	CT	AG	GA	CT	AG
676	002007002052	4	5	3	2	2	3	16	88	402	63.2	2	GG	AG	CC	AG	AA	TT	AG
677	002009807333	2	5	3	2	2	2	18	97	423	62.62	2	GA	GG	CT	AA	GG	CC	AG
678	002007006588	5	5	3	1	2	3	10	86	336	68.28	3	GG	AG	CT	GG	GA	CT	GG
679	002007007941	4	5	3	1	2	3	19	82	431	59.85	1	GG	AA	CT	AA	GA	TT	AG
680	002009846324	4	5	3	1	3	3	15	93	445	63.44	2	GA	GG	CT	AG	GA	CT	AG
681	002009846308	2	5	3	2	2	2	11	95	486	65.22	2	GG	AG	CT	AG	GA	CT	AG
682	002009805220	4	5	3	1	2	3	21	90	502	57.94	1	GA	AG	CT	AG	AA	CT	AA
683	002009846316	6	5	3	1	2	4	13	106	447	66.34	2	GA	AA	CT	AA	AA	CT	AA
684	002009846332	4	5	3	1	2	3	17	86	426	61.74	1	GA	AA	CT	AG	GG	CT	AG
685	002007006297	6	5	3	1	2	4	12	95	422	66.13	2	GG	AG	CT	AG	AA	TT	GG
686	002009799814	6	5	3	1	2	4	9	93	452	67.03	2	GA	AA	CT	AA	AA	CT	AG
687	002027080019	6	5	3	1	2	4	7	78	388	67.86	3	AA	GG	CT	AA	GA	CT	AG
688	002009799927	3	5	3	2	2	2	10	100	436	67.7	3	GG	AG	CT	AG	GA	CT	GG
689	002009845410	7	5	3	1	2	4	9	72	376	66.12	2	GG	AG	CT	AA	GG	CT	AG
690	002027080043	3	5	3	2	2	2	10	86	377	67.29	2	GG	AG	CT	AA	GG	CC	AG
691	002027091433	4	5	3	1	2	3	8	86	329	69.69	3	GG	AG	CT	AG	GA	CT	AG
692	002018412500	3	5	3	2	2	2	8	90	373	69.16	3	GG	GG	CT	AG	GA	CT	AG
693	002018412462	3	5	3	2	2	2	11	82	394	65.74	2	GG	GG	CT	AA	GA	CT	AG
694	002027080035	5	5	3	1	2	3	10	88	350	68.2	3	GA	AG	CC	AA	GG	CT	AG
695	002000601034	5	5	3	1	2	3	12	96	460	65.35	2	GG	AG	CT	AG	GA	TT	AG
696	002000601042	2	5	3	2	2	2	6	79	380	68.81	3	GA	AG	CT	AG	GA	TT	AG
697	002000601083	4	5	3	1	2	1	7	81	400	67.96	3	GG	AG	CT	AG	GG	CT	AG
698	002027081423	7	5	3	1	2	4	13	89	405	65.13	2	GG	GG	CT	AG	GA	TT	GG
699	002000600541	4	5	3	1	2	1	16	91	454	62.34	2	GG	AG	CT	AG	GA	TT	GG
700	002000600486	7	5	3	1	2	4	8	93	462	67.41	2	AA	AG	CC	AG	GG	CT	GG

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
701	002000600478	5	5	3	1	2	1	16	80	433	61.42	1	GG	AG	TC	AG	AG	CC	AG
702	002000601067	7	5	3	1	2	4	8	97	442	68.41	3	GA	AG	TC	AG	GG	CT	AG
703	002000600550	4	5	3	1	2	1	14	87	444	63.31	2	AA	AG	TC	AG	GG	CC	GG
704	002007005690	7	5	3	1	2	4	10	125	488	69.7	3	GA	AG	TC	GG	AA	CC	AG
705	002009844134	7	5	3	1	2	4	16	89	378	63.91	2	GA	AA	TC	AG	GG	CT	AG
706	002009800266	6	5	3	1	2	4	11	91	383	67.17	2	GA	AG	TC	AG	GG	CT	AG
707	002009844020	7	5	3	1	2	4	13	100	436	65.82	2	GG	AG	TC	AG	GG	CT	AG
708	002009800223	7	5	3	1	2	4	9	96	434	67.85	3	GG	AG	TC	AG	AG	CT	AG
709	002009800362	6	5	3	1	2	4	8	99	392	69.87	3	GG	AG	TC	AG	AG	CT	AA
710	002007005608	6	5	3	1	2	4	8	92	369	69.51	3	GG	GG	TC	AA	GG	CT	GG
711	002007005593	6	5	3	1	2	4	12	83	420	64.62	2	GG	GG	CC	AA	GG	TT	AG
712	002009798774	6	5	3	1	2	4	11	95	426	66.66	2	GG	AG	TC	AA	GG	CT	AG
713	002009847479	6	5	3	1	2	4	21	99	492	59.35	1	GG	GG	TC	AA	GG	CT	GG
714	002007005585	6	5	3	1	2	4	17	98	398	63.97	2	GG	GG	TC	AG	GG	CC	AG
715	002027938247	6	5	3	1	2	4	16	84	409	62.51	2	GG	GG	CC	AG	GG	CT	GG
716	002005500832	6	5	3	1	2	4	12	91	349	67.36	2	GG	AG	TC	AG	GG	TT	GG
717	002009835627	6	5	3	1	2	4	11	88	413	66.06	2	GA	AA	TC	AG	GG	CT	AA
718	002009799767	4	5	3	1	2	3	9	90	390	68.12	3	GG	AG	TC	GG	AG	CT	GG
719	002009799742	4	5	3	1	2	3	6	90	333	71.37	3	GA	AG	TC	AG	AG	CT	GG
720	002009799759	5	5	3	1	2	3	7	86	428	67.94	3	GA	GG	TC	AG	GG	CT	AG
721	002009840673	6	5	3	1	2	4	8	90	434	67.69	3	GG	GG	TC	AG	GG	CC	AG
722	002000601788	5	5	3	1	2	3	7	94	434	68.84	3	GA	GG	TC	AG	GG	TT	AG
723	002009799726	4	5	3	2	2	3	10	83	399	66.37	2	GG	AG	TC	AG	AG	CT	GG
724	002000601673	7	5	3	1	2	4	6	98	338	72.29	3	GG	GG	TC	AG	GG	CT	GG
725	002027070752	6	5	3	1	2	4	22	70	387	57.47	1	GG	AA	TC	GG	GG	CC	AG
726	002000589306	4	4	3	1	2	3	16	87	457	61.75	1	GG	AG	CC	GG	GG	CC	AG
727	002000589314	3	4	3	2	2	2	17	79	415	61.09	1	GG	AA	TC	AG	AG	CT	AG
728	002009802160	7	5	3	1	2	4	18	83	471	59.65	1	GA	AG	TT	AG	GG	TT	AA
729	002008706166	6	5	3	1	2	4	13	93	452	64.53	2	GA	GG	TC	AA	GG	TT	AG
730	002009841086	5	5	3	1	2	3	15	94	475	62.85	2	GG	AG	TC	AG	AG	CT	AG
731	002000634877	3	5	3	2	2	2	12	84	428	64.56	2	GA	AA	TC	GG	GG	CC	AG
732	002000545254	7	5	3	1	3	4	13	84	409	64.39	2	GA	AG	TC	GG	AG	CC	AG
733	002000545238	3	5	3	2	2	2	12	79	386	64.92	2	GG	AG	TC	AG	GG	CC	AG
734	002027076469	4	5	3	1	2	3	13	85	440	63.77	2	GG	GG	CC	AG	GG	CT	AG
735	002009847212	5	4	3	1	2	3	23	78	471	55.87	1	GG	AG	TC	AA	AA	CT	AG
736	002009804077	3	4	3	2	2	2	24	97	502	56.97	1	GA	AG	TC	AA	GG	CT	AG
737	002017025858	6	5	3	1	3	4	15	111	525	63.86	2	GG	AG	TC	AG	AG	TT	AG
738	002009840114	6	5	3	1	2	4	13	103	498	64.72	2	GG	AA	TC	AG	GG	TT	AG
739	002000534452	5	5	3	1	3	3	14	92	437	64.13	2	GA	AA	CC	AG	GG	CT	AG
740	002009808344	6	5	3	1	2	4	33	78	468	49.69	1	AA	AG	TC	AG	GG	CT	GG
741	002000588053	6	5	3	1	2	4	13	97	428	65.62	2	GG	AA	TC	AG	GG	TT	AG
742	002009802696	8	5	3	1	2	5	17	89	440	61.79	1	GA	GG	TC	GG	GG	CT	AG
743	002009808002	6	5	3	1	2	4	9	74	416	65.42	2	GG	AA	CC	AG	GG	CC	AG
744	002009798661	4	5	3	1	2	3	24	74	464	54.89	1	GG	GG	TC	AA	AG	CC	AA
745	002009794762	5	5	3	1	2	3	13	88	420	64.64	2	GA	AG	CC	AA	GG	CC	AG
746	002009803236	4	5	3	1	2	3	20	77	462	57.83	1	GG	AG	TC	AA	GG	CC	AG
747	002009801222	9	5	3	1	2	5	29	100	475	54.88	1	GG	AG	CC	AG	AG	CC	AG
748	002009846068	7	5	3	1	2	4	11	109	442	68.1	3	GG	AG	TC	AG	AA	CT	AG
749	002009846130	8	4	3	1	3	5	16	92	419	63.31	2	GA	AG	CC	AG	GG	CC	AG
750	002020751063	3	5	3	2	2	2	15	89	482	62.04	2	GG	AA	CC	GG	GG	CT	AG

순번	바코드번호	육 질						육 량						FABP4 g.3691 G>A	SCD p.10153 A>G	CPE g.601 T>C	PDE1B p.17122 A>G	RORC p.20152 A>G	TNNT1 g.6650 C>T	APM1 g.1541 G>A
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점 등등급	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급								
751	002009808256	6	5	3	1	2	4	9	101	442	68.31	3	GG	GG	TC	AG	GG	CT	GG	
752	002009799236	6	4	3	1	2	4	19	85	462	59.5	1	GG	AG	TC	AA	GG	CT	AG	
753	002007007208	9	5	3	1	2	5	9	102	445	68.36	3	GA	GG	CC	GG	AG	CC	AG	
754	002007007423	6	5	3	1	2	4	10	84	368	67.25	2	GG	AG	TC	GG	GG	CC	AG	
755	002027083054	7	5	3	1	2	4	14	87	351	65.55	2	GG	AG	TC	GG	GG	CT	AG	
756	002007007440	7	4	3	1	2	4	11	79	368	65.97	2	GG	AG	TC	GG	AG	CC	AA	
757	002027068811	6	5	3	1	2	4	11	99	472	66.08	2	GG	AA	CC	GG	GG	CC	GG	
758	002027083038	6	5	3	1	2	4	14	89	408	64.44	2	GG	AG	TC	GG	GG	CT	AA	
759	002027068838	4	5	3	1	2	3	8	68	266	68.87	3	GG	AG	TT	AG	GG	TT	GG	
760	002009835993	5	5	3	1	2	3	8	74	384	66.81	2	GA	AG	TC	AG	AG	CC	GG	
761	002007007431	6	5	3	1	2	4	10	85	398	66.66	2	AA	AA	TC	AG	AG	CT	AG	
762	002007007193	8	4	3	1	2	5	13	98	376	67	2	GG	AA	TC	GG	AG	CC	AG	
763	002007007415	6	5	3	1	2	4	10	92	429	66.82	2	GG	AG	TC	AG	GG	CC	AG	
764	002009830893	7	5	3	1	2	3	12	83	390	65.34	2	GA	GG	TC	AG	AG	CT	GG	
765	002027065152	8	5	3	1	2	5	19	107	412	63.56	2	GG	AG	TC	AG	AA	CT	AG	
766	002000591977	7	5	3	1	2	4	10	97	460	66.73	2	GA	AG	TC	GG	GG	CC	GG	
767	002009794449	7	5	3	1	2	4	15	84	376	63.93	2	GG	GG	TC	AG	AG	CT	GG	
768	002009808537	6	5	3	1	2	4	12	99	432	66.41	2	GG	AG	TC	AG	AG	CC	GG	
769	002000600777	4	5	3	1	2	3	16	75	424	60.98	1	GA	AG	TC	AA	GG	CC	AG	
770	002000600769	4	5	3	1	2	3	8	79	361	68.02	3	GG	GG	CC	AG	GG	CC	AG	
771	002007005815	5	5	3	1	2	3	18	97	450	61.97	1	GG	AG	TC	AG	GG	TT	AG	
772	002000593846	6	5	3	1	2	4	9	77	356	67.25	2	GG	AG	TC	AG	GG	CC	AG	
773	002000593820	5	5	3	1	2	3	13	76	358	64.57	2	GG	AG	TC	AG	GG	CT	AG	
774	002000593799	6	5	3	1	2	4	10	88	373	67.65	3	GA	GG	TC	AG	GG	CT	AG	
775	002009803718	6	5	3	1	2	4	11	86	377	66.67	2	GG	GG	TC	AG	GG	CC	AG	
776	002000589460	6	5	3	1	2	4	8	95	395	69.28	3	GG	AG	TC	GG	AG	CC	AG	
777	002000589486	6	5	3	1	2	4	11	87	443	65.21	2	GG	GG	TC	AA	GG	CT	AG	
778	002009809169	5	5	3	1	2	3	17	92	451	61.92	1	GG	AA	TC	AG	GG	CC	AG	
779	002009807770	4	5	3	1	2	3	11	89	488	64.39	2	GG	AG	TC	GG	AG	CT	AG	
780	002009786344	2	5	3	2	2	2	13	78	384	64.21	2	GG	AG	TC	GG	GG	CC	AG	
781	002009808490	5	5	3	1	2	3	15	87	441	62.76	2	GA	AG	CC	AG	GG	CC	AG	
782	002009808416	7	5	3	1	3	4	10	96	500	65.64	2	GA	GG	CC	AA	AG	CC	AG	
783	002009843709	4	5	3	1	2	3	20	88	465	59.19	1	GG	AG	TC	AA	AG	CT	GG	
784	002009825109	5	5	3	1	2	3	12	87	455	64.3	2	GG	GG	CC	GG	GG	CT	AG	
785	002009834370	6	5	3	1	2	4	13	97	436	65.43	2	GG	AA	TC	GG	AG	CC	AG	
786	002009847399	6	5	3	1	2	4	19	90	429	60.94	1	GA	AG	TC	AA	GG	TT	GG	
787	002000590257	7	5	3	1	2	4	20	90	448	60.77	1	GA	AG	TC	AG	AG	CC	GG	
788	002027072891	6	5	3	1	2	4	14	88	370	65.22	2	GA	AA	TC	AG	GG	TT	AG	
789	002027072922	4	6	3	2	2	3	8	72	270	69.29	3	GA	AG	TC	AG	AA	TT	AG	
790	002009792402	3	5	3	2	2	2	23	97	489	57.91	1	GA	AA	TC	AA	GG	TT	AG	
791	002009847892	8	5	3	1	2	5	14	93	436	64.29	2	GG	AA	TC	AA	AG	TT	GG	
792	002009842763	9	5	3	1	2	5	14	105	430	65.99	2	GG	AG	TC	AA	AA	CC	AG	
793	002009834312	6	5	3	1	2	4	10	95	498	65.56	2	GG	AA	CC	AA	AG	CT	AG	
794	002009842755	3	5	3	2	2	2	16	94	545	60.55	1	GG	GG	CC	AG	AA	CC	AG	
795	002000586172	5	5	3	1	2	3	12	83	487	63.01	2	GG	AA	TC	AG	GG	CT	AG	
796	002009840059	6	5	3	1	2	4	13	93	463	64.26	2	GG	AG	TC	GG	GG	CT	AG	
797	002009837524	6	5	3	1	2	4	11	99	416	67.42	2	GG	AG	TC	AG	AG	CT	GG	
798	002009847614	6	5	3	1	2	4	16	117	509	64.4	2	GA	AG	TC	AA	AG	CC	AA	
799	002009807946	5	5	3	1	2	3	15	97	445	63.96	2	AA	GG	TC	GG	AA	TT	GG	
800	002009807979	5	5	3	1	2	3	9	98	423	68.37	3	GA	AG	TC	GG	GG	TT	AG	

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
801	002009793235	3	5	3	2	2	2	15	93	435	63.68	2	GA	AA	TC	AG	GG	TT	GG
802	002009798071	6	5	3	1	2	4	15	90	470	62.45	2	GG	GG	TC	AG	GG	CT	AG
803	002009842941	7	5	3	1	2	4	18	81	438	60.18	1	GG	AA	TC	AA	AG	CC	AA
804	002009838349	5	5	3	1	2	3	15	99	510	62.66	2	GA	GG	CC	AG	AG	CT	AA
805	002027072980	6	4	3	1	2	4	16	94	456	62.69	2	GG	AA	CC	GG	GG	CT	GG
806	002009807761	8	5	3	1	2	5	8	87	485	66.08	2	GG	GG	CC	AG	GG	CC	AG
807	002009807858	5	5	3	1	2	3	11	113	496	67.32	2	GG	AA	TC	AA	GG	CT	AG
808	002009838236	6	5	3	1	2	4	11	86	431	65.37	2	GA	AG	CC	AG	AG	CT	GG
809	002009838285	5	5	3	1	2	3	14	109	505	64.71	2	GG	AG	TC	AG	GG	CT	AG
810	002009807026	6	5	3	1	2	4	10	83	352	67.5	3	GA	AG	CC	AA	AG	CT	AG
811	002009832788	6	5	3	1	2	4	18	94	455	61.46	1	GG	AG	TC	AA	GG	CT	AG
812	002009788008	5	5	3	1	2	3	9	92	422	67.62	3	GA	AG	TT	AG	GG	CC	GG
813	002009804462	5	5	3	2	3	3	12	93	514	63.66	2	GA	AG	TC	AG	GG	TT	GG
814	002009840962	5	5	3	1	2	3	22	93	442	59.14	1	GG	AG	TT	GG	GG	CT	AG
815	002009785681	4	5	3	1	3	3	13	96	505	63.64	2	GA	AG	TC	AA	GG	TT	GG
816	002009798233	3	5	3	2	2	2	10	79	392	66.02	2	GG	AG	TT	AG	AG	CT	AG
817	002009804567	6	5	3	1	2	4	8	75	405	66.44	2	GA	AG	TC	AG	GG	CT	AG
818	002009779779	3	5	3	2	3	2	14	100	511	63.4	2	GG	AA	TC	AA	AG	CT	AG
819	002009804479	7	5	3	1	2	4	19	87	387	61.56	1	GG	AG	TC	AG	GG	CC	AG
820	002009837364	6	5	3	1	2	4	17	108	447	64.1	2	GG	AG	TC	AG	GG	TT	AG
821	002009844319	6	5	3	1	2	4	11	92	471	65.19	2	GA	AA	TC	GG	GG	CC	GG
822	002009770415	8	5	3	1	2	5	10	97	499	65.79	2	GA	GG	TT	AA	AG	CC	GG
823	002018411566	3	5	3	2	2	2	11	97	454	66.25	2	GG	GG	CC	GG	AG	CT	GG
824	002009842013	4	5	3	1	2	3	15	97	517	62.24	2	GA	GG	TC	GG	AG	CT	GG
825	002018411558	5	5	3	1	2	3	15	71	416	61.28	1	GG	AG	TC	GG	GG	CT	AG
826	002000601260	6	5	3	1	2	4	15	95	420	64.3	2	GA	AG	TC	AG	AG	CT	AG
827	002027075255	8	5	3	1	2	5	14	81	367	64.38	2	GG	AA	CC	AG	GG	CC	GG
828	002009787249	6	5	3	1	2	4	19	88	484	59.36	1	GG	AG	CC	AG	AG	CC	GG
829	002009787353	5	5	3	1	2	3	15	96	429	64.22	2	GG	AG	TC	AG	GG	CT	AA
830	002009787925	6	5	3	1	2	4	13	89	394	65.4	2	GA	AG	TC	AG	GG	CT	AG
831	002009842458	4	5	3	1	2	3	9	95	432	67.77	3	AA	GG	TC	AA	GG	TT	AG
832	002009785317	5	5	3	1	2	3	15	89	460	62.56	2	GG	AG	TC	AG	AG	CT	AA
833	002009779754	5	5	3	1	2	3	10	103	451	67.73	3	GA	AG	TC	GG	AG	CC	GG
834	002009792937	5	5	3	1	2	3	10	97	491	65.99	2	GA	AG	TC	GG	AG	CT	GG
835	002009839212	3	5	3	2	3	2	16	100	519	61.95	1	GA	AA	TC	AG	AG	CT	GG
836	002009785729	5	5	3	1	2	3	15	95	416	64.4	2	GG	AA	TC	AG	GG	CT	AG
837	002009847315	5	5	3	1	2	3	18	92	473	60.77	1	AA	GG	TC	GG	AA	CT	AG
838	002027078833	7	5	3	1	2	4	10	83	372	67.02	2	GG	AG	TC	AA	GG	CT	AG
839	002000588174	6	5	3	1	2	4	5	81	372	69.89	3	GG	AG	TT	AG	AA	CT	AG
840	002027066901	6	5	3	1	2	4	11	79	350	66.4	2	GA	AG	TC	AA	GG	CT	AG
841	002007005745	8	5	3	1	2	5	16	94	468	62.4	2	GG	GG	CC	AA	AA	CT	AG
842	002018413422	6	5	3	1	3	4	21	103	511	59.41	1	GA	GG	TC	AA	AA	CT	AG
843	002009807753	9	5	3	1	3	5	14	126	481	67.5	2	GG	AG	CC	AA	GG	CT	AG
844	002009807737	5	5	3	1	3	3	25	101	555	55.59	1	AA	AA	CC	AA	AG	CT	AG
845	002009806953	5	5	3	1	2	3	10	101	423	68.14	3	GA	AA	TC	GG	GG	CT	AG
846	002009838898	7	5	3	1	2	4	21	108	489	60.59	1	GG	GG	TC	AA	AG	CT	AG
847	002007060357	2	6	3	2	3	2	16	94	474	62.25	2	GG	AG	TC	AA	AG	TT	AG
848	002009839069	4	5	3	1	3	3	17	110	572	61.36	1	GA	GG	TC	AG	GG	TT	AG
849	002027071577	3	5	3	2	2	2	12	91	387	66.45	2	GA	GG	TC	AG	AG	TT	GG
850	002027084707	4	5	3	1	2	3	17	84	426	61.48	1	GA	AG	TC	GG	GG	CC	AG

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량점	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
851	002027071608	5	5	3	1	2	3	15	97	436	64.18	2	GG	GG	TC	AA	GG	CC	AG
852	002027071286	6	5	3	1	2	4	10	97	367	68.96	3	GG	AG	TC	AA	AA	CT	AG
853	002027071413	6	5	3	1	2	4	15	93	398	64.57	2	GA	AG	TC	AG	AA	CT	GG
854	002018411726	7	5	3	1	2	4	15	91	368	65.03	2	GG	AA	TC	AG	GG	CT	AG
855	002027071260	7	5	3	1	2	4	15	108	422	65.95	2	GG	AG	CC	AG	GG	TT	AG
856	002018411759	4	5	3	1	2	3	14	87	378	64.9	2	GG	GG	CC	AG	AG	CC	AA
857	002009787941	6	5	3	1	2	4	29	103	465	55.51	1	GG	GG	TC	AG	GG	CT	AG
858	002018411783	7	5	3	1	2	4	8	89	346	69.68	3	GG	AA	CC	AG	GG	CC	AG
859	002025791367	4	5	3	1	3	3	11	114	476	67.93	3	GG	GG	TC	AG	AG	CT	AG
860	002027062015	9	5	3	1	2	5	20	110	471	61.91	1	GA	AA	TC	AA	GG	CT	AG
861	002027067191	5	5	3	1	2	3	22	97	488	58.56	1	AA	GG	TC	AA	AA	TT	GG
862	002027065193	9	5	3	1	2	5	13	99	469	64.9	2	GG	GG	TC	AA	GG	CC	AG
863	002000592597	9	4	3	1	2	5	13	84	442	63.6	2	GA	AG	CC	GG	GG	CC	AG
864	002027069285	8	5	3	1	2	5	15	92	441	63.41	2	GA	AA	TC	AA	GG	CC	AG
865	002027064512	6	5	3	1	2	4	14	93	414	64.81	2	GA	GG	TC	GG	GG	CC	GG
866	002027082848	9	4	3	1	2	5	14	97	409	65.45	2	GG	GG	CC	AA	GG	CC	AA
867	002027097075	5	5	3	1	3	3	20	102	507	60	1	GA	AA	TC	AG	AG	CT	GG
868	002027085324	6	5	3	1	3	4	21	100	521	58.78	1	GG	AG	TC	AG	GG	CT	AG
869	002009841432	6	5	3	1	2	4	7	87	361	69.68	3	GG	AG	TC	AG	GG	CC	GG
870	002018407291	5	5	3	1	2	3	20	92	491	59.09	1	GA	AG	CC	GG	GG	CT	AA
871	002027064795	9	5	3	1	2	5	16	103	482	63.23	2	GG	GG	TC	AG	AG	CC	AG
872	002009841002	8	5	3	1	2	5	11	87	407	66.08	2	GG	AG	TC	GG	GG	CT	GG
873	002027064779	9	4	3	1	2	5	12	97	419	66.46	2	GA	AA	CC	GG	GG	CT	GG
874	002009779787	6	5	3	1	2	4	13	84	431	63.86	2	GG	AG	TC	AG	AG	TT	AG
875	002009847270	5	5	3	1	2	3	12	93	484	64.38	2	GA	GG	TC	GG	GG	CT	GG
876	002000592409	7	6	3	1	2	4	8	75	362	67.47	2	GG	GG	TC	AG	GG	CT	AG
877	002007007185	7	5	3	1	2	4	15	89	427	63.36	2	GA	GG	TC	AG	GG	CT	GG
878	002009841504	6	5	3	1	3	4	14	93	564	61.21	1	AA	GG	TC	AG	AG	CC	AG
879	002000600904	2	5	3	2	3	2	4	112	516	71.09	3	GG	AG	TC	AA	GG	CT	AG
880	002000902257	8	4	3	1	2	5	11	108	431	68.23	3	GG	AG	CC	AG	GG	TT	AG
881	002000600912	6	5	3	1	3	4	10	82	420	65.74	2	GA	GG	TC	AA	GG	CT	AG
882	002018413070	7	4	3	1	2	4	13	92	412	65.36	2	GA	GG	TC	GG	GG	CC	AG
883	002000597689	6	5	3	1	2	4	17	87	417	62.09	2	AA	AG	TC	AA	AG	CT	GG
884	002000592360	3	5	3	2	2	2	14	82	403	63.65	2	GA	AG	TC	AA	GG	CT	AG
885	002000593014	7	5	3	1	3	4	12	89	470	64.2	2	GA	GG	TC	GG	AG	TT	AG
886	002009801386	7	5	3	1	2	4	18	77	429	59.87	1	GG	AA	TC	AA	GG	CC	AA
887	002000599213	7	5	3	1	2	4	14	92	432	64.25	2	GG	GG	CC	AA	GG	CT	GG
888	002009801360	9	5	3	1	2	5	10	92	408	67.33	2	GG	GG	TC	GG	GG	CC	AG
889	002018413220	2	5	3	2	2	2	13	83	413	64.16	2	GA	AG	TC	AG	AG	CC	GG
890	002000598000	5	6	3	2	2	3	9	107	484	68.08	3	GG	GG	TC	AA	AA	CT	AA
891	002009799718	5	5	3	1	2	3	13	102	472	65.22	2	GG	AG	TC	AA	AG	CT	AA
892	002009802637	5	5	3	1	2	3	17	84	423	61.55	1	GG	AG	TC	AG	GG	CC	AG
893	002009801417	3	5	3	2	2	2	16	94	429	63.33	2	GA	AA	CC	AA	GG	CC	GG
894	002009801394	4	5	3	1	2	3	8	88	430	67.53	3	GA	AG	TC	AA	AG	CT	GG
895	002009801409	7	4	3	1	2	4	14	118	493	66.17	2	GG	AA	TC	AA	AG	CT	AA
896	002009801378	5	4	3	1	2	3	19	97	462	61.06	1	GG	AA	TC	AG	GG	CT	AG
897	002009786787	4	5	3	1	2	3	7	94	447	68.53	3	GA	AG	TC	AG	GG	TT	AG
898	002009786168	5	5	3	2	2	3	4	88	381	71.21	3	GG	AA	TC	AG	AG	CT	AG
899	002009786800	7	5	3	1	2	4	10	88	399	67.02	2	GG	GG	TC	AG	GG	CT	AG
900	002000518063	5	5	3	1	2	3	14	88	471	62.8	2	GG	AA	TC	GG	GG	CC	AG

