발 간 등 록 번 호
11-B552679-000002-10

www.ekape.or.kr

2013년「축산물품질평가 역량강화를 위한 현장연구조사」

현장연구조사 결과 보고서

Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation

축산물품질평가원

Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation

발 간 사

축산물품질평가원은 자유무역협정(FTA) 체결 등으로 어려움에 직면해 있는 우리 축산업의 대외 경쟁력을 높이기 위해 축산물등급판정 및 이력제 사업을 추진하고 있습니다.

그 중 축산물등급판정사업을 시행함에 있어, 공공기관으로서 정부 3.0 과제를 적극 추진함은 물론 현장에서 발생하는 문제점 해결과 등급판정 결과의 활용도를 제고하기 위해 대학 등 연구기관의 자문을 받아"현장 연구조사사업"을 수행 하고 있습니다.

특히 2013년도 현장연구조사 과제는 현장 활용성과 학술적 가치를 높이기 위하여 학계 전문가를 초빙하여 실험설계 자문, 최종연구 결과에 대한 검증을 거쳐 충실도와 객관성을 높이고자 노력하였습니다.

본보고서는 전문 연구직원이 아닌 현장에서 등급판정 업무를 수행하는 축산물품질평가사가 중심이 되어 수행한 연구결과로서 부족한 면이 없지 않으나, 축산업 현장의 문제점 해소와 축산물등급판정 업무의 객관성을 제고하기 위해 최선을 다한 결과입니다. 아무쪼록 '2013년 현장연구조사 보고서'가 축산물 품질고급화에 밑거름이 되기를 바라는 마음입니다.

끝으로 열악한 환경 속에서 연구 사업을 성공적으로 수행한 직원 여러분들과 연구수행에 협조하여 주신 대학교수님, 관련 사업장의 관계자 여러분께도 깊은 감사를 드립니다.

2013년 12월

축산물품질평가원
Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation

원장 허 영

현장연구조사 목적 및 범위

목 적

- **연구조사 역량·기능 강화로** 축산물의 가치 창출을 통한 **기관 이미지 제고**
  - 축산물의 품질에 대한 민원 및 애로사항에 대하여 연구를 통하여 해결함으로서 품질평가의 객관성을 제고하고 축산물의 가치를 향상
- **기관 고유의 장점을 활용한 연구조사 수행으로 기관의 설립목적에 부응**
  - 우리원이 보유한 자원을 활용한 연구조사를 통하여 생산·유통·소비단계별 객관적이고 신뢰성 있는 지표 제공
- **축산물 생산, 유통 및 소비의 선진화**를 선도할 수 있는 **축산물품질평가 기법 개발**
  - 축산물 생산·유통 공정품질을 포함한 축산물에 대한 폭넓은 품질 정보 제공을 위한 축산물품질평가 방법 연구

방 향

- **축산물 품질에 대한 정보 및 유통지표 개발 연구**
  - 축산물품질평가 기관의 장점과 보유자원을 활용한 신뢰성 있는 축산물 유통지표 개발
- **축산물의 가치를 창출할 수 있는 축산물품질평가 체계 개발**
  - 축산물에 대한 새로운 가치 부여 및 축산물품질평가의 객관성 제고를 위한 축산물품질평가 방법 연구
- **연구내용 및 결과 가치 향상을 위한 대외 공동연구 추진**
  - 대외 연구기관과 공동연구 수행으로 연구기술을 보강하고 보고서 발간 및 논문 게재를 통한 연구결과의 가치 제고
- **가축 사양기술 및 환경 변화에 따른 축산물 기초자료 수집 분석**
  - 축산환경 변화에 따른 현장 민원을 사전 발굴하고 대응방안 마련을 위한 기초자료 조사 연구

현장연구조사 범위

- (기초조사) 축산물품질평가업무와 관련된 축산물의 생산 및 유통, 소비 전 분야에 대한 기초 자료수집 조사
- (검증연구) 축산물 품질, 평가 방법에 대한 민원 및 애로사항의 해결을 위한 검증 연구
- (보완연구) 기존 연구를 확장하거나 보완함으로서 업무에 활용 가능성이 높은 연구 및 보고서·논문게재를 통한 대외 검증으로 객관성 확보가 필요한 연구
- (유통정보) 축산물 생산, 유통 및 소비단계의 올바른 이해를 도모하고 현장에서 활용 가능한 유통정보 연구조사
- (평가기법) 축산물품질평가 방법 개선과 축산물의 가치를 창출 할 수 있는 품질평가 방법 연구

연구결과 활용

- **축산물품질평가 방법·기준 및 요령 제·개정 시 근기 자료**로 활용
- 축산물 생산, 유통단계 **컨설팅 및 소비자 지도교육 자료** 활용
  - 내·외부 교육 및 민원응대 시 객관적 자료로 활용
- 축산물 생산, 유통 및 소비단계에 정확하고 **신뢰성 있는 정보 제공**
  - 연구조사 결과를 대내·외적으로 활용하고 학술적 가치 제고를 위한 논문게재 및 발표

Contents...

Ⅰ 소 부문 1

1. 고품질 한우 거세우 생산을 위한 품질변화 비교 연구 ····· 3

2. 소도체 근내지방 발달정도에 따른 BMS기준 세부 설정연구 ····· 23

3. 소도체 갈비부위 등지방 및 갈비두께와 정육율의 상관관계 조사 ····· 41

4. 쇠고기 등심 위치에 따른 품질비교 ····· 55

5. 쇠고기 등심근 내 지방산(올레인산) 함량과 맛과의 상관관계 조사 ····· 65

6. 가열온도와 육질등급이 쇠고기 등심의 이화학적 특성에 미치는 영향 구명 · 85

Ⅱ 돼지 부문 103

7. 돼지의 등급구간(도체중과 등지방두께)이 정육율에 미치는 영향조사 ····· 105

Ⅲ 가금 부문(닭·계란·오리) 127

8. 닭고기 부분육 육색 판별기준 마련 연구 ····· 129

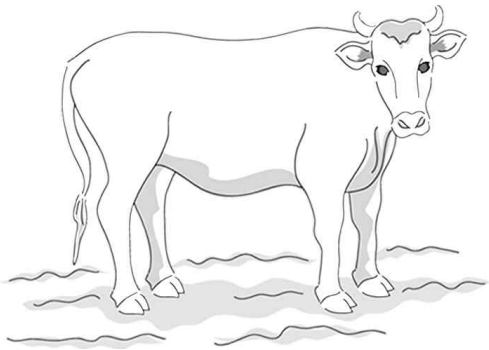
9. 난황색도 출현빈도에 따른 농가(계군)별 검증 시스템 도입 ····· 147

10. 오리도체 품질에 미치는 요인과 품질별 정육율 조사 ····· 165

Ⅳ 말 부문 175

11. 말고기 소비 활성화를 위한 말 도체 등급기준 설정 ····· 177

Ⅰ 소 부문



고품질 한우 거세우 생산을 위한 품질변화 비교 연구

고품질 한우 거세우 생산을 위한 품질변화 비교 연구

정회용[1] · 양희찬[1] · 이명재[1] · 장선식[2] · 이종찬[3]
[1]축산물품질평가원 서울지원, [2]농촌진흥청 국립축산과학원, [3]인천강화옹진축협

초 록

본 연구는 한우 농가의 불가식 지방 생산 감소를 통한 생산비 절감으로 농가 소득 증대 및 한우산업 경쟁력 강화를 위해 수행하였다. 고품질 한우 거세우 생산을 통한 농가 소득을 알아보기 위해 고품질 생산농가의 자가 생산 및 구입 송아지 각 10두와 일반농가의 구입송아지 10두에 대하여 초음파 측정 및 분석을 실시하였다. 도체등급판정 요인으로 등지방두께(mm), 배최장근단면적(㎠), 근내지방(BMS Score)을 측정하였고 생체중 증가에 따른 일당증체량(kg/일)을 비교하였다. 그룹별 평균에서 최종월령, 등심단면적, 생체중 및 근내지방도에서 실험구2가 높게 나타났으나, 일당증체량에서는 실험구1과 대조구의 평균수치가 같게 나타났다. 사양방법별 차이에서는 실험구 그룹이 대조구 그룹보다 성적이 대체적으로 높게 나타나 사양방법에 따른 효과가 있는 것으로 분석되었다. 형질별 상관분석결과 등심단면적과 생체중, 등지방두께, 근내지방도 및 개월령과는 중도의 상관관계를 보였으며, 근내지방도와 개월령간은 부의 저도의 상관관계를 보였으나, 유의성은 없는 것으로 나타났다.

key words 한우, 거세, 등지방, 등심단면적, 근내지방, 육량등급, 도체등급, 생체중

서 론

한우의 육량개선을 통한 품질을 향상시킬 수 있는 방법은 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 첫째는 유전적인 자질을 개량하는 것이고, 둘째는 영양과 사양관리이다. 증체량 향상과 사료효율을 개선시킬 수 있도록 영양소 요구량에 충족될 수 있는 사료의 급여와 사양관리가 기본이며 이러한 후천적 요인이 고품질 한우를 생산하는데 매우 중요하다고 할 수 있다. 그 동안 한우 거세우의 구조 개선사업으로 2012년도 한우 등급판정 결과 육질등급에서는 1등급이상 출현 율이 81.7%에 이르고 있으며 1+이상 출현율도 49.8%에 이르고 있다. 그러나 비육기간 연장과 고열량 사료급여프로그램과 같은 근내지방 위주의 비육방법으로 인해

등지방 및 내장지방이 증가하는 비효율적 결과(정 등, 2003; 김 등, 1987)를 초래하고 있다. 한우산업이 외국에 비해 생산비가 높아 가격 경쟁력을 높이는데 한계가 있다. 따라서 한우의 장점인 우수한 육질 특성과 함께 부가가치가 높은 등심단면적을 증대시켜 육량을 높이는 것이 개방화 시대를 헤쳐 나갈 수 있는 방안이라 할 수 있다.

한우의 유전적 생산능력을 최대한 발휘시키기 위해서는 적절한 사양관리와 환경이 중요하다. 육성기는 소화기관 및 골격의 발달에 매우 중요한 시기로서 무엇보다도 반추위 발달을 촉진시켜 장기비육에 적합한 체질을 강화시켜야 한다(정 등, 2005). 이 시기에 조사료는 물리적 자극으로 반추위 발달을 시키며(하 등, 2007), 양질의 건초를 자유 채식시킬수록 반추위 발달과 영양소 공급의 촉진으로 기초 비육 자질이 훌륭한 비육우로 발달된다. 육성기에 급여하는 조단백질 수준도 고품질육 생산에 중요한 요소가 되는 것으로 알려져 있다. Byers와 Moxon(1980)은 육성기에 조단백질 급여 수준을 11.6, 14.1 및 16.5%로 배합하여 급여한 결과 조단백질 섭취량이 증가함에 따라 일당증체량과 증체효율이 개선되었다고 보고하였다. 이와 유사한 결과로서 Perry(1983) 등이 육성기의 조단백질 급여 함량을 9, 11 및 13% 수준으로 처리한 시험에서 조단백질 급여 수준 및 조단백질 섭취량이 증가 할수록 일당증체량과 사료 요구율이 개선되었다고 보고하였다. Rossi(2000) 등은 거세우에서 비육전기에 조단백질 수준을 12%에서 16%로 증가하였을 경우 근내지방도 차이가 없었으나 등지방 두께가 유의적으로 감소하였다고 보고하였다. 비육이 진행되면서 사료의 최대 섭취량은 비육 전기간에 높게, 오래 유지되도록 설정하여, 비육후기의 사료 섭취량과 증체량이 자연스럽게 감소되어야 한다(김, 2005). 이는 거세우의 체지방이 32%정도에 도달하면 건물 섭취량은 서서히 감소하기 시작하는 것으로 알려져 있다(Hyer 등, 1986)

농후사료를 1일 1~2회 급여하고 조사료를 무제한 급여하는 관행급여 방법은 농후사료 과다 급여로 인한 반추위내 PH저하로 각종 소화기 장애 발생 확률이 높아지고 위내 산도의 균형이 불안정해져 반추위내 미생물 생장에 악영향을 미친다(엄, 2010). 최근에는 이와 같은 조사료와 농후사료 분리급여의 단점을 보완하기 위하여 완전혼합사료(TMR) 급여 농가가 점차 증가하고 있다.

완전혼합사료의 장점은 노동력 절감과 사료의 선택채식으로 인한 영양소의 불균형을 예방(Coppock 등, 1981), 조사료와 농후사료의 균형 있는 섭취(Nock 등, 1986),를 통해 반추위내 미생물에 의한 발효가 안정화되어 사료 건물섭취량(Nock 등, 1986), 이 증가하게 된다. 사료섭취량과 영양소 이용효율의 향상뿐

아니라 TMR의 급여가 육성기 및 비육 전기와 후기의 성장률을 높이는 효과(김 등, 2008), 가 있었으며 산육성 및 육질등급을 높이는 효과(김 등, 2008), 가 있었다.

고품질육 생산을 위한 배최장근 단면적 증대에 관한 비타민A 급여조절에 대한 일본 화우의 연구사례를 살펴보면 비타민A 결핍시기와 농후사료 섭취량과의 관계가 매우 깊어 결핍기간이 길어질수록 농후사료 섭취량이 저하되었으며 근내지방도와 등심내 조지방 함량이 21개월령까지 결핍시킨 처리구가 가장 높았고 전 기간 비타민A가 공급된 대조구가 가장 낮았다. 비육후기(25개월령 이후)에 비타민A를 급여하여도 지방교잡 등의 육질에는 영향이 없었고 지육중량이 크게 증대되었다(오카시 등, 1998).

발효사료에 대한 보호 처리한 Vitamin C+E 및 면실의 첨가가 반추위 발효특성과 거세한우의 육성성적에 미치는 영향을 조사한 박(2006)등의 연구에 의하면 발효사료에 보호 처리한 Vitamin C+E 및 면실의 첨가는 반추위 PH, ammonia 및 휘발성지방산 농도에는 영향을 미치지만, 거세한우의 증체와 호르몬 농도에는 영향을 미치지 않았다. 면실은 사료적 가치가 높은 것으로 알려져 있으며 박(2006)등 면실 건물의 조지방, 조단백질 및 NDF(neutral detergent fiber) 함량은 각각 200g/kg, 230g/kg 및 440g/kg이며(NRC, 1989), 이러한 함량은 NEL(net energy for lactation) 기준으로 9.2MJ에 해당하는 고에너지 함량인 것으로 보고된 바 있다(Arieli, 1998). 또한 면실의 조단백질:NEL의 비율은 고능력우의 에너지 및 조단백질 요구량을 충족시킬 수 있는 바람직한 첨가제로서의 역할을 할 수 있다.