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
901	002027302331	6	4	3	1	2	4	18	87	411	61.61	1	GG	AA	TC	AG	GG	CC	GG
902	002020588005	7	5	3	1	2	4	11	90	429	65.94	2	GG	GG	CC	GG	GG	CC	AG
903	002027062701	5	5	3	1	2	3	20	98	499	59.67	1	GG	AA	TC	GG	AG	CT	AA
904	002027066442	7	5	3	1	2	4	21	93	465	59.21	1	GA	AG	TC	GG	GG	CC	AA
905	002027062710	6	5	3	1	2	4	15	85	461	62.02	2	GA	AA	TT	AA	GG	CT	AG
906	002027062656	9	5	3	1	3	5	13	92	458	64.25	2	GG	AG	TC	AG	GG	CC	GG
907	002027068926	7	5	3	1	2	4	24	71	481	54.1	1	GG	AG	CC	GG	GG	CC	AG
908	002027064230	6	5	3	1	2	4	9	99	401	69.03	3	AA	AG	TC	AG	AG	CT	GG
909	002018410862	7	5	3	1	2	4	7	77	362	68.36	3	GG	GG	TC	AG	GG	CT	GG
910	002009831509	6	5	3	1	2	4	10	91	448	66.24	2	GG	AG	TC	GG	GG	TT	AG
911	002009832333	6	5	3	1	2	4	10	83	393	66.52	2	GA	AA	TT	AA	AG	CC	AA
912	002009828931	7	5	3	1	3	4	12	111	441	67.76	3	GG	AG	CC	AG	AG	TT	AG
913	002000597200	8	5	3	1	2	5	11	89	432	65.74	2	GG	AA	TC	AG	GG	CT	AG
914	002009824501	5	5	3	1	2	3	17	79	412	61.17	1	AA	GG	TC	AG	AG	CC	GG
915	002009831494	6	5	3	1	2	4	10	98	411	68.04	3	GG	AG	TC	AG	GG	TT	AG
916	002009832464	6	5	3	1	2	4	9	93	432	67.51	3	GG	AG	TC	GG	GG	CT	AA
917	002009833512	6	5	3	1	2	4	8	83	429	66.9	2	GG	GG	TC	AG	AG	TT	AG
918	002009781523	5	5	3	1	2	3	7	94	470	67.97	3	GG	AA	TC	AA	GG	CC	AG
919	002009833352	7	5	3	1	2	4	11	84	462	64.37	2	GA	GG	TT	AG	GG	CT	AG
920	002009831162	3	5	3	2	2	2	14	82	406	63.58	2	GG	AA	TT	AA	GG	TT	AA
921	002009824083	6	4	3	1	2	4	8	94	455	67.71	3	GG	GG	TT	AA	AG	CT	AA
922	002009848973	7	4	3	1	2	4	15	92	477	62.55	2	GG	AG	TC	AG	AG	CC	GG
923	002009849007	8	4	3	1	2	5	11	101	533	64.87	2	GG	AG	TT	AA	AG	CC	GG
924	002009834048	6	5	3	1	2	4	12	84	422	64.7	2	GG	AG	TC	AA	AG	CC	AG
925	002009803009	9	4	3	1	2	5	19	87	422	60.72	1	GA	AG	TC	AA	GG	CC	GG
926	002009834030	8	5	3	1	2	5	13	94	451	64.68	2	GG	GG	TC	AA	AG	CT	AG
927	002000598954	4	5	3	1	2	3	8	75	390	66.8	2	GG	AG	CC	AA	GG	CC	AG
928	002027071911	5	5	3	1	2	3	12	86	414	65.15	2	GG	AG	CC	AG	GG	CC	AG
929	002000598858	6	5	3	1	2	4	10	77	389	65.83	2	GG	GG	TC	AG	GG	CC	AG
930	002009802967	9	5	3	1	2	5	13	103	395	67.19	2	GG	AG	CC	AA	GG	CC	GG
931	002009803017	5	5	3	1	2	3	11	83	412	65.44	2	GA	AG	TC	AA	GG	CC	GG
932	002009836896	6	5	3	1	2	4	13	85	485	62.69	2	GA	AG	TC	AA	AA	CT	GG
933	002009848957	3	5	3	2	2	2	6	86	470	67.56	3	GG	AG	TC	AG	AG	CT	AG
934	002009836915	4	5	3	1	2	3	17	87	485	60.45	1	GG	AA	TT	AG	GG	CT	AA
935	002009834064	8	5	3	1	2	5	9	96	438	67.75	3	GA	AG	CC	AG	GG	CC	AG
936	002009834144	4	5	3	1	2	3	14	76	462	61.45	1	GA	AA	TC	AG	AG	TT	AA
937	002000588772	5	5	3	1	2	3	10	69	374	65.15	2	GA	AG	TC	AG	GG	TT	AG
938	002027072818	8	5	3	1	2	5	10	87	432	66.1	2	GA	AG	TC	AG	GG	CC	GG
939	002027074467	6	5	3	1	2	4	11	97	471	65.84	2	GG	AG	TC	AG	GG	CC	AG
940	002000591016	5	5	3	1	2	3	15	92	486	62.33	2	GA	GG	TT	AG	AA	TT	GG
941	002000601155	5	5	3	1	2	3	14	111	462	66	2	GG	AG	TC	AG	GG	CT	GG
942	002009800170	6	5	3	1	3	4	16	102	464	63.53	2	GG	GG	CC	AG	AG	CC	AG
943	002009808631	8	5	3	1	2	5	11	96	398	67.46	2	GG	AA	TC	AG	AG	CC	AG
944	002000588981	4	5	3	1	3	3	9	95	449	67.36	2	GA	AG	TC	AG	AG	CT	AG
945	002009794640	4	5	3	1	2	3	15	88	436	63.01	2	GG	GG	CC	AG	AG	CT	AA
946	002007006078	7	5	3	1	2	4	11	93	406	66.88	2	GG	AG	TC	AG	AG	CC	AG
947	002027064133	5	5	3	1	2	3	15	92	436	63.53	2	AA	AG	CC	AG	AG	TT	AG
948	002009847591	9	5	3	1	2	5	15	103	474	64.05	2	GG	AG	CC	AA	AG	TT	GG
949	002000600664	3	5	3	2	2	2	20	88	471	59.05	1	GG	AA	TC	AG	GG	CT	GG
950	002000591571	7	5	3	1	2	4	15	89	439	63.07	2	GG	AA	TC	GG	GG	CT	AG

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
951	002007007763	4	5	3	1	2	3	16	92	488	61.66	1	GG	AG	TC	GG	GG	CC	AG
952	002027091907	8	5	3	1	2	5	10	90	403	67.19	2	GA	AA	TC	AA	AG	CC	GG
953	002027065281	6	5	3	1	2	4	7	96	434	69.1	3	GG	AA	TC	AA	AG	CC	AG
954	002027070613	5	5	3	1	2	3	15	95	438	63.87	2	GG	AA	CC	AG	AG	CC	GG
955	002018407146	7	5	3	1	2	4	17	102	492	62.24	2	GA	AG	TC	GG	AG	CC	AG
956	002027070630	7	5	3	1	2	4	11	97	492	65.34	2	GA	AG	CC	GG	AG	CT	AG
957	002000588713	7	5	3	1	2	4	16	88	415	62.89	2	GG	AA	TC	AG	AG	CC	GG
958	002000588764	6	5	3	1	2	4	14	87	447	63.24	2	GG	AG	TT	GG	AG	CT	AG
959	002000588684	6	4	3	1	2	4	26	90	417	56.85	1	GG	GG	TC	AG	AG	TT	GG
960	002009809101	8	5	3	1	2	5	7	84	376	68.93	3	GA	AG	TC	GG	AG	CC	AG
961	002000593670	3	5	3	2	3	2	14	102	443	65.29	2	GA	AG	CC	AA	AG	CC	AA
962	002009785243	5	5	3	1	2	3	10	97	448	67.02	2	GG	AG	TC	AG	AG	CT	AG
963	002009844589	6	5	3	1	2	4	19	92	412	61.61	1	GG	AG	TC	AG	AG	CT	AG
964	002009804614	3	5	3	2	2	2	17	84	464	60.57	1	GG	AG	TC	GG	GG	TT	AG
965	002009809110	8	5	3	1	2	5	14	82	433	62.93	2	GA	GG	CC	AG	GG	CT	AG
966	002018413158	7	5	3	1	2	4	7	98	372	70.85	3	GG	GG	TC	GG	AG	CT	AG
967	002009809072	8	4	3	1	2	5	16	91	402	63.59	2	GG	AA	CC	GG	AG	CC	AA
968	002009848684	8	5	3	1	2	5	15	100	428	64.76	2	GG	AG	TC	AG	AG	CC	AG
969	002000600961	4	5	3	1	2	3	18	85	444	60.55	1	GA	AG	TC	AG	AG	TT	GG
970	002000588748	9	4	3	1	2	5	14	86	406	64.1	2	GG	AG	CC	AG	AG	TT	GG
971	002009834520	5	5	3	1	2	3	12	110	536	65.35	2	GA	AG	TC	AG	AG	CT	AG
972	002000588676	8	5	3	1	2	5	13	106	477	65.62	2	GA	AG	TC	AG	AG	TT	AG
973	002027069599	8	5	3	1	2	5	11	84	377	66.41	2	GA	AG	CC	AG	AA	CT	GG
974	002009848676	5	4	3	1	2	3	15	85	392	63.68	2	GG	AA	TC	AG	AG	CC	GG
975	002018411611	6	5	3	1	2	4	7	101	478	68.69	3	GA	AG	TC	GG	GG	CC	AG
976	002027069582	6	5	3	1	2	4	14	87	475	62.57	2	GG	GG	TC	AG	AG	CT	GG
977	002018413096	6	5	3	1	3	4	11	92	466	65.31	2	GG	AG	TC	AG	GG	CT	AA
978	002000593661	5	5	3	1	2	3	14	84	455	62.66	2	GG	GG	TT	AA	GG	CC	AA
979	002000590193	8	5	3	1	2	5	23	98	487	58.09	1	GG	GG	CC	AG	AA	CT	AG
980	002009804542	5	5	3	1	2	3	12	98	499	64.67	2	GG	AA	CC	AA	AG	CC	GG
981	002009801974	6	5	3	1	2	4	8	93	430	68.18	3	GG	GG	TC	AG	GG	CC	AA
982	002012416353	5	5	3	1	2	3	10	92	505	65	2	GG	AG	TT	AG	GG	CT	AA
983	002000597031	6	5	3	1	3	4	13	88	501	62.7	2	GA	AG	TT	GG	GG	TT	AA
984	002009794674	6	5	3	1	3	4	14	99	463	64.42	2	GA	AG	TC	AG	AG	CT	AG
985	002009804487	8	5	3	1	2	5	15	103	447	64.7	2	GA	AG	TC	GG	AG	CC	AG
986	002009786060	6	5	3	1	2	4	18	110	515	62.1	2	GG	GG	CC	GG	AG	CC	GG
987	002009801644	5	5	3	1	2	3	15	98	450	63.97	2	GG	AG	CC	AG	AG	CC	GG
988	002009844214	6	5	3	1	2	4	16	92	487	61.68	1	GG	AG	TC	AA	AG	CT	AG
989	002009794623	6	5	3	1	2	4	11	89	432	65.74	2	GA	GG	TC	AG	AG	CT	GG
990	002009805174	9	5	3	1	2	5	12	102	441	66.59	2	GG	AG	TC	AG	AG	CC	GG
991	002009801271	6	5	3	1	2	4	12	86	414	65.15	2	GG	AG	TC	AG	GG	CC	AG
992	002009848617	8	5	3	1	2	5	10	86	384	67.12	2	GA	AG	CC	AA	GG	CC	AG
993	002009808213	6	5	3	1	2	4	16	87	416	62.74	2	GG	GG	TT	AA	AG	CC	GG
994	002009837838	5	5	3	1	2	3	7	95	453	68.51	3	GG	AG	CC	AA	AA	TT	GG
995	002007007976	9	5	3	1	2	5	18	95	417	62.5	2	GG	GG	TC	AG	GG	CC	AA
996	002007005673	4	5	3	1	2	3	21	101	415	61.45	1	GA	AA	TC	AG	GG	CT	AG
997	002009799646	7	5	3	1	2	4	12	98	411	66.79	2	GG	GG	CC	AG	GG	CT	AG
998	002009834992	5	5	3	2	2	3	12	90	446	64.91	2	GA	AG	CC	GG	GG	CC	GG
999	002009803994	4	5	3	1	2	3	16	85	435	62.02	2	GA	AG	CC	GG	GG	CC	GG
1000	002000588029	5	5	3	1	2	3	13	82	489	62.21	2	GA	AG	TC	GG	AG	CC	AG

순번	바코드번호	육 질						육 량					FABP4	SCD	CPE	PDE1B	RORC	TNNT1	APM1
		근내 지방도	육색	지방색	조직감	성숙도	육질점	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량 지수	육량 등급	g.3691 G>A	g.10153 A>G	g.601 T>C	g.17122 A>G	g.20152 A>G	g.6650 C>T	g.1541 G>A
1001	002009843073	8	5	3	1	2	5	12	107	445	67.14	2	GA	AG	TC	AA	AA	TT	AG
1002	002009846558	4	5	3	1	2	3	17	98	463	62.41	2	GG	AG	TC	AG	AG	CT	AG
1003	002009839921	4	5	3	1	2	3	15	90	488	62.02	2	GA	AG	TC	GG	AG	CC	GG
1004	002009839989	6	5	3	1	2	4	19	107	475	62.04	2	GA	AG	CC	AG	AG	CT	AG
1005	002009810343	4	5	3	1	2	3	11	83	435	64.88	2	GG	GG	TC	GG	AG	CC	AG
1006	002009810394	6	5	3	1	2	4	12	89	420	65.4	2	GG	GG	TT	AG	GG	CC	AG
1007	002027068766	7	5	3	1	2	4	15	85	389	63.75	2	GA	AG	TC	GG	AG	CT	GG
1008	002027091966	8	5	3	1	2	5	6	87	397	69.44	3	GG	AG	CC	AA	GG	CT	GG
1009	002009830123	3	5	3	2	2	2	11	81	483	63.47	2	GG	AG	TC	GG	GG	CT	AA
1010	002009785632	7	5	3	1	2	4	9	104	397	69.78	3	GA	AG	TC	AG	GG	CT	AG
1011	002009841955	6	5	3	1	2	4	13	94	443	64.87	2	GA	AG	TT	GG	AG	CT	AG
1012	002009837356	5	4	3	1	2	3	9	96	391	68.88	3	GA	AG	TT	AG	GG	CC	AG
1013	002009837305	5	5	3	1	2	3	14	81	410	63.35	2	GA	AA	TT	AG	AG	CT	GG
1014	002009840632	5	5	3	1	2	3	16	97	439	63.48	2	GG	AG	TT	AG	GG	TT	AG
1015	002009842273	5	5	3	1	2	3	13	92	415	65.28	2	GG	AG	TC	AG	GG	CT	AG
1016	002009832585	8	5	3	1	2	5	8	96	417	68.88	3	GG	AA	TC	GG	AG	CT	AG
1017	002009840946	4	5	3	1	2	3	11	87	389	66.51	2	GG	AA	TT	AG	AG	CT	AG
1018	002009838041	6	5	3	1	2	4	12	97	416	66.54	2	GG	AG	TC	AG	AG	CC	AG
1019	002009841248	9	5	3	1	2	5	13	104	411	66.94	2	GG	AG	CC	AA	GG	CC	AG
1020	002000572059	4	5	3	2	2	3	4	53	272	69.27	3	GG	GG	TT	GG	AG	CT	GG
1021	002000572075	4	5	3	1	3	3	19	93	414	61.69	1	GA	AG	TT	GG	AG	CT	GG
1022	002009803507	6	5	3	1	3	4	11	111	553	65.69	2	GG	GG	TC	AA	GG	TT	GG
1023	002027084838	4	5	3	1	2	3	10	80	410	65.72	2	GG	AG	CC	GG	GG	CC	GG
1024	002027090104	3	5	3	2	2	2	10	77	397	65.64	2	GA	AG	TT	AA	AG	CT	AG
1025	002000572034	8	5	3	1	2	5	14	88	403	64.43	2	GA	AG	CC	AG	AG	CC	AG
1026	002009803599	7	5	3	1	2	4	9	96	490	66.5	2	GG	AG	TC	GG	GG	TT	GG
1027	002000572122	7	5	4	1	2	4	14	78	469	61.54	1	GG	GG	TT	GG	GG	CT	GG
1028	002027084887	8	5	3	1	2	5	17	85	440	61.27	1	AA	AG	TT	GG	GG	TT	GG
1029	002000572106	7	4	3	1	2	4	8	84	400	67.73	3	GG	AG	TC	GG	AG	CT	AG
1030	002027084900	4	5	3	1	2	3	11	79	383	65.61	2	GA	AG	TC	AG	GG	CC	GG
1031	002000572083	8	5	3	1	2	5	11	94	461	65.69	2	GG	GG	TC	GG	GG	CT	AA
1032	002027090049	7	5	3	1	2	4	14	83	410	63.61	2	GG	GG	TC	AG	GG	CC	AG
1033	002000572091	9	5	3	1	2	5	13	81	392	64.41	2	GA	AG	TC	AG	AG	CC	AG
1034	002027086261	4.00	5	3	1	2	3	16	98	447	63.42	2	GG	AG	TC	AG	AG	TT	AG
1035	002005487253	6.00	5	3	1	2	4	13	84	403	64.53	2	GA	AG	TC	AG	AG	TT	GG
1036	002027090090	4.00	5	3	1	2	3	5	80	322	70.96	3	GG	AA	CC	AG	GG	CT	GG
1037	002008344617	1.00	6	3	2	2	1	3	54	244	70.7	3	GA	AG	TC	AG	AG	CT	AG
1038	002008344560	9.00	4	3	1	2	5	14	96	425	64.94	2	GG	AA	TC	AG	AG	CT	AA
1039	002008344543	6.00	5	3	1	2	4	10	99	384	68.81	3	GG	AG	TC	GG	AG	CT	AG
1040	002008344211	4.00	5	3	1	3	3	12	87	494	63.36	2	GG	AG	TC	GG	AG	CC	AA
1041	002008344326	5.00	6	3	2	2	3	14	89.00	405	64.51	2	GG	GG	TC	GG	AG	TT	AG
1042	002008344877	5.00	6	3	1	2	3	12	81	377	65.39	2	GA	GG	TC	AG	AA	CC	GG

[표-13] 농가현장 유효성 검증 대상 한우 검정집단에 대한 각 도체 성적별 평균값(Mean), 표준편차(SD), 최소값(Minimum) 및 최대값(Maximum) 분석

	Traits	No.	Mean	SD	Minimum	Maximum
Meat quality	MS / 1-9	1042	5.785	1.67	1	9
	MC / 4-6	1042	4.934	0.30	4	6
	FC / 2-4	1042	3.000	0.07	2	4
	MT / 1-2	1042	1.105	0.31	1	2
	MA / 2-4	1042	2.092	0.29	2	3
	MG / 1-5	1042	3.796	0.82	1	5
Meat quantity	BF / mm	1042	13.502	4.59	3	33
	EMA / cm ²	1042	91.204	9.75	53	126
	CW / kg	1042	434.230	49.48	244	580
	MI / index	1042	64.406	3.43	49.69	72.29
	QG / 1-3	1042	2.068	0.61	1	3

MS, marbling score; MC, meat color; FC, fat color; MT, meat texture; MA, maturity score; MG, grade of meat quality; BF, backfat thickness; EMA, *M. Longissimus dori* area; CW, carcass weight; MI, meat quantity index; QG, grade of meat quantity.

※ 참고적으로, MG(육질등급) 및 QG(육량등급)의 경우, 적절한 통계분석을 위해 아래와 같이 각 등급별로 임의적 수치를 부여하여 통계분석에 활용하였음.

- 육질등급(MG) : 1⁺⁺등급(5점), 1⁺등급(4점), 1등급(3점), 2등급(2점), 3등급(1점)
- 육량등급(QG) : 1등급(3점), 2등급(2점), 3등급(1점).

각 분자표지의 SNP 유전자형과 한우 검정집단의 도체성적과의 연관성 통계 분석을 통한 분자표지의 농가현장 유효성 검증 결과는 표-14~27에 제시하였다. 1차년도에는 TG g.371T>C, APM1 g.1454G>A, FABP4 g.2834C>G, FABP4 g.3533T>A, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, SCD g.10329T>C 및 CPE g.601T>C 등 8개의 SNP 마커를 선정하여 시험축 총 809두에 대한 농가현장 유효성 검증을 수행하였고, 2차년도에는 EDG1 g.166A>G, NPY g.4271T>C, GPD1 g.2766C>T, PDE1B g.17122A>G, PDE1B g.17507A>C, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G SNP 등 총 7개 SNP 마커에 대해 시험축 총 727두에 대한 각 분자표지별 SNP genotyping을 수행하고 이들과 한우 육질 및 육량형질과의 연관성을 분석하였다. 3차년도에는 1, 2차년도에 검증한 마커들 가운데 연관성이 인정된 총 7개의 주요 마커(APM1 g.1454G>A, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G SNP 등)들을 최종 선발하고, 1,2차년도 연구를 통해 선별한 총 1,042두의 농가현장 검증 집단에 대한 추가 검증을 수행하여 한우 경제형질과의 연관성을 최종 검증하였다. 따라서, 연관성 분석 결과 가운데 APM1 g.1454G>A, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 7개 SNP에 대해서는 총 1,042두 검정축에 대한 SNP genotyping을 수행하여 연관성을 분석한 결과를 제시하였고, 그 밖의 마커에 대해서는 해당 년도의 검정축에 대해서만 SNP genotyping을 수행한 통계분석 결과를 제시하였다.

APM1 g.1454G>A 분자표지의 경우, [표-14]에서 보는 바와 같이 육질형질 가운데 육색(MC)과의 유의적 연관성이 입증되었고, 육량형질 중에서는 등지방두께(BF), 배최장근단면적(EMA), 도체중(CW), 육량지수(MI) 및 육량등급(QG) 등 모든 항목에서 유의적 연관성이 입증되었다. 특히, 육량형질의 모든 항목에서는 고도의 유의적 연관성이 입증되었다($p < 0.01$). 또한, 등지방두께(BF), 도체중(CW), 육량지수(MI) 및 육량등급(QG) 등 육량형질 항목에서 고도의 상가적 효과(additive effect)가 입증되었다($p < 0.01$).

FABP4 g.3691G>A 분자표지의 경우, [표-15]에서 보는 바와 같이 육질형질에서는 근내지방도(MS) 및 육질등급(MG)과의 유의적 연관성이 입증되었고, 육량형질 중에서는 도체중(CW) 및 육량지수(MI)와의 유의적 연관성이 입증되었으며, 상가적 효과가 입증되었다. 특히, 근내지방도 형질에서 GG형을 가진 개체들이 AA 및 GA형에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 육질등급에서도 GG형을 가진 개체들이 가장 높은 값을 나타냈다.

SCD g.10153A>G 분자표지의 경우, [표-16]에서 보는 바와 같이 육질형질에서 근내지방도(MS), 육색(MC) 및 육질등급(MG)과의 유의적 연관성이 입증되었으며, 상가적 효과도 입증되었다. 특히, 근내지방도 및 육질등급에서 GG형을 가진 개체들이 AA형을 가진 개체들에 비해 유의적으로 높게 나타났다.

CPE g.601T>C 분자표지의 경우, [표-17]에서 보는 바와 같이 육질형질에서 근내지방도 (MS), 육색(MC) 및 육질등급(MG)과의 유의적 연관성과 더불어 상가적 효과가 입증되었으며, 육량형질 중에서는 배최장근단면적(EMA)과의 유의적 연관성 및 우성효과가 입증되었다. 특히, 근내지방도 및 육질등급에서 CC형을 가진 개체들이 TT형을 가진 개체들에 비해 유의적으로 높게 나타났다.

PDE1B g.17122A>G 분자표지의 경우, [표-18]에서 보는 바와 같이 육질형질에서는 근내지방도(MS) 및 육질등급(MG)과의 유의적 연관성과 더불어 고도의 상가적효과가 입증되었고, 육량형질 중에서는 도체중(CW)과의 유의적 연관성과 고도의 우성효과가 입증되었다. 특히, 근내지방도 및 육질등급에서 AA형을 가진 개체들이 GG형을 가진 개체들에 비해 유의적으로 높게 나타났다.

TNNT1 g.6650C>T 분자표지의 경우, [표-19]에서 보는 바와 같이 육질형질에서는 근내지방도(MS) 및 육질등급(MG)과의 유의적 연관성과 더불어 상가적효과가 입증되었다. 특히, 근내지방도 및 육질등급에서 CC형을 가진 개체들이 CT 및 TT형을 가진 개체들에 비해 유의적으로 높게 나타났다.

RORC g.20152A>G 분자표지의 경우, [표-20]에서 보는 바와 같이 육질형질에서는 근내지방도(MS), 조직감(MA) 및 육질등급(MG)과의 유의적 연관성이 입증되었으며, 육량형질에서는 배최장근단면적(EMA) 및 도체중과 유의적 연관성이 입증되었다. 특히, 근내지방도 및 육질등급에서 CC형을 가진 개체들이 CT 및 TT형을 가진 개체들에 비해 유의적으로 높게 나타났다.

그 밖의 나머지 TG g.371T>C, FABP4 g.2834C>G, FABP4 g.3533T>A, GPD1 g.2766C>T, EDG1 g.166A>G, NPY g.4271T>C 및 PDE1B g.17507A>C SNP에서는 표 21~28에 제시한 바와 같이 어떤 형질과도 유의적 연관성이 입증되지 않는 것으로 나타났다.

상기의 결과를 종합해 볼 때, 각 분자표지의 SNP 유전자형과 황성한우 시험축군의 도체 성적과의 연관성 통계 분석을 통한 분자표지의 농가현장 유효성을 검증한 결과, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 6개 SNP들은 근내지방도 및 육질등급에서 모두 공통적으로 유의적 연관성을 갖는 것으로 분석되었다. 그리고, APM1 g.1454G>A SNP의 경우에는 본 연구에서 검증한 육량형질 모두에서 유의적 연관성이 입증되었다. 그리고, [표-28]에 제시한 바와 같이 기존의 국가후대검정우 축군에서 유의적 연관성이 입증된 경제형질들과 본 연구의 농가현장 검정집단을 대상으로 유의적 연관성이 입증된 경제형질을 비교한 결과, TNNT1을 제외한 APM1 g.1454G>A, FABP4 g.3691G>A,

SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G SNP들의 경우, 동일한 형질에서 분자표지의 통계적 유의성이 입증되었다. 특히, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G SNP 들은 모두 공통적으로 근내지방도(marbling) 형질과 밀접하게 연관되어 있음이 확인되었다. 이들 분자표지들은 국가후대검정우 축군 뿐만이 아니라, 1,000두 이상의 대규모 농가현장 검증에서도 동일한 형질에서 유효성이 검증되었기 때문에 한우 육질형질 진단용 분자마커로서 활용 가능성이 매우 높은 것으로 사료된다. 이에 본 연구에서는 이들 6개 마커를 이용하여 한우 마블링 유전능력 진단용 DNA kit를 개발하였다.

[표-14] APM1 g.1454G>A SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	APM1 g.1454G>A SNP genotype (n=1,042)			P-value	Genetic effect		
	GG (n=396)	GA (n=565)	AA (n=81)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	5.987±0.086	5.884±0.072	5.575±0.191	0.137	-0.412±0.209	-0.206±0.254
	MC	4.893±0.017 ^{ab}	4.948±0.014 ^b	4.875±0.038 ^a	0.023	-0.018±0.042	-0.128±0.051
	FC	2.994±0.004	3.007±0.003	3.000±0.009	0.105	0.005±0.010	-0.019±0.013
	MT	1.096±0.014	1.094±0.012	1.112±0.033	0.873	0.016±0.036	0.020±0.043
	MA	2.048±0.012	2.067±0.010	2.087±0.027	0.297	0.039±0.029	0.001±0.036
	MG	3.751±0.044	3.696±0.037	3.562±0.099	0.204	-0.189±0.109	-0.078±0.132
Meat quantity	BF	12.354±0.217 ^a	12.625±0.181 ^a	14.187±0.482 ^b	0.002	1.833±0.529 ^{***}	1.291±0.642
	EMA	89.210±0.484 ^b	91.287±0.405 ^{ab}	92.275±1.076 ^a	0.001	3.064±1.180	-1.090±1.432
	CW	427.906±3.410 ^b	429.015±2.019 ^b	449.812±5.356 ^a	0.0007	21.906±5.873 ^{***}	19.686±7.128
	MI	65.015±0.163 ^a	65.089±0.137 ^a	63.742±0.363 ^b	0.002	-1.273±0.399 ^{***}	-1.421±0.484
	QG	2.098±0.030 ^a	2.078±0.025 ^a	1.862±0.668 ^b	0.006	-0.236±0.074 ^{***}	-0.195±0.091

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

^{***}Effect was significant at P<0.001.

[표-15] FABP4 g.3691G>A SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	FABP4 g.3691G>A SNP genotype (n=1,042)			P-value	Genetic effect		
	GG (n=642)	GA (n=355)	AA (n=45)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	6.018±0.067 ^a	5.703±0.090 ^b	5.688±0.253 ^b	0.014	-0.329±0.262	0.300±0.319
	MC	4.917±0.013	4.926±0.018	5.000±0.051	0.299	0.082±0.053	0.064±0.064
	FC	3.003±0.003	3.000±0.004	3.000±0.013	0.856	-0.003±0.013	0.003±0.016
	MT	1.086±0.011	1.121±0.015	0.066±0.044	0.147	-0.019±0.045	-0.090±0.055
	MA	2.051±0.009	2.081±0.012	2.044±0.036	0.150	-0.006±0.037	-0.067±0.045
	MG	3.764±0.035 ^s	3.612±0.047 ^{ab}	3.577±0.132 ^b	0.022	-0.187±0.137	0.116±0.166
Meat quantity	BF	12.445±0.170	12.878±0.229	13.644±0.645	0.091	1.198±0.667	0.332±0.810
	EMA	90.637±0.381	90.259±0.514	91.822±1.422	0.563	1.185±1.492	1.939±1.812
	CW	427.566±1.895 ^b	432.677±2.552 ^b	447.355±7.160 ^a	0.013	19.788±7.406 ^{**}	9.566±8.995
	MI	65.152±0.128 ^a	64.710±0.173 ^b	64.087±0.485 ^b	0.022	-1.070±0.502 [*]	-0.185±0.610
	QG	2.099±0.024	2.019±0.032	2.022±0.091	0.125	-0.077±0.094	0.082±0.114

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

*Effect was significant at P<0.05, **Effect was significant at P<0.01.

[표-16] SCD g.10153A>G SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	SCD g.10153A>G SNP genotype (n=1,042)			P-value	Genetic effect		
	AA (n=158)	AG (n=578)	GG (n=306)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	5.626±0.135 ^b	5.863±0.070 ^{ab}	6.101±0.097 ^a	0.013	-0.474±0.166 ^{**}	0.001±0.219
	MC	4.873±0.027 ^b	4.946±0.014 ^a	4.908±0.019 ^{ab}	0.041	-0.035±0.033	-0.110±0.044 [*]
	FC	2.993±0.006	3.000±0.003	3.009±0.005	0.125	-0.016±0.008	0.003±0.011
	MT	1.145±0.023 ^a	1.097±0.01 ^{ab}	1.078±0.016 ^b	0.039	0.073±0.028 [*]	0.023±0.037
	MA	2.056±0.019	2.062±0.010	2.062±0.013	0.968	-0.005±0.023	-0.005±0.031
	MG	3.575±0.070 ^b	3.684±0.037 ^{ab}	3.810±0.050 ^a	0.019	-0.234±0.087 ^{**}	0.017±0.114
Meat quantity	BF	13.221±0.344	12.561±0.180	12.503±0.247	0.188	0.718±0.424	0.601±0.557
	EMA	90.544±0.770	90.519±0.403	90.643±0.553	0.983	-0.099±0.948	0.148±1.245
	CW	436.601±3.830	428.724±2.004	429.542±2.752	0.184	7.058±4.717	8.694±6.190
	MI	64.438±0.259	65.036±0.135	65.069±0.186	0.095	-0.631±0.319	-0.565±0.419
	QG	1.955±0.048	3.088±0.025	2.091±0.034	0.062	-0.135±0.059	-0.129±0.018

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

*Effect was significant at P<0.05, **Effect was significant at P<0.01.

[표-17] CPE g.601T>C SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	CPE g.601T>C SNP genotype (n=1,042)			P-value	Genetic effect		
	TT (n=197)	TC (n=652)	CC (n=193)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	5.664±0.121 ^b	5.886±0.066 ^{ab}	6.170±0.122 ^a	0.013	0.506±0.172 ^{**}	0.063±0.218
	MC	4.949±0.024	4.930±0.013	4.875±0.024	0.079	-0.073±0.035	-0.036±0.044
	FC	3.010±0.006	3.001±0.003	2.994±0.006	0.221	-0.015±0.008	0.001±0.011
	MT	1.106±0.021	1.099±0.011	1.077±0.021	0.581	-0.028±0.030	-0.015±0.037
	MA	2.045±0.017	2.062±0.009	2.072±0.017	0.537	0.026±0.024	-0.007±0.031
	MG	3.593±0.063 ^b	3.698±0.034 ^{ab}	3.839±0.064 ^a	0.023	0.245±0.090 ^{**}	0.035±0.114
Meat quantity	BF	12.598±0.308	12.617±0.169	12.782±0.312	0.886	0.183±0.439	0.146±0.555
	EMA	89.015±0.687 ^b	91.147±0.378 ^a	90.155±0.694 ^{ab}	0.020	1.140±0.977	-3.124±1.235 [*]
	CW	433.822±3.430	430.529±1.887	425.176±3.466	0.197	-8.646±4.877	-2.061±6.167
	MI	64.695±0.232	65.040±0.128	64.936±0.235	0.430	0.240±0.330	-0.447±0.418
	QG	2.055±0.043	2.061±0.024	2.108±0.044	0.606	0.053±0.062	-0.041±0.078

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

^{*}Effect was significant at P<0.05, ^{**}Effect was significant at P<0.01.

[표-18] PDE1B g.17122A>G SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	PDE1B g.17122A>G SNP genotype (n=1,042)			P-value	Genetic effect		
	AA (n=159)	AG (n=608)	GG (n=275)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	6.123±0.101 ^a	5.816±0.078 ^{ab}	5.660±0.133 ^b	0.010	0.463±0.167 ^{**}	0.150±0.229
	MC	4.916±0.020	4.922±0.016	4.918±0.027	0.972	-0.001±0.034	-0.010±0.047
	FC	3.000±0.004	3.004±0.003	3.006±0.005	0.645	-0.006±0.007	-0.002±0.010
	MT	1.072±0.017	1.103±0.013	1.113±0.023	0.278	-0.040±0.029	-0.020±0.040
	MA	2.058±0.015	2.058±0.011	2.094±0.019	0.256	-0.036±0.024	0.036±0.034
	MG	3.832±0.053 ^a	3.655±0.040 ^{ab}	3.578±0.070 ^b	0.005	0.254±0.087 ^{**}	0.100±0.120
Meat quantity	BF	12.621±0.264	12.782±0.203	13.037±0.347	0.635	-0.415±0.436	0.094±0.597
	EMA	91.407±0.583	89.918±0.448	90.654±0.766	0.126	0.753±0.963	2.225±1.316
	CW	433.661±2.922 ^{ab}	436.659±2.249 ^b	441.748±3.843 ^a	0.002	-8.086±.828	22.091±6.599 ^{***}
	MI	64.996±0.198	64.869±0.153	64.444±0.261	0.230	0.551±0.328	-0.299±0.448
	QG	2.069±0.037	2.049±0.028	2.012±0.049	0.659	0.056±0.061	-0.017±0.984

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

^{**}Effect was significant at P<0.01, ^{***}Effect was significant at P<0.001.

[표-19] TNNT1 g.6650C>T SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	TNNT1 g.6650C>T SNP genotype (n=1,042)			P-value	Genetic effect		
	CC (n=304)	CT (n=617)	TT (n=121)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	6.154±0.097 ^a	5.753±0.071 ^b	5.743±0.154 ^b	0.002	0.410±0.182*	0.391±0.231
	MC	4.911±0.019	4.919±0.014	4.983±0.031	0.131	-0.072±0.037	0.055±0.047
	FC	2.993±0.005	3.007±0.003	3.000±0.008	0.098	-0.006±0.009	-0.020±0.012
	MT	1.065±0.016	1.105±0.012	1.132±0.026	0.061	-0.066±0.031	-0.012±0.040
	MA	2.049±0.014	2.064±0.010	2.090±0.022	0.288	-0.041±0.026	0.011±0.033
	MG	3.828±0.051 ^a	3.639±0.037 ^b	3.636±0.080 ^b	0.008	0.192±0.095*	0.186±0.121
Meat quantity	BF	12.500±0.250	12.758±0.184	12.793±0.397	0.677	-0.293±0.469	-0.224±0.597
	EMA	90.065±0.550	90.558±0.405	91.462±0.971	0.394	-1.397±1.303	0.410±1.311
	CW	425.582±2.764	433.298±2.036	430.818±4.381	0.080	-5.235±5.180	-10.196±6.590
	MI	65.091±0.187	64.808±0.138	64.963±0.297	0.473	0.127±0.352	0.437±0.447
	QG	2.065±0.035	2.050±0.025	2.099±0.055	0.716	0.033±0.065	0.064±0.083

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

*Effect was significant at P<0.05.

[표-20] RORC g.20152A>G SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	RORC g.20152A>G SNP genotype (n=1,042)			P-value	Genetic effect		
	AA (n=51)	AG (n=463)	GG (n=528)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	5.725±0.237 ^{ab}	5.674±0.088 ^b	5.998±0.073 ^a	0.016	-0.272±0.248	0.374±0.305
	MC	4.960±0.046	4.913±0.017	4.929±0.014	0.562	0.030±0.049	0.064±0.060
	FC	3.000±0.011	3.000±0.004	3.003±0.003	0.767	-0.003±0.011	0.003±0.014
	MT	1.156±0.042	1.116±0.015	1.083±0.013	0.101	0.073±0.043	0.067±0.053
	MA	2.019±0.035 ^b	2.089±0.013 ^a	2.053±0.010 ^b	0.042	-0.033±0.036	-0.106±0.045
	MG	3.607±0.124 ^{ab}	3.593±0.046 ^b	3.757±0.038 ^a	0.021	-0.1149±0.130	0.178±0.160
Meat quantity	BF	13.470±0.612	12.756±0.227	12.575±0.190	0.355	0.894±0.641	0.534±0.7786
	EMA	93.980±1.348 ^a	91.715±0.501 ^{ab}	89.643±0.419 ^b	0.0003	4.336±1.412**	0.193±1.732
	CW	438.490±6.808 ^a	436.241±2.531 ^a	426.839±2.116 ^b	0.009	11.651±7.130	-7.153±8.744
	MI	64.684±0.426	64.890±0.171	64.959±1.143	0.833	-0.274±0.484	-0.136±0.593
	QG	2.039±0.087	2.054±0.032	2.070±0.027	0.897	-0.030±0.091	0.000±0.111

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

**Effect was significant at P<0.01.

[표-21] TG g.371T>C SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	TG g.371T>C SNP genotype (n=586)			P-value	Genetic effect		
	TT (n=36)	TC (n=234)	CC (n=316)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	6.380±0.373	6.063±0.267	6.041±0.265	0.541	-0.339±0.296	0.294±0.362
	MC	4.947±0.084	4.822±0.060	4.816±0.059	0.141	-0.131±0.066	0.118±0.081
	FC	3.000±0.023	3.011±0.016	3.007±0.016	0.800	0.006±0.018	-0.015±0.022
	MT	0.980±0.066	1.028±0.047	1.063±0.047	0.569	0.056±0.052	-0.039±0.064
	MA	2.001±0.045	2.045±0.032	2.047±0.032	0.483	0.035±0.036	-0.050±0.044
	MG	3.999±0.192	3.855±0.148	3.821±0.136	0.502	-0.178±0.153	0.110±0.186
Meat quantity	BF	13.093±0.895	13.285±0.642	12.608±0.636	0.163	-0.484±0.711	-0.868±0.869
	EMA	91.342±2.096	90.416±1.504	89.620±1.489	0.456	-1.722±1.066	0.130±2.035
	CW	437.277±9.855	424.533±7.072	423.194±7.002	0.198	-14.083±7.834	11.403±9.567
	MI	64.606±0.678	64.670±0.486	65.022±0.482	0.388	0.416±0.539	0.287±0.658
	QG	2.054±0.133	1.956±0.096	2.073±0.095	0.083	0.018±0.106	0.215±0.130

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

[표-22] FABP4 g.2834C>G SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	FABP4 g.2834C>G SNP genotype (n=586)			P-value	Genetic effect		
	CC (n=197)	CG (n=300)	GG (n=89)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	6.176±0.274	5.994±0.264	6.085±0.299	0.496	0.090±0.216	0.272±0.286
	MC	4.792±0.062	4.837±0.059	4.848±0.067	0.347	-0.056±0.048	-0.034±0.064
	FC	3.000±0.071	3.012±0.016	3.011±0.018	0.453	-0.010±0.013	-0.013±0.018
	MT	1.026±0.048	1.042±0.047	1.002±0.053	0.528	0.024±0.038	-0.054±0.050
	MA	2.042±0.033	2.034±0.032	2.046±0.036	0.852	-0.003±0.026	0.019±0.035
	MG	3.887±0.141	3.805±0.136	3.880±0.154	0.533	0.006±0.111	0.156±0.147
Meat quantity	BF	13.354±0.660	12.811±0.635	12.551±0.718	0.210	0.803±0.519	0.281±0.686
	EMA	90.193±1.544	90.441±1.486	88.845±1.682	0.367	1.348±1.215	-1.843±1.607
	CW	422.257±7.276	426.631±7.004	422.682±7.926	0.507	-0.424±5.726	-8.322±7.572
	MI	64.653±0.500	64.919±6.481	64.969±0.544	0.584	-0.315±0.393	-0.216±0.520
	QG	1.976±0.099	2.032±0.095	2.061±0.107	0.464	-0.085±0.077	-0.027±0.103

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

[표-23] FABP4 g.3533T>A SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	FABP g.3533T>A SNP genotype (n=586)			P-value	Genetic effect		
	TT (n=99)	TA (n=290)	AA (n=197)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	6.113±0.295	6.010±0.266	6.116±0.273	0.749	0.003±0.210	0.208±0.281
	MC	4.858±0.066	4.826±0.060	4.806±0.061	0.545	-0.052±0.047	0.012±0.063
	FC	3.011±0.018	3.013±0.016	3.001±0.017	0.432	-0.010±0.013	-0.014±0.017
	MT	1.011±0.052	1.039±0.047	1.028±0.048	0.706	0.016±0.037	-0.039±0.050
	MA	2.041±0.036	2.032±0.032	2.047±0.033	0.727	0.006±0.025	0.023±0.034
	MG	3.892±0.152	3.803±0.137	3.872±0.141	0.548	-0.019±0.108	0.159±0.145
Meat quantity	BF	12.302±0.708	13.009±0.639	13.188±0.656	0.196	0.885±0.503	-0.527±0.675
	EMA	88.830±1.653	90.850±1.493	89.751±1.531	0.132	0.921±1.176	-3.118±1.576
	CW	420.532±7.793	428.156±7.036	422.128±7.217	0.184	1.595±5.544	-13.650±7.427
	MI	65.174±0.536	64.812±0.484	64.703±0.497	0.454	-0.471±0.381	0.251±0.511
	QG	2.079±0.106	2.001±0.096	2.011±0.098	0.523	-0.068±0.075	0.087±0.101

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori* area; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

[표-24] GPD1 g.2766C>T SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	GPD1 g.2766C>T SNP genotype (n=512)			P-value	Genetic effect		
	CC (n=97)	CT (n=291)	TT (n=124)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	5.446±0.273	5.449±0.215	5.463±0.258	0.996	-0.017±0.238	0.010±0.316
	MC	4.892±0.050	4.905±0.039	4.940±0.047	0.488	-0.048±0.044	0.022±0.058
	FC	2.950±0.007	2.951±0.006	2.960±0.007	0.183	-0.009±0.006	0.009±0.009
	MT	1.173±0.050	1.185±0.039	1.224±0.047	0.426	-0.051±0.044	0.027±0.058
	MA	2.083±0.048	2.111±0.038	2.036±0.045	0.083	0.046±0.042	-0.102±0.056
	MG	3.499±0.146	3.463±0.114	3.451±0.138	0.926	0.048±0.127	0.023±0.168
Meat quantity	BF	13.846±0.763	13.638±0.600	13.738±0.721	0.933	0.108±0.666	0.308±0.881
	EMA	90.007±1.613	91.263±1.269	91.626±1.523	0.483	1.619±1.407	-0.894±1.863
	CW	438.758±7.869	434.833±6.192	435.662±7.434	0.805	3.095±6.866	4.753±9.092
	MI	63.926±0.566	64.314±0.445	64.278±0.534	0.657	-0.351±0.494	-0.423±0.654
	QG	1.971±0.102	2.021±0.080	2.079±0.096	0.475	-0.108±0.089	0.007±0.118

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori* area; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

[표-25] EDG1 g.166A>G SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	EDG1 g.166A>G SNP genotype (n=512)			P-value	Genetic effect		
	AA (n=351)	AG (n=153)	GG (n=8)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	5.508±0.224	5.399±0.229	4.830±0.668	0.516	0.678±0.648	-0.460±0.691
	MC	4.901±0.041	4.925±0.042	4.668±0.124	0.087	0.232±0.119	-0.281±0.127
	FC	2.954±0.006	2.951±0.006	2.952±0.019	0.864	0.001±0.019	0.004±0.020
	MT	1.186±0.041	1.190±0.042	1.392±0.123	0.227	-0.206±0.119	0.198±0.127
	MA	2.088±0.040	2.101±0.041	2.129±0.119	0.875	-0.040±0.116	0.013±0.123
	MG	3.510±0.120	3.423±0.122	3.079±0.356	0.344	0.431±0.345	-0.258±0.368
Meat quantity	BF	13.751±0.628	13.594±0.642	13.943±1.866	0.938	-0.191±1.810	0.505±1.930
	EMA	90.975±1.329	91.447±1.358	88.940±3.948	0.750	2.034±3.829	-2.980±4.083
	CW	434.581±6.473	436.886±6.618	420.080±19.233	0.626	14.501±18.653	-19.111±19.890
	MI	64.212±0.466	64.316±0.476	64.175±1.386	0.957	0.036±1.344	-0.244±1.433
	QG	2.009±0.084	2.039±0.086	2.167±0.251	0.759	-0.157±0.243	0.097±0.259

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori* area; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

[표-26] NPY g.4271T>C SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	NPY g.4271T>C SNP genotype (n=512)			P-value	Genetic effect		
	TT (n=143)	TC (n=295)	CC (n=74)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	5.404±0.273	5.530±0.225	5.352±0.246	0.584	0.051±0.261	-0.303±0.324
	MC	4.887±0.050	4.903±0.041	4.939±0.045	0.468	-0.051±0.048	0.018±0.059
	FC	2.951±0.008	2.954±0.006	2.950±0.007	0.694	0.000±0.007	-0.007±0.009
	MT	1.222±0.050	1.166±0.041	1.205±0.045	0.290	0.016±0.048	0.094±0.060
	MA	2.125±0.048	2.084±0.040	2.088±0.044	0.618	0.036±0.046	0.045±0.058
	MG	3.415±0.145	3.520±0.120	3.412±0.131	0.445	0.003±0.139	-0.212±0.173
Meat quantity	BF	13.652±0.761	13.528±0.628	13.977±0.688	0.672	-0.325±0.729	0.573±0.095
	EMA	89.855±1.610	91.762±1.328	91.220±1.455	0.374	-1.365±1.541	-2.449±1.914
	CW	434.566±7.863	435.158±6.485	436.779±7.105	0.940	-2.212±7.525	1.028±9.348
	MI	64.128±0.565	64.440±0.466	64.050±0.510	0.530	0.078±0.541	-0.702±0.672
	QG	2.071±0.102	2.039±0.084	1.961±0.092	0.422	0.109±0.098	-0.046±0.121

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori* area; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

[표-27] PDE1B g.17507A>C SNP 유전자형과 한우 검정집단 도체성적과의 연관성 통계분석

Traits	PDE1B g.17507A>C SNP genotype (n=512)			P-value	Genetic effect		
	AA (n=208)	AC (n=230)	CC (n=74)		Additive	Dominance	
Meat quality	MS	5.447±0.236	5.473±0.220	5.344±0.293	0.845	0.113±0.241	-0.165±0.341
	MC	4.873±0.043	4.932±0.040	4.899±0.053	0.167	-0.025±0.044	-0.092±0.062
	FC	2.951±0.006	2.951±0.006	2.966±0.008	0.070	-0.015±0.007	0.014±0.009
	MT	1.197±0.043	1.185±0.040	1.198±0.054	0.911	-0.001±0.044	0.025±0.063
	MA	2.080±0.042	2.093±0.039	2.152±0.052	0.250	-0.071±0.043	0.046±0.060
	MG	3.464±0.126	3.471±0.117	3.438±0.156	0.967	0.026±0.128	-0.039±0.182
Meat quantity	BF	13.751±0.659	13.857±0.615	13.999±0.817	0.822	-0.248±0.272	0.575±0.951
	EMA	91.582±1.394	90.866±1.303	91.548±1.730	0.753	0.033±1.422	1.398±2.013
	CW	437.589±6.792	433.445±6.344	440.223±8.427	0.537	-2.634±6.927	10.922±9.802
	MI	64.219±0.489	64.327±0.457	63.996±0.607	0.801	0.222±0.499	-0.438±0.706
	QG	2.022±0.088	2.040±0.082	1.945±0.110	0.574	0.077±0.090	-0.113±0.128

MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

[표-28] 농가현장 검정집단과 후대검정우 집단 간 경제형질 관련 분자표지의 동일성 및 유효성 비교

SNP marker	후대검정우 (기존연구)	농가현장 검정집단 (본 연구)
APM1 g.1454G>A	등지방두께, 배최장근단면적	등지방두께, 배최장근단면적, 도체중, 육량지수, 육량등급
FABP4 g.3691G>A	근내지방도, 도체중	근내지방도, 육질등급, 도체중, 육량지수
SCD g.10153A>G	근내지방도, 등지방두께	근내지방도, 육색, 조직감, 육질등급
CPE g.601T>C	근내지방도, 등지방두께	근내지방도, 육질등급, 배최장근단면적
PDE1B g.17122A>G	근내지방도, 일당증체량, 도체중, 연도	근내지방도, 육질등급, 도체중
TNNT1 g.6650C>T	배최장근단면적, 도체중	근내지방도, 육질등급
RORC g.20152A>G	근내지방도, 등지방두께	근내지방도, 성숙도, 육질등급, 배최장근단면적, 도체중

(3) 한우 도체품질 평가 성적과 분자표지와의 연관성 분석

횡성축협한우 시험축군에 대해 축산물 품질평가원 강원지소로부터 제공 받은 육질 및 육량 형질 관련 도체성적에 부가하여, 보다 다양하고 정밀하게 측정된 경제형질들에 대한 분자표지 효과를 추정하기 위해 당해연도 횡성축협한우 검정대상 시험축을 대상으로 횡성축협한우 도축 가공장에서 육시료(채끝/보섭살)를 1 kg/두 채취하여 각 개체별 이화학적/물리화학적 성분 및 도체품질 특성을 분석하고 이들에 대한 각 분자표지 효과를 추정하였다. 이화학적/물리화학적 성분 및 도체품질 특성 분석은 제 2세부과제에서 수행하였으며 수분, 지방, 단백질, 회분, pH, 가열감량, 명도, 적색도, 황색도, 보수력, 경도, 탄력성, 점착성, 검성 및 씹힘성 등 총 15가지 세부 항목에 대한 도체품질 특성을 분석하였다. 분석이 완료된 각 검정대상 개체별 도체품질 평가 성적을 이용하여 한우 경제형질 관련 분자표지와의 연관성을 분석하였다. 검정대상 개체별 각 도체품질 평가 결과와 분자표지별 SNP 유전자형 정보는 표-29에 제시하였다.

통계 분석은 SAS/STAT@9.1 통계처리 프로그램을 이용하여 아래에 제시한 일반선형모형으로 분산분석을 수행하였으며, 각 SNP 유전자형에 따른 도체품질 평가 성적치의 최소제곱평균과 표준오차를 추정하여 평균 간 최소유의차 검정을 수행하고, 각 분자표지별 SNP marker 유전자형과의 연관성을 분석하였다.

$$Y_{ijklm} = \mu + S_i + YS_j + SP_k + D_l + G_m + e_{ijklm}$$

여기에서 Y는 관측치, μ 는 전체평균, S는 종모우 효과(n=8두), YS는 연도 및 분만계절 효과, SP는 출하농가 효과(n=5호 농가), D는 도축일령에 대한 co-variate 효과, G는 SNP 유전자형, e는 임의오차 효과

각 분자표지별로 SNP 유전자형 효과의 유의성이 나타난 형질들에 대해서는 Duncan's multiple range test를 수행하여 유전자형별 유의성을 검정하였으며, 각 분자표지의 SNP 유전자형과 한우 검정집단의 도체품질 특성 평가 성적과의 연관성 분석 결과는 표-30~36에 제시하였다.

APM1 g.1454G>A 분자표지의 경우, 표-30에 제시한 바와 같이 수분함량 및 적색도와의 유의적 연관성이 입증되었다($p<0.05$). 유의적 연관성이 입증된 각 형질에 대한 Duncan's multiple range test의 다중검정을 수행하여 SNP 유전자형별 유의적 차이를 검정한 결과, 유의성이 입증된 두 가지 도체품질 평가 항목 모두에서 GG 유전자형을 가진 개체들이 GA 및 AA 유전자형을 가진 개체들에 비해 평균적으로 높은 값을 나타낸 것으로 분석되었으며, 상가적효과가 입증되었다.

SCD g.10153A>G 분자표지의 경우, 표-32에 제시한 바와 같이 보수력과의 유의적 연관성이 입증되었다($p<0.05$). Duncan's multiple range test의 다중검정을 수행하여 SNP 유전자형별 유의적 차이를 검정한 결과, GA 유전자형을 가진 개체들이 GG 및 AA 유전자형을 가진 개체들에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타낸 것으로 분석되었으며, 우성 효과가 입증되었다.

PDE1B g.171222A>G 분자표지의 경우, 표-34에 제시한 바와 같이 수분함량, 지방함량, 적색도 및 보수력과의 유의적 연관성이 입증되었다($p<0.05$). 유의적 연관성이 입증된 각 형질에 대한 Duncan's multiple range test의 다중검정을 수행하여 SNP 유전자형별 유의적 차이를 검정한 결과, 수분함량에서는 AG 형이, 지방함량, 적색도 및 보수력에서는 GG형이 가장 높은 값을 나타냈다, 한편 수분함량에서는 우성효과가 지방함량, 적색도 및 보수력에서는 상가적효과를 나타냈다.

TNNT1 g.6650C>T 분자표지의 경우, 표-35에 제시한 바와 같이 가열감량 및 보수력과의 유의적 연관성이 입증되었다($p<0.05$). 유의적 연관성이 입증된 각 형질에 대한 Duncan's multiple range test의 다중검정을 수행하여 SNP 유전자형별 유의적 차이를 검정한 결과, 가열감량에서는 CC형이 가장 낮게 나타났으며, 보수력에서는 TT형이 가장 높은 것으로 분석되었다. 한편 가열감량에서는 상가적효과가 보수력에서는 우성효과가 입증되었다.

RORC g.20152A>G 분자표지의 경우, 표-36에 제시한 바와 같이 회분함량, 적색도 및 보수력과의 유의적 연관성이 입증되었다($p<0.05$). 유의적 연관성이 입증된 각 형질에 대한 Duncan's multiple range test의 다중검정을 수행하여 SNP 유전자형별 유의적 차이를 검정한 결과, 회분함량과 적색도에서는 GG형이 가장 높게 나타났고, 보수력에서는 AA형이 가장 높은 것으로 분석되었다. 한편 회분함량과 적색도 및 보수력 모두에서 상가적효과가 입증되었다.

그 밖의 FABP4 g.3691G>A 및 CPE g.601T>C 분자표지는 한우의 도체품질과의 연관성이 입증되지 않았다(표-31 및 33).

[표-29] 검정대상 한우 개체별 도체품질 특성 평가 성적 및 분자표지별 SNP 유전자형 정보

샘플 번호	일반 성분				PH	가열감량	육 색			보수력	APM1	CPE	FABP4	RORC	SCD	PDE1B	TNNT1
	수분	지방	단백질	회분			명도	적색도	황색도		g.1541 A>G	g.601 C>T	g.3691 G>A	g.20152 A>G	g.20152 A>G	g.17122 A>G	g.6650 C>T
1	69.96	7.44	20.51	1.11	5.37	34.19	41.48	16.92	5.09	40.82	GG	TT	GG	GG	AG	AA	TT
2	68.97	9.22	19.65	1.33	5.3	33.81	43.23	16.61	5.22	39.31	GG	TC	GA	GG	AG	AA	TT
3	69.63	9.64	17.92	1	5.32	31.81	41.69	12.06	3.83	44.96	GG	TC	GA	GG	AG	GG	CC
4	68.37	6.65	18.06	1.19	5.235	30.74	42.26	13.99	5.09	36.95	GA	TT	GA	AG	AG	AG	CC
5	70.43	5.11	18.9	1.13	5.37	29.55	42.78	11.38	3.69	44.88	GA	TT	GA	AG	AG	AG	CC
6	70.33	5.18	21.19	1.15	5.265	25.91	39.32	10.17	3.19	39.71	GG	TC	GG	GG	AG	AA	CC
7	71.46	3.83	20.15	1.19	5.27	34.49	39.33	15.86	4.24	36	GG	TC	GG	GG	GG	AG	CC
8	71.81	4.69	20.24	1.22	5.3	29.78	39.33	14.91	3.69	39.75	GA	TC	GG	GG	AG	AG	CT
9	70.41	8.53	19.2	1	5.27	35.4	41.31	14.47	4.03	37.85	GA	CC	GG	AA	GG	AG	TT
10	71.44	8.28	20.6	1.29	5.305	36.4	41.66	13.7	3.76	40.42	GA	CC	GA	GG	AG	AG	TT
11	70.27	7.68	20.73	1.17	5.215	33.94	42.71	16.38	5.09	33.24	GG	CC	GG	GG	GG	AG	TT
12	71.04	6.77	19.51	1.22	5.36	34.27	39.06	13.73	3.12	40.11	GG	TT	GG	GG	AG	AG	CC
13	71.56	5.92	21.22	1.24	5.32	34.41	39.4	13.49	3.23	41.8	GG	TT	GG	GG	GG	GG	CT
14	70.41	6.12	20.14	1.14	5.375	30.91	40.07	13.15	3.39	34.88	GG	TC	GG	AG	AG	AG	CT
15	70.09	6.29	20.18	1.34	5.26	35.22	41.63	15.16	4.63	32.62	GG	CC	GG	GG	GG	AG	CT
16	70.62	3.96	20.13	1.07	5.345	32.22	41.42	14.16	4.45	39.91	GG	TC	GG	GG	GG	AA	CT
17	69.92	6.76	20.22	1.18	5.305	34.47	42.48	16.28	5.2	41.94	GA	CC	GG	AG	GG	AG	CT
18	73.89	6.5	19.07	1.1	5.36	34.85	39.95	12.62	3.67	38	GG	TT	GA	GG	AG	AG	TT
19	71.54	7.37	21.11	1.1	5.27	33.79	40.01	17.36	4.86	38.54	GA	CC	GG	AG	AG	GG	TT
20	70.41	8.8	19.96	1.12	5.25	31.96	41.23	17.06	5.35	41.28	GG	TT	GG	AG	GG	GG	CC
21	71.58	4.82	21.12	1.13	5.26	33.82	40.47	13.43	3.37	49.08	GA	TC	GG	GG	GG	AA	CT
22	71.22	6.68	20.08	1.19	2.295	36.19	40.23	13.43	3.67	38.43	GG	TT	GG	GG	AG	AG	TT
23	71.26	5.69	19.91	1.29	5.275	34.38	41.69	16.87	5.35	44.35	GA	TT	GG	GG	GG	AG	CT
24	74.24	5.82	19.91	1.23	5.295	37.01	39.68	14.58	4.03	35.14	GA	TC	GG	GG	AA	GG	CT
25	72.04	5.11	20.96	1.12	5.29	32.51	39.54	14.62	3.81	33.42	GA	TC	GG	AG	AG	AG	CT
26	71.27	4.34	20.94	1.26	5.275	34.33	39.78	13.14	3.52	32.16	GA	TC	GG	GG	GG	AA	CC
27	70.8	7.61	20.39	1.11	5.295	34.58	40.4	14.54	4.06	41.56	GA	TT	GA	GG	GG	AA	CT
28	71.86	7.28	21.01	1.36	5.255	31.64	39.67	14.64	4.34	39.87	GG	TC	GG	AA	AG	AG	CC
29	70.8	3.9	22.74	1.08	5.34	36.05	40.88	14.9	4.85	43	GG	CC	GA	AA	GG	AG	TT
30	69.14	5.5	21.41	1.28	5.23	33.25	40.32	11.5	3.53	38.11	GA	CC	GA	AG	AG	GG	TT

생물 전체	일반 성분				PH	가열강량	육 색			보수력	APM1	CPE	FABP4	RORC	SCD	PDE1B	TNNT1
	수분	지방	단백질	회분			명도	적색도	황색도		g.1541 A>G	g.601 C>T	g.3691 G>A	g.20152 A>G	g.20152 A>G	g.17122 A>G	g.6650 C>T
											AA	TC	GA	AG	GG	AA	CC
31	27.24	6.99	18.95	1.07	5.27	31.01	41.48	18.92	6.09	33.12	AA	TC	GA	AG	GG	AA	CC
32	69.93	6.79	19.05	1.12	5.37	37.66	41.48	16.19	4.57	40.19	GG	CC	GG	AG	AG	AG	TT
33	70.57	6.72	19.99	1.18	5.295	29.01	41.73	15.91	4.85	38.11	GA	CC	GA	GG	AG	AA	CT
34	70.14	7.94	22.1	1.04	5.45	32.89	40.05	15.18	3.57	41.56	GA	TT	GA	AG	AA	AA	CT
35	71.12	7.15	19.45	1.11	5.34	30.94	39.67	17.04	5.14	39.91	GG	TC	GA	GG	AG	AA	CT
36	71.78	7.08	20.12	1.18	5.275	35.24	42.99	16.57	5.39	40.24	GA	TC	GA	GG	AG	AG	CT
37	71.47	6.69	21.43	1.07	5.335	33.02	40.47	14.01	3.51	44.76	GG	TT	GA	AG	AG	AG	CT
38	71.04	6.77	19.51	1.11	5.37	34.19	41.48	16.92	5.09	40.82	GA	TC	GA	GG	AA	AA	TT
39	71.56	5.92	21.22	1.33	5.3	33.81	43.23	16.61	5.22	39.31	GG	TC	GA	GG	AG	AA	TT
40	70.09	6.29	20.18	1.34	5.26	35.22	41.63	12.06	3.83	44.96	GG	TC	GG	GG	AA	GG	CC
41	70.62	3.96	20.13	1.07	5.345	32.22	41.42	13.99	5.09	36.95	GG	TT	GA	AG	AG	AG	CC
42	69.92	6.76	20.22	1.18	5.305	34.47	42.48	11.38	3.69	44.88	GG	TC	GA	AG	AA	AG	CC
43	69.92	6.76	20.22	1.15	5.265	25.91	39.32	10.17	3.19	39.71	GG	CC	GG	GG	AG	AA	CC
44	73.89	6.5	19.07	1.19	5.27	34.49	39.33	15.86	4.24	36	GG	TT	GA	GG	AG	AG	CC
45	71.54	7.37	21.11	1.22	5.3	29.78	39.33	14.91	3.69	39.75	GG	TC	GG	GG	AG	AG	CT
46	70.41	8.8	20.18	1.34	5.26	35.22	41.63	15.16	4.63	32.62	GG	TT	GG	AA	AG	AG	TT
47	71.58	4.82	20.13	1.07	5.345	32.22	41.42	14.16	4.45	39.91	GA	TT	GA	GG	AG	AG	TT
48	71.22	6.68	19.96	1	5.27	35.4	41.31	14.47	4.03	37.85	GA	TC	AA	GG	AG	AG	TT
49	71.04	6.77	21.12	1.29	5.305	36.4	41.66	13.7	3.76	40.42	GG	TT	GG	GG	AG	AG	CC
50	71.56	5.92	21.22	1.24	5.32	34.41	39.4	13.49	3.23	41.8	GG	TC	GA	GG	AG	AA	CT
51	70.41	6.12	20.14	1.14	5.375	30.91	40.07	13.15	3.39	34.88	GA	TC	GG	GG	AG	GG	CC
52	70.09	6.29	20.18	1.34	5.26	35.22	41.63	15.16	4.63	32.62	GG	TT	GA	AG	AG	AG	CC
53	70.62	3.96	20.13	1.07	5.345	32.22	41.42	14.16	4.45	39.91	GA	TT	GG	AG	AG	AG	CC
54	69.92	6.76	19.96	1	5.27	35.4	41.31	14.47	4.03	37.85	GG	TT	GA	GG	AG	AA	CC
55	69.92	6.76	21.12	1.29	5.305	36.4	41.66	13.7	3.76	40.42	GG	CC	AA	GG	AG	AG	CC
56	73.89	6.5	20.08	1.17	5.215	33.94	42.71	16.38	5.09	33.24	GA	TC	GG	GG	AG	AG	CC
57	71.54	7.37	19.51	1.22	5.36	34.27	39.06	13.73	3.12	40.11	GA	TC	GG	GG	GG	AG	CT
58	70.41	8.8	21.22	1.24	5.32	34.41	39.4	13.49	3.23	41.8	GG	TT	GG	AA	GG	AG	TT
59	71.58	4.82	21.12	1.29	5.305	36.4	41.66	13.7	4.45	39.91	GG	TC	GG	GG	AG	AA	TT
60	71.26	5.69	19.91	1.29	5.275	34.38	41.69	16.87	5.2	41.94	GA	CC	GA	GG	GG	AG	CT