최근 한우에 대한 사료의 급여형태가 TMR 급여 형태로 전환되고 조기 성장발육을 촉진하는 체계로 전환되고 있다. TMR 사료가 원료의 질과 배합비, 사료급여 방법 등에 따라 농가 성적에 상당한 영향을 미치고 있음에도 불구하고 육량과 육질부문에서 꾸준히 우수한 성적을 거두는 농가가 있다. 외부 입식 없는 일관사육으로 우수한 유전자원을 확보하고 있으며 4년 전 TMR사료로 사료급여 방법 변경 후 성적 향상을 보이고 있다. 이농가의 한우거세 2011~2013 경락단가 평균이 전국도매시장 400kg이상 평균경락가격과 kg당 3,850원 차이를 보였다. 국제 곡물가 상승으로 사료비를 포함한 생산비가 증가하고 있는 반면 소가격은 하락하였다. 경락가격에 큰 영향을 주는 육량 C등급 출현율은 2012년 24.1%로 농가수취가격 저하와 불가식 지방 생산에 따른 한우산업 경쟁력 저하를 초래하고 있다. 본 연구는 고품질생산 농가 특히 배최장근단면적 증대에 대한 성적 향상에 대한 요인을 알아보기 위해 자가 생산 송아지와 일반우시장 구입송아지 및

관행급여 농가의 일반우시장 구입송아지의 사양비교 실험을 통해 한우산업 발전을 위한 관련분야에 활용될 수 있는 기초자료를 도출하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시동물

공시 동물은 서산 장에서 구입한 송아지 10두(실험구1)와 자가생산한 송아지 10두(실험구2) 및 정읍 장에서 구입한 송아지 11두(대조구) 총 31두를 공시하였다. 공시사료로 실험구1, 2는 김원기 농가에서 TMR사료 및 수입조사료를 사용하였고, 대조구는 김용순 농가에서 배합사료 및 볏짚을 사용하여 사양시험을 실시하였다. 구입한 실험구1과 대조구는 혈통이 없고 실험구2는 혈통이 있다.

시험 장소 및 기간

시험 장소는 인천 강화군에 위치한 한우사육농가에서 실시하였고 초음파 측정 및 분석은 인천강화옹진축협에서 실시하였다. 시험은 2012년 7월(평균6개월령)부터 2014년 5월까지(평균 30개월령) 약 24개월간 실시하게 된다.

시험설계 및 사양관리

시험설계는 TMR사료를 사료급여프로그램 권장량에 따라 급여한 구(실험구1, 2) 각 10두와 배합사료를 사료급여프로그램 권장량에 따라 급여한 구(대조구) 11두를 사육농가에 배치하였다. 실험구2는 자가 생산 송아지이고 실험구1과 대조구는 우시장 구입송아지를 사용하였다. 사양관리로 실험구 1,2는 개방식우사(5×10m)에서 TMR사료 및 양질의 조사료를 농가사양방법에 따라 급여하였고 사료급여는 오전 6시, 오후 5시(하계), 오후 4시(동계)에 급여하였다. 대조구는 개방식우사(5×10m)에서 배합사료 및 볏짚을 급여하였고 사료급여는 오전6시, 오후4~5시(하계), 오후 4시(동계)에 급여하였다. 거세는 생후 6~7개월령에 실시하였으며 물(지하수)과 미네랄블록은 자유섭취토록 하였으며 조사료 급여 후 농후사료 및 TMR을 급여하였다. 실험구2 1두와 대조구 1두가 사양 중 폐사하여 공시두수가 조정되었다.

조사항목 및 방법

사료성분

시험에 사용된 사료의 일반성분인 건물, 조단백질, 조지방, 조섬유 및 조회분, TDN은 사료회사에서 제시한 결과를 사용하였고 추가적으로 급여하는 조사료 및 첨가물질은 한국표준사료성분표(농촌진흥청 축산과학원 2007)의 결과를 적용하였다.(표 1, 2)

체중 및 일당증체량

시험축의 체중은 시험 개시 일부터 종료일까지 실험구1, 2는 우사에 설치되어 있는 우형기(가로110cm, 세로 250cm, 높이 200cm)를 이용하여 사료 급여 전에 측정하였으며 대조구는 이동식 우형기를 이용하여 측정하였다. 증체량은 개시 체중과 성장단계별로 측정된 체중의 차로 구하였고, 각 처리별 평균값을 시험 일수로 나누어 일당증체량을 계산하였다.(표 13)

초음파 단층촬영을 이용한 도체형질 분석

소등급에서 육량등급(Yield grade)은 도체중(kg)과 등지방두께(mm), 배최장근단면적(㎠)으로 판정하고 육질등급(Quality grade)은 근내지방도(BMS Score) 등으로 판정하는데 본 시험에서는 생체상태에서 등지방두께(mm), 배최장근단면적(㎠), 근내지방도(BMS Score)를 초음파에 의한 화상판독으로 분석하였다. 초음파단층촬영은 Sonovet pico(version 1.01, medison)를 이용하여 시험축 29두를 대상으로 성장단계별로 측정하였으며 측정부위는 소도체 판정부위인 좌측 13번 흉추와 제1요추사이에서 수직으로 2번씩 촬영하여 분석하였다. 측정된 화상은 Sonovet decipherbility program 에 의하여 판독하였다.

- 초음파 기기 : Sv-pico, 삼성MEDISON, 대한민국

경제성 분석

공시 시험축의 수익성 분석을 위해 배합사료와 TMR사료는 시험농가의 구입가격을 적용하고 지육판매대금은 공판장으로 출하하여 경매를 통해 산출하게 된다. 다만 시험우의 출하가 동일한 날 이루어지지 않기 때문에 평균 경락가격의 차이가 클 경우에 출하기간 동안 판매한 도체 등급별 지육가격을 도체 등급별로 평균 한 값을 적용하게 된다. 시험우의 송아지 가격은 구입 금액의 평균값으로

하고 자가 생산 송아지는 6개월 동안 소요되는 생산비로 하며 기타 비용으로 깔짚비, 약품비, 수도광열비, 거세비 등은 전체 경비에서 두당 동일하게 나누어 적용한다.

통계처리

통계분석은 SAS(Statistical Analysis System) 9.2 GLM(General Linear Model) procedure에 의한 분산분석과, Duncan 다중검정으로 95% 수준으로 유의성을 분석하였으며, 상관계수는 Pearsons법에 의하여 구하였다.

결과 및 고찰

Table 1. 전체 배합사료의 성분조성[1](실험구1, 2 TMR사료)

Ingredient	Target	Formula
	------- %	--------
Corn	21.90	24.47
Corn gluten feed	9.82	11.00
Brewer's grain	8.43	12.97
Distillers grain	1.43	2.20
Apple pomace	2.59	3.98
Beet pulp	3.29	5.06
Wheat bran	4.70	7.23
Malt sprout	3.47	5.34
Soybean meal	1.81	2.78
Whole cottonseed	6.06	7.79
Alfalfa hay cube	8.04	12.37
Sugarcane bagasse	1.49	2.30
MgO	0.59	0.91
NaH2CO3	0.45	0.69
NaCl	0.37	0.56
Calcium	–	–
Rungal additives	0.01	0.02
Vitamin mix	0.09	0.15
Trace mineral mix	0.12	0.18
Total	74.66	100.00
Dry matter		64.18
Organic matter		93.44
Crude protein		13.66
Crude Fiber		13.33
Crude ash		6.33
Crude fat		4.40
NDF		39.33
ADF		19.66
TDN		74.66

[1]Dry matter basis.

전체 배합사료의 성분조성

배합사료의 성분조성에서 TDN은 실험구1, 2가 74.66%, 대조구가 72.20%로 실험구가 대조구에 비해 2.46% 높게 나타났다. 이는 실험구 농가가 전 기간에 걸쳐 사료적 가치가 높은 면실을 소량씩 급여한 이유이기도 하다. 면실은 반추위 PH, ammonia 및 휘발성지방산 농도에 영향을 주어(박 등, 2006), 양질의 조사료 급여와 함께 반추위 발달을 촉진시켜 기초 비육자질이 훌륭한 비육 밑소를 생산한다. 실험구1, 2가 대조구보다 조단백질 수준이 0.7%높아 조단백질 급여수준 및 조단백질 섭취량이 증가 할수록 일당증체량과 사료요구율이 개선되는 결과를 나타냈다(Perry, 1983).

Table 2. 전체 배합사료의 성분조성1(대조구, 배합사료)

Ingredient	Target	Formula
	------- %	--------
Corn	–	–
Corn gluten feed	–	–
Brewer's grain	–	–
Distillers grain	–	–
Apple pomace	–	–
Beet pulp	–	–
Wheat bran	–	–
Malt sprout	–	–
Soybean meal	–	–
Whole cottonseed	–	–
Alfalfa hay cube	–	–
Sugarcane bagasse	–	–
MgO	–	–
NaH2CO3	–	–
NaCl	–	–
Calcium	0.70	–
Rungal additives	–	–
Vitamin mix	0.50	–
Trace mineral mix	0.50	–
Total	72.20	100.00
Dry matter		64.18
Organic matter		–
Crude protein		13.10
Crude Fiber		15.00
Crude ash		10.40
Crude fat		2.60
NDF		–
ADF		–
TDN		72.20

[1]Dry matter basis.

Table 3. 그룹별 유의성 분석결과

Items	등심단면적	생체중	등지방두께	근내지방도	일당증체량
실험구1	82.46[a]±2.03	646.87[a]±15.17	8.77±0.79	2.76[ab]±0.25	0.94[a]±0.02
실험구2	88.51[a]±2.33	668.56[a]±17.44	9.05±0.91	3.3[a]±0.29	0.97[a]±0.02
대조구	74.73[b]±2.46	582.86[b]±18.40	7.38±0.96	2.21[b]±0.31	0.84[b]±0.02

[a-b]Means±SD with difference superscript in the same row are significantly different($p<0.05$).

그룹별 유의성 분석결과

한우 거세우의 등심단면적, 생체중, 등지방두께, 근내지방도, 일당증체량의 그룹별 유의성 분석결과는 Table 3과 같다. 그룹별 유의성 분석은 SAS 9.2 GLM Procedur로 분석하였으며, 최소자승평균과 표준오차로 나타내었다. 전체적으로 실험구2가 우수하게 나타났으며, 대조구가 전체적으로 성적이 낮은 것으로 나타났다. 특히, 본 연구에서 보고자한 사양방법별 차이에서 실험구 그룹이 대조구 그룹보다 성적이 대체적으로 높게 나타나 사양방법에 따른 효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한 유의적으로($p<0.05$) 차이가 없으나 혈통이 존재하는 실험구2가 혈통을 모르는 실험구1보다 수치상으로 성적이 우수하게 나타났다. 전체 평균은 21.73개월령, 등심단면적 81.88㎠, 생체중 632.28kg, 등지방두께 8.39mm, 근내지방도 2.76, 일당증체량 0.92kg으로 나타났다. 그룹별 평균은 최종월령, 등심단면적, 생체중 및 근내지방도에서 실험구2가 높게 나타났으나, 일당증체량에서는 실험구1과 실험구2의 평균수치가 같은 것으로 나타났다.

Table 4. 형질별 단순 상관 계수(r)

Items	생체중	등지방두께	근내지방도	연령
등심단면적	0.5697**	0.4979**	0.5135**	0.4334*
생체중		0.3258	0.1529	0.8845**
등지방두께			0.1362	0.2617
근내지방도				−0.0960

* : $p<0.05$, ** : $p<0.01$

형질별 상관관계 분석

한우 거세우의 등심단면적, 생체중, 등지방두께, 근내지방, 개월령에 대한 형질별 상관관계 분석은 Table 4와 같다. 형질별 상관분석결과 등심단면적과 생체중, 등지방두께 및 개월령과는 중도의 정의 상관관계를 보였으며, 근내지방도와 개월령간의 저도의 부의 상관관계를 보였으나, 유의성은 없는 것으로 나타났다. 특히 등심단면적과 근내지방도와 정의 상관관계를 보인 것이 흥미로운 결과이다.

Table 5. 처리별 일당증체량 변화

Items	Treatments		
	대조구	실험구1	실험구2
Months	---------- kg/d ----------		
9	0.98	0.88	0.90
15	0.98	1.07	1.09
17	0.82	1.19	1.15
20	0.77	0.81	0.91
22	0.77	0.78	0.73
total	**0.86**	**0.94**	**0.95**

처리별 일당증체량 변화

각 처리 구에 대한 월령별 증체량은 Table 5에서 보는 바와 같다. 9개월 이전에 가장 높았던 대조구가 이후 원만한 하락세를 보이는 것과 비교하여 실험구1, 2는 9개월 이후 가파르게 상승하여 17개월에서 하락하고 있다. 17개월령 전후에서 증체량의 월별 등락폭이 컸는데 특히 17개월령에서는 실험구1이 1.19kg/일, 실험구2가 1.15kg/일, 대조구는 0.82kg/일로 나타나 실험구1이 가장 높은 증체량을 보였으며 대조구와의 차이가 0.37kg/일을 나타냈다. 이는 위에서 언급했던 조단백질 급여수준에 따른 일당증체량 개선효과와 비타민A 조절에 의한 영향이라고 판단된다. 실험구1, 2는 육성기, 비육전기비타민A를 사료에 첨가하고 비육전기에 비타민A를 제한하며 비육후기 비타민A를 사료에 첨가하고 있다. 또한 소의 영양상태 및 사료섭취량이 떨어지는 소를 관찰하여 혈관주사로 비타민A를 공급하고 있다. 일본 화우의 연구사례에서 비타민A 결핍시기와 사료 섭취량과의 관계를 살펴보면 전 기간 비티민A를 결핍시킨 실험구에서 근내지방도와 등심내 조지방 함량이 가장 낮았고 21개월령까지 결핍시킨 처리구가 근

내지방도와 등심내 조지방 함량이 가장 높았으며 비육후기 비타민A를 급여하여 지육중량이 크게 증대된 결과와 유사하다.