단백질 번호	일반 성분				PH	가열강량	육 색			보수력	APM1	CPE	FABP4	RORC	SCD	PDE1B	TNNT1
	수분	지방	단백질	회분			명도	적색도	황색도		g.1541 A>G	g.601 C>T	g.3691 G>A	g.20152 A>G	g.20152 A>G	g.17122 A>G	g.6650 C>T
											61	70.62	3.96	20.13	1.07	5.345	32.22
62	69.92	6.76	20.22	1.18	5.305	34.47	39.54	14.62	4.24	36	GG	TT	GA	AG	GG	AG	CT
63	69.92	6.76	20.22	1.15	5.265	25.91	39.78	13.14	3.69	39.75	GA	TT	GG	GG	GG	AG	CC
64	73.89	6.5	19.07	1.19	5.27	34.49	40.4	14.54	4.06	41.56	GG	TC	AA	GG	AG	AA	CT
65	71.54	7.37	21.11	1.22	5.3	29.78	39.67	14.64	4.34	39.87	GG	TC	GA	AA	AG	AG	CC
66	70.41	8.8	19.96	1	5.27	35.4	40.88	14.9	4.85	43	GA	TC	GG	AA	AG	AG	TT
67	71.98	4.86	19.99	0.87	5.29	25.3	39.84	6.81	2.31	44.33	GA	TC	GA	AA	AG	AG	TT
68	73.69	2.99	20.94	0.95	5.28	36.1	39.93	6.81	2.36	51.88	GA	TT	GA	AA	AG	GG	CT
69	73.1	3.53	21.85	1.07	5.27	30.33	39.78	6.87	2.43	47.82	GA	TT	GG	AA	AG	GG	CT
70	73.62	3.42	21.72	1	5.28	35.73	39.84	7.46	2.7	60.1	GG	TC	GA	GG	GG	AG	CT
71	70.97	7.44	19.82	0.85	5.3	34.89	40.29	8.03	3.01	50.15	GG	TC	GG	AG	AG	AG	TT
72	70.97	5.05	21.15	0.77	5.31	34.37	39.86	6.96	2.3	44.31	GG	TC	GG	GG	AG	GG	TT
73	69.77	9.88	20.25	1.05	5.33	31.48	40.33	7.29	2.74	50.66	GG	TT	GA	AG	AG	GG	CT
74	72.15	4.56	20.8	0.9	5.39	34.71	41.16	6.18	2.17	44.66	GG	CC	AA	AG	GG	AA	CT
75	72.63	4.85	19.95	1.05	5.25	38.14	38.79	5.58	2.09	52.66	GG	TT	GA	AG	AA	AG	CT
76	66.9	13.18	19.51	1	5.26	33.65	42.17	8.49	3.5	56.32	GA	TC	AA	GG	AG	AG	CT
77	69.59	8.62	19.45	0.9	5.22	28.95	40.96	6.05	2.45	40.05	GA	TT	GA	AG	AA	AG	CT
78	65.58	14.33	19.3	0.82	5.38	31.34	43.51	9.32	4.19	53.31	AA	TC	GG	AA	GG	GG	CT
79	68.77	7.84	19.74	1.3	5.32	35.3	42.46	8.47	3.16	49.24	GA	CC	GA	AG	GG	AA	CT
80	72.74	6.49	20.49	1.14	5.29	39.23	39.83	5.99	2.07	50.04	GG	TC	GG	GG	AG	AG	CT
81	71.15	7.08	20.7	1.12	5.31	37.46	41.49	7.12	2.76	58.51	GG	CC	GA	AG	GG	AG	TT
82	71.48	4.77	20.19	1.18	5.25	33.73	39.57	5.61	2.1	48.15	GG	TT	GA	GG	AA	GG	TT
83	70.13	8.19	20.47	1.17	5.21	32.26	39.66	6.25	2.58	42.87	GA	TC	GA	AA	GG	GG	TT
84	72.8	6.15	21.46	1.13	5.24	32.66	40.24	4.76	2.24	46.38	GA	TC	GG	AG	GG	AG	CT
85	70.21	4.76	20.72	1.52	5.29	30.38	41.3	5.07	2.43	50.95	GA	TC	GA	AA	AG	AA	TT
86	73.12	6.26	20.92	1.15	5.28	39.22	39.52	6.97	2.6	51.08	AA	TT	GG	AG	GG	GG	TT
87	67.75	6.87	19.29	1.25	5.27	32.69	39.77	7.27	3.26	49.52	GA	TC	GA	GG	AG	AA	TT
88	70.65	9.32	20.29	1.23	5.25	36.93	40.35	7.18	2.53	53.69	GA	TC	GA	AG	AG	GG	TT
89	67.93	9.93	20.54	1.12	5.24	32.27	42.34	6.7	2.8	48.53	AA	TC	GG	AG	AG	GG	CT
90	67.75	10.3	19.78	1.17	5.25	34.43	40.44	4.68	2.55	46.54	GG	CC	GG	AG	GG	AA	CT

연세 연령	일반 성분				PH	가열감량	육 색			보수력	APM1	CPE	FABP4	RORC	SCD	PDE1B	TNNT1
	수분	지방	단백질	회분			명도	적색도	황색도		g.1541 A>G	g.601 C>T	g.3691 G>A	g.20152 A>G	g.20152 A>G	g.17122 A>G	g.6650 C>T
											GG	TC	AA	AA	GG	AG	CT
91	73	3.02	21.46	1.23	5.24	38.1	41.27	10	4.07	51.33	GG	TC	AA	AA	GG	AG	CT
92	70.99	8.2	19.84	1.13	5.3	35.26	40.83	6.72	2.69	55.25	GA	TT	GA	AG	GG	GG	TT
93	66.99	11.4	19.67	1.21	5.21	34.55	40.11	7.33	3.06	52	AA	TC	GA	AG	AG	AG	CT
94	65.28	12.46	19.36	1.13	5.3	31.43	43.12	9.96	3.78	46.86	GG	TC	GA	AA	GG	GG	CT
95	68.13	9.17	20.12	1.15	5.12	36.4	41.51	7.64	2.86	48.69	GA	CC	GA	AA	GG	AG	CT
96	73.9	4.06	21.5	1.31	5.47	32.42	41.02	4.96	1.82	44.55	GA	TT	GG	AA	AG	AA	CT
97	73.09	3.23	21.68	1.29	5.4	33.88	39.59	5.6	2.17	39.63	GG	TC	GG	AA	AG	AG	CC
98	73.83	3.07	21.61	1.02	5.41	38.22	39.79	5.57	2.37	38.18	AA	TT	GG	GG	GG	AG	CC
99	72.39	4.93	21.04	0.99	5.36	33.81	40.29	6.14	2.68	45.1	GG	CC	GA	AA	GG	GG	CT
100	72.91	4.59	21	1.26	5.4	27.94	40.29	6.36	2.45	42.01	AA	TT	GG	GG	GG	AG	CC
101	72.31	5.95	20.74	1.16	5.43	38.44	40.09	6.62	2.48	44.5	GG	TT	GA	AA	GG	AG	CT
102	72.57	5.13	19.44	0.95	5.73	32.74	42.74	7.02	2.41	51.6	GA	TC	GG	AA	GG	GG	TT
103	71.02	5	19.39	1.22	5.33	36.91	40.2	5.28	2	42.29	GA	TC	GA	AG	GG	GG	CT
104	70.7	6.15	19.8	1.15	5.38	35.52	41.19	7.51	2.87	37.53	GA	TT	GG	GG	AG	AG	TT
105	69.01	4.77	21.11	1	5.41	35.74	39.84	7.49	2.54	33.51	GG	TC	GA	AA	AG	AA	TT
106	68.06	6.94	20.36	0.92	5.36	30.14	42.34	8.23	3.18	46.19	GA	TT	GA	GG	AG	AG	CT
107	71.71	6.54	21.31	1	5.36	21.92	41.68	7.78	3.1	48.51	GG	TC	GA	AA	AG	AG	CT
108	72.03	6.01	20.68	1.22	5.37	18.06	40.89	6.62	2.35	43.65	GG	TC	GG	AG	AA	AG	CC
109	73.03	4.94	20.51	1.02	5.25	34.6	41.51	11.31	4.66	47.95	GA	CC	GA	AA	GG	GG	CT
110	70.04	5.56	19.27	1.15	5.4	30.19	43.15	8.01	3.26	40.89	GA	TC	GG	GG	AG	AA	TT
111	71.54	8.81	19.55	1.17	5.34	29.58	40.39	7.42	2.84	49.21	GG	CC	GG	AG	GG	AG	CT
112	72.57	3.4	20.01	1.07	5.31	31.37	40.77	8.57	3.44	42.48	GG	TC	GA	AG	AG	AG	CT
113	71.98	5.62	20.72	1.15	5.43	25.29	40.51	5.34	2.24	47.3	GA	TC	GG	AG	GG	GG	TT
114	70.3	7.6	19.63	0.95	5.41	28.26	42.71	9.01	3.64	52.09	AA	TC	GA	AG	GG	AG	CT
115	70.49	6.85	19.35	1	5.47	30.38	41.2	7.46	2.99	46.07	GG	TC	GA	AG	AA	AA	CC
116	69.96	8.2	20.89	1.12	5.4	27.82	40.83	4.53	2.23	44.47	AA	TC	GA	AG	AG	AG	CC
117	72.06	5.5	20.83	1	5.26	35.67	42.02	8.38	3.51	44.75	GA	CC	GA	GG	AG	AG	CT
118	72.03	6.66	20.23	1.01	5.35	34.65	42.94	7.65	3.11	54.44	GG	TC	GA	AA	AG	GG	TT
119	71.4	5.32	20.91	0.89	5.37	29.36	40.81	5.73	2.06	48.26	GA	CC	GA	AG	GG	AG	TT
120	72.24	4.42	20.67	1	5.24	31.48	39.88	8.3	3.3	53.72	GA	TC	GG	AG	AA	AG	CT

연세 연령	일 반 성 분				PH	가열감량	육 색			보수력	APM1	CPE	FABP4	RORC	SCD	PDE1B	TNNT1
	수분	지방	단백질	회분			명도	적색도	황색도		g.1541 A>G	g.601 C>T	g.3691 G>A	g.20152 A>G	g.20152 A>G	g.17122 A>G	g.6650 C>T
											121	65.24	13.85	19.62	0.91	5.19	26.41
122	70.11	7.68	19.43	0.98	5.38	27.22	41.61	4.56	2.55	48.44	GG	CC	GA	AA	GG	GG	CT
123	68.27	10.95	19.76	1.02	5.34	34.42	41.31	5.98	2.39	45.47	GA	CC	GG	AA	AG	GG	TT
124	72.18	6.01	20.68	0.97	5.17	33.48	41.37	9.41	3.69	51.16	GA	CC	GG	GG	AA	AG	CT
125	69.04	7.77	20.11	0.81	5.33	27.71	40.86	6.03	2.69	44.88	GA	TC	GG	AA	AG	GG	CT
126	71.87	6.24	20.72	1.05	5.24	30.3	41.63	7.92	2.8	44.14	AA	TT	GG	AG	GG	GG	TT
127	72.34	6.53	21.7	1.07	5.4	29.58	38.89	6.44	2.6	45.55	GA	TT	GA	AA	AG	AG	CC
128	71.71	7.19	20.41	1.04	5.37	32.67	41.02	9.53	3.76	38.26	GG	TT	GA	AG	AG	AG	CT
129	72.36	5.6	21.09	1.12	5.37	18.29	40.75	9.86	3.88	49.29	GG	TT	GG	GG	GG	AG	CC
130	72.08	4.79	20.93	1.15	5.37	33.01	42.54	8.88	3.58	41.38	GA	TC	GA	GG	AG	AA	CT
131	71.8	4.78	21.07	1.05	5.39	29.83	42.17	5.62	2.02	45.83	GG	TC	GA	GG	GG	AG	TT
132	69.44	8.91	20.42	1.17	5.3	35.34	42.67	9.18	4.36	40.91	GG	CC	GA	AG	GG	GG	TT
133	73.15	5.01	19.68	0.95	5.4	35.05	41.32	8.58	3.51	43.72	GA	TC	GA	AG	AG	AG	CT
134	70.37	11.207	20.28	0.99	5.38	25.52	43.15	6.78	2.61	48.73	GA	CC	GA	GG	AG	GG	CC
135	68.27	12.5	20.94	0.99	5.36	32.55	42.88	9.05	3.82	37.22	GG	TC	GG	AA	AG	GG	TT
136	68.91	13.62	20.26	1.09	5.39	32.52	44.62	9.26	3.75	35.4	GA	TT	GA	AG	AG	GG	TT
137	68.96	6.57	20.55	1.07	5.38	30.43	40.33	8.38	3.29	39.15	AA	TT	GG	AA	AG	AG	TT
138	70.95	6.17	20.93	1.07	5.38	27.97	38.61	6.9	2.74	35.17	GG	TC	GG	AG	AG	GG	CC
139	72.56	5.12	20.07	1.24	5.39	31.7	42.65	4.95	1.87	40.66	GA	TT	GA	GG	AG	AG	TT
140	70.98	4.91	21.31	1.35	5.37	31.69	39.29	5.67	2.11	41.64	GA	TC	GA	GG	AG	GG	TT
141	68.71	7.98	19.75	1.27	5.3	29.13	39.28	6.16	2.36	45.23	GA	TC	GA	GG	AG	AG	CC
142	71.96	4.88	20.85	1.43	5.42	23.9	60.16	5.26	1.74	37.25	GA	TC	GG	AG	GG	AG	CT
143	68.35	10.01	19.74	1.11	5.32	26.46	40.91	7.98	3.37	42.35	GG	TC	AA	AA	AG	AG	CT
144	74.15	3.52	19.54	1.12	5.27	31	41.91	5.01	1.69	46.39	GA	CC	GA	AG	GG	AG	TT
145	72.98	3.27	21.66	1.21	5.32	26.78	42.23	5.63	2.02	44.79	GA	TT	GG	GG	AA	AG	TT

[표-30] 한우 APM1 g.1454G>A 분자표지와 도체품질 평가성적과의 연관성 분석

도체품질	APM1 g.1454G>A SNP genotype			P-value	Genetic effect	
	GG	GA	AA		Additive	Dominance
수분함량	70.958±0.466 ^a	70.758±0.473 ^a	66.244±1.159 ^b	0.0007	-4.713±1.249 ^{***}	-4.713±1.567
지방함량	6.591±0.271	6.564±0.275	7.743±0.674	0.254	1.152±0.727	1.207±0.912
단백질함량	20.416±0.095	20.272±0.097	20.343±0.237	0.574	-0.072±0.256	0.214±0.321
회분함량	1.136±0.015	1.123±0.016	1.076±0.039	0.352	-0.060±0.042	-0.033±0.053
pH	5.275±0.031	5.313±0.032	5.329±0.078	0.645	0.053±0.085	-0.021±0.106
가열감량	32.883±0.451	32.248±0.458	31.941±1.122	0.533	-0.941±1.210	0.327±1.517
명도	40.758±0.241	41.392±0.245	41.140±0.600	0.186	0.381±0.646	-0.885±0.811
적색도	11.216±0.485 ^a	10.053±0.493 ^{ab}	8.273±1.208 ^b	0.044	-2.942±1.302 [*]	-0.617±1.633
황색도	3.582±0.120	3.324±0.122	3.229±0.300	0.252	-0.353±0.323	0.163±0.405
보수력	42.404±0.702	43.396±0.712	45.280±1.745	0.260	2.875±1.881	0.891±2.360

^{a, b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

^{*}Effect was significant at P<0.05.

[표-31] 한우 FABP4 g.3691G>A 분자표지와 도체품질 평가성적과의 연관성 분석

도체품질	FABP4 g.3691G>A SNP genotype			P-value	Genetic effect	
	GG	GA	AA		Additive	Dominance
수분함량	71.102±0.498	70.137±0.470	70.775±1.518	0.371	-0.326±1.598	1.603±1.854
지방함량	6.478±0.279	6.778±0.263	7.244±0.580	0.579	0.766±0.895	0.165±1.039
단백질함량	20.479±0.096	20.236±0.091	20.237±0.295	0.180	-0.242±0.311	0.234±0.360
회분함량	1.141±0.016	1.114±0.015	1.102±0.049	0.435	-0.038±0.051	0.014±0.060
pH	5.273±0.032	5.317±0.030	5.293±0.098	0.614	0.020±0.104	-0.068±0.120
가열감량	32.221±0.460	32.633±0.434	34.172±1.404	0.964	1.951±1.477	1.126±1.714
명도	41.003±0.249	40.121±0.235	41.268±0.760	0.911	0.264±0.800	0.029±0.929
적색도	10.954±0.504	9.997±0.476	10.765±1.537	0.380	-0.189±1.168	1.165±1.877
황색도	3.460±0.124	3.406±0.117	3.565±0.379	0.896	0.105±0.399	0.213±0.463
보수력	41.786±0.789	44.043±0.669	44.927±2.162	0.058	3.140±2.276	-1.372±2.641

[표-32] 한우 SCD g.10153A>G 분자표지와 도체품질 평가성적과의 연관성 분석

도체품질	SCD g.10153A>G SNP genotype			P-value	Genetic effect	
	GG	GA	AA		Additive	Dominance
수분함량	70.172±0.564	70.731±0.447	71.465±1.117	0.534	1.292±1.151	0.175±1.538
지방함량	6.431±0.313	6.916±0.248	6.029±0.621	0.272	-0.402±0.695	-1.372±0.855
단백질함량	20.399±0.110	20.310±0.087	20.350±0.219	0.820	-0.049±0.245	0.128±0.301
회분함량	1.127±0.018	1.128±0.014	1.110±0.036	0.895	-0.017±0.040	-0.018±0.050
pH	5.319±0.036	5.218±0.029	5.305±0.072	0.715	-0.013±0.081	0.062±0.100
가열감량	32.887±0.521	32.392±0.414	31.906±1.033	0.625	-0.981±1.158	0.008±1.423
명도	41.345±0.280	40.952±0.222	40.785±0.555	0.472	-0.560±0.622	0.226±0.765
적색도	10.192±0.571	10.773±0.453	9.598±1.131	0.529	-0.594±1.267	-1.755±1.557
황색도	3.399±0.140	3.506±0.111	3.169±0.277	0.500	-0.229±0.310	-0.443±0.382
보수력	44.368±0.796 ^a	41.917±0.632 ^b	45.200±1.578 ^a	0.022	0.832±1.767	5.733±2.173 ^{**}

^{a, b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

^{**}Effect was significant at P<0.01.

[표-33] 한우 CPE g.601T>C 분자표지와 도체품질 평가성적과의 연관성 분석

도체품질	CPE g.601T>C SNP genotype			P-value	Genetic effect	
	TT	TC	CC		Additive	Dominance
수분함량	71.246±0.592	70.237±0.484	70.444±0.734	0.409	-0.802±0.943	1.216±1.352
지방함량	6.303±0.329	6.293±0.268	7.253±0.407	0.196	0.950±0.524	0.249±0.751
단백질함량	20.406±0.116	20.307±0.095	20.339±0.144	0.805	-0.066±0.185	0.130±0.265
회분함량	1.130±0.019	1.129±0.015	1.111±0.023	0.781	-0.019±0.030	-0.017±0.043
pH	5.261±0.038	5.322±0.031	5.290±0.047	0.468	0.028±0.061	-0.093±0.087
가열감량	32.817±0.546	32.024±0.446	33.219±0.676	0.275	0.402±0.869	1.988±1.246
명도	40.734±0.294	41.151±0.240	41.427±0.364	0.308	0.692±0.468	-0.141±0.671
적색도	10.844±0.602	10.247±0.492	10.376±0.746	0.739	-0.427±0.959	0.724±1.374
황색도	3.426±0.148	3.410±0.120	3.519±0.183	0.880	0.092±0.235	0.124±0.337
보수력	42.082±0.855	43.411±0.698	43.817±1.059	0.357	1.735±1.361	-0.923±1.950

[표-34] 한우 PDE1B g.17122A>G 분자표지와 도체품질 평가성적과의 연관성 분석

도체품질	PDE1B g.17122A>G SNP genotype			P-value	Genetic effect	
	AA	AG	GG		Additive	Dominance
수분함량	69.002±0.721 ^b	71.215±0.444 ^a	70.581±0.658 ^{ab}	0.035	-1.579±0.977	-2.847±1.321*
지방함량	6.433±0.401 ^b	6.342±0.247 ^b	7.572±0.366 ^a	0.018	-1.139±0.544*	1.321±0.734
단백질함량	20.299±0.144	20.363±0.088	20.345±0.131	0.931	-0.041±0.195	-0.081±0.264
회분함량	1.153±0.023	1.134±0.014	1.085±0.021	0.075	0.067±0.031	-0.030±0.043
pH	5.324±0.047	5.273±0.029	5.323±0.043	0.517	0.001±0.064	0.100±0.087
가열감량	32.506±0.682	32.459±0.420	32.675±0.623	0.959	-0.168±0.924	0.262±1.249
명도	41.007±0.367	41.115±0.226	41.045±0.335	0.963	-0.038±0.497	-0.178±0.673
적색도	11.789±0.719 ^a	10.779±0.443 ^{ab}	8.665±0.656 ^b	0.004	3.123±0.974**	-1.103±1.371
황색도	3.676±0.179	3.495±0.110	3.113±0.164	0.054	0.563±0.243	-0.202±0.329
보수력	41.588±1.041 ^b	42.700±0.641 ^{ab}	45.132±0.950 ^a	0.031	-3.543±1.410*	1.320±1.906

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

*Effect was significant at P<0.05, **Effect was significant at P<0.01.

[표-35] 한우 TNNT1 g.6650C>T 분자표지와 도체품질 평가성적과의 연관성 분석

도체품질	TNNT1 g.6650C>T SNP genotype			P-value	Genetic effect	
	CC	CT	TT		Additive	Dominance
수분함량	69.739±0.678	70.888±0.510	70.856±0.579	0.348	-1.117±0.892	-1.182±1.355
지방함량	6.331±0.380	6.763±0.285	6.785±0.325	0.599	-0.454±0.500	-0.410±0.760
단백질함량	20.269±0.133	20.355±0.100	20.387±0.114	0.790	-0.118±0.175	-0.054±0.266
회분함량	1.164±0.021	1.105±0.016	1.126±0.018	0.108	0.037±0.028	0.078±0.043
pH	5.321±0.044	5.308±0.033	5.263±0.037	0.548	0.057±0.058	-0.032±0.088
가열감량	30.885±0.609 ^b	32.737±0.458 ^{ab}	33.440±0.520 ^a	0.006	-2.554±0.802 ^{**}	-1.150±1.217
명도	40.684±0.338	41.168±0.254	41.242±0.288	0.408	-0.557±0.444	-0.409±0.675
적색도	11.576±0.684	10.147±0.513	10.060±0.584	0.177	1.516±0.899	1.341±1.365
황색도	3.668±0.168	3.365±0.126	3.363±0.143	0.295	0.304±0.221	0.300±0.336
보수력	40.242±0.941 ^b	44.680±0.707 ^a	43.063±0.804 ^{ab}	0.001	-2.821±1.238	-6.054±1.880 ^{**}

^{a, b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

^{**}Effect was significant at P<0.01.

[표-36] 한우 RORC g.20152A>G 분자표지와 도체품질 평가성적과의 연관성 분석

도체품질	RORC g.20152A>G SNP genotype			P-value	Genetic effect	
	AA	AG	GG		Additive	Dominance
수분함량	70.697±0.706	69.767±0.565	71.212±0.503	0.163	-0.514±0.867	2.374±1.424
지방함량	7.031±0.393	7.000±0.314	6.215±0.280	0.105	0.815±0.482	-0.752±0.793
단백질함량	20.606±0.137	20.212±0.109	20.318±0.097	0.079	0.288±0.168	0.501±0.277
회분함량	1.091±0.022 ^b	1.106±0.018 ^{ab}	1.159±0.061 ^a	0.022	-0.067±0.027*	0.037±0.045
pH	5.333±0.046	5.316±0.036	5.262±0.032	0.365	0.071±0.056	-0.037±0.092
가열감량	32.378±0.659	32.205±0.527	32.848±0.469	0.641	-0.470±0.809	0.815±1.329
명도	40.932±0.353	41.398±0.282	40.892±0.252	0.371	0.040±0.434	-0.971±0.713
적색도	8.872±0.682 ^b	9.532±0.544 ^{ab}	12.010±0.485 ^a	0.0002	-3.138±0.836***	1.818±1.373
황색도	3.217±0.173	3.291±0.139	3.666±0.124	0.059	-0.449±0.213	0.301±0.350
보수력	44.653±1.006 ^a	43.892±0.805 ^{ab}	41.622±0.717 ^b	0.024	3.030±1.236*	-1.508±2.030

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

*Effect was significant at P<0.05, ***Effect was significant at P<0.001.

[연구결과 요약]

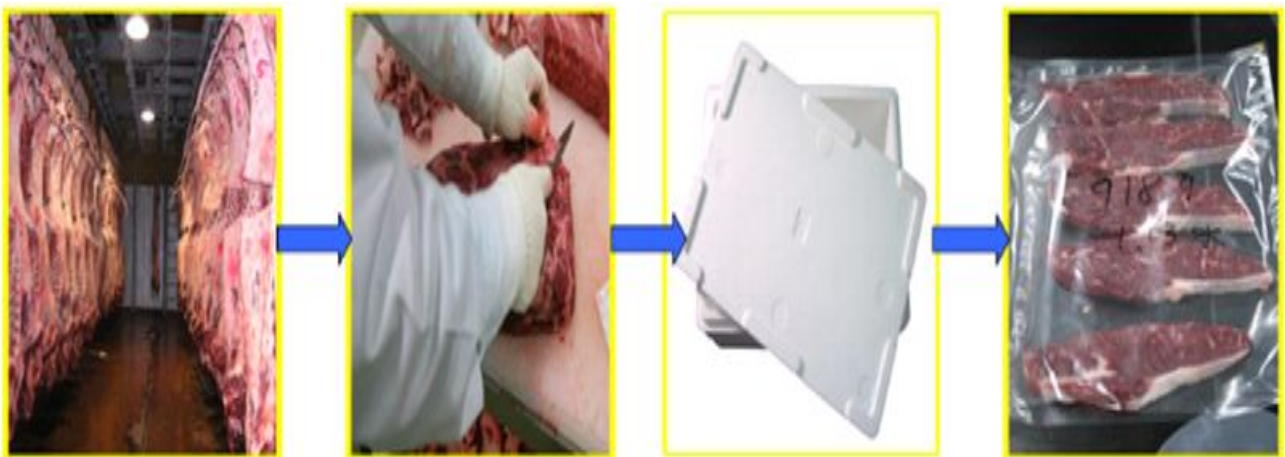
- 한우 경제형질 진단용 분자표지의 현장 검증 및 실용화 기술 개발을 위해 총 1,536두의 횡성축협한우 브랜드 농가현장 시험축군을 선발하여 genomic DNA를 추출하고, 도체성적 및 혈통정보 자료를 수집하여 data base를 구축하였음.
- 한우 경제형질 진단용 분자표지의 현장 검증 및 실용화 기술 개발을 위해 총 1,536두의 횡성축협한우 브랜드 농가현장 시험축군을 선발하여 genomic DNA를 추출하고, 도체성적 및 혈통정보 자료를 수집하여 data base를 구축하였음.
- 한우 경제형질 관련 후보 유전자 가운데 TG g.371T>C, APM1 g.1454G>A, FABP4 g.2834C>G, FABP4 g.3533T>A, FABP4, g.3691G>A, SCD g.10153A>G, SCD g.10329T>C, CPE g.601T>C, EDG1 g.166A>G, NPY g.4271T>C, GPD1 g.2766C>T, PDE1B g.17122A>G, PDE1B g.17507A>C, TNNT1, g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 총 15개의 한우 경제형질 관련 분자표지를 선발하여 일차적으로 시험축군 약 500여두에 대한 SNP genotyping을 수행하고, 경제형질과의 연관성을 검증하였음.
- 1차 검증을 통해 한우 경제형질(육질 및 육량)과의 연관성이 입증된 APM1 g.1454G>A, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G SNP 등 총 7개의 분자표지를 최종 선발하여 선별된 총 1,042두의 농가현장 검증 집단에 대한 추가 적용 시험을 수행하고 한우 경제형질에 대한 각 분자표지의 유효성을 최종 검증하였음.
- 각 분자표지의 농가현장 유효성을 검증한 결과, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 총 6개의 분자표지들은 모두 한우의 근내지방도 및 육질등급과의 마커 유효성이 최종 입증되었음. 한편, APM1 g.1454G>A 분자표지의 경우 등지방두께(BF), 배최장근단면적(EMA), 도체중(CW), 육량지수(MI) 및 육량등급(QG) 등 주로 육량형질에 대한 마커 유효성이 입증되었음.
- 특히, 기존의 후대검정우 축군에서 경제형질 관련 유효성이 보고된 FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G 및 RORC g.20152A>G 분자표지들의 경우, 본 연구의 농가현장 검정축군 분석에서도 5개 분자표지 모두 마블링 형질과 연관성이 있는 것으로 검증되었음.

- FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 분자표지의 농가현장 유효성 검증 결과를 바탕으로 각 분자표지별 우수대립유전자를 판정하고, 시험축 개체별 우수대립유전자의 수를 합산하여 이를 기준으로 4등급으로 분류한 후 한우 경제형질과에 대한 유효성을 분석한 결과 근내지방도 및 육질등급에서 고도의 유의적 연관성이 입증되었음($p < 0.001$). 즉, 상기 6개의 분자표지에 대한 우수대립유전자 수를 많이 보유한 개체가 상대적으로 적게 보유한 개체에 비해 근내지방도 및 육질등급이 유의적으로 높게 나타났음.
- 따라서, 본 연구에서는 FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 분자표지를 한우의 마블링 유전능력 진단용 DNA marker로 최종 선발하여 한우 마블링 유전능력 진단용 DNA kit인 「**Hanwoo MarbleGene DNA kit™**」을 개발하고 특허출원 하였음.
- 본 연구팀은 **Hanwoo MarbleGene DNA kit™** 시제품 제작을 완료하였으며, 현재 본 과제의 참여기업인 (주)한국유전자정보센터와 기술이전을 추진 중에 있음.
- 한편, 본 연구에서는 쇠고기의 맛과 밀접하게 연관되어 있는 한우 도체품질에 영향을 미치는 분자표지를 추정하기 위해 검정대상 시험축을 대상으로 도축 가공장에서 육시료(채끝/보섭살)를 채취하여 각 개체별 이화학적/물리화학적 성분 및 도체품질 특성(수분, 지방, 단백질, 회분, pH, 가열감량, 명도, 적색도, 황색도, 보수력, 경도, 탄력성, 점착성, 검성 및 씹힘성 등)을 분석하고 이들에 대한 각 분자표지 효과를 추정하였음.
- 한우 경제형질 관련 분자표지와 도체품질 평가 성적과의 연관성을 분석한 결과, APM1 g.1454G>A, SCD g.10153A>G, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 분자표지들은 수분, 지방 및 회분함량, 적색도, 가열감량 및 보수력 등과의 유의적 연관성이 입증되어 이들 5개 분자표지는 한우 육질 및 육량형질에 이어 도체품질 항목에서도 유의적 연관성을 갖는 것으로 분석되었음.

제 2절 한우 분자표지 검정 농가의 경제형질 측정 및 도체품질 분석/평가

1. 시료 및 시료채취

본 실험에 사용된 시료는 황성지역에서 사육된 한우로써 제 1세부과제에서 사용한 한우 분자표지 검증 농가의 대상축을 선발하여 HACCP 인증을 받은 도축장에서 도축 후 24시간 동안 예냉 시킨 후 등급판정을 받은 한우의 1⁺⁺등급 10두, 1⁺등급 5두, 1등급 7두, 2등급 7두 총 거세우 총 29두를 사용하였고(1차년도), 2차년도에는 1⁺⁺등급 17두, 1⁺등급 13두, 1등급 15두, 2등급 2두 총 거세우 총 47두를 사용하였다. 3차년도에는 한우의 1⁺⁺등급 6두, 1⁺등급 25두, 1등급 29두, 2등급 17두, 3등급 2두, 총 거세우 79두를 사용하였으며, 1, 2, 3차년도 통합 1⁺⁺등급 23두, 1⁺등급 43두, 1등급 51두, 2등급 26두, 3등급 2두, 총 거세우 145두를 사용하였다. 황성한우의 경우에는 1등급 이상 출현율이 88%이상이기 때문에 2, 3등급의 시료채취가 상대적으로 적었으며, 1⁺⁺등급 같은 경우에는 대부분의 업체가 한 마리분을 통째로 받아서 사용하는 경우가 많아 시료채취에 어려움이 있었다. 시료의 부위는 채끝부위의 단가가 너무 비싸 채끝부위와 붙어있는 왼쪽 몸통과 뒷다리 부위를 연결하는 깊은둔부근(*Deep gluteal m.*보섭/채끝부위)를 사용하였다. 1, 2차년도에는 강원LPC에서 황성축협한우 시료채취를 하였으며, 3차년도에는 황성축협 도축장이 생겨 황성에 위치한 원창기업에서 직접 황성축협한우 시료를 채취하였다. 시료는 지퍼팩에 개체별 및 등급별로 나누어 아이스박스(5±1℃)에 넣어 동봉한 후 최대한 빠른 시간에 실험실로 이동하여 샘플링을 실시한 후 개체별 2회 반복실험을 실시하였다.



< 예냉실 >

▶ < 골발 및 정형작업 >

▶ < 아이스 박스 이동 >

▶ < Zipper bag 시료보관 >

시료채취 과정

2. 이화학적 일반성분

가. 수분 (Moisture)

수분은 Aluminum Dish에 해사와 혼합하여 Dry Oven(105°C)에서 4시간동안 건조시켜 실시하였다.

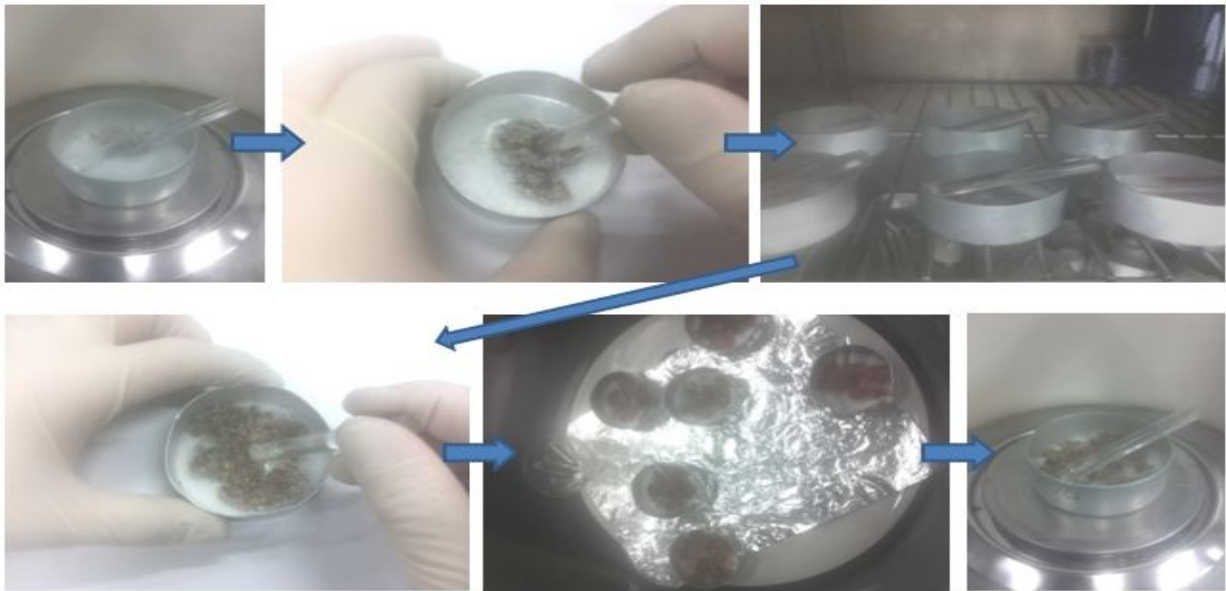


그림-21. 수분 측정 방법

(1) 계산식

$$\text{수분함량(\%)} = \frac{\text{건조전 디쉬} - \text{건조후 디쉬}}{\text{시료 무게}} \times 100$$

(2) 주의사항

- (가) 알루미늄 디쉬는 수분변화에 상당히 민감하므로 실험 시에는 반드시 1회용 장갑을 착용한다.
- (나) 드라이 오븐에서 건조 후에 알루미늄 디쉬를 데시케이터로 옮길 때는 화상의 위험이 있으므로 반드시 메탈통을 이용하여 옮긴다.
- (다) 데시케이터에는 외부와의 공기 접촉을 차단하기 위해 뚜껑에 바셀린을 발라 놓았기 때문에 알루미늄 디쉬를 넣을 시 바셀린이 묻지 않게 유의해야 한다.

나. 조지방 (Crude Fat)

조지방은 Soxhlet 측정법을 이용하여 수분이 제거된 후 Thimble Filter를 Soxhlet flask에 넣어 Ether로 시료의 조지방을 추출해 시료 내 지방의 함량을 측정하였다.

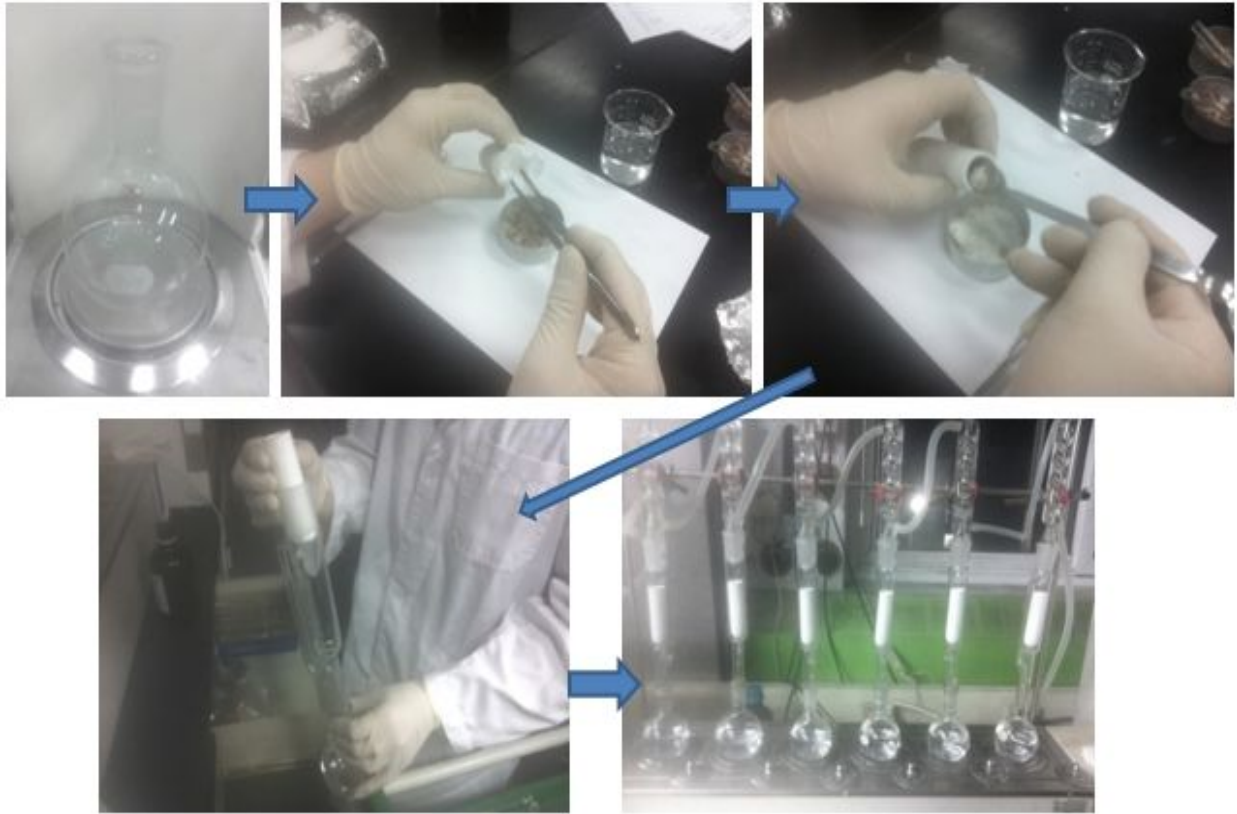


그림-22. 조지방 측정 방법

(1) 계산식

$$\text{조지방(\%)} = \frac{\text{추출후수기무게} - \text{추출전수기무게}}{\text{시료무게}} \times 100$$

(2) 주의사항

- (가) Soxhlet법은 정확하게 검출이 가능하며 장치가 간단하나 시간이 오래걸리고 인화성, 폭발성이 있고 인체에 해롭기 때문에 주의해야 한다.
- (나) 수기 안에 추출된 지방의 무게를 측정하기 때문에 맨손으로 수기를 잡지 말아야 한다.
- (다) 실험에 사용하는 에테르는 휘발성이 매우 강해 화재 위험성이 있으므로 주의해야 한다.

다. 조단백질 (Crude Protein)

조단백질은 시료를 Kjeldahl flask에 넣고 촉매제를 첨가하여 H₂SO₄로 소화시킨 후 증류수와 4% Boric acid, 지시약을 넣고 증류시켜 0.1N HCl로 적정하여 단백질 함량을 산출하였다.



그림-23. 조단백질 측정 방법

(1) 계산식

$$\text{조단백질 (\%)} = \frac{0.1(\text{HCl양} - 0.05) \times 14 \times 6.25 \times f\text{값}}{\text{시료무게}} \times 0.1$$

(2) 주의사항

- (가) 소화 시 황산을 사용하기 때문에 황산이 몸에 묻지 않게 유의해야 한다.
- (나) 소화가 된 둥근 플라스크를 식혀주고 증류수를 넣게 되면 다시 열이 발생하게 되므로 NaOH를 넣기 전에 열을 식혀주고 넣어준다.
- (다) 증류 시 둥근 플라스크가 튀거나 뒤에 삼각플라스크의 Boric acid가 역류하게 되면 재빨리 삼각플라스크를 빼줘야 한다.
- (라) 적정 시 HCl은 1방울 차이로 메탈색에서 빨간색으로 변하기 때문에 1방울씩 천천히 넣어주어야 한다.
- (마) Catalyst mixture 제조시 공기 중에 날린 가루를 마시지 않도록 조심한다.
- (바) NaOH를 제조시에는 발생하는 가스를 말지 말고 후드에서 제조를 하여야 한다.

라. 조회분 (Crude ash)

조회분은 도가니에 시료를 넣고 회분기에 넣어 220℃에서 2시간, 550℃에서 3시간을 넣어 회화시켜 준 뒤 회분기의 온도를 180℃까지 내린 후 다시 200℃까지 올려준 뒤 데시케이터에 넣어 30분간 방냉시켜 준 뒤 회분함량을 산출하였다.

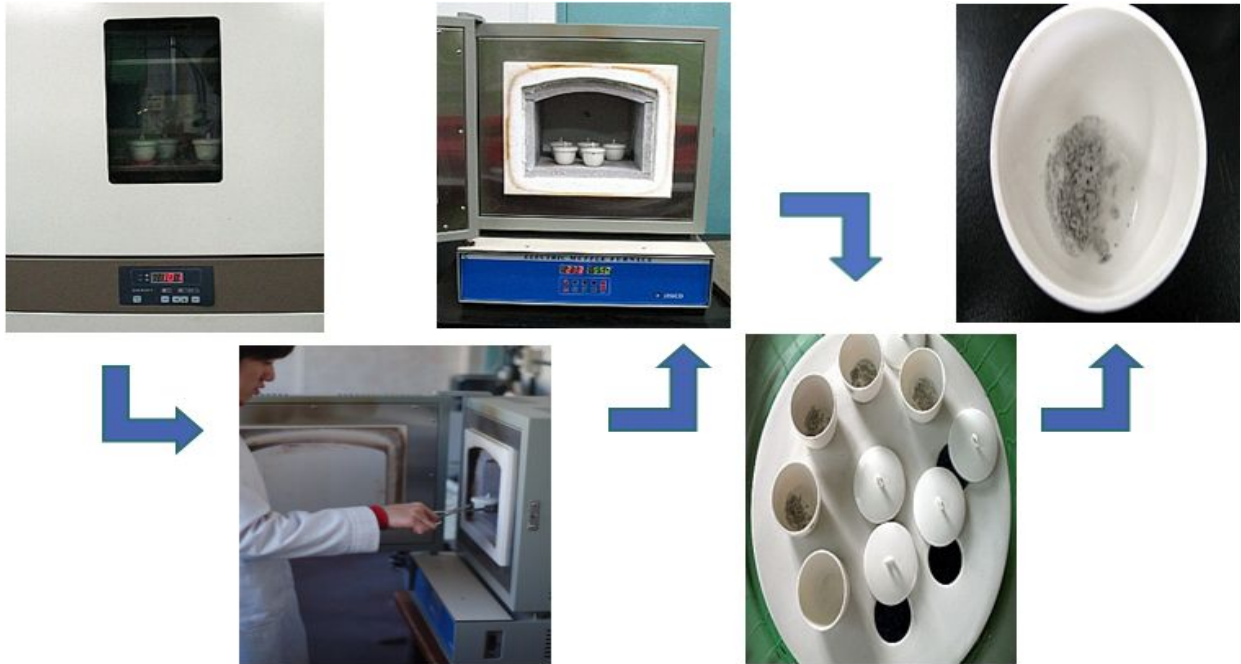


그림-24.조회분 측정 방법

(1) 계산식

$$\text{조회분}(\%) = \frac{\text{회화후도가니 무게} - \text{회화전도가니 무게}}{\text{시료 무게}} \times 100$$

(2) 주의사항

- (가) 도가니 안에 남은 회분의 무게를 측정하는 것이기 때문에 도가니 안에 이물질이 들어가지 않게 조심해야 한다.
- (나) 시료에 지방 함량이 많은 경우 처음 220℃부터 회화를 시작할 경우 불이 날 수 있으니 그런 경우 110℃부터 회화를 시작해야 한다.
- (다) 회분기에서 도가니를 꺼낼 때 도가니가 매우 뜨겁기 때문에 메탈통을 이용하여 데시케이터에 옮겨야 한다.
- (라) 회분기에서 도가니를 꺼내어 데시케이터에 옮긴 뒤 도가니의 온도가 높아 데시케이터의 뚜껑이 내압을 이기지 못하여 뚜껑이 열리는 경우가 있어 처음 10분은 뚜껑을 조금 열어놔야 한다.

3. 물리화학적 일반성분

가. pH

pH검사는 Eikelenboom 등(1974)의 방법을 응용하였다. 즉, 시료 10g을 증류수 90ml 혼합하여 Homogenizer(Ultra-turrax-T25, IKA-Labortechnik, Germany)로 8,000rpm으로 2분간 균질 시킨 후 원심분리기로 원심분리 하여 상등액을 여과지(Whatman NO.1)로 여과한 후 pH meter(Standard pH meter PHM210, MeterLab®, France)를 사용하여 측정하였다.

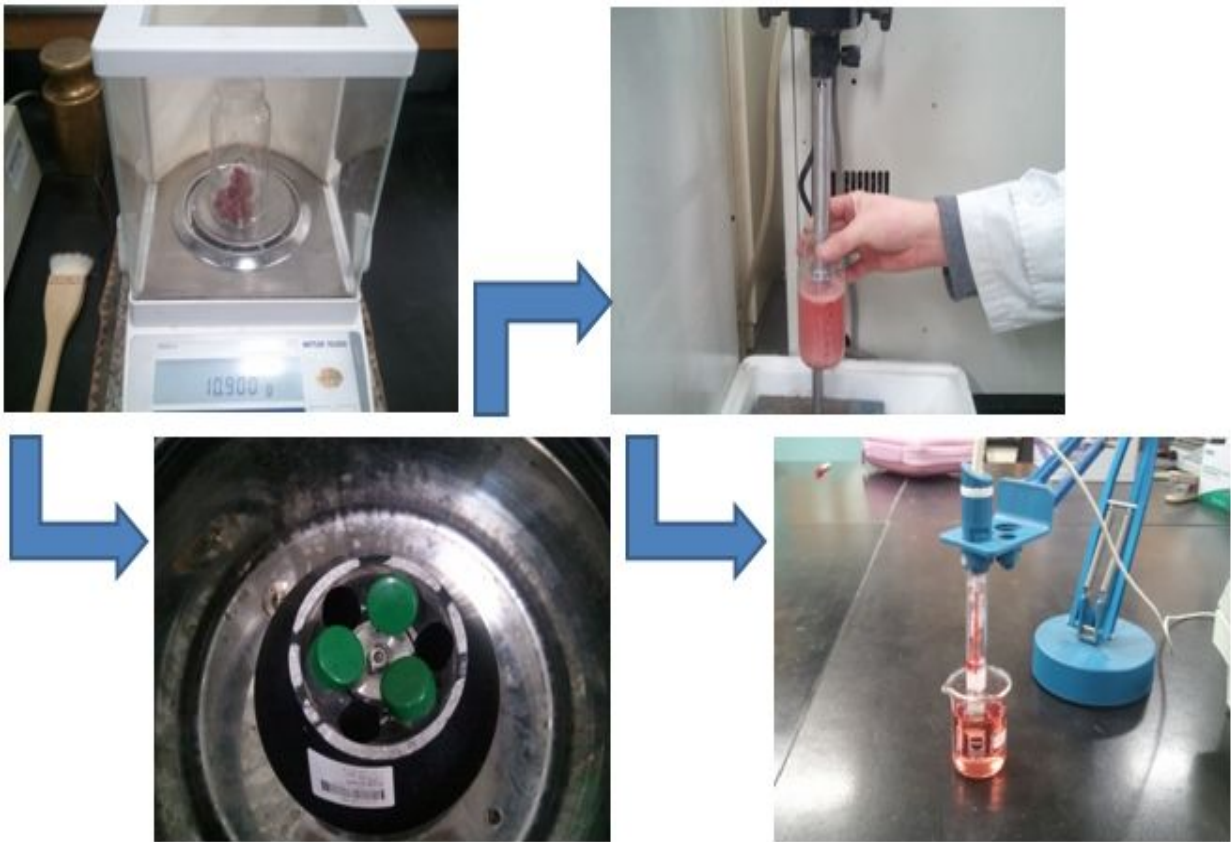


그림-25. pH 측정 방법

(1) 주의사항

- (가) 균질 할 때 돌아가는 막대가 유리병 바닥이나 벽에 닿지 않게 조심한다.
- (나) 원심분리 시킨 것은 흔들지 않는다.
- (다) pH측정기 전극은 측정 후 반드시 증류수로 세척하고 끝나고 난 후 전극이 마르지 않게 증류수에 담가 보관한다.

나. 보수력(Water holding capacity : WHC)

Grau and Hamm(1953)의 filter paper press법을 응용하여 특수 제작된 plexi-glass plate 중앙에 여과지(Whatman NO.2)를 놓고 그 위에 지름5mm, 높이5mm의 원기둥 모양으로 자른 시료를 놓은 다음 plexi-glass plate 그 위에 포개 놓고 일정한 압력으로 5분간 압착시킨 후 여과지를 꺼내어 시료가 묻어 있는 부분의 면적과 수분이 젖어 있는 부분의 총면적을 이용하여 다음과 같은 보수력지수를 산출하였다.

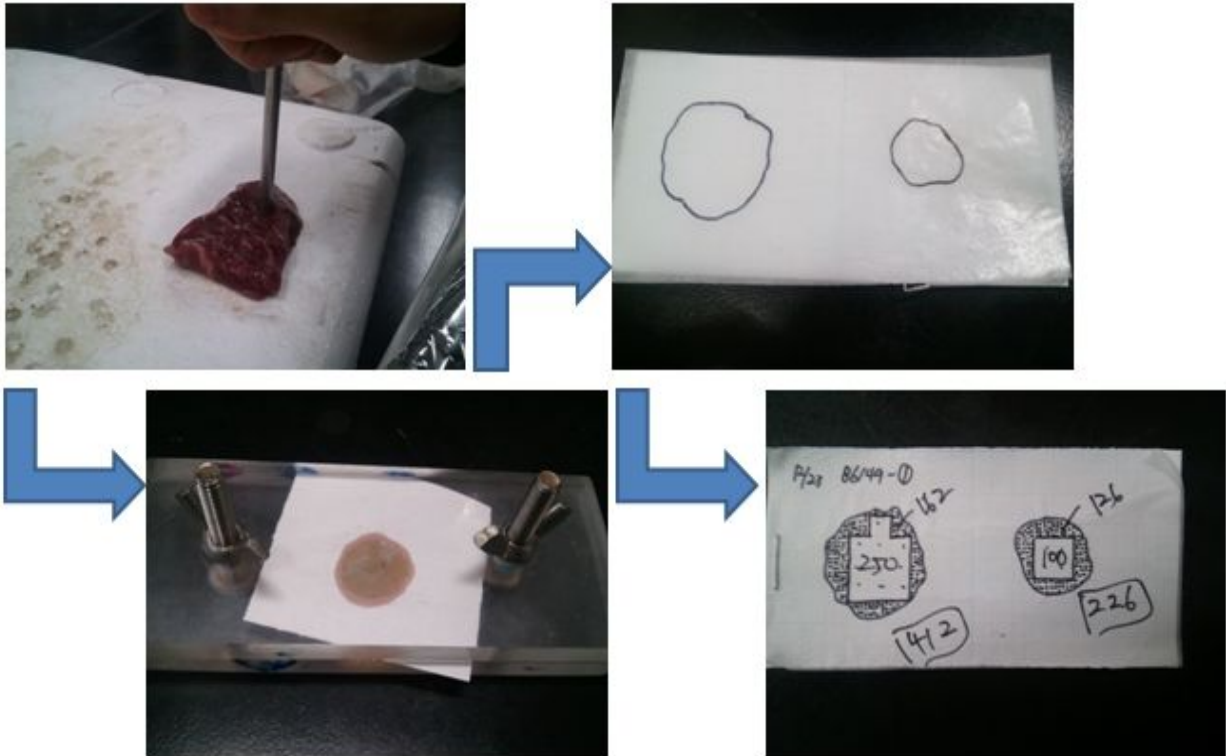


그림-26. 보수력 측정 방법

(1) 계산식

$$\text{보수력지수}(\%) = \frac{\text{시료가 묻어있는면적}}{\text{젖어있는부위면적}} \times 100$$

(2) 주의사항

- (가) 시료를 잡을 시 너무 세게 잡게 되면 시료에서 육즙이 빠져나가게 되어 정확한 데이터를 얻기 힘들게 되므로 유의해야 한다.
- (나) 가열 후 시료의 무게를 측정하여 데이터를 얻기 때문에 시료에 이물질이 묻지 않게 유의해야 한다.

다. 가열감량(Cooking loss)

가열감량은 water bath의 온도를 75℃로 설정한 후 시료를 PE/Nylon zipper bag에 담아 30분간 가열한 후 꺼내어 30분간 방냉 후 무게를 측정하여 가열 전 무게에 대한 %로 산출하였다.



그림-27. 가열감량 측정 방법

(2) 계산식

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

(3) 주의사항

- (가) 시료를 잡을 시 너무 세게 잡게 되면 시료에서 육즙이 빠져나가게 되어 정확한 데이터를 얻기 힘들게 되므로 유의해야 한다.
- (나) 가열 후 시료의 무게를 측정하여 데이터를 얻기 때문에 시료에 이물질이 묻지 않게 유의해야 한다.

라. 육색(Meat color)

진공포장 된 시료를 공기 중에 약 30분 동안 발색시킨 후 색상색차계(Colormeter CR-310, Minota, Japan)을 이용하여 CIE system의 명도 L*(lightness), 적색도 a*(redness), 황색도 b*(yellowness)값을 측정부위를 달리하여 3번씩 측정하였다. 이때의 표준색으로는 Y=92.40, x=0.3131, y=0.3196의 백색판을 사용하였다.

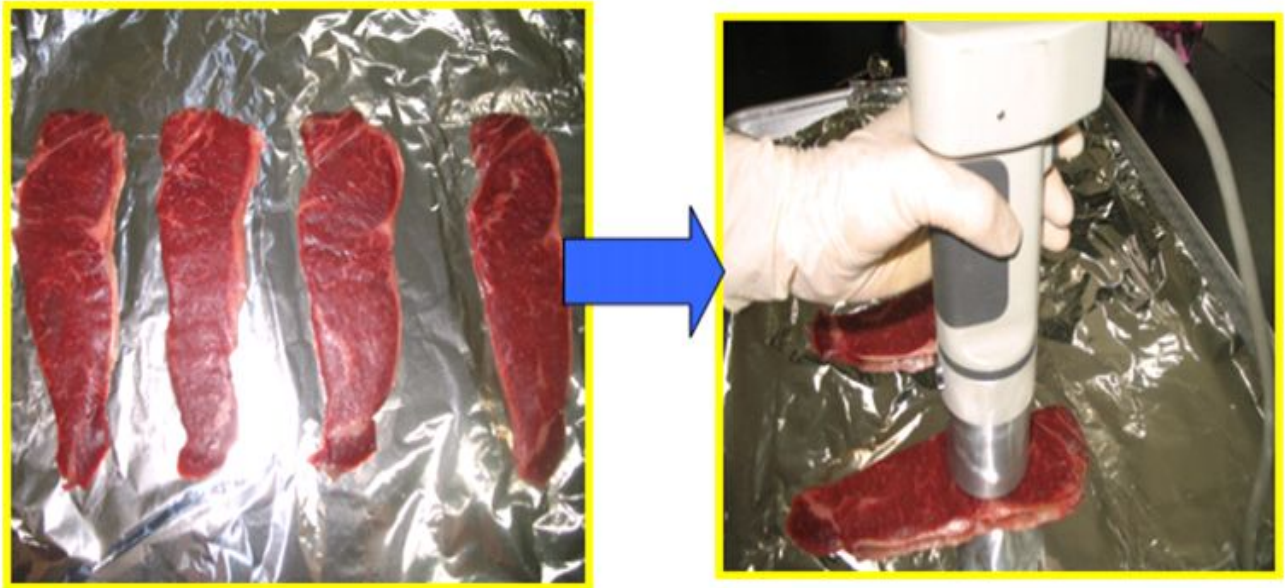


그림-28. 육색 측정 방법

(1) 주의사항

- (가) 색차계를 이용하여 육색을 확인할 시 지방부위가 많이 침착된 곳을 찍으면 육색의 명도수치가 높아 저서 편차가 심해질 수 있으므로 최대한 지방이 없는 부분을 확인을 해야 한다.
- (나) 색차계를 너무 세게 누르게 되면 고기의 육즙이 빠져나올 수 있으므로 적당한 힘을 가하여 눌러주어야 한다.

마. 조직감 측정 (Texture Profile Analysis)

조직감 측정은 Texture Analyser(TAXT2i, Stable micro systems, England)를 이용하여 TPA(Texture profile analysis)를 측정하였다. 측정내용으로는 경도, 탄력성, 응집성, 검성, 씹힘성 등을 검사하였다.

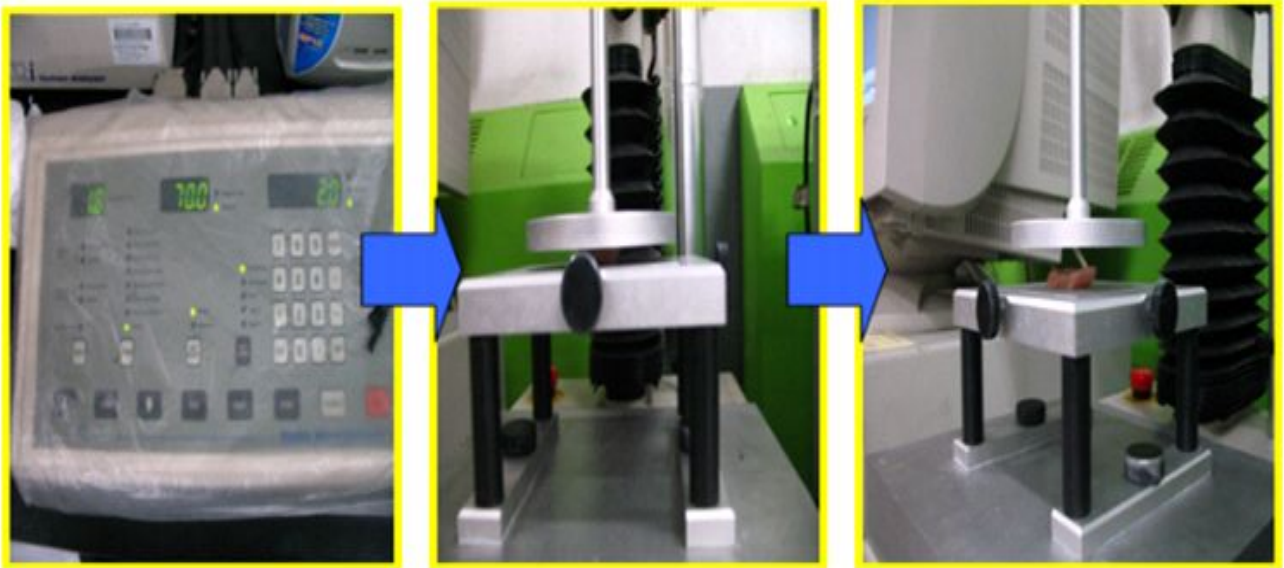


그림-29. 조직감 분석 방법

(1) 주의사항

- (가) 기기값 설정한 후에 다시 측정하고 싶을 경우에는 Ctrl+Q 누르면 된다.
- (나) 시료의 두께, 길이는 최대한 일정하게 맞춰줘야 한다.
- (다) 긴급 시에는 기기 뒤에 있는 Emergency Stop을 눌러주면 기기가 멈춘다.
- (라) 균일한 값을 얻기 위해선 많은 반복 및 연습을 필요하다.

바. 전단력 측정 및 통계처리 (Share force)

전단력 측정은 Texture Analyser(TAXT2i, Stable micro systems, England)를 이용하여 전단력(Share Force)을 측정하였다. 측정내용으로는 전단력을 검사하였다. 실험결과의 통계 분석은 statistical Analysis System (SAS 9.1 ver)을 이용하여 처리구간 평균 간의 유의성 검정($p < 0.05$)은 Duncan의 다중검정방법(Multiple range test)과 t-검정을 이용한다.

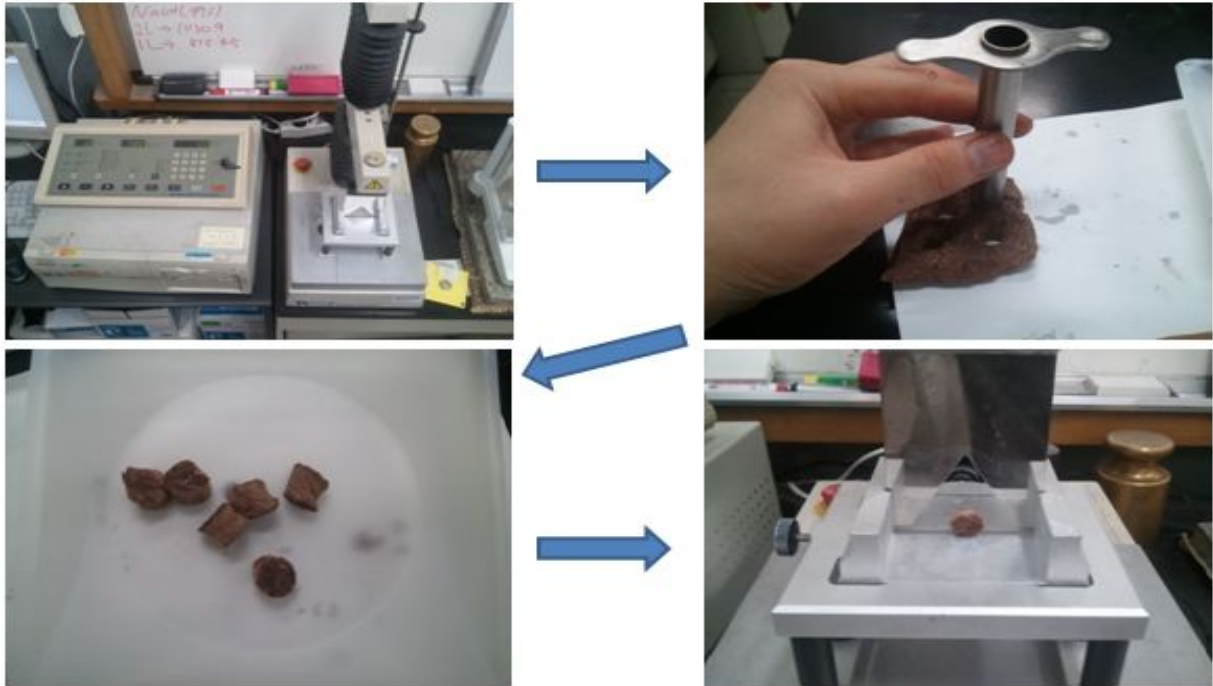


그림-30. 전단력 측정 방법

(1) 주의사항

- (가) 기기값 설정한 후에 다시 측정하고 싶을 경우에는 Ctrl+Q 누르면 된다.
- (나) 시료의 두께, 길이는 최대한 일정하게 맞춰줘야 한다.
- (다) 긴급 시에는 기기 뒤에 있는 Emergency Stop을 눌러주면 기기가 멈춘다.
- (라) 균일한 값을 얻기 위해선 많은 반복 및 연습을 필요하다.

4. 결과

가. 이화학적 일반성분

한우채끝 /보섭부위의 일반성분 함량을 분석한 결과는 표 1과 같다. 수분함량은 1⁺⁺등급의 경우 68.6%로 1⁺등급(70.7%)과 그 이하등급과 비교하였을 때 유의적 차이가 나타났다($p < 0.05$). 조단백질은 대체적으로 약 20% 내외의 함량을 나타냈으며, 1⁺⁺등급과 2등급 간에는 유의적 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 이와 같이 육질등급 간에 단백질 함량에 차이가 나타나는 것은 지방함량 및 수분함량의 차이에 의한 것으로 사료된다. 단백질함량은 Luchak 등(1998) 및 Nelson 등(2004)이 육질등급이 높을수록 낮아진다는 결과와 유사한 경향이었으나 Cho.등급에서 21.9~27.9%였다는 결과보다 낮은 수준이었다. 조지방 함량의 경우 1⁺⁺등급과 1⁺ 등급을 제외한 그 이하 등급 간에는 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.05$). 조회분의 경우는 1⁺⁺등급과 2, 3등급 간에 유의적인 차이를 나타냈으나($p < 0.05$), 그 이하 등급에서는 유의적 차이를 발견할 수 없었다. 이는 수분 함량과 지방, 그리고 회분 함량 간에 서로 역의 관계가 있음을 나타내며 여러 연구자의 결과와 일치하였다.(Lee 등, 2010).

[표-1] 등급별 채끝/보섭살의 일반조성 성분분석

구 분	채끝/보섭살				
	1 ⁺⁺ 등급	1 ⁺ 등급	1등급	2등급	3등급
수분(%)	68.56±2.39 ^c	70.67±1.48 ^b	71.10±1.65 ^b	71.82±1.94 ^b	73.92±0.33 ^a
조지방(%)	8.67±3.23 ^a	7.31±2.42 ^{ab}	6.18±1.78 ^b	5.43±2.43 ^{bc}	3.26±0.37 ^c
조단백질(%)	19.82±0.89 ^b	20.24±0.60 ^{ab}	20.51±0.78 ^{ab}	20.85±0.83 ^a	20.24±0.99 ^{ab}
조회분(%)	1.16±0.08 ^{ab}	1.09±0.11 ^{ab}	1.11±0.13 ^{ab}	1.18±0.17 ^a	1.04±0.12 ^b

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ($P < 0.05$).

나. 물리화학적 일반성분

각 등급별 물리화학적 특성을 분석한 결과는 표 2와 같다. pH의 경우는 육질의 품질을 좌우하고 고기의 신선도, 보수성, 연도, 결착력 등에 크게 영향을 받으며 육의 pH가 낮을수록 마이오글로빈의 산화가 촉진되고 보수력이 낮아지는 경향을 나타낸다. 표 2는 도축 후 24 ~ 30시간

내 시료의 실험결과로써 pH는 대체로 낮은 5.3 정도를 나타냈으며, 등급별 유의적 차이는 나타나지 않았다. pH는 Kim등(2008)이 한우에서 저등급육과 고등급육간에 차이가 없다는 결과와 일치하고 있으며 Young등(2005)이 정상 pH범위로 제시한 5.4 및 wulf와 Page(2000)가 제시한 5.75 이하에 비추어 볼 때 상대적으로 낮은 결과를 얻었다.

본 실험에서는 보수력에서 유의적 차이가 나타나지 않았다. 보수력은 Kim 등(2008)이 한우에서 저등급육과 고등급육간에 차이가 없다는 보고와는 비슷한 결과를 보였다. 또한 3등급의 경우 급격히 보수력이 상승하는 것을 볼 수 있는데 이는 3등급의 공시료가 부족하여 정확한 데이터를 수집하지 못하였으므로 좀 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

가열감량의 경우는 시료를 지퍼팩에 넣어 75°C 넣어 30분간 가열한 후 방냉한 다음 무게를 산정하는 것으로 대체로 약 32%의 가열감량을 나타냈고 각 등급별 유의적 차이를 볼 수 없었다 ($p < 0.05$). 가열감량의 경우에는 Georege-Evins 등(2004), Nelson 등(2004)이 육질등급간에 비슷하였다는 결과와 유사한 결과였고, Schmidt등(2010)이 저등급육의 가열감량이 높았다는 결과와는 다른 경향이었으며 이들이 보고한 23.8%-30.4%에 비하여 한우고기의 가열감량은 높은 수준이었다.

[표-2] 등급별 채끝/보섭살의 물리화학적 성분분석

구분	채끝/보섭살				
	1 ⁺⁺ 등급	1 ⁺ 등급	1등급	2등급	3등급
pH	5.34±0.10	5.34±0.07	5.34±0.12	5.37±0.07	5.28±0.01
보수력(%)	50.45±8.33 ^a	44.53±7.39 ^{ab}	46.10±7.81 ^{ab}	47.30±7.37 ^b	49.14±3.88 ^{ab}
가열감량(%)	32.46±3.04	32.34±3.53	32.05±4.10	32.25±3.94	33.55±3.61

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ($P < 0.05$).

다. 육색

일반적으로 고기의 품질을 정의하는 가장 중요한 척도는 육색으로써 소비자들이 식육구입에 있어서 주된 외형적 관점이며, 표 3은 등급별 육색의 결과이다. 육색의 명도는 근내지방도와 상관관계를 갖는 것으로 1⁺⁺등급과 1⁺등급을 제외한 그 이하등급 간에 유의적 차이를 나타내었으며($p < 0.05$), 황색도의 경우 3등급과 그 이상등급에서 유의적 차이가 나타났다($p < 0.05$). 적색도의 경우도 3등급과 그 이상등급에서 유의적 차이가 나타났다($p < 0.05$). 이와 같은 결과는 Kim(2008)이 “한우 고등급육의 L*, a* 및 b*값이 각각42.8, 24.7 및 12.6으로 근내지방도가 높을수록 L*, a* 및 b*값이 높았다”는 결과와 유사한 결과를 나타내었다.

[표-3] 등급별 채끝/보섭살의 육색분석

구분	채끝/보섭살				
	1 ⁺⁺ 등급	1 ⁺ 등급	1등급	2등급	3등급
명도 (L value)	41.99±1.16 ^a	40.93±1.38 ^b	40.58±0.97 ^b c	39.66±1.81 ^b c	39.07±1.22 ^c
적색도 (a value)	12.09±3.36 ^b	10.28±4.00 ^b	10.79±4.46 ^a b	9.28±4.35 ^c	5.91±1.27 ^{bc}
황색도 (b value)	3.80±1.01 ^a	3.34±0.85 ^a	3.50±1.13 ^a	2.91±0.89 ^b	2.03±0.47 ^c

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

라. 조직감 분석

조직감은 입안의 촉감, 저작운동, 마찰운동 등의 느낌으로 발휘되는 복합적 특성으로 기계적인 조직감과 촉감적인 조직감 기하학적인 조직감으로 분류되며 기계적 조직감이 식품의 물리적인 성질을 나타내는 것이다. 아래의 표 4는 이와 같은 한우의 부위별 등급의 물리적 성질을 나타낸 것이다.

경도는 고기를 어금니 사이로 압축하는데 필요한 힘으로 물질을 변형시키는데 필요한 힘이며 각 등급간에는 유의적 차이가 나타나지 않았다.

탄력성은 고기를 씹었을 때 생긴 변형이 씹는 힘을 제거하였을 때 씹기 전의 원상태로 회복되는 성질을 표현하는 것으로 1등급이상 등급간에는 유의적 차이가 나타나지 않았으나 2등급과는 유의적 차이를 나타냈다(p < 0.05).

응집성의 경우는 고기의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘으로 1⁺⁺등급과 1⁺, 2등급간에는 유의적 차이를 나타내었으며(p < 0.05) 1등급과는 유의적 차이를 나타내지 않았다.

검성의 경우는 고기를 삼킬 수 있을 상태까지 씹는데 필요한 에너지로서 경도와 응집성의 복합적인 상태이며 1⁺⁺등급과 1⁺등급과는 유의적 차이를 나타내었으나(p < 0.05) 그 이하 등급에서는 유의적 차이를 나타내지 않았다.

씹힘성은 고기를 삼킬 수 있을 정도로 씹는 힘으로 경도, 탄력성, 응집성의 복합적인 성질이며 1⁺, 1등급과 2등급간에는 유의적 차이를 나타내었으나(p < 0.05) 1⁺⁺등급과 그 이하등급에서는 유의적 차이를 나타내지 않았다.

[표-4] 등급별 채끝/보섭살의 조직감 분석

구분	채끝/보섭살			
	1 ⁺⁺ 등급	1 ⁺ 등급	1등급	2등급
경도	22480.31± 2011.18	15777.09± 4603.45	22152.86± 2815.35	21938.86± 2638.78
탄력성	0.56±0.05 ^b	0.56±0.04 ^b	0.57±0.04 ^b	0.61±0.06 ^a
응집성	0.56±0.04 ^b	0.59±0.03 ^a	0.58±0.03 ^{ab}	0.60±0.02 ^a
겉성	11410.68± 3384.26 ^{ab}	9073.19± 2543.79 ^c	9592.40± 3181.41 ^{bc}	12627.60± 1310.85 ^a
씹힘성	6621.86± 1909.81 ^{ab}	5331.64± 1521.79 ^b	5590.77± 1878.33 ^b	7865.44± 1391.25 ^a

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

마. 전단력 분석

식육 또는 육제품의 물성 중에서 전단력(shear force)은 기호도에 큰 영향을 미치는 요소이며, 이러한 식육이나 육제품의 연도를 측정하는 기준이 되는 것이 전단력이다. 아래의 표 4는 이와 같은 한우의 등급별 전단력을 나타낸 것이다. 육질등급이 3등급에서 1⁺⁺등급으로 높아질수록 7.32kg에서 6.59kg으로 감소하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 전단력은 육질등급이 높을수록 낮았다는 Laster 등(2008), Schmidt 등(2010)의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

[표-5] 등급별 채끝/보섭살의 전단력 분석

구분	채끝/보섭살				
	1 ⁺⁺ 등급	1 ⁺ 등급	1등급	2등급	3등급
전단력	6.59±1.53	6.62±2.05	6.81±2.07	6.99±2.37	7.32±1.23

^{a,b} Within a row, means with different superscript letter differ(P<0.05).

5. 고찰

종합적으로 이화학적 성분에는 수분, 조단백질, 조지방의 경우 1⁺⁺등급과 1⁺등급과의 유의적 차이를 발견하였다. 이는 지방조성 함량의 변화에 따라 차이가 나타난 것으로 사료된다. pH는 등급 간 5.3% 내외로 유의적 차이는 발견할 수 없었으며 가열감량 역시 유의적 차이를 나타나지 않았다. 육색에서는 명도에서 1⁺⁺등급과 1⁺등급을 제외한 그 이하 등급간에 유의적 차이를 나타냈으며 이는 근내지방도의 차이에 따라 명도차이가 나타나게 된 것으로 사료되며 소비자들의 기호도에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

조직감에서는 경도에서는 유의적 차이를 발견하지 못하였지만 탄력성에서는 1등급 이상등급과 2등급 간에 유의적 차이를 발견하였으며 검성의 경우 1⁺⁺등급과 1⁺등급간에 유의성을 발견하였다.

전단력의 경우 유의적인 차이를 나타내지는 않았으나 3등급에서 1⁺⁺등급으로 높아질수록 감소하는 것을 발견 할 수 있었다.

이러한 실험 결과를 보았을 때 각 등급 별로 육질의 차이가 있었으며 한우의 고품질화가 소비자들에게 더욱 맛있고 고품질의 고기를 제공할 수 있다고 사료된다. 또한 고품질육을 생산함으로써 FTA가 발효된 이 시기에 수입육과 차별화를 두어 경쟁력을 확보하는 것이 가능하리라 사료된다.

특히 각 등급별 차별화, 즉 1⁺⁺등급을 더욱 상위 단계로 세분화함으로써 일본의 화우와 같은 고급육의 생산을 고취시키는 것이 바람직하다고 사료된다.

제 3절 한우 경제형질 진단용 DNA kit 개발 및 기술이전 추진

1. 한우 경제형질 진단용 DNA kit 개발 및 시제품 제작

가. 한우 경제형질 진단용 DNA kit 개발

형성축협 한우 브랜드 상업축을 대상으로 대규모 현장적용 시험을 통해 APM1 g.1454G>A, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 총 7개 SNP 마커의 유효성을 확인하였다. 유효성이 확인된 이들 SNP 가운데 주로 육량형질과 연관되어 있는 APM1 g.1454G>A SNP 마커를 제외한 나머지 6개 SNP를 한우의 근내지방도 관련 분자표지로 최종 선발하였다. 이들 마커들을 이용한 마블링 유전능력 진단 가능 여부를 검증하기 위해 표-37에 제시한 바와 같이 각 SNP별 우수대립유전자 보유수를 바탕으로 임의의 마블링 유전능력등급 기준을 총 4단계(최우수, 우수, 보통, 열등)로 설정하였다. 그리고, 우수대립유전자 보유수와 한우 경제형질과의 연관성 분석을 통해 최종적으로 마커 유효성을 검증하였다. 참고로, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G 및 RORC g.20152A>G SNP에서는 G 대립유전자, 그리고 CPE g.601T>C 및 TNNT1 g.6650C>T SNP에서는 C 대립유전자, 마지막으로 PDE1B g.17122A>G SNP에서는 A 대립유전자를 우수대립유전자로 판정하였다.

[표-37] 본 연구개발의 한우 마블링 관련 우수대립유전자 보유수에 의한 검정개체 분포 현황 및 유전능력 등급 판정 기준 설정

우수대립유전자 보유수	두수 (출현율)	두수 (출현율)	마블링 유전능력 등급
12	0 (0.0%)		
11	11 (1.1%)		
10	40 (3.8%)	199(19.1%)	최우수 (★★★)
9	148 (14.2%)		
8	236 (22.6%)		
7	286 (27.4%)	522(50.0%)	우수 (★★)
6	183 (17.6%)		
5	98 (9.4%)	286(12.2%)	보통 (★)
4	23 (2.2%)		
3	6 (0.6%)		
2	2 (0.2%)	40(3.9%)	열등 (0)
1	2 (0.2%)		
0	0 (0.0%)		

본 연구개발을 통해 유효성이 확인된 총 6개의 한우 육질(마블링) 연관 분자표지에 대한 우수대립유전자 보유수와 한우 경제형질과의 연관성 분석을 수행한 결과 표-38에 제시한 바와 같이 마블링 형질과 육질등급에서 고도의 유의적 연관성이 입증되었다($p < 0.001$). 유의적 연관성이 입증된 각 형질에 대한 Duncan's multiple range test의 다중검정을 수행하여 SNP 유전자형별 유의적 차이를 검정한 결과, 마블링 및 육질등급 항목에서 우수대립유전자를 9~12개 보유한 그룹의 개체들이 다른 그룹의 개체들보다 유의적으로 더 높게 분석되었다.

따라서, 본 연구개발의 농가현장 적용 시험을 통해 유효성이 입증된 FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 총 6개 분자표지는 한우의 마블링 형질의 유전능력을 조기에 진단하고 예측할 수 있는 매우 유용한 마커임이 입증되었다.

[표-38] 한우 마블링 유전능력 등급과 경제형질과의 연관성 분석

Traits (n=1,042)	마블링 유전능력 등급 (우수대립유전자 보유수)				P-value	
	최우수 (9~12)	우수 (7~8)	보통 (5~6)	열등 (0~4)		
Meat quality	MS	6.316±0.120 ^a	5.842±0.074 ^b	5.765±0.101 ^b	5.400±0.268 ^c	0.0005
	MC	4.874±0.024	4.932±0.015	4.935±0.020	4.975±0.054	0.131
	FC	2.994±0.006	3.001±0.003	3.003±0.005	3.025±0.013	0.248
	MT	1.065±0.020	1.101±0.012	1.096±0.017	1.200±0.046	0.064
	MA	2.050±0.017	2.057±0.010	2.071±0.014	2.100±0.038	0.573
	MG	3.924±0.062 ^a	3.670±0.038 ^b	3.644±0.052 ^b	3.475±0.140 ^c	0.0007
Meat quantity	BF	12.442±0.307	12.662±0.189	12.648±0.258	13.600±0.686	0.498
	EMA	89.919±0.685	90.532±0.423	90.950±0.577	91.350±1.530	0.569
	CW	422.658±3.408	430.434±2.104	434.462±2.868	442.500±7.601	0.062
	MI	65.178±0.231	64.934±0.143	64.925±0.195	64.165±0.517	0.348
	QG	2.065±0.043	2.067±0.026	2.092±0.036	1.925±0.097	0.453


MS, marbling score; MC, Meat color; FC, fat color; MT, Meat texture; MA, maturity score; MG, grade of Meat quality; BF, backfat thickness; EMA, M. *Longissimus dori area*; CW, carcass weight; MI, Meat quantity index; QG, grade of Meat quantity.

^{a,b,c} Within a row, means with different superscript letter differ ($P < 0.05$).

나. 한우 경제형질 진단용 DNA kit 시제품 제작 및 기술이전 추진

본 연구를 통해 농가현장 실효성이 입증된 분자표지를 이용하여 한우의 마블링 유전능력을 진단할 수 있는 DNA kit를 개발하고 시제품을 제작하였다. 본 제품은 간단한 PCR-RFLP 실험을 통해 한우의 마블링 유전능력을 진단할 수 있도록 제작된 kit로서 PCR 관련 시약과 제한효소 등을 포함하고 있다. 시제품은 참여기업인 (주)한국유전자정보센터와 공동으로 제작하였으며, 현재 본 연구팀은 “한우 마블링 진단용 DNA kit”의 실용화 및 상용화를 위해 (주)한국유전자정보센터에 기술이전을 적극 추진하고 있다.

그림-31 및 32에 제시한 바와 같이 “**Hanwoo MarbleGene DNA kit™**” 라는 이름으로 시제품과 제품구성 및 사용설명서를 각각 제작하였다. 제품 구성은 PCR Mix 4 vial (each 1.5 ml), Marble gene 6 vial (each 1.5 ml), R. enzyme 6 vial (each 1,000 U), R. buffer 6 vial (each 1.5 ml) 및 control DNA로 되어있으며, 100 reaction이 가능하도록 제작하였다. 기술이전 완료시 (주)한국유전자정보센터는 DNA kit 상품 제작 판매와 더불어 검사서비스도 함께 진행할 예정이다. 그림-33은 기술이전 완료 후 (주)한국유전자정보센터 홈페이지에 게시 될 본 kit의 광고 페이지이다.



Hanwoo MarbleGene DNA Kit™

한국유전자정보센터
Korea Genetic Information Center
서울특별시 강남구 테헤란로2길 39-4 201A호
Tel: 02-77-6629 | Fax: 02-77-6629-2122
http://www.kgic.or.kr
Cat. No. : 120201

Description

(주)한국유전자정보센터에서는 생지체형질 동물생명공학의 경외로 교수팀과 “한우 경제형질 진단용 분자표지의 농가 현장 적용 및 실용화 기술 개발(농업수산식품기술지원사업) 농림기술개발과제”이라는 중대연구를 통해 한우의 경제형질 기술에 “육체형질”과 밀접하게 연관되어 있는 DNA 마커를 선정하고, 대규모 농가현장 한우 견종 진단을 대상으로 현장적용 시범을 통하여 유용성이 높은 입종된 6개 유전자의 DNA 마커 (총 약 100,000)를 발굴한 후 이에 대한 기술이전 및 한우 마블링 진단용 DNA 키트인 Hanwoo MarbleGene DNA Kit™를 개발하여 제품을 출시하였습니다. 본 제품은 PCR 관련 시약과 효소가 포함되어 있어 실험실에서 간단한 PCR-RFLP 유전자 분석 실험을 통해 한우 마블링 형질의 유전능력을 예측하고 진단할 수 있습니다.

Component

Component (100 reaction)				
PCR mixture	Control genomic DNA	Primer (M1-M6)	Restriction enzyme (E1-E6)	10X Reaction buffer (R1-R6)
PCR Mix (PCR Mix)	Con. gDNA (Con)	MarbleGene® 1 (M1)	R. Enzyme I (E1)	10X R. Buffer I (R1)
		MarbleGene® 2 (M2)	R. Enzyme II (E2)	10X R. Buffer II (R2)
		MarbleGene® 3 (M3)	R. Enzyme III (E3)	10X R. Buffer III (R3)
		MarbleGene® 4 (M4)	R. Enzyme IV (E4)	10X R. Buffer IV (R4)
		MarbleGene® 5 (M5)	R. Enzyme V (E5)	10X R. Buffer V (R5)
		MarbleGene® 6 (M6)	R. Enzyme VI (E6)	10X R. Buffer VI (R6)
1.5 ml × 4 vial	50 µl (50 µg/µl)	each 100 µl (10 pmol/µl)	each 100 µl (10 unit/µl)	each 100 µl

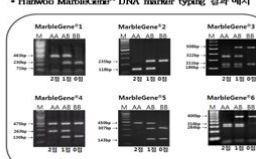
※ Con. Genom은 -20℃까지 저온 보관하고, 특히 반응소스 가운데 Restriction enzyme (E1-E6)과 PCR mixture (PCR Mix)는 얼릴 경우에도 ice에 보관하여 사용한다. *이후 주에는 즉시 반응 조건을 설정한다.

Method

- 0.2 ml tube에 검사 대상 한우 견종 genomic DNA 50-100 ng에 PCR mixture (PCR Mix) 10 µl와 MarbleGene® (each M1-M6) primer 1 µl를 넣고 혼합한 후, D.W.를 첨가하여 최종 volume를 20 µl로 조정합니다. 그 다음, PCR 증폭장치(※미포함)를 이용하여 표-1에 제시한 PCR 반응 조건으로 PCR 증폭 반응을 수행합니다.
 - ※ 주의 : MarbleGene® 1-6 (each M1-M6) primer는 각각 0.2 ml tube에 넣어 PCR 증폭 반응을 수행해야 합니다. 즉, 한우 견종 1두를 분석할 경우 6개의 각기 다른 tube에 6가지 MarbleGene® 1-6 (each M1-M6) primer를 각각 1회로 첨가하여 PCR 증폭반응을 수행해야 합니다.
- 새로운 0.2 ml tube에 PCR 증폭반응이 완료된 각 PCR product 8 µl와 Restriction enzyme (each E1-E6) 1 µl 및 10X Reaction buffer (each R1-R6) 1 µl를 첨가하여 bubble이 생기지 않도록 조심스럽게 pipetting 한 후, 37℃에서 약 2-3시간 정도 보관합니다.
 - ※ 37℃의 incubator 또는 water bath를 사용하여 보관하는 것을 권장합니다.
- 제한효소 반응이 완료된 각 PCR product에 6X loading buffer(※미포함) 2 µl를 첨가하여 잘 혼합하고, 2% agarose gel(※미포함)에 적당량 loading 하여 100 V 전압으로 2시간 정도 전기영동을 수행합니다.
- 전기영동이 완료된 후 EB(※미포함)과 같은 DNA 염색시료가 포함된 증류수에 약 20분 정도 염색하고, UV trans illuminator(※미포함)로 경색된 DNA marker type을 확인합니다.
- 각 MarbleGene® 1-6 DNA marker typing 결과를 확인하여 각 타입별 결과를 부여하고, 그 결과를 모두 합쳐서 뒷면에 제시한 “한우 마블링 유전능력 평가 기준”에 의해 최종 마블링 유전능력을 판정합니다.

Result analysis

• Hanwoo MarbleGene® DNA marker typing 결과 예시



• 한우 마블링(marbling) 유전능력 평가 기준

한우 마블링 유전능력 평가 기준	
마블링 유전능력 등급	MarbleGene® 1-6 알라일 결과
최우수 (***)	10-12점
우수 (**)	7-9점
보통 (*)	5-6점
영도 (0)	0-4점

*MarbleGene® 1-6 마커의 DNA marker typing 결과를 바탕으로 0-12점에 값을 부여하고, 그 값을 모두 합쳐서 1-6 마커의 최종 결과를 바탕으로 마블링 유전능력을 판정합니다.

• Hanwoo MarbleGene® DNA marker 분석에 의한 유전형질 등급판정 예시

DNA marker	Typo	점수
MarbleGene® 1	AB	1
MarbleGene® 2	AA	2
MarbleGene® 3	AA	2
MarbleGene® 4	AB	1
MarbleGene® 5	BB	0
MarbleGene® 6	AA	2
합 계		8

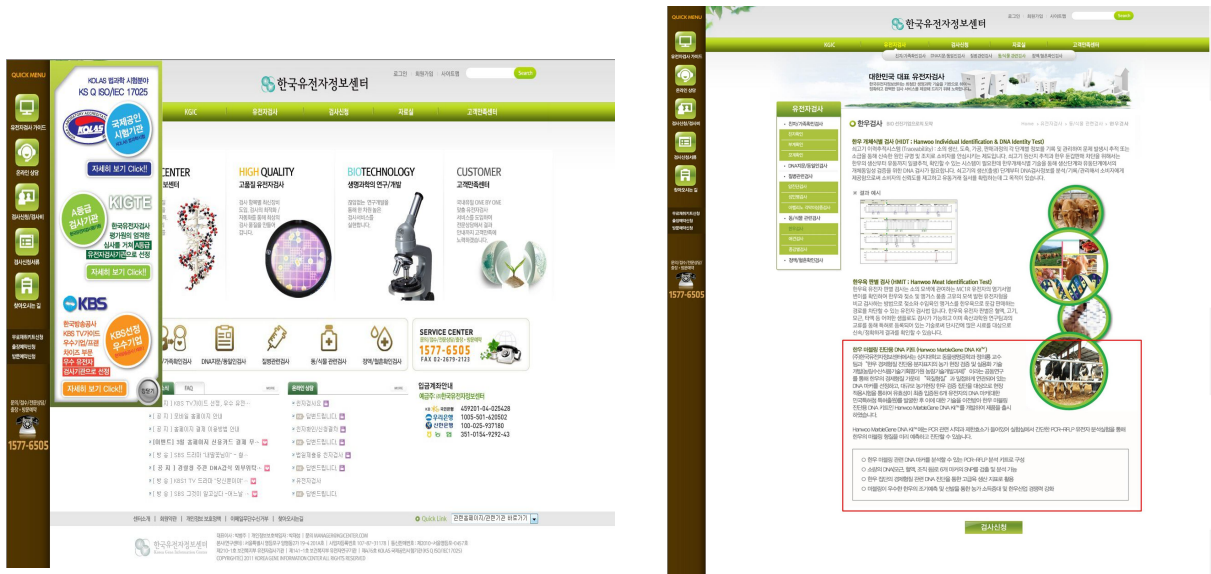
MarbleGene® 1-6 marker type 합산
1+2+2+1+0+2=8
▶ 최종판정 : 우수(**)

[그림-31] Hanwoo MarbleGene DNA kit™ 사용 설명서



[그림-32] Hanwoo MarbleGene DNA kit™ 시제품 제작

(주)한국유전자정보센터 - <http://www.kgicenter.com>



한우 마블링 진단용 DNA 키트 (Hanwoo MarbleGene DNA Kit™)
 (주)한국유전자정보센터에서는 삼지대학교 동물생명공학과 정의용 교수 팀과 “한우 경제형질 진단용 분자표지의 농가 현장 검증 및 실용화 기술 개발(농림수산물식품기술기획평가원 농림기술개발과제)”이라는 공동연구를 통해 한우의 경제형질 가운데 “육질형질”과 밀접하게 연관되어 있는 DNA 마커를 선정하고, 대규모 농가현장 한우 검증 집단을 대상으로 현장 적용시험을 통하여 유효성이 최종 입증된 6개 유전자의 DNA 마커(대한민국의 특출한 유전자)를 발굴한 후 이에 대한 기술을 이전받아 한우 마블링 진단용 DNA 키트인 Hanwoo MarbleGene DNA Kit™를 개발하여 제품을 출시하였습니다.