Table 6. 배합사료 급여시 두당 소요비용(생후 6개월령부터)

사료명	육성기	비육전기	비육후기	비육마무리기	총 계
배합사료	325,350	640,800	849,600	710,040	2,525,790
조 사 료	215,250	13,9200	72,150	33,300	459,900
기 타	344,330	38,000	38,000	44,000	464,330
소 계	884,930	818,000	959,750	787,340	3,450,020

자료 : 서울축협, 2013. *생산비 비목 : 사료비(농후사료+조사료), 수도광열비, 방역치료비, 수선비, 소농기구비, 제재료비, 기타잡비, 고용노력비, 차임금이자, 종부료, 임차료, 상각비, 자가노력비, 고정자본이자, 유동자본이자, 토지자본이자 제외

Table 7. TMR사료 급여시 두당 소요비용(생후 6개월령부터)

사료명	육성비육100	비육전기300	비육후기500	마무리	총 계
TMR사료	798,000	1,112,400	84,3600	367,200	3,121,200
조 사 료	144,000	135,000	40,500	20,250	339,750
첨 가 제	39,840	39,840	29,880	20,940	130,500
기 타	326,160	26,160	19,660	9,829	381,809
소 계	1,308,100	1,313,700	934,140	418,219	3,973,259

자료 : 강화대영TMR, 2013. *생산비 비목 : 사료비(TMR사료+조사료), 수도광열비, 방역치료비, 수선비, 소농기구비, 제재료비, 기타잡비, 고용노력비, 차임금이자, 종부료, 임차료, 상각비, 자가노력비, 고정자본이자, 유동자본이자, 토지자본이자 제외

Table 8. 도체성적별 1kg당 평균경락가격

등급	경락가격(원/kg)	등급	경락가격(원/kg)
1^{++}A	17,730	1C	12,753
1^{++}B	17,077	2A	11,918
1^{++}C	15,944	2B	11,675
1^{+}A	15,584	2C	10,735
1^{+}B	15,230	3A	9,684
1^{+}C	14,174	3B	8,723
1A	14,040	3C	7,546
1B	13,820	D	4,755

주 : 2011년 1월 1일부터 2012년 12월 31일까지 등급판정을 받은 거세 한우의 등급별 두수와 도체중 및 경락가격을 이용하여 계산함

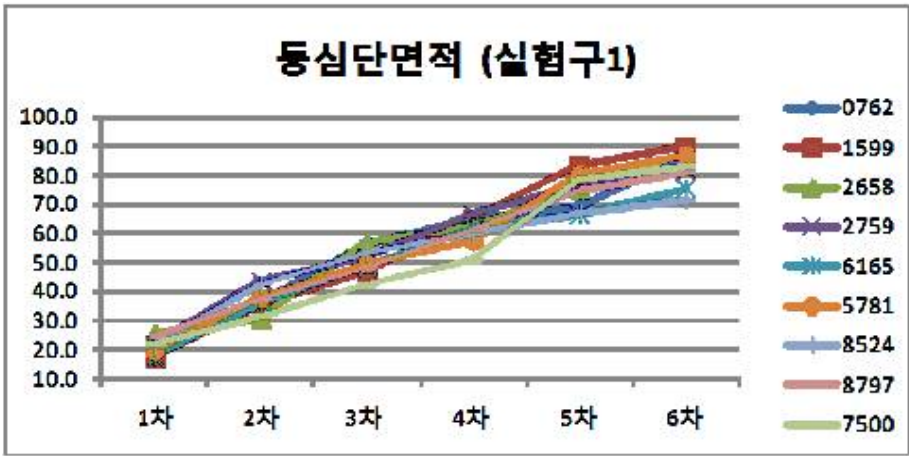
자료 : 소도체 전체 도매시장 등급판정결과, 축산물품질평가원, 2012.

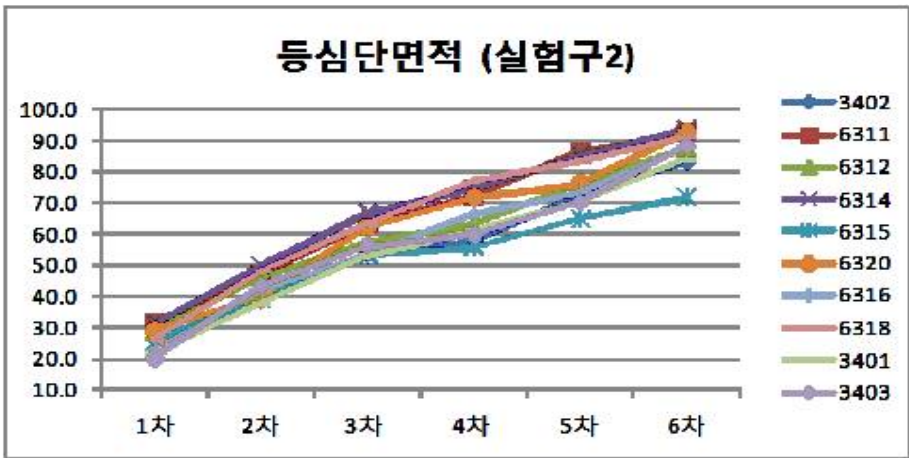
실험구1, 2 및 대조구 농가의 출하 후 등급판정 결과 및 경락가격을 통해 농가 수익성을 알아보기 위한 표가 Table 6에서 Table 8까지이다. 평균경락가격을 적용한 배합사료와 TMR사료 급여 시 농가 수취액을 비교하기 위하여 출하일령에 공판장으로 출하하여 경매를 통해 가격을 산출하게 되며 출하가 동일한 날 이루어지지 않기 때문에 평균 경락가격의 차이가 클 경우 출하기간 동안 판매한 도체 등급별 지육가격을 도체 등급별로 평균한 값을 적용할 계획이다. 출하는 2014년 5월 전 후(약 30개월령)로 하게 된다. 생산비 비목으로 사료비, 수도광열비, 방역치료비, 수선비, 소농기구비, 제재료비, 기타 잡비를 산출하였고 고용노력비, 차임금이자, 종부료(자가 및 사료회사 제공), 임차료, 자가노력비, 고정자본이자, 유동자본이자, 토지자본이자는 제외하였다.

육질과 함께 육량이 우수한 한우 거세우를 생산하기란 쉬운 일이 아니다. 한우산업이 생산비의 지속적인 상승과 수입 쇠고기와의 경쟁에서 살아남기 위해서는 두 가지 모두를 충족해야 한다. 15년 이상 암소개량으로 육질과 육량이 월등히 우수한 한우 거세우 생산농가 사양 비교 실험을 통해 유전적 요인보다 사양관리를 통한 고품질 거세우를 생산하는 결과가 이번 실험의 목표이다. 실험농가의 의견으로 소의 특성을 이해하고 산육생리에 따라 발육시키는 것이 무엇보다 중요하다. 특히 육성기 우수한 비육 밑소를 생산하기 위해 소의 내장 및 골격을 튼튼히 하는 것이 중요하고 지방세포의 분화 시기와 목 어깨가 발달하는 12~14개월령을 중심으로 조단백질을 충분히 섭취할 수 있는 사양관리도 필요하다. 실험농가는 육성기 TMR사료 급여와 함께 양질의 조사료를 무제한 섭취할 수 있도록 하여 반추위 발달 및 기초체형 형성에 적극적이다. 이시기 송아지는 외형상 거칠고 약간 마른 듯 보이나 체구에 비해 배 부분이 상당히 발달해 있다. 비육 중후기 사료섭취량을 높이기 위해 항상 신선한 사료를 소량씩 급여하며 남은 사료는 깔끔히 정리하고 사료조 및 수조의 청결 관리에 힘쓰고 있다. 지방세포 신생시기(12~15개월령) 비타민C 급여로 비육후기 고품질의 쇠고기 생산을 유도하고 비타민A 조절을 통해 근내지방도와 등심내 조지방 함량이 최대가 될 수 있도록 유도하며 비육후기 비타민A 급여가 증체량 향상에 영향을 준 것으로 사료된다. 정량 급여와 육성기, 비육전·중기 충분한 양질의 조사료 추가 급여 및 면실과 루핀, 비타민A 조절과 비타민C의 급여가 우수농가 사양관리의 특징이라고 볼 수 있다.

등심단면적을 향상시키기 위한 영양 및 사양관리에서 가장 중요한 것은 기초에 충실한 사양관리이다. 소의 산육특성을 이해하고 소의 입장에서 소를 소답게 키

울 때 질병을 예방하고 건강한 소를 생산할 수 있다. 개체마다의 행동을 자주 살펴 시기적절한 대응을 하고 사료를 여러 번 나눠주는 정성으로 소가 편안하게 소화를 할 수 있었다. 이번 실험을 통해 사양관리에 따른 고품질 한우 거세우를 생산할 수 있는 결론을 도출하여 한우산업 발전 및 기초 연구 자료에 활용할 수 있기를 기대한다. 실험구1, 2가 유의적으로($p<0.05$) 차이가 없었으나 전체적으로 자가생산한 실험구2의 성적이 우수한 요인이 암소개량으로 인한 유전자원의 영향으로 판단된다. 또한 2014년 5월 전 후 출하·도축 및 등급판정을 통한 생산비 산출로 농가 순수익 비교를 통해 적정 사육개월 및 생산성 향상 방안을 제시할 수 있을 것으로 사료된다.





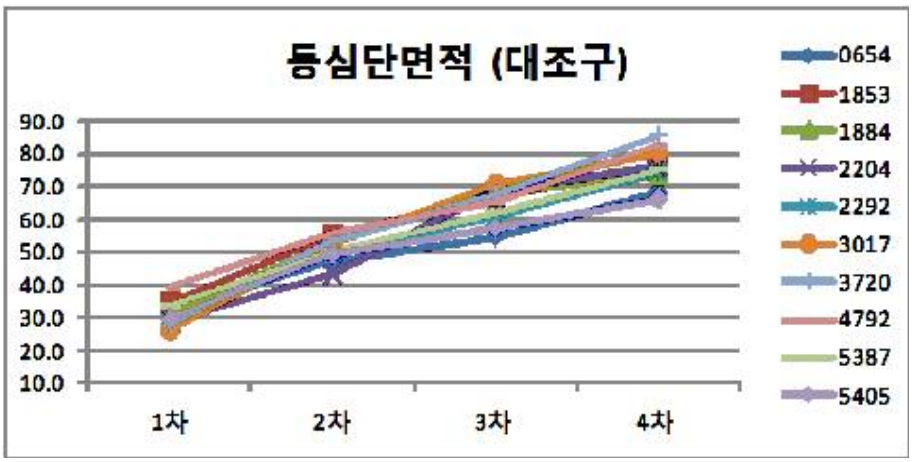
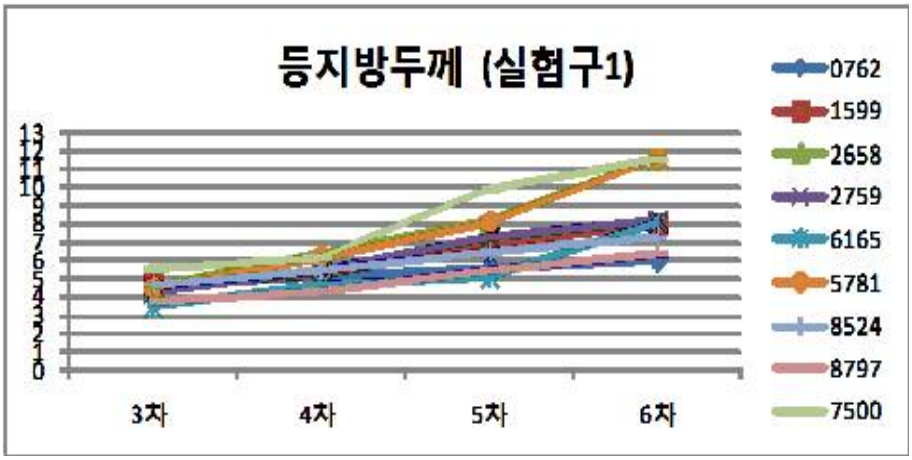
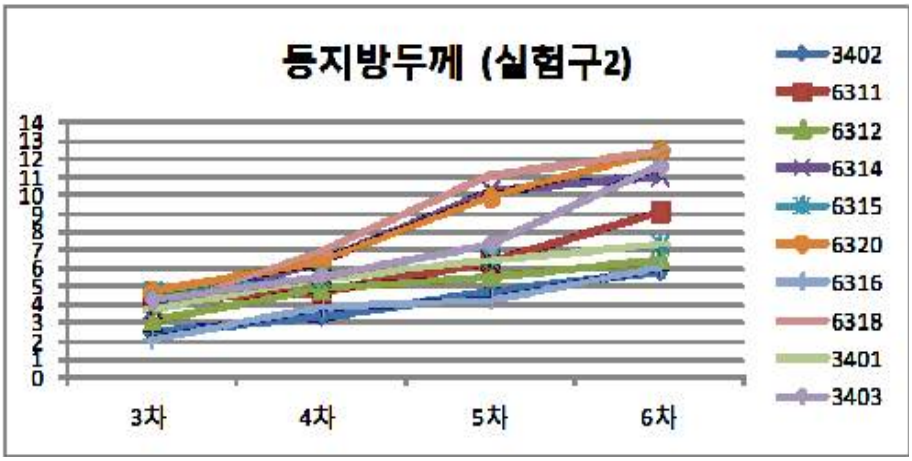


Figure 2. 처리별 등심단면적 변화(㎠)





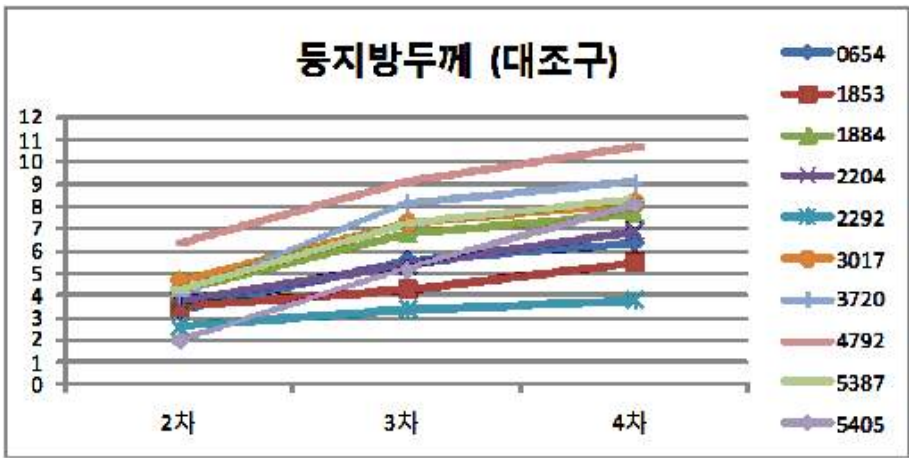


Figure 3. 처리별 등지방두께 변화(mm)

초음파 측정시기
실험구1, 2 : 1차(2012.5.24.), 2차(2012.9.11.), 3차(2013.3.11.), 4차(2013.5.13.), 5차(2013.8.1.), 6차(2013.10.25.)
대조구 : 1차(2012.9.11.), 2차(2013.2.27.), 3차(2013.7.25.), 4차(2013.10.31.)

Table 9. 처리별 생체중 데이터(실험구1, kg)

식별번호	1차	2차	3차	4차	5차	6차
0762	155	263	502	588	668	738
1599	152	240	431	520	574	654
2658	132	220	450	528	592	654
2759	162	268	469	556	620	670
6165	141	223	420	472	542	602
5781	134	235	431	512	600	666
8524	163	270	442	504	574	648
8797	156	268	424	500	554	630
7500	164	242	397	462	500	556
평 균	**151**	**248**	**441**	**516**	**580**	**646**

Table 10. 처리별 생체중 데이터(실험구2, kg)

식별번호	1차	2차	3차	4차	5차	6차
3402	148	240	412	492	562	618
6311	183	300	506	574	632	690
6312	168	278	470	526	610	670
6314	170	273	468	538	608	654
6315	150	260	465	524	594	652
6320	150	250	485	572	640	724
6316	153	230	400	467	544	588
6318	197	290	477	566	624	694
3401	152	248	437	499	582	648
3403	166	260	473	558	648	724
평 균	**164**	**263**	**459**	**532**	**604**	**666**

Table 11. 처리별 생체중 데이터(대조구, kg)

식별번호	1차	2차	3차	4차
0654	245	410	495	543
1853	225	270	545	625
1884	235	400	502	600
2204	240	430	562	632
2292	210	400	478	562
3017	195	400	532	614
3720	175	340	431	520
4792	280	450	550	625
5387	205	415	512	585
5405	220	370	490	550
평 균	**223**	**389**	**510**	**586**

Table 12. 처리별 근내지방도(실험구1, BMS Score)

식별번호	1차	2차	3차	4차	5차	6차
0762	1	1	1	1	1	2
1599	1	1	1	1	2	3
2658	1	1	1	1	1	2
2759	1	1	1	1	1	2
6165	1	1	1	1	1	2
5781	1	1	1	1	3	3
8524	1	1	1	1	2	3
8797	1	1	1	1	2	4
7500	1	1	1	1	3	4
평 균	**1.0**	**1.0**	**1.0**	**1.0**	**1.8**	**2.8**

Table 13. 처리별 근내지방도(실험구2, BMS Score)

식별번호	1차	2차	3차	4차	5차	6차
3402	1	1	1	1	2	3
6311	1	1	1	1	3	4
6312	1	1	1	1	2	4
6314	1	1	1	1	2	4
6315	1	1	1	1	2	3
6320	1	1	1	1	2	3
6316	1	1	1	1	3	4
6318	1	1	1	1	2	2
3401	1	1	1	1	3	4
3403	1	1	1	1	2	3
평 균	**1**	**1**	**1**	**1**	**2.3**	**3.4**

Table 14. 처리별 근내지방도(대조구, BMS Score)

식별번호	1차	2차	3차	4차
0654	1	1	1	1
1853	1	1	1	1
1884	1	1	1	2
2204	1	1	2	3
2292	1	1	1	2
3017	1	1	2	2
3720	1	1	3	3
4792	1	1	2	2
5387	1	1	2	3
5405	1	1	1	2
평 균	**1**	**1**	**1.6**	**2.1**

참고문헌

1. Van Koevering, M.T., Gill, D.R, Owens, F.N. Dalezal, H.G. and strasia, C.A. 1995. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscle. J. Anim. Sci. 73:21~28.
2. Bang, K. S.,(1997). Accuracy of Ultrasonic Live Evaluation of Carcass Traits in Korean Native Cattle. Korean J. Anim. Sci. 39:117~123.
3. Chae, S. H.,(2001). Effects of Vitamin A on Differentiation of Cultured Adipocytes and Meat Quality of Hanwoo Steers. 영남대학교 대학원.
4. Kim, B. R.,(2006). Effects of Supplementation of Vitamin A on Fermentation Pattern in the Rumen and Cellulose Degradability of Ruminococcus flavefaciens. 한경대학교 대학원.
5. Yoon, J. Y. and Bang, K. S. and Kim, Y. K.,(1997). Simple Live Prediction of Longissimus Muscle Area by Ultrasound in Hanwoo. Korean J. Anim. Sci. 39:113~116.
6. 강재필. (2010). Studies on the Comparison of Feeding Regimen for Producing High Quality Beef in Hanwoo Steers(석사학위논문). 진주산업대학교 대학원.
7. 김경훈, 김기수, 이상철, 오영균, 정찬성, 김건중, 농촌진흥청 축산기술연구소, 공주대학교 산업과학대학 동물자원학과. (2003). 섬유질배합사료 급여가 비육후기 거세한우의 반추위 발효성상, 소화율 및 산육성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 45(3):387~396.
8. 김성일, 정근기, 김진열, 이상욱, 백경훈, 최창본. (2007). 양질의 건초급여가 거세한우의 비육성적 및 도체의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 49(6):783~800.
9. 농촌진흥청 축산과학원, 2007, 한국표준사료성분표, 11~17.
10. 농촌진흥청 표준영농교본, 2007, 한우, 78~94,, 278~290
11. 농촌진흥청 축산과학원, 2008, (생산비 절감 및 고품질 축산물 생산을 위한) 가축사양 관리 프로그램 활용.
12. 농협중앙회 축산연구소, 2004, 한우TMR 급여 지침서, 4~15, 115~116.
13. 박병기, 성대경, 김창혁, 권응기, 오상집, 신종서. (2006). 맥주박과 옥수수위주의 발효사료에 대한 Coated Vitamin C+E 및 면실의 첨가가 거세한우의 육조성분, 육색 및 도체등급에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 48(2):227~236.
14. 성대경. (2006). Effects of Alcohol-Fermented Feeds added with Coated Vitamin C and E, and Cottonseed on Rumen Metabolites, Growth Performance and Carcass Grade in Hanwoo. 강원대학교 대학원.

15. 안병홍, 송성철, 류재숙. (2002). 조사료와 농후사료의 급여비율이 한우 거세우의 성상 및 도체특성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 44(6):474~756.

16. 엄정렬. (2010). 사육단계별 TMR 급여 수준이 한우의 비육 및 번식 성적에 미치는 영향 (박사학위논문). 건국대학교 대학원.

17. 이동우. (1996). 고급육을 생산하기 위한 비육기술. 경북대학교 농업개발대학원 최고농업 경영자과정. 2:495~503.

18. 이승환, 박응우, 조용민, 김경훈, 오영균, 이지혜, 이창수, 오성종, 윤두학, 농촌진흥청 축산연구소, 건국대학교 응용생화확과. (2006). 한우 비육 전·후기의 등심조직에 있어서 지방합성 유전자 발현. 한국동물자원과학학회지. 48:345~352

19. 이용준. (2002). 초음파를 이용한 한우의 도체형질 예측과 산육성 구명에 관한 연구 (석사학위논문). 강원대학교 대학원.

20. 이종재. (2004). 초음파 진단장치를 이용한 한우거세우의 육량 및 육질의 조기예측에 관한 연구 (석사학위논문). 강원대학교 대학원.

21. 이주환. (2005). 거세한우의 에너지 수준과 비육기간이 육질과 육량 생산에 미치는 영향(석사학위논문). 경상대학교 대학원.

22. 정찬성. (2013). 사료의 급여수준과 급여방식이 한우의 사양성적, 번식효율, 혈액성상 및 도체성적에 미치는 영향(박사학위논문). 경상대학교 대학원.

23. 조영무, 권응기, 장선식, 김태일, 박병기, 강수원, 백봉현, 농촌진흥청 축산과학원. (2008). TMR급여가 거세한우의 발육 및 도체특성에 미치는 영향. 동물자원과학회지. 50(3):363~372.

24. 지현규. (2009). Study on Ultrasound Use for High Quality Hanwoo Beef Production(석사학위논문). 경북대학교 대학원.

25. 한정수. (2010). 한우 사양관리에 있어서 TMF사료의 효과(석사학위논문). 충남대학교 대학원.

소도체 근내지방 발달정도에 따른 BMS기준 세부 설정연구

소도체 근내지방 발달정도에 따른 BMS기준 세부 설정연구

강세주[1] · 지성환[1] · 윤석기[1] · 김민기[1] · 최동희[1] · 조수현[2] · 공홍식[3]
[1]축산물품질평가원 경기지원, [2]농촌진흥청 국립축산과학원, [3]한경대학교 생명유전자학과

초 록

소도체 품질평가와 거래가격 지표로써 중요한 등심부위 근내지방도의 균일한 측정을 위해 Digital Image 분석으로 근내지방 특성을 조사하고 근내지방도 기준(BMS No.)별 모형(model)을 제시하는데 연구의 목적이 있다.

본 실험에서는 근내지방도 기준을 BMS No.1 ~ No.11까지로 구분 설정하고 소도체 등급판정을 마친 도체를 대상으로 BMS No.별로 근내지방 입자 크기를 3가지 형태로 구분하여 각각 3두씩 전체 99두를 선발하였다. 이들 도체는 식육포장처리업체에서 동일한 사진 촬영조건을 유지하면서 일안반사식(DSLR ; Digital Single lens reflex)카메라로 흉추와 요추 사이의 배최장근 단면을 촬영하였다.

이렇게 촬영한 Digital Image는 분석프로그램(Image pro plus version7)을 이용하여 배최장근의 면적, 근내지방 입자수, 근내지방 입자별 크기(면적), 근내지방 입자의 평균크기, 배최장근 단면적에 대한 근내지방 입자의 전체면적 비율 등을 조사했다.

실험결과 각 근내지방도 번호(BMS No.)별로 Digital Image에서 분석되는『근내지방 입자크기』와 『근내지방 입자크기의 편차』, 『배최장근 단면적 대비 근내지방 입자의 누적(합산)면적 비율』, 『조지방 함량』 등의 상관도가 0.8이상으로 높게 나타났고 『배최장근 단면적 대비 근내지방 입자의 누적(합산)면적 비율』과 『조지방 함량』의 상관관계가 0.95($p<0.001$)로 가장 높게 조사되었다.

따라서 근내지방도 기준은 근내지방 특성을 종합적으로 평가할 수 있는 방향으로 개선이 필요하고 개량적 측정방법 등의 도입을 통해 등급판정결과에 대한 검증과 피드백으로 소고기 품질평가에 대한 일관성과 신뢰성을 높이는 노력이 필요하다.

key words | 소도체 근내지방도, Digital Image 분석, 근내지방 입자크기

서 론

소고기의 품질을 구분하는 요인에는 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도 등이 있으나, 소도체등급판정세부기준(농식품부고시 2013)에 따르면 소도체의 육질등급은 근내지방도에 가장 큰 영향을 받는다.

근내지방도 항목의 평가는 소의 왼쪽 반도체에서 마지막등뼈(흉추)와 제1허리뼈(요추) 사이를 절개한 후 등심쪽 배최장근단면에 나타난 근내지방 분포정도를 그림 1과 비교하여 가장 비슷한 근내지방도 번호(BMS No.)보다 많은 경우에 해당 1차 등급을 부여한다.

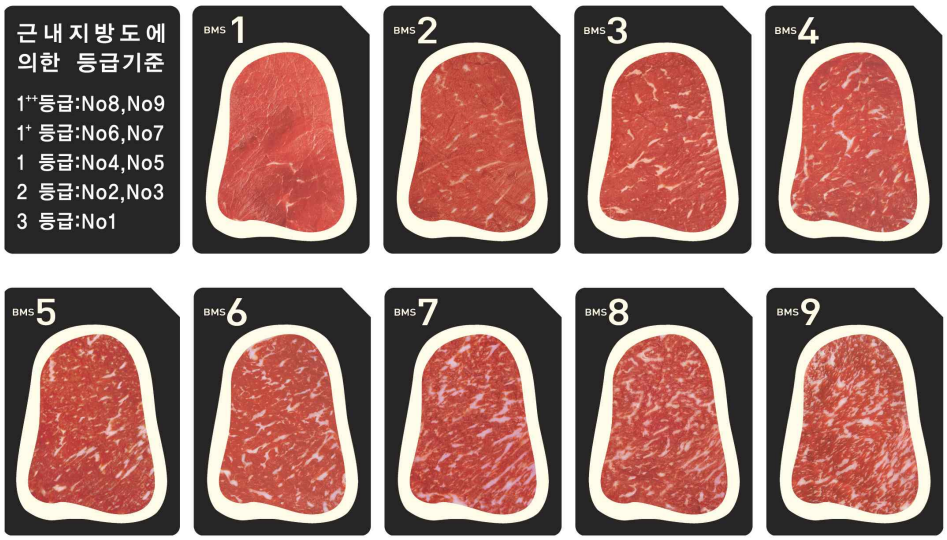


그림 1. 소도체의 근내지방도 기준

이는 박 등(2003년)이 소도체 근내지방도 번호(BMS No.)별 조지방 함량과 배최장근 단면적 대비 근내지방 입자의 합산 면적비율을 표 1과 같이 설정한 연구결과에 기초를 두고 있다. 하지만, 10년이 더 지난 현재 상황에서는 가축개량과 사양기술의 발전 등으로 근내지방의 절대량이 증가하면서 쇠고기 육질에 대한 소비자의 요구도 세분화되고 있는 현실이다.

표 1. 소도체의 근내지방도 기준별 지방함량 및 지방면적비율 비교

근내지방도	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
지방함량	5%미만	5이상	7	9	11	13	15	17	19	21
지방면적비	7.2%미만	7.2이상	9.8	12.4	15.1	17.7	20.3	23.0	25.6	28.2

국내 소고기 품질향상 연구사 측면에서도 근육내지방 함량이 증가함에 따라 Cooking loss와 전단력가가 감소하여 가열육의 수율 및 연도에 근육내 지방이 밀접한 영향을 미치는 것으로 조사되었으며, 한우 배최장근의 관능검사에서도 근육내 지방 함량이 증가할수록 다즙성, 연도 향미가 개선되는 것으로 분석되었다(Park et al. 2000). 이는 근내지방도가 높으면 다즙성이 증가하였다는 Shackelford 등(1995)의 보고와 고기의 향미는 조리중 수용성 물질과 지용성 물질의 변화와 밀접한 관계가 있다는 Shahidi 와 Rubin 등 (1986)의 연구결과와 일치한다.

Lee 등(2009년)도 한우 육질등급(1^{++}, 1^{+}, 1, 2, 3)과 5부위(chuck, strip loin, top round, brisket, loin) 간에 탕, 구이와 스테이크의 3가지 조리방법별 관능적인 특성을 조사한 결과에서 1^{++}등급이 다른 등급과 비교하였을 때 연도와 다즙성이 유의적으로 가장 높았던 반면에 3등급 한우고기는 연도와 다즙성이 유의적으로 낮다고 보고하였다.

이처럼 근육 내 지방함량이 증가할수록 다즙성, 연도, 향미가 좋아지는 관능평가 결과에 따라 근내지방도가 바로 고품질 소고기로 일맥상통하는 소비자 인식이 높아졌고 육종 및 사양기술 향상을 통해 근육 내 지방함량을 높이는 방법이 많이 연구되었다. 그 결과로 국내 소비시장에서도 근내지방도에 대한 선호도가 높아지면서 육질등급간 가격 차별화가 심화되고 등급판정결과에 대한 사육농가의 관심과 민원이 증가하는 추세이다.

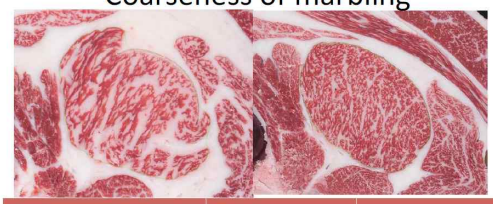
현행 우리나라 소도체 근내지방도 기준은 미국과 일본 기준을 환산 비교하면 표 3과 같이 두 국가의 중간 수준을 유지하는 것으로 추정된다. 소고기의 근내지방 함량은 맛과 깊은 상관있으므로 각 나라별 근내지방도 기준(BMS No.) 설정은 국민들의 소비 성향과 국제 경쟁력 등에 따라 변화하게 된다.