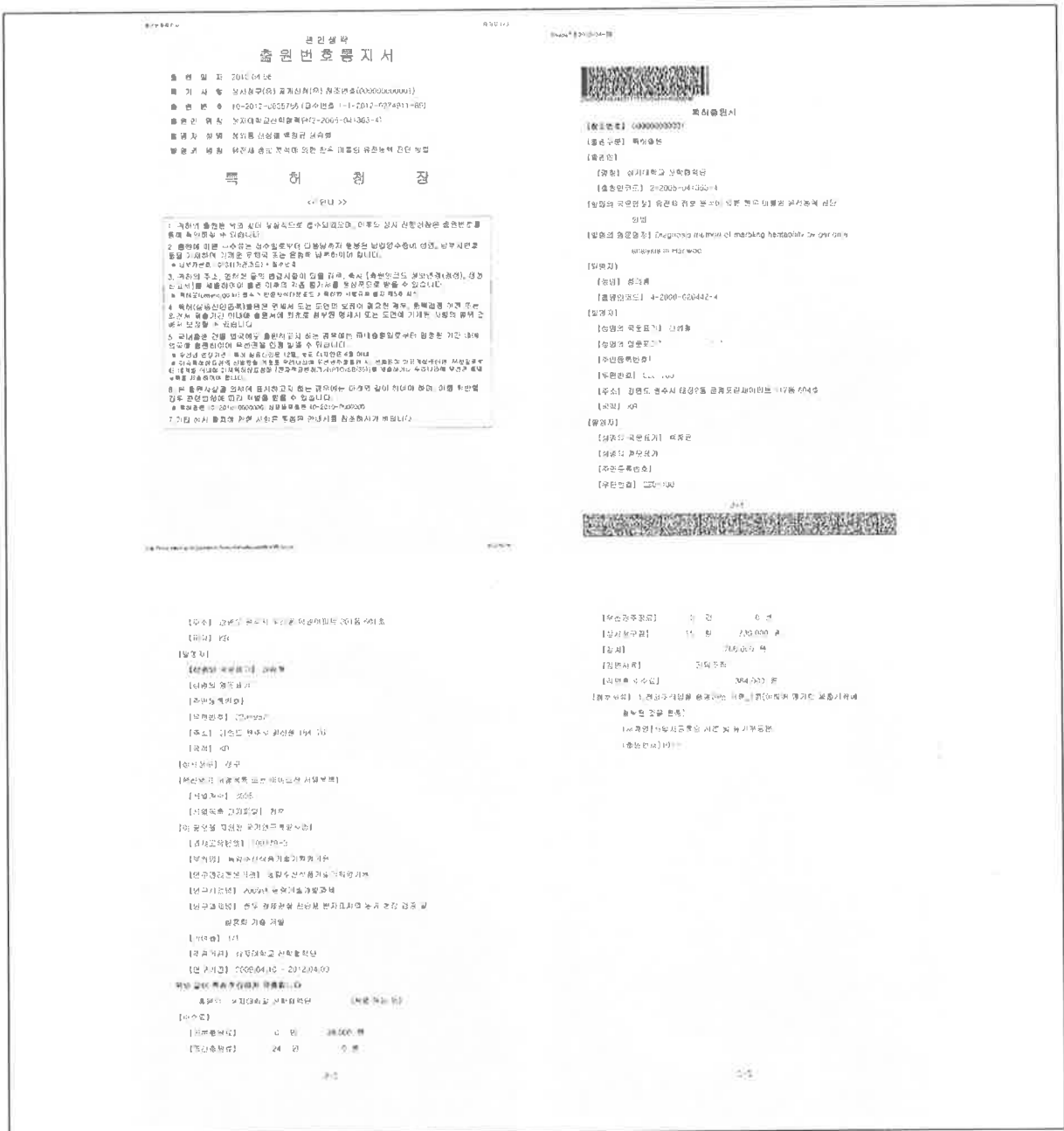
Hanwoo MarbleGene DNA Kit™에는 PCR 관련 시약과 제한효소가 들어있어 실험실에서 간단한 PCR-RFLP 유전자 분석실험을 통해 한우의 마블링 형질을 미리 예측하고 진단할 수 있습니다.

- 한우 마블링 관련 DNA 마커를 분석할 수 있는 PCR-RFLP 분석 키트로 구성
- 소량의 DNA(모근, 혈액, 조직 등)로 6개 마커의 SNP를 검출 및 분석 가능
- 한우 집단의 경제형질 관련 DNA 진단을 통한 고급육 생산 지표로 활용
- 마블링이 우수한 한우의 조기예측 및 선별을 통한 농가 소득증대 및 한우산업 경쟁력 강화

[그림-33] 참여기업 (주)한국유전자 정보센터 홈페이지 게시 사진

2. 연구개발 기술에 대한 특허출원/등록

표-34 및 35에 제시한 바와 같이 본 연구를 통해 개발된 한우 마블링 유전능력 진단 기술 (특히제목 : 유전체 정보분석에 의한 한우 마블링 유전능력 진단)과 본 연구를 통해 신규 발굴된 경제형질 관련 분자표지(NPY g.4271T>C, EDG1 g.166A>G, GPD1 g.2766C>T 및 PDE1B g.17122A>G)들과 관련된 특허출원을 완료하였다(총 5건). 이 가운데, 1차년도 연구를 통해 출원하였던 “한우 근내지방도 연관 분자표지를 이용한 육질 진단 방법(특허 제-1083213, 2011.11.07)”은 최근 대한민국특허청으로부터 특허등록이 결정 되었다(그림-36).



[그림-34] 한우 마블링 유전능력 진단 DNA kit 관련 특허출원 자료

관인생략
출원번호통지서

출원 일자 2009.10.08
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2009-0095803 (접수번호 1-1-2009-0617856-73)
출원인명칭 상지대학교산학협력단(2-2005-041363-4)
발명자성명 정의용 신성철 허재필
발명의명칭 한우 육량 증대 연관 분자표지 개발 및 이를 이용한 고능력 한우 조기진단 방법

특허청장

- 출원번호통지서 출원 이후 심사진행 상황 등을 확인하실 때에는 출원번호가 필요하므로 출원번호통지서는 출원일자가 종료될 때까지 보관하시기 바랍니다.
- 2-가. 특허 및 실용신안 출원은 심사청구 후 평균 16개월에 1차 심사처리가 이루어지고, 상표 및 디자인은 출원 후 평균 10개월에 1차 심사처리가 이루어집니다.
2-나. 특허 및 실용신안은 특허청 홈페이지(http://www.kiporo.go.kr)의 "고려지원서비스-민원처리과정 및 서비스" 코너에서 1차 심사결과통지 예고서비스를 신청하시면, 1차 심사처리 약 1개월 전에 해당 출원 건의 1차 심사결과통지 예정시기에 SMS 또는 e-mail 서비스로 제공 받을 수 있습니다.
2-다. 상표 및 디자인은 특허청 홈페이지(공지사항)에 유별 1차 심사결과통지 예정시기를 매일 게시하고 있으며, 특허정보검색서비스 시스템(http://www.kipris.or.kr)을 통해 개별 출원건에 대한 1차 심사결과통지 예정시기를 알 수 있습니다. 또한, 출원시 1차 심사결과통지 예정시기 알림 서비스를 신청하시면, SMS 또는 e-mail 서비스로 제공해 드립니다.
* 상기 1차 심사결과통지 예정시기는 사정에 의해 다소 늦거나 빨라질 수 있습니다.
2-라. 1차 심사결과통지(심사관) 특허결정의 통보를 송달하기 전 또는 심사관이 최초로 거절이유를 통지한 후 출원인이 그 거절이유를 받아 설 중(원)까지 귀하께서는 특허출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 명세서 또는 도면을 보정할 수 있습니다.
3. 심사청구 특허출원일은 출원일로부터 5년 이내에 특허법시행규칙 별지 제24호서식에 의거 심사청구를 하지 않으면 그 출원은 출원취하된 것으로 간주하여 처리됨을 알려드립니다.
4. 우선심사 특허(실용신안등록)출원 또는 디자인등록출원, 상표등록출원에 대해 조기에 심사를 원하시면 "우선심사제도"를 이용하실 수 있습니다.
5. 주소 등 변경신고 출원인의 주소 등을 변경하고자 하는 경우에는 특허법 시행규칙 별지 제4호의 2서식에 의한 출원인 정보변경(경정) 신고서를 제출하여야 합니다.
6. 산업재산권 표시, 광고요청 특허 등 산업재산권을 출원 중에 있는 경우에는 해당 산업재산이 출원상태임을 다음과 같이 표시하여야 하며, 이를 위반할 경우 특허법 제224조 및 제227조에 의거 처벌 받게 됩니다.
예) 특허출원 10-2001-0000001, 실용신안등록출원 20-2001-0000001, 디자인등록출원 30-2001-0000001, 상표등록출원 40-2001-0000001
7. 미성년자 미성년자의 출원인이 만20세에 도달하는 경우 출원인의 부모 등 법정대리인의 대리권은 소멸하지 않으므로, 출원인인 직권 또는 대리인을 새로이 선임하여 특허에 관한 절차를 밟을 수 있습니다.
8. 편의지 기타 편의사항이 있으시면 특허고객 콜센터(1544-8080)에 문의하시거나 특허청 홈페이지(www.kipo.go.kr)를 참고하시기 바랍니다.
9. 특허청 주소 302-701 대전광역시 서구 선사로 139 정부대전청사 4동
특허청 서울사무소 주소 135-911 서울특별시 강남구 역삼동 647-9 한국지식센터
FAX) 대전 : 042-472-7140, 서울 : 02-566-8454

출원번호통지서

출원 일자 2010.02.04
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2010-0010326 (접수번호 1-1-2010-0076911-10)
출원인명칭 상지대학교산학협력단(2-2005-041363-4)
발명자성명 정의용 신성철
발명의명칭 한우 근내지방도 연관 분자표지를 이용한 한우 육질 진단 방법

특허청장

- 출원번호통지서 출원 이후 심사진행 상황 등을 확인하실 때에는 출원번호가 필요하므로 출원번호통지서는 출원일자가 종료될 때까지 보관하시기 바랍니다.
- 2-가. 특허 및 실용신안 출원은 심사청구 후 평균 16개월에 1차 심사처리가 이루어지고, 상표 및 디자인은 출원 후 평균 10개월에 1차 심사처리가 이루어집니다.
2-나. 특허 및 실용신안은 특허청 홈페이지(http://www.patent.go.kr)의 "고려지원서비스-민원처리과정 및 서비스" 코너에서 1차 심사결과통지 예고서비스를 신청하시면, 1차 심사처리 약 1개월 전에 해당 출원 건의 1차 심사결과통지 예정시기에 SMS 또는 e-mail 서비스로 제공 받을 수 있습니다.
2-다. 상표 및 디자인은 특허청 홈페이지(공지사항)에 유별 1차 심사결과통지 예정시기를 매일 게시하고 있으며, 특허정보검색서비스 시스템(http://www.kipris.or.kr)을 통해 개별 출원건에 대한 1차 심사결과통지 예정시기를 알 수 있습니다. 또한, 출원시 1차 심사결과통지 예정시기 알림 서비스를 신청하시면, SMS 또는 e-mail 서비스로 제공해 드립니다.
* 상기 1차 심사결과통지 예정시기는 사정에 의해 다소 늦거나 빨라질 수 있습니다.
2-라. 1차 심사결과통지(심사관) 특허결정의 통보를 송달하기 전 또는 심사관이 최초로 거절이유를 통지한 후 출원인이 그 거절이유를 받아 설 중(원)까지 귀하께서는 특허출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 명세서 또는 도면을 보정할 수 있습니다. 특허출원은 출원일로부터 5년 이내에 특허법시행규칙 별지 제24호서식에 의거 심사청구를 하지 않으면 그 출원은 출원취하된 것으로 간주하여 처리됨을 알려드립니다.
3. 우선심사 특허(실용신안등록)출원 또는 디자인등록출원, 상표등록출원에 대해 조기에 심사를 원하시면 "우선심사제도"를 이용하실 수 있습니다.
4. 주소 등 변경신고 출원인의 주소 등을 변경하고자 하는 경우에는 특허법 시행규칙 별지 제4호의 2서식에 의한 출원인 정보변경(경정) 신고서를 제출하여야 합니다.
5. 산업재산권 표시, 광고요청 특허 등 산업재산권을 출원 중에 있는 경우에는 해당 산업재산이 출원상태임을 다음과 같이 표시하여야 하며, 이를 위반할 경우 특허법 제224조 및 제227조에 의거 처벌 받게 됩니다.
예) 특허출원 10-2001-0000001, 실용신안등록출원 20-2001-0000001, 디자인등록출원 30-2001-0000001, 상표등록출원 40-2001-0000001
6. 미성년자 미성년자의 출원인이 만20세에 도달하는 경우 출원인의 부모 등 법정대리인의 대리권은 소멸하지 않으므로, 출원인인 직권 또는 대리인을 새로이 선임하여 특허에 관한 절차를 밟을 수 있습니다.
7. 편의지 기타 편의사항이 있으시면 특허고객 콜센터(1544-8080)에 문의하시거나 특허청 홈페이지(www.kipo.go.kr)를 참고하시기 바랍니다.
8. 특허청 주소 302-701 대전광역시 서구 선사로 139 정부대전청사 4동
특허청 서울사무소 주소 135-911 서울특별시 강남구 역삼동 647-9 한국지식센터
FAX) 대전 : 042-472-7140, 서울 : 02-566-8454

출원번호통지서
관인생략
출원번호통지서
출원 일자 2011.02.21
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2011-0015011 (접수번호 1-1-2011-0121983-77)
출원인명칭 상지대학교산학협력단(2-2005-041363-4)
발명자성명 정의용 신성철 허재필
발명의명칭 단일염기다형성 마커를 이용한 고품질 우량 한우 진단 방법

특허청장

<< 안내 >>

- 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
- 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
* 납부자번호 : 0131(기과코드) + 접수번호
- 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 경정 신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
* 특허청(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
- 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
- 국내출원 건을 외국에도 출원하고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정 받을 수 있습니다.
* 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12월, 상표·디자인은 6월 이내
* 미국특허상표청의 선출원권 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자حق고환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
- 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
* 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
- 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

http://www.patent.go.kr/jsp/kipone/reception/inlineapp/NoCFileAct.do 2011-02-21

출원번호통지서
관인생략
출원번호통지서
출원 일자 2011.02.21
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2011-0014949 (접수번호 1-1-2011-0121220-60)
출원인명칭 상지대학교산학협력단(2-2005-041363-4)
발명자성명 정의용 신성철 허재필
발명의명칭 한우 근내지방도 연관 분자표지를 이용한 고급육 생산 한우 진단 방법

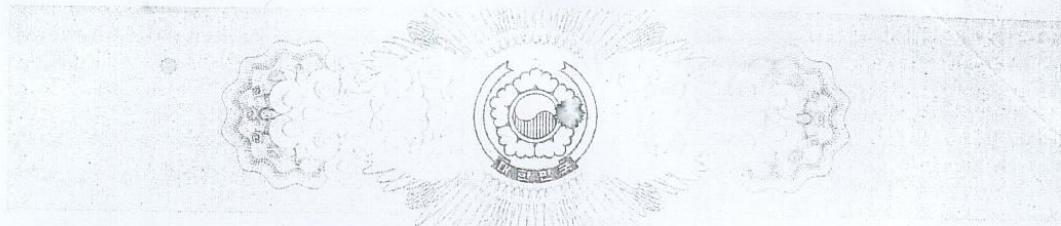
특허청장

<< 안내 >>

- 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
- 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
* 납부자번호 : 0131(기과코드) + 접수번호
- 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 경정 신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
* 특허청(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
- 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
- 국내출원 건을 외국에도 출원하고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정 받을 수 있습니다.
* 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12월, 상표·디자인은 6월 이내
* 미국특허상표청의 선출원권 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선권일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자حق고환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
- 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
* 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
- 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

http://www.patent.go.kr/jsp/kipone/reception/inlineapp/NoCFileAct.do 2011-02-21

[그림-35] 신규 한우 경제형질 관련 분자표지의 특허출원 자료 (특허출원 4건)



특 허 증

CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-1083213 호 (PATENT NUMBER)	출원번호 (APPLICATION NUMBER)	제 2010-0010326 호
	출원일 (FILING DATE:YY/MM/DD)	2010년 02월 04일
	등록일 (REGISTRATION DATE:YY/MM/DD)	2011년 11월 07일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)
한우 근내지방도 연관 분자표지를 이용한 한우 육질 진단 방법

특허권자 (PATENTEE)
상지대학교산학협력단(141271-0*****)
원주시 우산동 660 상지대학교 내

발명자 (INVENTOR)
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 의하여 특허등록원부에 등록
되었음을 증명합니다.

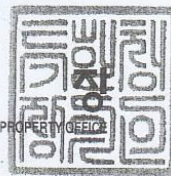
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN
INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2011년 11월 07일



특 허 청

COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



연차등록료 납부일은 설정등록일 이후 4년차부터 매년 11월 07일까지이며 등록원부로 권리관계를 확인바랍니다.

[그림-36] 신규 한우 경제형질 관련 분자표지의 특허등록 자료 (특허등록 1건)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1절 목표달성도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 연도 (2009)	[제 1세부과제] 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가 현장 검증 및 실용화	한우 분자표지 검정농가의 시험축 선발 및 사양관리 표준화	100%	- 한우 사육시설 및 사양관리 환경을 고려한 검정대상 농가(총 79호) 선정 - 혈연관계, 거세시기, 도축개월령 및 출하예정일을 고려한 최적의 시험축군 조성 - 청결하고 쾌적한 축사 환경 조성 및 질병 예방 관리 - 사료급여 기준에 입각한 검정집단 한우의 사료급여를 통한 사양관리 표준화
		검정농가의 대상축으로부터 분자표지 검사용 모근 시료 채취	160%	- 당초 연간 500두 거세우에 대한 모근 시료를 확보할 예정이었으나, 본 연구팀이 해당 농가 현장에 직접 방문하여 당초계획보다 약 1.6배 많은 총 809두 시험축에 대한 모근시료 채취완료
		한우 경제형질 관련 분자표지의 농가 현장 검증 및 유효성 검증	200%	- 당초 연간 4~5개 한우 경제형질 관련 분자표지를 선발할 예정이었으나, 당초계획보다 2배 많은 총 10개 농가현장 유효성 검증 8개, 후대검정우 유효성 검증 2개)의 한우 경제형질 관련 분자표지를 선발하여 PCR-RFLP 분석기법으로 이들에 대한 시험축군 개체별 SNP genotyping 수행 - 각 분자표지와 시험축군 도체성적측정치와의 연관성 통계분석을 통한 농가현장 유효성 검증
	[제 2세부과제] 한우 분자표지 검정 농가의 경제형질 측정 및 도체품질 분석/평가	검정대상축의 도축 시 검사용 등심육 시료채취	100%	- 검정대상축에 대한 보섭 채끝부위 육 시료 채취
		검정집단을 대상으로 도축 시 경제형질 관련 도체성적 측정/평가 및 기록 관리	100%	- 축산물등급판정소로부터 인계 받은 검정집단 개체별 도체성적 측정 자료에 대한 평가 및 기록/관리
		검정집단의 도체품질 분석 및 평가	100%	- 검정대상 개체의 육질등급별(1 ⁺⁺ , 1 ⁺ , 1, 2) 이화학적 및 물리화학적 일반성분 분석, 육색 및 조직감 분석 수행

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차 연도 (2010)	[제 1세부과제] 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 농가 현장 검증 및 실용화	한우 분자표지 검정농가의 시험축 선발 및 사양관리 표준화 (황성축협 협동)	100%	-한우 사육시설 및 사양관리 환경을 고려한 검정대상 농가 선정 -혈연관계, 거세시기, 도축개월령 및 출하예정일을 고려한 최적의 시험축군 조성 - 청결하고 쾌적한 축사 환경 조성 및 질병 예방 관리 - 사료영양 기준에 입각한 검정집단 한우의 사료급여를 통한 사양관리 표준화
		검정농가의 대상축으로부터 분자표지 검사용 모근 시료 채취	150%	- 당초 연간 500두 거세우에 대한 모근 시료를 확보할 예정이었으나, 본 연구팀이 해당 농가 현장에 직접 방문하여 당초계획보다 약 1.5배 많은 총 727두 시험축에 대한 모근시료 채취완료
		한우 경제형질 관련 분자표지의 농가 현장 검증 및 유효성 검증	150%	- 당초 연간 4~5개 한우 경제형질 관련 분자표지를 선발할 예정이었으나, 당초계획보다 많은 총 7개의 한우 경제형질 관련 분자표지를 선발하여 PCR-RFLP 분석기법으로 이들에 대한 시험축군 개체별 SNP genotyping 수행 - 각 분자표지와 시험축군 도체성적측정치와의 연관성 분석을 통한 농가현장 유효성 검증 - 분자표지와 제 2세부과제에서 도출된 한우 도체품질 평가성적과의 연관성 분석
	[제 2세부과제] 한우 분자표지 검정 농가의 경제형질 측정 및 도체품질 분석/평가	검정대상축의 도축 시 검사용 등심육 시료채취	100%	- 검정대상축 가운데 총 66두에 대한 보섭/채끝부위 육시료 채취
		검정집단을 대상으로 도축 시 경제형질 관련 도체성적 측정/평가 및 기록 관리	100%	- 축산물등급판정소로부터 인계 받은 검정집단 개체별 도체성적 측정 자료에 대한 평가 및 기록/관리
		검정집단의 도체품질 분석 및 평가	100%	- 검정대상 개체의 육질등급별(1 ⁺⁺ , 1 ⁺ , 1, 2) 이화학적 및 물리화학적 일반성분 분석, 육색 및 조직감 분석 수행

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차 연도 (2011)	[제 1세부과제] 한우 경제형질 관련 분자표지의 유효성 평가 현장 검증 및 실용화	한우 경제형질 관련 분자표지의 평가 현장 검증 및 유효성 검증	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 1, 2차년도 연구를 통해 한우 농가현장 적용 유효성이 검증된 APM1 g.1454G>A, FABP4 g.3691G>A, SCD g.10153A>G, CPE g.601T>C, PDE1B g.17122A>G, TNNT1 g.6650C>T 및 RORC g.20152A>G 등 총 7개 한우 경제형질 관련 분자표지에 대한 대규모 시험축군(마커당 약 1,000두) 외 개체별 SNP genotyping 및 연관성 분석 - 분자표지와 제 2세부과제에서 도출된 한우 도체품질 평가성적과의 연관성 분석 - 최종적으로 유효성이 검증된 마커들에 대한 multiple marker 조합을 구성하여 최적의 한우 경제형질 진단용 haplotype 발굴
		한우 경제형질 진단용 diagnostic marker panel kit 개발 및 시제품 제작	100%	- 최종적으로 유효성이 검증된 한우 경제형질 진단용 분자표지를 이용하여 diagnostic marker panel kit 개발 및 시제품 제작
		기술이전을 통한 산업화 및 실용화	100%	- 참여기업 (주)휴먼패스로의 기술이전 추진을 통한 해당 연구개발 기술의 산업화 및 실용화
	[제 2세부과제] 한우 분자표지 검증 농가의 경제형질 측정 및 도체품질 분석/평가	검정대상축의 도축 시 검사용 등심육 시료채취	100%	- 횡성축협한우 육가공장 현장에서 검정대상축에 대한 보섭/채끝부위 육시료 채취
		검정집단을 대상으로 도축 시 경제형질 관련 도체성적 측정 평가 및 기록/관리	100%	- 축산물등급판정소로부터 검정집단의 개체별 도체성적 자료를 수집하여 평가 및 기록/관리하고 제 1세부과제에 제공
		검정집단의 도체품질 분석 및 평가	100%	- 검정집단의 도체품질 분석 및 평가 : 일반성분 분석, 지방산 함량 분석, pH, 가열감량 보수력, Drip loss, 조직감, 육색 및 지방색 관능검사 수행

제 2절 관련 분야에의 기여도

- 본 연구과제는 한우 경제형질 관련 후보 유전자들에 대한 대단위 농가현장 검증연구 사업을 통하여 지금까지 단순히 개발차원에 머물러 있고 생산현장에 전혀 활용되지 못하고 있던 표지유전자들에 대한 유효성 및 신뢰성 검증을 통하여 재평가하고 효용성과 신뢰도가 입증된 분자표지를 산업화로 유도함으로써 분자유종 기술을 실제 생산현장에 접목하고 활성화할 수 있어 고품질 고급육 생산 및 개량효과를 가속화 하고 효율을 극대화하는데 기여할 수 있음.
- 개량 효과 및 효율성 극대화
 - 도체형질 : 30~64%까지 개량 효율 증대(1세대)
 - 후보종모우 : 선발에 대한 정확도 5~20% 증가
 - 유전능력 평가 정확도 : 25~35% 향상개량 효율 극대화
- 한우의 주요 경제형질에 영향을 미치는 분자표지를 실용화 할 수 있는 MAS 분자 육종 기술을 개발하여 고품질 고급육 생산 한우의 조기선발 도구로 이용함으로써 한우 사육농가의 소득 증대와 한우 산업의 경쟁력을 강화하는데 크게 기여
- 기존의 통계 육종 방법과 조합된 새로운 분자유종 전략을 수립할 수 있어 한우 개량사업의 첨단화 및 국제화에 기여
- 표지 유전자나 DNA marker를 이용하는 선발 기법은 선발의 정확도 및 강도를 높이기 위한 분자유종 프로그램에 도입하여 조기선발과 표현형 측정이 어려운 육질형질 조기 진단에 매우 효과적으로 이용
- 한우의 주요 경제형질 관련 유전체 정보의 종합적이고 체계적인 산업화 시스템을 구축하여 특정 형질이 우수한 한우 품종개량 및 고급 브랜드 쇠고기 생산기술 개발에 이용

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1절 연구개발 성과

- 국내에서 개발 보고된 한우 경제형질 관련 분자표지의 농가현장 적용과 유효성 여부 검증을 통한 실용화 및 산업화(상품화)가 가능한 분자표지 검색 발굴
- 대규모 상업적 한우브랜드 집단 screening을 통한 분자표지 효과 및 농가현장 실용화 타당성 검증
- 한우 경제형질 진단용 분자표지를 이용한 분자유종 선발기술(MAS)체계 확립
- 대규모 농가현장 시험축 집단에 대한 genomic DNA 및 혈통정보, 도체성적자료 다수 확보
- 실효성이 입증된 분자표지 이용한 한우 경제형질 진단용 유전자 검사 상품 개발 (diagnostic marker DNA kit) 및 시제품 제작
- 참여기업(한국유전자정보센터)으로의 기술이전을 통한 실용화 및 산업화
- 국내 특허출원 5건, 특허등록 1건

특허출원번호	제 목	출원/등록일	출원/등록	출원인
10-2010-0010326	한우 근내지방도 연관 분자표지를 이용한 한우 육질 진단 방법	2011.11.07	등록	상지대학교 산학협력단
10-2009-0095803	한우 육량 증대 연관 분자표지 개발 및 이를 이용한 고능력 한우 조기진단	2009.10.08	출원	
10-2011-0015011	단일염기다형성 마커를 이용한 고품질 우량 한우 진단 방법	2011.02.21	출원	
10-2011-0014949	한우근내지방도 연관 분자표지를 이용한 고급육 생산 한우 진단 방법	2011.02.21	출원	
10-2012-0035786	유전체 정보 분석에 의한 한우 마블링 유전능력 진단 방법	2012.04.06	출원	

- SCI급 논문 게재 4건 (published 1건, submitted 3건)

제 2절 성과활용 계획

1. 기술이전을 통한 산업화 및 실용화 전략 (참여기업의 마케팅 전략)

가. 상품화 추진방안

- 전국 약 200 여개의 한우육 브랜드를 대상으로 고급육 생산 비육밑소와 우량 송아지 조기진단 및 선발을 위한 표준 DNA 키트로 채택될 수 있도록 홍보 및 마케팅 강화
- 혈통 및 후대검정에 상관없이 초우량 경제형질 선발지표로 활용할 수 있도록 한우 관련 단체 및 기관과 협력하여 사업영역의 확대
- 유전적으로 육질형질이 우수한 종축을 선발하는데 활용함으로써 농가의 종축의 선택기준의 폭을 넓히는데 있음
- 국내 최초로 한우 경제형질 진단용 DNA 키트를 상품화함으로써 회사의 인지도 및 입지를 평가받고 구축하는데 있음

나. 사업화 추진 방안

- 홈페이지에 한우 경제형질 진단용 DNA 키트 및 서비스와 관련한 전문 콘텐츠 제작
- 마케팅을 위한 전문 브로셔 및 시료 채취키트 제작
- 영업팀 전문교육을 통한 영업능력 강화
- 한우 관련 단체 및 기관 방문을 통한 경제형질 DNA 진단의 필요성 강조 및 인식
- 한우 경제형질 유전자를 동시에 쉽고 정확하게 분석할 수 있는 multiplex DNA 키트 제작
- 한우 경제형질 유전자분석 서비스 수행
- 한우 경제형질 관련 유전자분석결과를 언제든지 열람할 수 있도록 보관 시스템 구축 및 시험성적서 발행

다. 세부 추진 방안

○ 검사시료 채취용 키트 제작

- 한우육의 경제형질 진단용 유전자를 검사하기 위해서는 간편하게 시료를 채취할 수 있는 키트가 필요함으로 모근, 혈액, 조직 등 다양한 시료를 효율적으로 채취 및 보관할 수 있는 시료채취용 kit 제작하여 활용함.

○ 진단 키트 제작 및 판매

- 한우 경제형질 관련 유전자를 동시에 분석할 수 있는 Multiplex DNA Marker Panel Kit 제작하여 생산토록 함.