미국의 근내지방도 기준은 조지방 함량 분석결과를 기초로 근내지방도 번호(BMS No.)를 구분했지만, 일본에서는 사진촬영을 통해 얻은 Digital Image를 분석한 근내지방 총합 입자면적 비율 등을 근거로 설정하였다(Savell, J.W. et al. 1986, 牛垣 徹 et al. 1997).

한편, Digital Image를 활용한 소고기 품질평가 연구를 살펴보면, Patrick Jackman 등(2009)이 산출산식을 적용한 배최장근과 근내지방의 자동 분리 방법을 개발하여 각각의 분석 방법별로 상관도를 조사하였고, 米丸淳一 등(2002)은 화

상분석을 통해 소고기의 수분, 조단백질, 조지방의 중량을 추정하였다. Elke Albrecht 등(1996)도 근내지방 합산 예측 면적비율이 8.5%~8.7% 범위에 속하는 두 도체의 배최장근단면 사진 분석을 통해 근내지방 영역의 총 면적(㎠), 근내지방의 평균 크기(㎟), 가장 큰 근내지방 3개 입자의 면적비율, 근내지방 영역의 면적 비율 등을 비교하고 각 요인들 간에 상관계수를 조사했다.

일본에 화우고기를 역수출하는 호주에서도 Digital Image를 이용하여 근내지방 입자 특성과 근내지방 분포정도 등을 종합적으로 평가는 육질등급 판정방법을 도입하였고, 그 결과를 개량 및 사양기술 개발에 적용하고 있다(口田圭吾 등. 2001). 그림 2는 호주에서 화우를 사육하는 농가들이 일본 소비자 기호에 맞는 최상의 화우고기 생산을 위해 선호도가 높은 근내지방 모양(형태) 등을 분석하는 방법의 설명 자료이다(Joe Grose 2011).



Japanese BMS number	6	7
Marbling fat %	58.6	57.7
Marbling coarseness%	35.9	4.4
Wholesale price yen/kg	1,850(e)	2,220(e)

Japanese BMS number	11	6
Marbling fat %	57.6	58.6
Fineness of marbling	3.8	1.9
Wholesale price yen/kg	2,550(e)	1,850(e)

그림 2. 화우도체의 근내지방도 평가방법 비교(AWA Genetic Improvement Workshop 자료)

근내지방(intramuscular fat)은 하나의 근육 내에서 1차근속(근내막)과 2차근속(근외막) 사이에 침착되는 지방을 말하며 근육과 근육사이에 축적되면 근간지방 또는 솔깃지방이라고 부른다. 그래서 근내지방은 성숙한 지방세포가 모여 있는 구조로 근육 내에 출현한 지방세포가 조직을 형성하고 육안으로 확인 가능한 것은 지방세포 수의 증가와 지방세포의 크기가 커져야 한다. 이 과정에서 지방세포 수의 증가는 지방세포가 2개로 분열하는 것을 의미하는 것이 아니라 지방전구세포가 어떤 자극에 의해 지방세포로 분화하는 것을 가리킨다.(한국동물자원과학회 한우연구회 2009)

또한, 근내지방은 소고기의 연도(경도, 씹힘성, 전단력), 다즙성(多汁性), 풍미 등의 증진에 기여하는데, 그 이유는 열전도율이 낮아 가열조리에 따른 육단백질 변성을 줄임으로써 육즙의 삼출과 증발을 억제하고 살코기보다 밀도가 낮기 때문에 고기를 씹을 때 부드러움을 느끼게 하며 타액의 분비를 촉진시켜 입안의 수분

양을 많게 하기 때문이다.

근내지방 축적은 근육섬유 안에서 지방전구세포의 증식, 지방 전구세포가 지방세포로 분화(발달)과정(Adipogenesis)과 형성된 지방세포가 성숙하는 과정(Lipogenesis)으로 구분되는데, 지방세포의 성숙은 분화형성 과정을 거친 지방세포에 유지와 성장에 소요되고 남은 여분의 에너지가 충전되는 과정이다. 이 과정에 지방은 복강(장기주변), 근간조직, 피하조직, 근내조직의 순으로 축적된다(Duckett et al. 1993).

재료 및 방법

공시재료

본 연구의 시료채취는 (주)협신식품 내 금천MS(식육포장처리업체)에서 발골·정형하여 진공포장처리 전에 182두 분의 좌도체 배최장근단면을 3차에 걸쳐 촬영(실험)하였는데, 2차 실험은 전체 시료 182두 중에서 110두의 좌도체 배최장근단면 촬영하고 각 도체별로 조지방 함량 분석용 시료를 각 200g씩 채취하였다. 3차 실험은 전체 시료 182두 중에서 11두의 좌도체 배최장근단면을 각각 2㎏씩 채취하여 근내지방도 번호(BMS No.)별 모델사진을 촬영하고 조지방 함량을 분석하였다.

표 2. 소도체 등심단면 촬영 및 시료채취 내역 (단위 : 두)

구 분	한 우		육 우	계	비 고
	암	거세	거세		
1차 실험	10	31	1	42	사진촬영
2차 실험	29	70	11	110	사진촬영, 조지방분석
3차 실험	2	28	–	30	사진촬영, 조지방분석
계	41	120	12	182	

사진촬영 및 이미지 분석

이미지 분석을 위한 사진촬영은 발골·정형한 좌도체 등심부위를 진공포장 전 단계에서 탁자에 수평으로 올려놓고 배최장근 단면이 측면에서 보이도록한 후 삼각대에 고정된 캐논 EOS-1D Mark(Digital Single Lens Reflex) 카메라에 초점거리 100㎜ 렌즈를 장착하여 ISO 감도 500, 조리개값 13.0으로 설정하여 형광등

조명으로 동일한 위치에서 배최장근 단면을 촬영하였다.

촬영된 이미지는 Image-Pro Plus version7(Media Cybernetics, 2011) 프로그램을 이용하여 배최장근단면의 면적과 근내지방 입자의 크기 등을 측정하여 조지방의 면적비율을 분석하였다.

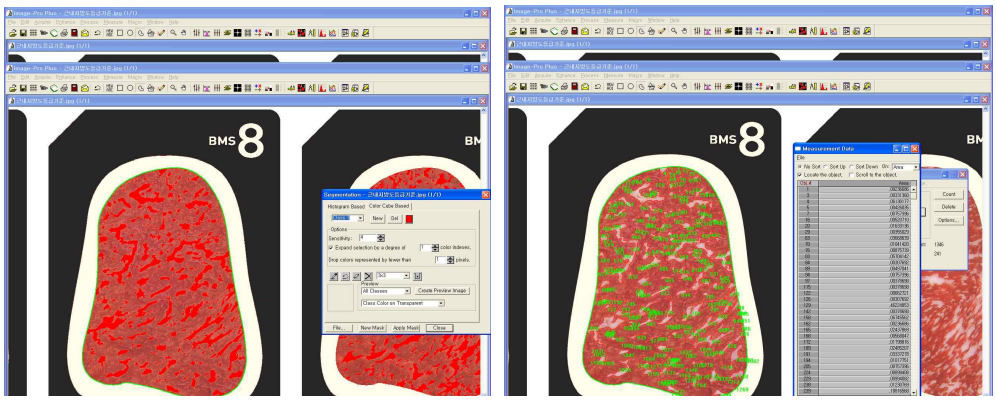


그림 3. Image pro plus version7의 분석화면

조지방 분석(Crude fat, ether extracts)

조지방 분석은 AOAC(1995) 방법에 따라 물에 녹지 않는 시료를 분말로 만든 후, ether 등의 유기용매에 녹인 다음 Soxhlet 추출장치를 활용하여 용해 물질을 추출하고 ether를 휘발시켜서 남은 시료의 중량을 측정하였다.

$$\text{Crude fat}(\%) = \frac{\text{추출전 시료무게(g)} - \text{추출후 시료무게(g)}}{\text{시료량(g)}} \times 100$$

$$= \frac{\text{추출전 무게(g)} - \{\text{추출후 무게(g)} - \text{filerpaper 무게(g)}\}}{\text{시료량(g)}} \times 100$$

통계

실험조사 자료의 통계분석은 SAS@9.2 package/PC(SAS, 2010)의 PROC GLM으로 ANOVA Analysis(분산분석)를 하고 Duncan's multiple range test(다중비교)로 유의성 검정 및 상관관계(Pearson correlation coefficient) 등을 검증하였다.

결과 및 고찰

소도체 근내지방도의 일관된 판정방법 연구를 위해 표 2.에서 보는 바와 같이 실험은 3차에 걸쳐 등급판정결과와 Digital Image 및 조지방 분석내용을 비교하는 과정을 거쳤다. 1차 실험에서는 DSLR 카메라로 촬영한 디지털 이미지를 분석하여 근내지방도 번호(BMS No.)별 근내지방 입자크기와 근내지방 면적비율 등을 조사하고, 이 결과를 이용하여 근내지방의 입자크기를 3개 구간으로 구분하였다.

2차 실험에서는 각 근내지방도 번호(BMS No.)별로 3개 구간에서 각기 다른 도체 3두(11등급×3구간×3두)에 대해 Digital Image 촬영과 시료를 채취하여 조지방 함량을 분석하였다. 3차 실험은 2차까지의 실험 결과를 기초로 근내지방도 기준(안)에 적합한 근내지방 입자크기와 면적비율의 소도체를 선별하고 등급판정부의 배최장근을 2㎏씩 절취하여 사진촬영과 조지방 함량을 분석하였다.

실험 전체에 이용된 소도체는 182두이고 이 중에서 근내지방도 번호(BMS No.)별 3개 구간으로 구분한 실험은 152두를 조사하였다. 또한, 소도체의 품종과 성별은 근내지방도 수준에 맞는 등심을 선발하기 위해 구분을 두지 않았다.

표 3.은 일본, 한국, 미국의 근내지방도 번호((BMS No.)별 조지방 함량을 비교한 것이며, 일본의 경우에는 흉추 6~7번 사이에서 절개한 등심단면 부위의 근내지방도 측정결과를 미국과 동일한 흉추 12~13번 사이 전단 부위의 근내지방도로 환산하여 추정하였다. 우리나라는 현행 등급판정세부기준에 따라 흉추 13번과 요추 1번 사이의 등심 단면에서 등급판정한 근내지방도 측정결과를 그대로 분석하였다.

주요 3개국의 근내지방도 번호(BMS No.)별 조지방 함량은 일반적으로 일본의 소도체에서 가장 높은 것으로 조시되었고 근내지방도 번호(BMS No.)도 12단계로 가장 세분화되어 있다. 우리나라의 배최장근 단면부위 조지방 함량은 일본과 미국의 중간수준인 것으로 추정되었다. 이는 우리나라 소비자의 소고기 기호도와 한우산업의 국제적 환경 등을 종합적으로 반영되어 발전해 왔음을 의미한다.

표 3. 주요국의 육질등급별 조지방 함량 비교

일본**				한국*			미국***		
등급	BMS	조지방 (%)	12환산 ****	등급	BMS	조지방 (%)	등급	BMS	조지방 (%)
5	12	44.9	31.7						
	11	41.7	29.4						
	10	38.4	27.1						
	9	35.2	24.8						
	8	32.0	22.5						
					10	21			
4	7	28.7	20.2	1^{++}	9	19			
	6	25.5	17.9		8	17			
	5	22.2	15.6	1^{+}	7	15			
					6	13	prime^{+}	Abundant$^{00-100}$	
3	4	19.0	13.3	1	5	11	prime^{0}	Moderately Abundant$^{00-100}$	10.42
	3	15.8	11.1						
2	2	12.5	8.7		4	9	prime^{-}	Slightly Abundant$^{00-100}$	8.56
1	1	9.3	6.5	2	3	7	chioce^{+}	Moderate$^{00-100}$	7.34
					2	5이상	choice^{0}	Modest$^{00-100}$	5.97
							choice^{-}	Small$^{00-100}$	4.99
				3	1	5미만	select^{+}	Slight$^{50-100}$	3.43
							select^{-}	Slight$^{00-49}$	
							standard^{+}	Traces$^{34-100}$	2.48
							standard^{0}	Practically Devoid$^{67-100}$ to Traces$^{0-33}$	
							standard^{-}	Practically Devoid$^{00-66}$	1.77

* 박범영 et al. 2003. 축산물의 품질평가 및 규제화에 관한 시험연구. 축산기술연구소.

** Mina Horii et al. 2008. Relationship between Japanese Beef Marbling Standard numbers and intramuscular lipid in M. longissimus thoracis of Japanese Black steers from 1996 to 2004. Nihon Chikusan Gakkaiho

– Table 3의 1998년도 방정식 $Y = 3.236X \times 6.065$, (R^2=0.898) 적용

*** Savell, J.W., Cross, H.R., Smith, G.C. 1986. Percentage ether extractable fat and moisture content of beef longissimus muscle as related to USDA marbling score. J. Food Sci.

****일본의 "12환산"은 $R_{12} = 0.708 \times R_6 - 0.119$의 회귀식 적용

표 4는 근내지방도 번호(BMS No.)가 No.1에서 No.11로 높아짐에 따라 등급판정 부위인 배최장근의 단면적(㎠), 근내지방 입자수, 근내지방 입자크기(㎠), 근내지방의 누적면적비율(%), 조지방 함량(%) 등의 변화 추세를 나타낸 것이다.

배최장근 단면적은 근내지방도 번호가 높아짐에 따라 평균 면적 또는 근내지방 입자크기별로 일정한 증감의 변화가 나타나지 않았다. 근내지방의 입자수와 입자크기는 근내지방도 번호(BMS No.)가 올라갈수록 완만하게 증가하였고 근내지방 입자크기에 대한 표준편차는 근내지방도 번호가 높아질수록 그 폭이 넓어졌다.

그림 4는 시각적 근내지방도 번호((BMS No.)와 Digital Image 근내지방면적비율 간의 회귀식을 나타내었다. 근내지방도 번호((BMS No.)가 올라갈수록 Digital Image 분석결과는 회귀식의 추정값보다 높은 것으로 조사되었고 상관계수(R^2)는 0.7089로 미국보다 높고 일본보다 낮은 것으로 조사되었다.

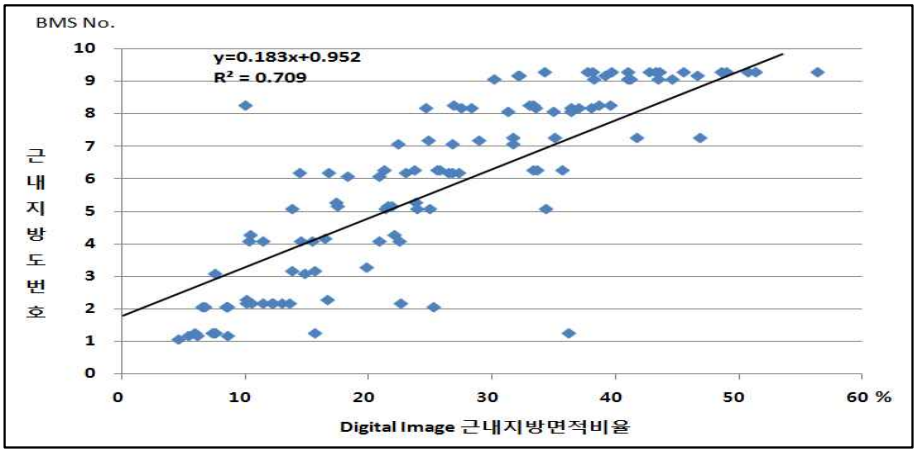


그림 4. 시각적 근내지방도 번호(BMS No.)와 영상분석 근내지방면적비율 회귀식

Digital Image 분석결과인 근내지방 누적면적 비율과 일반성분에 의한 조지방 함량은 근내지방도 번호(BMS No.)가 올라갈수록 비례하여 증가하는 경향을 보였지만, 일부 근내지방도 번호에서는 역전현상이 발생하였다. 이는 Garcia 등(2006년)이 조지방 함량과 시각적 근내지방도 점수 간의 회귀식 결정계수(R^2)가 0.5563이라는 논문내용과 일치하는 경향이 있다. 일본의 경우에도 1996년부터 2004년까지 근내지방도 기준의 현장 적용실태를 조사한 결과에 의하면, 1988년도 개정한 근내지방도 기준보다 실제로 더 강하게(조지방 함량이 높게) 적용한 것으로 분석되었고 조사 연도별로 일본 근내지방도 번호(BMS No.)와 실제로 등급을 부여한 소고기의 조지방 함량 간에 휘귀식의 상관계수(R^2)는 0.873~0.572이라고 보고되었다(堀井美那 et al. 2009).

표 4. 근내지방도 번호(BMS No.) 증가에 따른 소고기 배최장근단면의 근내지방 특성

구 분		BMS No1.	BMS No2.	BMS No3.	BMS No4.	BMS No5.	BMS No6.	BMS No7.	BMS No8.	BMS No9.	BMS No10.	BMS No11.
도체배최장근단면적(㎠)	대	74.54 ±6.61^{ab}	70.14 ±6.61^{b}	82.55 ±6.61^{ab}	67.96 ±6.61^{b}	86.53 ±6.61^{ab}	90.55 ±6.61^{ab}	85.35 ±6.61^{ab}	89.98 ±5.12^{ab}	104.30 ±6.61^{ab}	78.98 ±5.72^{ab}	114.04 ±5.72^{a}
	중	89.48 ±6.31	77.63 ±6.31	74.90 ±5.47	84.05 ±5.47	85.71 ±6.31	94.93 ±5.47	83.36 ±6.31	86.76 ±6.31	78.21 ±6.31	92.10 ±6.31	102.50 ±4.89
	소	80.84 ±5.28	80.46 ±6.82	77.93 ±5.91	79.88 ±6.82	80.84 ±6.82	77.65 ±5.91	75.29 ±5.91	92.23 ±6.82	82.21 ±6.82	93.17 ±6.82	89.42 ±6.82
	평균	81.48 ±3.67^{c}	76.08 ±4.05^{c}	78.09 ±3.67^{c}	77.97 ±3.85^{c}	84.36 ±4.05^{ab}	87.45 ±3.67^{ab}	80.73 ±3.85^{c}	89.72 ±3.67^{ab}	88.24 ±4.05^{ab}	87.17 ±3.85^{ab}	103.08 ±3.51^{a}
근내지방 입자개수	대	1546.67 ±492.4	869.00 ±352.4	1038.67 ±422.7	1031.00 ±608.2	1047.33 ±655.1	1800.67 ±357.7	1707.67 ±581.5	1069.33 ±484.7	1353.00 ±400.3	835.33 ±121.0	1327.00 ±347.2
	중	1277.67 ±224.8	1128.33 ±598.2	842.33 ±290.2	1549.67 ±841.9	1643.00 ±248.8	1523.00 ±308.1	1402.67 ±314.0	1336.67 ±249.0	1190.33 ±170.1	1332.33 ±484.6	1386.67 ±330.7
	소	1148.67 ±374.6	1033.33 ±357.3	1712.00 ±1204.3	1475.33 ±288.9	1549.67 ±577.8	1280.67 ±660.1	1321.33 ±266.3	1533.33 ±603.8	1155.33 ±167.0	1184.67 ±393.8	1133.00 ±467.0
	평균	1324.33 ±373.2	1010.22 ±406.6	1197.67 ±764.4	1352.00 ±591.1	1413.33 ±532.2	1534.78 ±464.1	1477.22 ±397.5	1313.11 ±453.9	1232.89 ±250.2	1117.44 ±387.3	1282.22 ±353.8
근내지방 입자크기	대	0.00 ±0.00^{c}	0.01 ±0.00^{c}	0.01 ±0.00^{bc}	0.02 ±0.00^{bc}	0.02 ±0.00^{bc}	0.01 ±0.00^{c}	0.02 ±0.00^{bc}	0.03 ±0.00^{ab}	0.03 ±0.00^{abc}	0.04 ±0.00^{a}	0.04 ±0.00^{a}
	중	0.01 ±0.00^{b}	0.01 ±0.00^{b}	0.01 ±0.00^{b}	0.01 ±0.00^{b}	0.01 ±0.00^{b}	0.02 ±0.00^{b}	0.02 ±0.00^{b}	0.02 ±0.00^{b}	0.02 ±0.00^{b}	0.02 ±0.00^{ab}	0.04 ±0.00^{a}
	소	0.01 ±0.00^{b}	0.01 ±0.00^{ab}	0.01 ±0.00^{ab}	0.01 ±0.00^{ab}	0.01 ±0.00^{ab}	0.02 ±0.00^{ab}	0.02 ±0.00^{ab}	0.02 ±0.00^{ab}	0.03 ±.00^{ab}	0.03 ±0.00^{ab}	0.04 ±0.00^{b}
	평균	0.00 ±0.00^{d}	0.01 ±0.00^{d}	0.01 ±0.00^{d}	0.01 ±0.00^{d}	0.01 ±0.00^{cd}	0.01 ±0.00^{cd}	0.02 ±0.00^{bc}	0.02 ±0.00^{bc}	0.02 ±0.00^{bc}	0.03 ±0.00^{ab}	0.04 ±0.00^{a}
근내지방 입자평균 크기표준 편차	대	0.02 ±0.09^{b}	0.05 ±0.09^{b}	0.10 ±0.09^{b}	0.07 ±0.09^{b}	0.15 ±0.09^{b}	0.10 ±0.09^{b}	0.18 ±0.09^{b}	0.33 ±0.07^{ab}	0.37 ±0.09^{ab}	0.35 ±0.08^{ab}	0.74 ±0.08^{a}
	중	0.05 ±0.06^{b}	0.05 ±0.06^{b}	0.09 ±0.05^{b}	0.10 ±0.05^{b}	0.07 ±0.06^{b}	0.12 ±0.05^{b}	0.12 ±0.06^{b}	0.24 ±0.06^{b}	0.24 ±0.06^{b}	0.24 ±0.06^{b}	0.64 ±0.05^{a}
	소	0.03 ±0.03^{c}	0.08 ±0.04^{b}	0.04 ±0.03^{c}	0.05 ±0.04^{b}	0.07 ±0.04^{bc}	0.14 ±0.03^{abc}	0.23 ±0.03^{ab}	0.17 ±0.04^{abc}	0.24 ±0.04^{ab}	0.27 ±0.04^{ab}	0.32 ±0.04^{a}
	평균	0.03 ±0.04^{d}	0.06 ±0.04^{cd}	0.07 ±0.04^{cd}	0.08 ±0.04^{cd}	0.10 ±0.04^{cd}	0.12 ±0.04^{cd}	0.18 ±0.04^{cd}	0.26 ±0.04^{c}	0.29 ±0.04^{c}	0.29 ±0.04^{bc}	0.59 ±0.04^{ab}
근내지방 입자누적 면적비율 (%)	대	9.97 ±2.60^{c}	10.07 ±2.60^{c}	16.69 ±2.60^{bc}	16.83 ±2.60^{bc}	27.18 ±2.60^{b}	24.46 ±2.60^{bc}	33.48 ±2.60^{ab}	36.39 ±2.02^{ab}	37.64 ±2.60^{ab}	39.75 ±2.25^{ab}	46.17 ±2.25^{a}
	중	7.46 ±3.08^{d}	9.83 ±3.08^{d}	13.78 ±2.67^{cd}	21.08 ±2.67^{cd}	19.21 ±3.08^{cd}	23.33 ±2.67^{cd}	31.40 ±3.08^{b}	30.44 ±3.08^{c}	32.76 ±3.08^{b}	34.79 ±3.08^{b}	48.49 ±2.38^{ab}
	소	6.14 ±2.36^{d}	10.85 ±3.05^{cd}	12.95 ±2.64^{cd}	15.35 ±3.05^{cd}	20.99 ±3.05^{bcd}	23.62 ±2.64^{abc}	34.98 ±2.64^{ab}	29.19 ±3.05^{abc}	35.19 ±3.05^{ab}	32.67 ±3.05^{ab}	41.71±3.05^{a}
	평균	7.54 ±1.53^{fg}	10.25 ±1.69^{fg}	14.27 ±1.53^{fg}	18.08 ±1.61^{ef}	22.46 ±1.69^{e}	23.75 ±1.53^{de}	33.45 ±1.61^{bc}	32.80 ±1.53^{bc}	35.20 ±1.69^{bc}	36.14 ±1.61^{b}	46.02 ±1.47^{a}
조지방함량비율 (%)	대	15.60 ±4.10	18.20 ±4.10	20.28 ±4.10	23.62 ±4.10	29.97 ±4.10	18.30 ±4.10	34.66 ±4.10	35.73 ±3.18	39.12 ±4.10	36.73 ±3.55	37.11 ±3.55
	중	14.96 ±2.74^{b}	14.98 ±2.74^{b}	18.10 ±2.38^{b}	26.94 ±2.38^{ab}	24.02 ±2.74^{ab}	28.80 ±2.38^{ab}	34.89 ±2.74^{a}	26.41 ±2.74^{ab}	25.86 ±2.74^{ab}	30.39 ±2.74^{ab}	38.74 ±2.12^{a}
	소	13.63 ±2.33^{b}	17.14 ±3.01^{b}	17.05 ±2.60^{b}	19.41 ±3.01^{ab}	18.42 ±3.01^{ab}	24.71 ±2.60^{ab}	29.87 ±2.60^{a}	22.38 ±3.01^{ab}	30.47 ±3.01^{ab}	28.32 ±3.01^{ab}	36.73±3.01^{a}
	평균	14.53 ±1.90^{c}	16.77 ±2.10^{c}	18.31 ±1.90^{c}	23.69 ±1.99^{bc}	24.14 ±2.10^{bc}	24.45 ±1.90^{bc}	32.81 ±1.99^{ab}	29.55 ±1.90^{ab}	31.82 ±2.10^{ab}	32.31 ±1.99^{ab}	37.69 ±1.82^{a}

^{ad} Means with different superscripts in the same row differ significantly ($p<0.001$).

『근내지방도 입자의 누적면적 비율』과 『조지방 함량 비율』간에는 근내지방도 번호(BMS No.)별로 차이를 보이는 구간이 발생하는데, 이는 소고기의 심부온도 차이, 면적단위(㎠)과 부피단위(㎖) 차이, 근내지방 입자의 평균크기 정도 등에서 비롯되는 것으로 추정된다. 특히, 면적단위(㎠)과 부피단위(㎖) 차이에 비중을 두는 것은 Elke Albrecht. et al.(1996)의 보고에서 배최장근단면 사진 분석을 통해 근내지방 합산 예측 면적비율이 8.5%~8.7% 범위에 속하는 두 도체의 실제 등심부위 조지방 함량이 근내지방 입자크기에 따라 다름을 언급했기 때문이다.

소도체 등급판정 주요 항목과 배최장근 Digital Image 분석결과 사이의 상관도를 비교한 표 5에서는 일반성분 검사결과에 의한 조지방 함량과 Digital Image 분석결과에 따른 근내지방 입자가 차지하는 누적면적 비율 간에 상관도(r)가 0.95이었다. 이것은 앞에서 언급한 이미지 분석에 의한 면적비율과 실측값인 조지방 함량 간의 측정단위 차이에서 오는 측정값 불일치에도 불구하고 근내지방도 번호(BMS No.)에 따른 변별력 평가에는 크게 문제가 없을 것으로 사료된다.

Kuchida 등(2000)은 각기 다른 두 실험실에서 흉추 6~7번 사이를 절개하여 다른 기종의 카메라를 이용해 배최장근 단면을 촬영하여 Digital Image 분석으로 근내지방도 번호(BMS No.)를 추정하고 조지방 함량 분석결과와 비교한 회귀식의 상관계수(R^2)가 0.96으로 매우 높았다고 보고하고 있다.

그 외에도 근내지방 입자크기와 소도체 등심단면적, 이미지 분석에 의한 배최장근 단면적과 근내지방 입자의 누적면적 비율 또는 조지방 함량, 근내지방 입자크기의 편차와 근내지방 입자의 누적면적 또는 조지방 함량 등에서 0.8이상의 상관도를 보였다.

표 5. 소도체 등급판정 항목과 배최장근 이미지 분석결과 간의 상관도

구 분	도체 등급판정 결과					배최장근 이미지 분석					일반성분
	등지방 두께	등심 단면적	도체 중량	육량 지수	육량 등급	배최장근 면적	근내지방 입자크기	근내지방 입자편차	근내지방 입자면적	근내지방 면적비율	조지방함량
등지방 두께	*1.00*	0.29**	0.13	−0.71***	−0.67***	0.40***	0.24*	0.28**	0.23*	0.30**	0.30**
등심 단면적	0.29**	*1.00*	0.55***	0.18	0.12	0.54***	0.85***	0.47***	0.57***	0.70***	0.53***
도체 중량	0.13	0.55***	*1.00*	−0.31**	−0.27**	0.17	0.56***	0.16	0.29**	0.32**	0.17
육량 지수	−0.71***	0.18	−0.31**	*1.00*	0.90***	−0.04	0.14	0.01	0.06	0.08	0.03
육량 등급	−0.67***	0.12	−0.27**	0.90***	*1.00*	−0.05	0.09	−0.09	−0.03	−0.01	−0.04
배최장근 면적	0.40***	0.5***4	0.17	−0.04	−0.05	*1.00*	0.40***	0.72***	0.64***	0.81***	0.85***
근내지방 입자크기	0.24*	0.85***	0.56***	0.14	0.09	0.40***	*1.00*	0.38***	0.55***	0.66***	0.42***
근내지방 입자편차	0.28**	0.47***	0.16	0.01	−0.09	0.72***	0.38***	*1.00*	0.83***	0.79***	0.80***
근내지방 입자면적	0.23*	0.57***	0.29**	0.06	−0.03	0.64***	0.55***	0.83***	*1.00*	0.87***	0.79***
근내지방면적비율	0.30**	0.70***	0.32**	0.08	−0.01	0.81***	0.66***	0.79***	0.87***	*1.00*	0.95***
조지방함량	0.30**	0.53***	0.17	0.03	−0.04	0.85***	0.42***	0.80***	0.79***	0.95***	*1.00*

***(P<0.001), **(P<0.01), *(P<0.05)

한편, Lee 등(2004년)은 출하체중 요인이 근내지방도 및 성숙도 요인에 영향을 주고 육질등급 측정항목에서는 근내지방도(r = 0.81**), 육색(r = 0.21**) 및 조직감(r = 0.41**)과 상관도가 높은 것으로 보고되었다.