○ 한우의 고품질 및 차별화를 위한 경제형질 유전자 분석서비스 수행 및 홍보 시스템 운영

- 한우 경제형질 진단용 키트를 상용화하여 소비자에게 알리기 위해서는 다음과 같은 단계가 필요하다고 판단됨

① 도입기 단계로 경제형질과 관련된 DNA marker 진단의 필요성과 효과에 대해 인지도가 낮으므로 전문가들이 함께 참여한 무료 교육 홍보회 개최로 인한 지각과정

② 성장기 단계로 투자에 따른 경제형질 관련 유전자를 차별적 강점을 부각시켜 고급 브랜드 한우육의 희소성 향상과 경제적 이익을 도모할 수 있는 흥미유발과정

③ 성숙기 단계로 경제형질 개량을 위한 투자로 자산의 가치창조를 위한 행동과정

- 지역별 지사를 통해 각 시도별 축산관련 단체 및 사업기관에 경제형질 관련 한우육의 브랜드 인지도 제고와 소비자로부터 신뢰받을 수 있는 고급육의 판로를 확대해 나갈 수 있는 소비자 관점에서의 접근 및 홍보 강화로 소비의 폭과 기회를 부여토록 함.

- 최근 쇠고기의 경쟁력은 가격경쟁력과 품질경쟁력에 이어 안정성 경쟁력이 그 중요성을 더해가고 있는 실정이므로 진단키트의 상품성 가치와 전략이 잘 연계되도록 홍보를 강화함.

- 목표시장을 향해 제품(product), 용기, 포장(packaging), 가격(price) 및 판촉(promotion)의 측면에서 품목과 조건을 다양화시켜 육질개량 도구로 이용할 수 있도록 서비스를 강화해 나감.

- 한우 경제형질 관련 유전자분석 결과에 대한 시험 성적서 발행
 - 마케팅전략의 선두에 한우육을 위한 육질관련 유전자 개념을 도입하여 시험성적서의 결과를 팜플렛이나 광고물 등을 부착하여 브랜드육 이미지를 제고시키는 것도 하나의 홍보 방법임.
- 공인시험기관 등록
 - 한우 경제형질 진단용 키트의 신뢰성을 확보하기 위해 유효성, 반복성 및 검증을 통해 ISO/IEC17025 국제공인시험기관 항목으로 정식 등록하여 정기적으로 신뢰도를 인증 받아 한우육의 국제인지도를 강화시켜 나갈 예정임.

2. 기타 활용 방안

가. DNA 분자표지 정보를 이용한 한우의 유전능력 개량 촉진에 활용

- 한우의 도체형질, 육질 및 육량과 같은 주요 경제형질에 있어 개체의 표현형 측정치 (육종가)에만 의존하여 선발하는 전통적인 통계육종방법에 의한 유전적 개량은 후대검정 등으로 평균 세대간격이 길고 선발강도 및 선발의 정확도가 낮기 때문에 유전적 변화속도가 느리고 유전적 개량량도 크지 않다고 하는 개량 효율적 측면에서 많은 제한 요인과 문제점을 지니고 있음.
- 따라서, 본 연구는 종래의 전통적인 선발육종 체계와 병행하여 DNA marker를 지표로 하는 MAS 분자육종 기술로서 한우의 경제형질(육질 및 육량형질)과 밀접하게 연관되어 있는 유전자의 DNA marker 유전자형을 분석하여 경제형질에 대한 유전적 잠재능력을 분석 평가하고 고품질 고능력 한우 개량을 위한 우량 한우선발에 적극 활용하여 한우의 능력개량 및 고급육 생산속도를 가속화 함.

나. 국가단위에서 한우 경제형질 진단용 분자표지의 활용

- BLUP EBV + DNA marker의 융합 선발 육종프로그램을 이용한 후보 및 보증종모우 선발에 활용

다. 농가단위에서 한우 경제형질 진단용 분자표지의 활용

- 비육밑소 및 송아지의 유전적 잠재능력 예측 및 조기선발 도구로 활용
 - : 한우 경제형질 진단용 SNP 분자마커를 이용하여 송아지 및 비육밑소의 장래의 유전적 잠재능력을 예측하고 조기에 선발할 수 있는 선발 보조수단으로 활용함.

○ 고능력 암소핵군 집단 구성에 활용

: 혈통등록 이상의 한우를 대상으로 기존의 혈통정보, 육종가(EBV) 추정치, 체형심사 성적 및 도체성적 등의 각종 표현형 정보와 경제형질 관련 DNA marker 유전자형 정보간의 연계체계를 구축하여 한우의 유전능력을 보다 상세하고 정확하게 평가하고 이들 중 유전 능력 평가 성적이 우수한 암소를 집중 선발하여 고능력 암소핵군 집단을 구성하고 유전적 잠재능력이 우수한 우량 송아지 생산 보급 기지로 활용함.

○ 맞춤형 보증 종모우(정액) 선정에 활용

: 육질 및 육량형질 등 경제형질의 유전능력은 종모우와 암소로부터 각각 50% 씩 유전 물질을 전달받기 때문에 암소와 종모우 개체별 유전능력을 정확히 평가하여 장단점을 상호 보완해 줄 수 있는 최적의 맞춤형 계획교배 조합을 위한 종모우(정액) 선정으로 후대의 유전적 능력개량이 추진되어야 함. 따라서, 암소와 동일하게 보증 종모우의 정액에 대해서도 기존의 혈통정보, 도체성적 및 체형정보에 부가하여 DNA marker 유전자형 분석을 실시하고 DNA 표지정보를 암소 개체별 유전능력에 가장 적합한 종모우의 최종 선발에 활용함.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 1절 특허분석

1. 특허분석 범위

대상국가	국내, 국외(미국, 일본, 유럽)
특허 DB	특허정보원 DB(www.kipris.or.kr)
검색기간	최근 12년간
검색범위	한우(hanwoo), 소(cattle), 쇠고기(beef), 유전자(gene), 분자표지(DNA marker & genetic marker), 근내지방도(marbling), 연도(tenderness), 육질(Meat quality), 육량(Meat quantity)

2. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		(기술 1)	(기술 2)
Keyword		marbling SNP	tenderness SNP
검색건수		80	81
유효특허건수		11	6
핵심특허 및 관련성	특허명	Assessing lipid metabolism	DNA marker for Meat tenderness in cattle
	보유국	AU(호주)	AU(호주)
	등록년도	1997	2006
	관련성(%)	80%	80%
	유사점	외국 육우품종의 경제형질과 관련된 단일 유전자의 분자표지를 이용한 육질(마블링, 연도)형질 진단 기술	
	차이점	한우 경제형질과 관련된 다수의 유전자 및 multiple 분자표지를 조합한 고효율성 한우 경제형질 조기 진단 및 선발용 multiple marker panel kit 개발	

- ※ 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
 2) keyword는 검색어를 의미하며, 검색건수는 keyword에 의한 총검색건수를, 유효특허건수는 검색한 특허 중 핵심(세부)개발기술과 관련성이 있는 특허를 의미
 3) 핵심특허는 개발기술과의 관련성이 높고 인용도가 높은 특허를 기준으로 분석

제 2절 논문분석

1. 논문분석 범위

대상국가	미국, 일본, 호주, 유럽
논문 DB	pubmed DB(www.ncbi.nlm.nih.gov), 국회도서관(www.nanet.go.kr)
검색기간	최근 10년간
검색범위	한우(hanwoo), 소(cattle), 쇠고기(beef), 유전자(gene), 분자표지(DNA marker & genetic marker), 근내지방도(marbling), 연도(tenderness), 육질 (Meat quality), 육량(Meat quantity)

2 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		(기술 1)	(기술 2)
Keyword		marbling	tenderness
검색건수		613	7,342
유효논문건수		25	18
핵심논문 및 관련성	논문명	The TG5 thyroglobulin gene test for a marbling quantitative trait loci evaluated in feedlot cattle	Effects of calpastatin and μ -calpain markers in beef cattle on tenderness traits
	학술지명	Australian Journal of Experimental Agriculture	Journal of animal science
	저자	W. Barendse, R. Bunch, M. Thomas, S. Armitage, S. Baud and N. Donaldson	E. Casas, S. N. White, T. L. Wheeler, S. D. Shackelford, M. Koochmariaie, D. G. Riley, C. C. Chase, Jr., D. D. Johnson and T. P. L. Smith
	게재년도	2004	2006
	관련성(%)	80%	80%
	유사점	외국 육우품종의 경제형질과 관련된 유전자의 분자표지를 이용한 육질 및 육량 형질 진단용 마커 개발에 관한 연구	
	차이점	- 한우 경제형질과 관련된 다수의 유전자 및 multiple 분자표지를 조합한 고효율성 한우 경제형질 조기 진단 및 선발용 multiple marker panel kit 개발 - 국가 후대검정우 집단에 대한 경제형질 관련 유전자 분자표지 적용 시험을 통해 일차적으로 유효성이 검증된 DNA marker를 대상으로 대단위 브랜드 한우 집단(거세우)의 농가 현장 검증을 통해 관련 마커의 실효성을 검증하여 농가 현장에서 실용화 및 산업화 할 수 있는 기술 개발	

※ 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

제 3절 국외 제품생산 및 시장 분석

- 이미 미국, 호주, 일본 등 육우산업이 발달한 선진국의 경우 육우 유전체 연구를 통하여 축적된 유전체 정보를 이용하여 경제형질과 관련된 유용유전자들에 대한 분자마커를 개발하고 현장적용 및 검증과정을 거쳐 분자유종 기술체계를 확립하고 특히, 육질 및 기호성에 가장 큰 영향을 미치는 마블링 및 연도 등에 연관된 일부 유용유전자의 경우 여러 생명공학 기업체에서 특정 DNA 마커를 상품화하여 상업적으로 시판하고 있는 실정임.
- 국외시장 분석결과 육우의 경제형질 진단용 유전자 검사 상품은 10개 이상으로 현재 상품의 생산 및 판매가 이루어지고 있으나, 이처럼 외국에서 개발된 상업적 DNA marker들은 자국에서 사육되고 있는 충분한 시험축의 품종집단을 대상으로 현장적용 검증단계를 거쳐 그 유전적 효과가 입증된 것으로, 품종이 전혀 다른 한우집단에 직접 적용하기에는 상업적 마커의 유효성 및 적합성 여부가 아직 충분히 검증된 사례가 없고, 한우에 직접 활용이 가능하더라도 산업재산권 등의 문제로 인해 그 사용이 극히 제한적일 수 밖에 없는 실정임.
- 한편, 현재 국내에서 상용화 되고 있는 한우 경제형질 진단용 유전자 검사 상품은 상기에 제시한 “한우 렙틴유전자 검사 - 정 P&C 연구소” 단 한 가지로서 현재 상품화 되고 있으나, 현재까지 우리나라 한우시장의 약 80% 이상을 차지하고 있는 거세우집단에 대한 유효성 검증이 미비할 뿐 만 아니라 농가현장에서 직접 사육되고 있는 대단위 상업축 한우 집단을 대상으로 이들 분자마커의 유효성 및 신뢰성이 충분히 검증되지 못해 생산현장에서 의 진정한 효과에 대한 신뢰성을 기대하기에는 부족하다고 할 수 있음.
- 따라서, 본 연구는 국내에서 기 개발된 한우 경제형질 관련 분자표지들에 대한 유효성, 실효성 및 신뢰성을 정밀히 검증하고 진단하는 후속연구로서 농가 현장 중심의 대규모 상업적 브랜드 한우집단(거세우집단)을 대상으로 분자표지의 현장 검증연구를 통해 실질적으로 그 효용성이 입증된 최적의 한우 경제형질 유전자 진단 상품을 개발하고 국가 및 농가 단위에서 실제 활용 가능한 분자유종 기술을 확립하여 산업화를 이룩하기 위해 수행하였음.

○ 외국의 육우 경제형질 관련 상업적 활용 유전자 마커의 상품화 현황

회사명	상품명	유전자명	관련형질
	GeneStar Marbling GeneStar Marbling 3 GeneStar Marbling 4	Thyroglobulin (TG)	근내지방도 (marbling)
	GeneStar Tenderness 2 GeneStar Tenderness 4	Calpastatin (CAST), μ -calpain (CAPN1)	연도 (tenderness)
	IGENITY-carcass composition	multiple marker	육질등급, 근내지방도, 연도, 도체중, 등심단면적
	IGENITY-tenderness	Calpastatin (CAST), μ -calpain (CAPN1)	연도 (tenderness)
	Wagwu Gene test 1	Growth hormone (GH)	근내지방도 (marbling)
	Wagwu Gene test 2	stearoyl-CoA desaturase (SCD)	불포화지방산 함량 (mono unsaturated fatty acid percentage)
	MMIG TRU-TENDERNESS	μ -calpain (CAPN1)	연도 (tenderness)
	TenderGENE	μ -calpain(CAPN1)	연도 (tenderness)

Genetic solutions

(출처 - http://www.geneticsolutions.com.au/content/v4_standard.asp?name=Home)

Products



GeneSTAR now incorporates Feed Efficiency!!!

The GeneSTAR® range of tests are diagnostic tests that provide a valuable genetic selection tool for cattle producers, enabling them to access more genetic information sooner. With GeneSTAR® tests in hand, producers are achieving higher returns from their seedstock; breeders achieving improved outcomes across their entire herds and sellers are reaping higher returns due to improved marbling, tenderness and feed efficiency in their cattle.

In addition, feedlots are able to increase efficiencies with the GeneSTAR® feedlot test. This enables feedlots to accurately determine the worth and potential outcomes of animals placed on feed so you can make the most out of feeding the right animals for the right market.





GeneSTAR is a registered trademark of [Genetic Solutions Pty Ltd](#)

GeneSTAR Home

October 2001 - GeneSTAR Marbling Tests
Over 3000 GeneSTAR marbling tests have been conducted by Genetic Solutions by October 2001. Samples from sires and dams have been tested from Australia [more...](#)

October 2001 - North American Breed Societies Seize Opportunity
The American Simmental, Canadian Angus and American Shorthorn Associations have all signed agreements with Genetic Solutions to receive discount rates on GeneSTAR marbling tests. Breeders submit samples to their associations [more...](#)

October 2001 - Press Release - Genetic Solutions Powers Ahead! LEADING animal genetics company Genetic Solutions is powering ahead with new staff, equipment and confidence [more...](#)

October 2001 - New GeneSTAR Technology
Tenderness marker being evaluated by Genetic Solutions for commercialization as GeneSTAR Tenderness [more...](#)

Welcome to GeneSTAR

Your genetic pathway to consistent beef quality

Our vision to provide the beef industry with leading edge DNA-based gene marker technology in a practical form and at a reasonable price.



[Search GeneSTAR website](#)

Merial - Igenity

(출처 - <http://www.igenity.com/>)

IGENITY® for beef

IGENITY® — Tenderness

Cattle producers - bring your best to the table

Cattle producers who saw the potential of value-based marketing early were well prepared to take advantage of grid pricing and value-based alliances as they became economic reality.



The same trend involving value differentiation for tenderness is beginning NOW.

- The National Beef Quality Audit identified inadequate tenderness as one of the top three quality challenges facing the beef industry.
- Do you know what level of tenderness your genetic program delivers?
- Are you prepared to take advantage of value-based programs that include tenderness?

IGENITY profile tenderness can give you and your customers the inside track for the next step-change in value-based marketing.

Identify tenderness potential of cattle with the IGENITY Profile

The IGENITY profile identifies the tenderness potential of beef cattle and is:

- A powerful and comprehensive tenderness selection tool
- Fully validated by the National Beef Cattle Evaluation Consortium (NBCEC)
- Informative in all breed types, including *Bos indicus*

The IGENITY profile for tenderness analyzes multiple markers associated with the calpain and calpastatin genes. Both of these genes are important for profiling an animal's potential for tenderness:

- Calpain enzymes weaken muscle fibers during the post-mortem aging process.
- Calpastatin interacts with the calpain enzymes to impact overall tenderness.

MMI genomics

(출처 - <http://www.metamorphixinc.com/index.html>)

FEATURES


- Contains 11 DNA markers where each marker is highly associated with expression of tenderness in meat products
- Measures the cumulative effects of all 11 markers associated with meat tenderness
- Results are expressed as the Molecular Genetic Value (MGV) which can be utilized to rank animals by their genetic potential
- Animals can be tested at any age
- Validated in Angus (validation in other breeds is underway)



One in a series of break-through products that will advance breeding practices in the cattle industry, *Tru-Tenderness™* is a powerful and comprehensive DNA selection tool that can determine the genetic potential of animals to produce tender meat. In a collaborative research program between Cargill and MMI Genomics, an innovative scientific approach was used on over 4000 feedlot animals to identify the majority of regions throughout the bovine genome that have an effect on this valuable consumer trait.

Prescribe genetics


(출처 : <http://www.prescribe-genomics.com/english/index.html>)



Wagyu

It is not a name of breed.

Wagyu (Wa = united Japan Gyu = cattle) = Japanese cattle



Four Wagyu breeds

- Japanese Black
- Japanese Brown
- Japanese Shorthorn
- Japanese Polled

One of the best quality obtained in 30 months old full-blood Japanese Black
2004/10/27

2

Relation between the genotype and mono-unsaturated fatty acid percentage and melting point of fat of full blood Japanese Black cattle

Kidney fat

SCD genotype	n	MUFA(%)	standard error
A/A	69	52.5	0.5a*
V/A	36	50.9	0.6b
V/V	42	48.6	0.7c

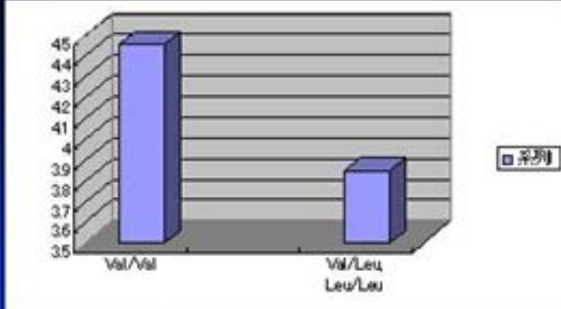
muscle trapezius

SCD genotype	n	frequency	MUFA SE	melting point SE
A/A	74	18.5	59.4 0.2a*	24.9 0.4a*
V/A	295	73.7	58.3 0.1b	26.3 0.2b
V/V	31	7.8	57.0 0.4c	27.5 0.5c

*Mean of different letter has significant difference (p<0.05)
2004/10/27

19

Relation between amino acids at codon 127 of GH and BMS at 21 months of old Japanese Black cattle



Amino Acids at Codon 127

*Val/Val > Val/Leu and Leu/Leu (p<0.05)
BB BC CC > AA AB AC

2004/10/27

10



제 7 장 참고문헌

1. AOAC(2000) Official methods of analysis. 17th ed, Association of official Analytical Chemists, Washington, DC, pp.13-15.
2. Barendse, W., Harrison, B. E., Bunch, R. J. and Thomas, B. 2008. Variation at the calpain 3 gene is associated with meat tenderness in zebu and composite breeds of cattle. *BMC Genet.* 9:41.
3. Buchanan, F. C., Thue, T. D. and Schmutz, S. M. 2002b. Genes controlling appetite show interdependencies in allele frequency in beef cattle. ISAG, Göttingen, Germany.
4. Buchanan, F. C., Fitzsimmons, C. J., Van Kessel, A. G., Thue, T. D., Winkelmann, D. C. and Schmutz, S. M. 2002a. Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genet. sel. Evol.* 34(1):105-16.
5. Burton, J. L., Madsen, S. A., Chang, L. C., Weber, P. S., Buckham, K. R., van Dorp, R., Hickey, M. C. and Earley, B. 2005. Gene expression signatures in neutrophils exposed to glucocorticoids: a new paradigm to help explain "neutrophil dysfunction" in parturient dairy cows. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 105:197-219.
6. Burton, J. L., Madsen, S. A., Yao, J., Sipkovsky, S. S. and Coussens, P. M. 2001. An immunogenomics approach to understanding periparturient immunosuppression and mastitis susceptibility in dairy cows. *Acta Vet. Scand.* 42:407-424.
7. Burton, J. L., Madsen, S. A., Yao, J., Sipkovsky, S. S. and Coussens, P. M. 2001. An immunogenomics approach to understanding periparturient immunosuppression and mastitis susceptibility in dairy cows. *Acta Vet. Scand.* 42:407-424.
8. Byrne, K. A., Wang, Y. H., Lehnert, S. A., Harper, G. S., McWilliam, S. M., Bruce, H. L. and Reverter, A. 2005. Gene expression profiling of muscle tissue in Brahman steers during nutritional restriction. *J. Anim. Sci.* 83:1-12.
9. Carinci, F., Piattelli, A., Degidi, M., Palmieri, A., Perrotti, V., Scapoli, L., Martinelli, M.,

- Laion, G. and Pezzetti, F. 2005. Genetic effects of anorganic bovine bone(Bio-Oss((R))) on osteoblast-like MG63 cells. *Arch. Oral Biol.* 51:154-163.
10. Casas, E., White, S. N., Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., Koohmaraie, M., Bennett, G. L. and Smith T. P. L. 2007. Assessing the association of single nucleotide polymorphisms at the thyroglobulin gene whit carcass traits in beef cattle. *J. Anim. sci.* 85(11):2807-2814.
11. Castillo-davis, C. I., Mekhedov, S. L., Hartl, D. L., Koonin, E. V. and Kondrashov, F. A. 2002. Selection for short intron in highly expressed gene. *Nat. Genet.* 31(4):415-8.
12. Cheong, H. S., Yoon, D. H. Bae, J. S Kim, L. H. Kim, E. M. Kim, J. O., Hong, J., Kim, N. and Shin, H. D ADFP promoter polymorphism associated with marbling score in korean cattle. *BMB Rep.* 42(8):529-534.
13. Cheong, H. S., yoon, D. H., Kim, L. H., Park, B. L., Lee, H. W., Han, C. S., Kim, E. M., Cho, H., Chung, E. R., Cheong, I. and Shin, H. D. 2007. Titin-cap (TCAP) polymorphisms associated with marbling score of beef. *Meat Sci.* 77(2):257-263.
14. Cheong, H. S., yoon, D. H., Kim, L. H., Park, B. L., Lee, H. W., Park, B. L., Choi, Y. H., Chung, E. R., Cho, Y. M., Park, E. W., Cheong, I. C., Oh, S. J., Yi, S. G., Park, T. S. and Shin, H. D. 2006. Growth hormone-releasing hormone (GHRH) polymorphisms associated with carcass traits of meat in Korean cattle. *BMC Genet.* 7:35-40.
15. Cheong, H. S., yoon, D. H., Park, B. L., Kim, L. H., Bae, J. S., Namgoong, S., Lee. W., Han, C. S., Kim, J. O., Cheong, I. C. and Shin, H. D. 2008. A single nucleotide polymorphism in CAPN1 associated with marbling score in korea cattle. *BMC Genet.* 9:33.
16. Cho, S., Park T. S., Toon D. H., Cheong H. S., Namgoong, S., Park, B. L., Lee H. W., Han C. S., Kim, E. >., Cheong, I. C., Kim, H. and Shin, H. D. 2008. Identification of genetic polymorphisms in FABP3 and FABP4 and putative association with back fat thickness in korean native cattle. *BMB Rep.* 41(1):29-34.
17. Clarkson, E., Costa, C. F. and Machesky, L. M. 2004. Congenital myopathies: diseases of the actin cytoskeleton. *J. Pathol.* 204(4):407-417.

18. Cui, X. S., Shin, M. R., Lee, K. A. and Kim, N. H. 2005. Identification of differentially expressed genes in murine embryos at the blastocyst stage using annealing control primer systems. *Mol. Reprod.* 70(3):278-287.
19. Gabriel, S. B., Schaffner, S. F., Nguyen, H., Moore, J. M., Roy, J., Blimensiel, B., Higgins, J., DeFelice, M., Lochner, A., Faggart, M., Liu-Cordero, S. N., Rotimi, C., Adeyemo, A., Cooper, R., Ward, R., Lander, E. S., Daly, M. J. and Altshuler D. 2002. The Structure of haplotype blocks in the human genome. *Science* 296(5576):2225-2229.
20. Grapes, L., Dekkers, J. C. M., Rothschild, M. F. and Fernando, R. L. 2004. Comparing linkage disequilibrium-based methods for fine mapping quantitative trait loci. *Genetics* 166(3):1561-1570.
21. Grau, R. and Hamm, R. (1953) Eine einfache methode zurbestimmung der Wasserbindung in Muskel. *Naturwissenschaften*, 40, 29.
22. George-Evins, D. D., Unruh, J. A., Waylan, A. T., and Marsden, J. L.(2004) Influence of quality classification, aging period, blade tenderization, and endpoint cooking temperature on cooking characteristic and tenderness of beef gluteus medius teaks. *J. Anim. Sci.* 82, 1863-1867.
23. Hayes, B. J., Chamberlain, A. J., McPartlan, H., Macleod, I., Sethuraman, L. and Goddard, M. E. 2007. Accuracy of marker-assisted selection with single markers and marker haplotypes in cattle. *Genet. Res* 89(4):215-220.
24. Hishikawa, D., Hong, Y. H., Roh, S. G., Miyaharam H., Nishimura, Y., Tomimatsu, A., Tsuzuki, H., Gotoh, C., Kuno, M., Choi, K. C., Lee, H. G., Cho, K. K., Hidari, H. and Sasaki, S. 2005. Identification of genes expressed differentially in subcutaneous and visceral fat of cattle, pig, and mouse. *Physiol. Genomics* 21(3):343-350.
25. Hwang, I. T., Kim, Y. J., kim, S. H., Kwak, C. I., Gu, Y. Y. and chun, J. Y. 2003. Annealing control primer system for improving specificity of PCR amplification. *Biotechniques* 35(6):1180-1184.
26. Hwang, K. C., X. S. Cui, S. P. park, M. R, Shin, S. Y. Park, E. Y. Kim, and N. H.

- Kim. 2004. Identification of differentially regulated genes in bovine blastocysts using an annealing control primer system. *Mol. Reprod. Dev.* 69(1):43-51.
27. Jeong, B. H., Lee, Y. J., Kim, N. H., Carp, R. I. and Kim, Y. S. 2006. Genotype distribution of the prion protein gene (PRNP) promoter polymorphisms in Korean cattle. *Genome* 49(12):1539-1544.
28. Kim, J. Y. 2005. Identification of novel SNPs in bovine insulin-like growth factor binding protein-3 (IGFBP3) gene. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18(1):3-7.
29. Kim, N. K., Cho, Y. M., Jung, Y. S., Kim, G. S., Heo, K. N., Lee, S. H., Lim, D. J., Cho, S. H., Park E. W. and Yoon D. H. 2009. Gene expression profiling of metabolism-related genes between top round and loin muscle of Korea cattle (Hanwoo). *J. Agric. Food Chem.* 57(22):10898-10903.
30. Kim, N. K., Chom S,m Lee, S. H., Park, H. R., Lee, C. S., Cho, Y. M., Choy Y. H., Yoon, D., Im,, S. K., and Park, E. W.(2008) Proteins in *Logissimus* Muscle of Korean native cattle and their relationship to meat quality. *Meat Sci.* 80, 1068-1073.
31. Kim, Y. J., Kwak, C. I., Gu, Y. Y., Hwang, I. T. and Chun, J. Y. 2004b. Annealing control primer system for identification of differentially expressed genes on agarose gels. *Biotechniques* 36(3):424-426.
32. Kong, H. S. 2007. Association of Sequence Variations in DGAT1 Gene with Economic traits in Hanwoo (Korea Cattle). *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20(6):817-820.
33. Lachak, G. L., Miller, R. K., Belk, K. E., Hale, D. S., Michaelsen, S. A., Jhonson, D. D., West, R. L., Leak, F. W., Cross, H. R., and savell, J. W. (1998) Determination of sensory, chemical and cooking characteristics of retail beef cuts differing in intramuscular and external fat. *Meat Sci.* 50, 55-72.
34. Landon, M. E., Hedrick, H. B. and Thompson, G. B. 1978. Live animal performance and carcass characteristics of beef bullocks and steer. *J. Anim. Sci.* 47:151.
35. Laster, M. A., Smith, R. D., Nicholson, K. L., Nicholson, J. D. W., Miller, R. K., Griffin,

D. B., Harris, K. B., and Savell, J. W. (2008) Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. *Meat Sci.* 80, 795–804.

36. Lee, S. H., Park, E. W., Cho, Y. M., Kim, K. H., Oh, Y. K., Lee, J. H., Lee, C. S., Oh, S. J. and Yoon, D. H. 2006. Lipogenesis gene expression profiling in longissimus dorsi on the early and late Fattening stage of Hanwoo. *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.)* 48(3):913–920.

37. Lee, S. H., Park, E. W., Cho, Y. M., Kim, S. K., Lee, J. H., Jeon, J. T., Lee, C. S., Im, S. K., Oh, S. J., Thompson, J. M. and Yoon, D. 2007. Identification of differentially expressed genes related to intramuscular fat development in the early and late fattening stages of hanwoo steers. *J. Biochem. Mol. Biol.* 40(5):757–764.

38. Ting-Cai, Cheng, Oing-You, Xia, Ji-Feng, Qian, Chun Liu, Ying Lin, Xing-Fu, Zha, and Zhong-Huai, Xiang. 2004. Mining single nucleotide polymorphisms from EST data of silkworm, *Bombyx mori*, inbred strain Dazao. *Insect biochemistry and molecular biology.* 34:523–530.

38. Nelson, J. L., Dolezal, H. G, ray, F. K., and Morgan, J. B. (2004) Characterization of certified Angus beef steaks from the round, loin, and chuck. *J. Anim. Sci.* 82, 1437–1444.

9. SAS(2004) SAS user's guide; statistics. SAS for Windows, Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

40. Schmidt, T. B., Schilling, M. W., Behrends, J. M., Battula, V., Jackson, V., Kenhon, R. K., and Lawrence, T. E.(2010) Use of cluster analysis and preference mapping to evaluate consumer acceptability of choice and select bovine *M.Longissimus Lumborum* steaks cooked to various end-point temperatures. *Meat Sci.* 84, 46–53.

41. Thaller, G., Kuhn, C., Winter, A., Ewald, G., Bellmann, O., Wegner, J., Zuhlke, H. and Fries, R. 2003. DGAT1, a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle. *Anim. Genet.* 34:354–357.

42. Ting-Cai, Cheng, Oing-You, Xia, Ji-Feng, Qian, Chun Liu, Ying Lin, Xing-Fu, Zha, and Zhong-Huai, Xiang. 2004. Mining single nucleotide polymorphisms from EST data of

silkworm, *Bombyx mori*, inbred strain Dazao. *Insect biochemistry and molecular biology*. 34:523-530.

43. Toivonen, H. T., Onkamo, P., Vasko, K., Ollikainen, V., Sevon, P., Mannila, H., Herr, M. and Kere, J. 2000. Data mining applied to linkage disequilibrium mapping. *Am. J. Hum. Genet.* 67:133-145.

44. Vignal, A., Milan, D., SanCristobal, M. and Eggen, A. 2002. A review on SNP and other types of molecular markers and their use in animal genetics. *Gener. Sel. Evol.* 34. 275-305.

45. Wulf, D. M. and Page, J. K.(2000) Using measurements of muscle color, pH, and electrical impedance to augment the current USDA beef quality grading standards and improve the accuracy and precision of sorting carcasses into palatality groups. *J. Anim. Sci.* 78, 2595-2607.

46. Young, O. A., Zhang, S. X., Farouk, M. M., and Podmore, C.(2005) Effects of pH adjustment with phosphates on attributes and functionalities of normal and high pH beef. *Meat Sci.* 79, 64-70

of muscle tissue in Brahman steers during nutritional restriction. *J. Anim. Sci.* 83:1-12.

※ 보고서 겉표지 뒷면 하단에 다음 문구 삽입

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.



6cm