표 6. 한우도체 근내지방도 번호(BMS No.)와 근내지방 입자크기 간의 경락가격 비교

구 분		BMS No1.	BMS No2.	BMS No3.	BMS No4.	BMS No5.	BMS No6.	BMS No7.	BMS No8.	BMS No9.	BMS No10.	BMS No11.
입자크기	대	9,715 ±925	9,289 ±755	11,195 ±925	10,687 ±925	13,101 ±1308	14,802 ±755	14,755 ±925	17,549 ±585	18,668 ±925	17,196 ±654	18,884 ±654
	중	9,312 ±1,458	8,451 ±1,458	12,389 ±842	13,121 ±1,031	12,632 ±1,031	14,870 ±842	14,376 ±1,031	14,689 ±1,458	15,359 ±842	17,879 ±842	19,831 ±729
	소	8,736 ±1,010	11,078 ±1,010	10,443 ±1,749	13,083 ±1,237	11,805 ±1,237	14,486 ±875	12,976 ±875	16,255 ±1,010	14,311 ±1,749	18,263 ±1,010	17,761 ±1,010
	평균	9,159 ±640^{D}	9,930 ±592^{D}	11,667 ±640^{CD}	12,297 ±640^{CD}	12,395 ±701^{CD}	14,696 ±496^{BC}	13,771 ±554^{BC}	16,800 ±522^{AB}	16,288 ±640^{AB}	17,721 ±4960^{A}	18,922 ±473^{A}

근내지방도 번호(BMS No.)별로 선정된 그림 5. 근내지방도 번호(BMS No.)별 평균 모형사진의 Digital Image 분석결과는 표 7과 같다. 근내지방 입자의 누적면적 비율은 BMS No.1에서 BMS No.11로 올라갈수록 근내지방 입자의 누적면적 비율도 2.39%에서 43.20%까지 증가하였다. 하지만, 근내지방도 번호(BMS No.) 구간별로 증가 폭은 일정한 간격을 유지하지 않았다.

근내지방 입자수는 근내지방 입자의 평균크기와 연계하여 근내지방도 번호(BMS No.) 증감에 비례하는 추세를 보인다.

표 7. 근내지방도 번호(BMS No.)별 평균 모형의 근내지방 특성

구 분		BMS No1.	BMS No2.	BMS No3.	BMS No4.	BMS No5.	BMS No6.	BMS No7.	BMS No8.	BMS No9.	BMS No10.	BMS No11.
근내지방 입자개수		1,553	720	1,227	1,921	1,853	1,169	3,026	796	1,573	877	715
근내지방입자 크기 (㎠)	평균	0.004	0.010	0.012	0.010	0.010	0.022	0.013	0.036	0.020	0.036	0.056
	최대	0.176	0.433	1.222	1.297	2.101	3.114	6.741	5.498	2.688	6.874	6.319
근내지방입자 면적비율(%)		2.39	7.46	17.71	18.35	21.15	24.47	32.59	34.91	36.31	37.93	43.20
면적자 2×2㎠ 셀의 입자수		69	30	58	71	84	44	103	39	42	72	47

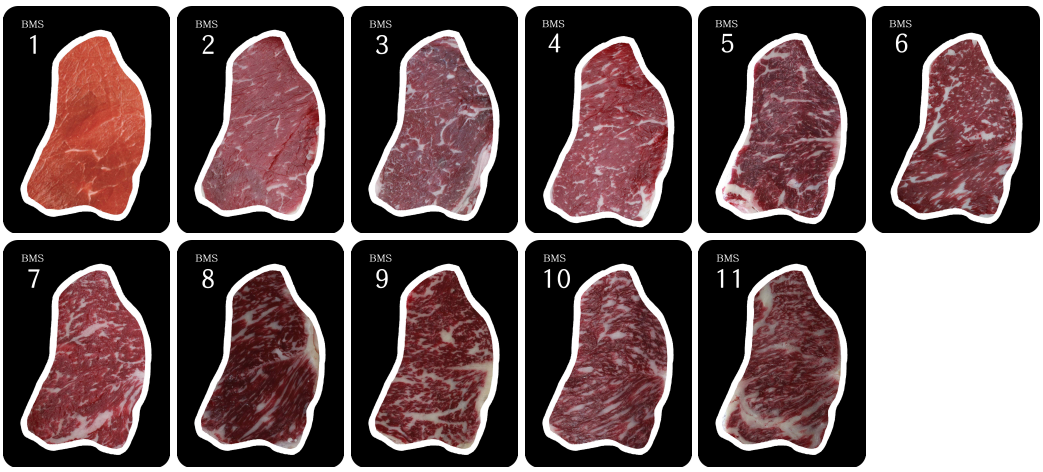


그림 5. 근내지방도 번호(BMS No.)별 평균 모형사진

그림 6은 품질평가사들이 소도체 등급판정시 배최장근 단면적을 측정할 때 이용하는 면적자이며 검은색으로 구분된 1개의 셀은 1㎠이다. 표 7의 조사결과에 따라 근내지방도 번호(BMS No.)별로 면적자 셀 2×2㎠(4㎠) 안에서 측정되는 근내지방 입자의 수는 BMS No.1의 경우 69개, BMS No.2 30개, BMS No.3 58개, BMS No.4 71개, BMS No.5 84개, BMS No.6 44개, BMS No.7 103개, BMS No.8 39개, BMS No.9 42개, BMS No.10 72개, BMS No.11 47개 정도로 나타났다. 그래서 근내지방 입자의 개수보다 입자크기가 조지방 함량에 더 큰 영향을 미치는 것을 예측할 수 있다.

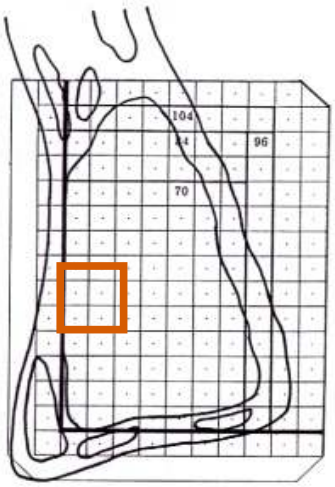


그림 6. 배최장근 면적자

현행 근내지방도 기준의 정확성 고도화를 위해서는 Digital Image 분석결과를 활용한 측정결과 개량화와 등심사진 확보 등 보완이 필요하다. 소도체에 따라 근내지방의 입자크기와 입자개수가 너무 다양할 뿐만 아니라, 앞에서 언급된 바와 같이 시각적 근내지방도 번호(BMS No.) 측정값과 조지방 함량 간에 상관계수(R^2)가 0.6이하인 점을 감안할 때, 근내지방도 번호(BMS No.)별로 여러 형태의 근내지방에 대한 개량적 측정값을 조사하여 등급판정 기준 설정에 활용해야 한다고 주장한다.

이는 조지방 함량 위주로 평가하는 현행 근내지방도 기준을 근내지방의 입자크기와 입자개수 등을 종합적으로 평가하는 방향으로 근내지방도 기준의 지속적인 발전 필요성을 느끼기 때문이다. 근내지방의 입자가 적당한 크기로 균일하게 많이 침착된 정도에 따라 근내지방도 번호(BMS No.)가 부여되어야 한다. 이렇게 등급판정 받은 높은 근내지방도 번호(BMS No.)의 쇠고기는 비록 조지방 함량이 많은『**예쁜마블링=꽃블링**』할지라도 소비자들에게는 지방의 느끼함보다 예술작품으로 보일 것이다. 또, 근내지방의 개량적 측정은 등급판정의 일관성을 유지함으로써 고객에게 믿음을 주고 우리나라 소고기의 품질향상과 더불어 경쟁력 제고에도 크게 기여할 것으로 기대한다.

참고문헌

1. A. O. A. C. 1990.“.Official Methods of Analysis”.15th ed. Assosiation of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Elke Albrecht, Jochen Wegner, Klaus Ender. (1996) A New Technique for objective evaluation of marbling in beef. Fleischwirtschaft 76 (11), 1145-1148.
3. Joe Grose.(2011) AWA Genetic Improvement Workshop. Armidale, NSW.
4. Kuchida, K., Kono, S., Konishi, K., Van Vleck, L. D., Suzuki M., Miyoshi, S. (2000) Prediction of crude fat content of longissimus muscle of beef using the ratio of fat area calculated from computer image analysis: comparison of regression equations for prediction using different input devices at different stations. J. Anim. Sci. 78, 799-803.
5. Mina Horii et al. (2008) Relationship between Japanese Beef Marbling Standard numbers and intramuscular lipid in M. longissimus thoracis of Japanese Black steers from 1996 to 2004. Nihon Chikusan Gakkaiho.
6. Patrick Jackman et al. (2009)Automatic segmentation of beef longissimus dorsi muscle and marbling by an adaptable algorithm. Meat Science. 83, 187-194.
7. Savell, J.W., Cross, H.R., Smith, G.C. (1986) Percentage ether extractable fat and moisture content of beef longissimus muscle as related to USDA marbling score. J. Food Sci.
8. Garcia, L.G., Lawrence, T.E., Montgomery, T.H., Parker, D.B., Brown, M.S. (2006) The prediction of fat percentage in the Longissimus Dorsi Muscle in fed beef using nuclear magnetic resonance. West Texas A&M University.
9. Lee, Y. J., Kim, C. J., Park, B. Y., Seong, P. N., Kim, J, H., Kang, G. H. Kim, D. H., Cho, S. H. (2009) Warner-Bratzler Shear Force, Sarcomere Length, Total Collagen Contents and Sensory Characteristics of Hanwoo Beef (Korean Native Cattle) Quality Grade. Korean J. Food Sci. Ani. Resour., Vol. 29, No. 6, 726~735.
10. Lee, J. M., Park, B. Y., Cho, S. H., Kim, J. H., Yoo, Y. M., Chae, H. S., Choi, Y. I. (2004) Analysis of Carcass Quality Grade Components and Chemico-Physical and Sensory Traits of M. LONGISSIMUS DORSI in Hanwoo. Korean J. Anim. Sci. & Technol. 46(5), 833~840.
11. Park, B. Y., Cho, S. H., Yoo, Y. M., Kim, J. H., Lee, J. M., Joung, S. K., Kim, Y. K. (2000) Effect of Intramuscular Fat Contents on the Physicochemical Properties of Beef Longissimus dorsi from Hanwoo. kor. J. Anim. Sci. & Technol. 42(2), 189~194.

12. Shackelford, S. D., Koohmaraie, D. M. and Wheeler, T. L. 1994. The efficacy of adding a minimum adjusted fat thickness requirement to the USDA beef quality grading standards for select grade beef. J. Anim. Sci. 72, 1502.

13. Shahidi, F. and Rubin, L. J. 1986. Meat flavor volatiles : A review of the composition, techniques of analysis, and sensory evaluation. CRC Crit. Rev. in Food Sci. and Nutr., 24, 141.

14. 堀井美那, 櫻井由美, 神辺佳弘, 笠井勝美, 浅田 勉, 小林正和, 山田真希夫, 林征辛甫, 立京 子 (2009) 牛脂肪交雑基準(BSC)と筋肉脂肪含量との関係(1996から2004年). 日本畜産學會報 80(1), 55-61.

15. 口田圭吾, 鈴木三義, 三好俊三 (2002) 画像解析による午胸最長筋内脂交雑粒子のあらさに関する評価法の検討. 日本畜産學會報 73(1), 9-17.

16. 牛垣 徹, 守屋和幸, 佐々木義之 (1997) 牛枝肉の脂肪交雑の評価におけるナンバーの妥当性. 日畜会報. 68(12), 1146-1133.

17. 米丸淳一. 上田靖子. 川手督也. 渡邊彰. 篠田満 (2002) 画像解析によるカット牛肉の水分, 粗タンパク質および粗脂肪重量の高精度な推定. 東北農業研究センター研究報告 第100号, 67-73.

18. 박범영, 조수현, 유영모, 김동훈, 김용곤, 이종문, 서강석, 윤영탁, 김관태, 최규진, 이선호 (2003) 축산물의 품질평가 및 규제화에 관한 시험연구. 축산기술연구소.

19. 축산물등급판정세부기준. (2013.7.1) 농림축산식품부고시 제2013-109호.

20. 한국동물자원과학회 한우연구회. (2009) 한우컨설팅지침서, 한우자조금관리위원회(인쇄), 제1권, 108-110.

소도체 갈비부위 등지방 및 갈비두께와 정육율의 상관관계 조사

(소도체 추가형질을 이용한 육량지수 예측모형 개발)

소도체 갈비부위 등지방 및 갈비두께와 정육율의 상관관계 조사
(소도체 추가형질을 이용한 육량지수 예측모형 개발)

성철완 · 정연복 · 이정우 · 김창기 · 김진우
축산물품질평가원 강원지원

초 록

본 연구 목적은 출하한 소 생체변화에 따른 현행 육량지수 산정방법을 점검하고 육량등급 산식에 사용한 3개(등지방두께, 배최장근단면적(이하 등심단면적), 도체중량) 변수 외에 갈비두께 및 갈비부위 피복지방두께(이하 갈비지방두께)를 측정하여 거래정육율(이하 정육율)과의 상관관계를 파악하고, 육량지수산식을 산출하여 향후 소 도체 육량등급기준 개정과 축산물유통 등에 필요한 자료를 활용하는 것에 있다. 먼저 회귀모형에 이용되는 도축성적(정육율, 육량지수, 도체중량, 등지방두께, 등심단면적), 갈비두께, 갈비지방두께)들의 환경효과 분석결과 성별의 효과는 모든 형질에서 유의한 결과($p<0.01$)를 나타냈으며 도축일령의 효과는 유의성이 없는 것으로 나타났다. 상관분석결과에서는 정육율은 각각 육량지수(0.82), 도체중량(-0.02), 등지방두께(-0.82), 등심단면적(0.21), 갈비두께$_1$(-0.60), 갈비두께$_2$(-0.25), 갈비지방두께(-0.71)로 나타났다. 정육율 예측을 위한 새로운 육량지수식 개발을 위한 다중회귀모형의 결과에서는 등지방두께, 등심단면적, 도체중량 및 갈비지방두께가 포함이 되었을 때의 회귀식 적합도(R^2=0.7139)가 가장 높게 나타났다. 따라서 육량지수식을 추정함에 있어서 갈비지방두께가 설명변량(독립변량)으로 새롭게 포함된 육량지수식이 최종모형으로 결정되었다.

key words 정육율, 육량지수, 갈비지방두께

서 론

쇠고기등급판정제도는 축산물의 품질향상과 유통의 원활, 가축개량을 촉진하여 합리적인 유통Process 정립으로 소비자 편익을 제공하고 축산물 수입개방에 대응하기 위해 1992년 7월부터 실시하여 왔다. 이러한 효과로 약 20여 년간 국내 쇠고기 산업은 괄목할 만한 성장을 이루어 왔으며, 1990년 연간 4.1kg이던 쇠고기 소비량은 2011년 10.2kg으로 2배 이상 증가하였고, 이러한 쇠고기 소비증가와

더불어 소 사육두수 역시 1991년 227만두에서 2012년 348만두로 53%가 증가하였다.

식육의 소비문화 변화에 대한 사양관리 방법의 지속적인 발전은 쇠고기등급판정제도 개정에도 영향을 미쳐 등급판정제도 도입초기에 1등급을 최상위 육질등급으로 규정하였으나 1997년 1^{+}등급이 신설 되었고, 2004년에는 1^{++}등급이 신설 되었다. 이 기간 근내지방도는 №2.5에서 5.1로 2배 이상 향상 되었고, 도체중량은 1998년 298kg에서 2012년 384kg으로 29%가 증가하였다. 등심단면적 역시 74.1㎠에서 91.2㎠로 23% 증가 하였으며 육량지수 산식에서 가장 큰 가중치를 부여하는 등지방두께는 7.6mm에서 13.6mm로 56%가 증가(축산물품질평가원. 2013.)하여 피복지방에 대한 정확한 측정이 요구되는 상황이다.

그런데 우리나라 쇠고기 등급판정제도는 육질부문에서는 사양관리 변화에 따른 꾸준한 개정을 하였으나, 육량부문에 있어서 초기 등급판정제도 시행에서 정립한 3개 변수(등지방두께, 등심단면적, 도체중량)를 토대로 산정한 육량지수로 육량등급을 구분하고 있다.(농림수산식품부 고시 제2011-171호. 축산물 등급판정세부규정) 육량지수산식에서 등지방두께와 도체중량은 부(-)의 값을 가지며, 등심단면적은 양(+)의 값을 가지고 있다. 소도체 품질평가시 현행 측정위치인 등지방이 손상된 경우, 갈비피복지방으로부터 연장선을 추정하여 측정하는 방법에 착안하여 신규변량으로 갈비지방두께를 추가하였으며, 일본 소도체 육량지수 산식이 갈비두께를 산입하고 있어 신규육량지수산식에 추가하여 적용 여부를 검토키로 하였다.

본 연구목적은 출하한 소 생체변화에 따른 현행 육량지수 산정방법을 점검하고 육량등급 산식에 사용한 3개 변수 외에 갈비두께 및 갈비지방두께를 측정하여 정육율과의 상관관계를 파악하고, 육량지수산식을 산출하여 향후 소 도체 육량등급기준 개정과 축산물 유통 등에 필요한 자료를 활용하는 것에 두고 있다.

재료 및 방법

도체선발

2013년 4월 9일부터 9월 15일까지 ㈜강원LPC에서 도축한 한우(성별 구분)를 도축장내 육가공업체인 ㈜강원LPC 육가공장과 ㈜정원푸드에서 발골 및 정형한 406두를 대상축으로 하였다. 성별은 암 96두, 수 105두, 거세 205두였으며, 육량등급은 A등급 210두, B등급 156두 C등급 40두였다. 조사대상 소 도체중량은 2012

년도 전국 평균 출하 도체중량을 기준으로 각 ±50kg을 적용하여 결과 분석 시 오차를 최소화 하였으며, 성별로 암소 267~367kg, 수소 335~435kg, 거세 366~466kg의 범위로 설정하였다.

측정항목 및 방법

소 도체를 등급판정하기 위해서는 계류 -> 타격(기절) -> 방혈(현수) -> 앞다리, 뒷다리, 머리 절단 -> 항문, 엉덩이 예박 -> 생식기 제거, 앞가슴 예박 -> 기계(또는 인력) 박피 -> 가슴 절개 -> 내장적출 -> 2분체 분할 -> 계량(세척) -> 냉장보관(도체심부온도 5℃이하)을 거치게 된다. 이때 '등지방두께' 측정항목은 좌반도체의 마지막등뼈(흉추)와 제1허리뼈(요추) 사이를 절개하여 등심 단면의 오른쪽 면을 따라 복부쪽으로 2/3 들어간 지점의 등지방두께를 측정하며, '등심단면적'측정항목은 좌반도체의 마지막등뼈(흉추)와 제1허리뼈 (요추) 사이의 등심 단면을 ㎠단위로 측정한다. 도체중량(kg)은 도체 한 마리분의 체중을 적용한다.

갈비두께와 갈비지방두께는 현재 측정하고 있는 등심 단면의 갈비방향으로 위치한 '장골 늑골근'을 중심으로 측정하는데, 이러한 측정방법은 현재 소 도체 등지방두께 측정 방법이 근육을 기준으로 측정하는 것과 맥을 같이 한다. '갈비지방두께'는 장골늑골근으로 부터 갈비 외측에 피복된 지방두께(등심 단면적으로부터 약 4cm 거리)를 측정하였으며, '갈비두께(갈비두께$_1$, 갈비두께$_2$로 세분)'는 같은 부위의 전체 갈비두께를 등급판정용 측정자로 측정하였다. ㈜강원LPC 박피방법은 기계에 의한 박피과정을 적용하여 공시축에 일관된 환경을 제공하였다.

정육율 산정은 축산물종합처리장 ㈜강원LPC에 입주한 ㈜강원LPC 육가공장, ㈜정원푸드에서 식품의약품안전처 고시 제 2013-153호 '식육의 부위별·등급별 및 종류별 구분방법'에 준한 발골 및 정형한 방법으로 산출한 쇠고기 대분할 10개 부위 소계를 기준으로 하였다.

측정 위치 구분	측정위치
① 현재 등급판정 부위	· 배최장근 단면적 2/3 지점
② 갈비지방 두께	· 장골늑골근 지점
③ 갈비두께	· 장골늑골근 지점

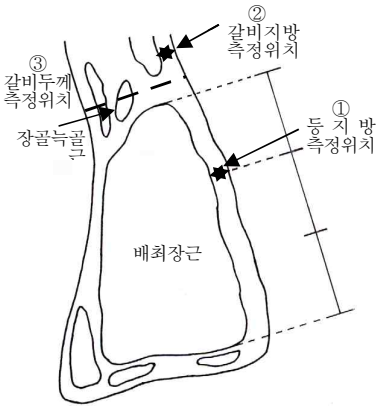


그림1. 측정위치 설명

통계분석

1) 환경효과 분석

갈비지방두께 및 갈비두께를 포함한 새로운 육량지수식 개발을 위한 모형의 종속변량 및 독립변량에 해당하는 형질들에 영향하는 환경효과 분석을 위하여 일반화 선형모형을 이용 하였으며 범주형 변량과 공변량을 각각 성별, 도축일령으로 하였다. 성별은 본 분석에 이용된 수소, 암소 및 거세우의 성(Sex) 효과를 보기 위함이며, 도축일령은 각 개체의 도축일에서 생년월일을 뺀 일수이다. 따라서 개체의 생물학적 나이에 따른 도축성적의 차이를 알아보기 위하여 공변량으로 이용하였다. 다변량 분산분석은 SAS ver.9.2 (SAS, 2010) GLM(generalized linear models) Procedure를 이용하였다.

Y_{ij}(도체성적) = β_0 + $Sday_i$ + $\beta_1 Sage_{ij}$ + e_{ij}

여기서,

Y_{ij} : i번째 도축일에 도축한 j번째 개체에 대한 도축성적 측정치

(정육율, 육량지수, 도체중량, 등지방두께, 등심단면적, 갈비두께, 갈비지방두께)

β_0 : 전체평균

$Sday_i$: i번째 성별의 범주형 변량

$\beta_1 Sage_{ij}$: 도축일령의 공변량

e_{ij} : 개체별 각 측정치의 임의오차

2) 일반상관 및 잔차상관 분석

체중, 체형과 도체형질간의 상관관계를 추정은 두 가지 방법을 이용하였다. 먼저 일반상관분석은 SAS ver.9.2(SAS, 2010)의 CORR 프로시저를 이용하여 변수들간의 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 통해서 형질들 간의 관측치 상관관계를 추정하였다. 일반화 선형모형을 이용한 다변량 분산분석은 범주형 변량인 성(Sex)효과와 도축일령의 공변량을 고려한 잔차상관을 구하기 위해서 SAS ver.9.2(SAS, 2010) GLM(gnenral linear models) 프로시저에 manova (multivariate analysis of variance)분석과정을 이용하였으며, 이 과정에서 각 형질의 환경효과 검증을 위해 P-value를 통해 유의성 검증을 실시하였다. 잔차상관의 결과와 일반상관이 크게 상이한 결과를 나타내면 성(Sex)과 도축일령의 효과가 도체성적에 영향을 미친다는 것을 추정할 수 있다.

3) 육량지수식 개발을 위한 회귀분석

육량지수 예측모형 개발을 위해서 종속변량은 정육율로 하였으며 독립변량은 도체중량, 등지방두께, 등심단면적, 갈비두께$_1$, 갈비두께$_2$(갈비두께$_1$에서 갈비지방두께를 제외한 부분) 및 갈비지방두께를 이용하였다. 분석에 사용된 모형은 일반화 다중회귀모형(Generaliged multiple linear regression models)을 이용하였다. 부분육 생산량 예측모형은 아래의 식과 같다.

$$Y_{ij} = b_0 + \Sigma b_i C_i + e_{ij}$$

여기서,

Y_{ij} : $_{ij}$번째 개체의 정육율

b_0 : 회귀식의 절편

b_i : i번째 도축성적의 회귀계수 값. 즉, 회귀식의 기울기

(i = 1, 2, 3...6)

C_i : i 번째 독립변량, 체척형질 값

(i = 도체중량량, 등지방두께, 등심단면적, 갈비두께$_1$, 갈비두께$_2$, 갈비지방두께)

e : 오차항

최적의 육량지수 모형 탐색을 위하여 SAS ver.9.2(SAS, 2010) REG(regression) 프로시저에 forward selection(전진선택법), backward elimination(후진제거법) 및 stepwise selection(단계별 선택법) 옵션을 이용하였다. 전진선택법과 단계별 선택법의 경우 설명변량의 유의성 검정을 통해 설명변량을 프로그램에서 자동적으로 탈락시키므로 연구자의 주관적인 판단을 통해 설명변량을 선택하기 위해서 후진제거법을 함께 이용 하였다. 실제 결과 해석에는 여러 통계량 값 중, 결정계수가 가장 크고, Mallow's C_p 값이 가장 적을 때 모형의 적합성이 좋다고 판단하여 육량지수식의 설명변량으로 선택하였다.

결과 및 고찰

기초통계 자료

Table 1. 측정항목별 평균결과 [기간 : 4.9일 ~ 9.15일 단위 : %, kg, mm]

구분	정육율	육량지수	도체중량	등지방두께	등심단면적	갈비두께$_1$	[1)]갈비두께$_2$	갈비지방 두께	두수
암	65.34	66.68	328.89	11.27	78.50	64.28	46.23	18.05	96
A	69.11	70.51	316.57	6.20	81.34	55.37	43.60	11.80	35
B	64.80	65.90	333.55	12.50	79.29	66.05	46.62	19.40	42
C	59.59	61.33	341.26	17.90	71.53	76.79	50.21	26.60	19
수	70.65	69.96	389.09	4.67	83.20	52.18	43.73	8.45	105
A	71.01	70.32	388.75	4.13	83.33	51.66	43.74	7.92	97
B	66.21	65.63	393.13	11.12	81.63	58.50	43.63	14.88	8
거세	66.58	66.07	420.05	10.88	88.82	69.59	50.33	19.25	205
A	69.56	68.58	413.40	7.90	92.50	65.51	49.91	15.60	78
B	65.49	65.13	423.27	11.95	87.29	70.83	50.45	20.38	106
C	61.02	61.55	428.48	16.57	82.90	78.43	51.29	27.14	21
평균	67.34	67.22	390.49	9.37	84.93	63.83	47.66	16.17	406

※ [1)]갈비두께$_2$: 갈비 두께1에서 갈비지방을 제외한 부분

출하한 도체 평균 정육율은 67.34%였으며, 한우(암)은 65.34%, 한우(수)는 70.65%, 한우(거세)는 66.58%였다. 갈비두께$_1$ 평균은 63.83mm였고, 한우(암)은 64.28mm, 한우(수)는 52.18mm, 한우(거세)는 69.59mm였다. 갈비지방두께 평균은 16.17mm였고, 한우(암)은 18.05mm, 한우(수)는 8.45mm, 한우(거세)는 19.25mm였다. 한우(암)의 평균 육량등급 출현율은 A등급 36.4%, B등급 43.8%, C등급 19.8%이며, 한우(수)은 A등급 92.4%, B등급 7.6%이고, 한우(거세)는 A등급 38.0%, B등급 51.7%, C등급10.2%로 나타났다. 갈비지방두께와 갈비두께$_1$은 성별 및 육량별 등급에 따라 두꺼워졌으나, 갈비두께$_2$는 암컷과 거세는 동일한 경향치를 보였으나, 수컷은 다른 결과를 보였다. 등지방두께와 도체중량은 육량등급에 따라 큰 수치를 보였으며, 등심면적 및 정육율은 성별과 육량등급에 따라 감소하였다.

환경효과 분석

새로운 육량지수식 개발에 이용된 형질들에 영향하는 환경효과 분석을 위해서 성별, 도축일령을 각각 범주형 변량과 공변량으로 하여 환경효과 분석을 실시하였다. 그 결과 성(Sex) 효과는 8가지의 모든 형질에서 성($p<0.01$)의 영향을 받는

것으로 나타났다. 따라서 새로운 육량지수식이 개발이 되면 성(Sex)에 따른 보정계수를 만들어 활용을 하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 본 분석에 이용된 자료는 표본 집단의 수가 적고 성비의 차이가 있으므로 본 연구에서는 성에 대한 보정계수를 제시하지 않고 현행 육량지수식에서 갈비두께$_1$, 갈비두께$_2$ 및 갈비지방두께를 추가하여 새로운 육량지수식을 개발하였다. 도축일령의 효과는 모든 형질에서 유의성이 없는 것으로 나타났다.

Table 2. 새로운 육량지수 추정에 이용된 형질별 환경효과 분석결과(P-value)

Source	자유도	정육율	현행 육량지수	도체 중량	등지방 두께	등심 단면적	갈비 두께$_1$	[1)]갈비 두께$_2$	갈비지 방두께
Sex	2	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
도축일령	1	0.5244	0.0904	0.8472	0.2152	0.0953	0.7161	0.1609	0.2566

※ [1)]갈비두께$_2$: 갈비 두께1에서 갈비지방을 제외한 부분

상관관계 분석

상관분석은 표현형 형질 간 피어슨의 상관계수를 활용한 일반상관과 성별 및 도축일령으로 보정한 잔차상관의 결과 두 가지를 이용하였다. 정육율과 육량지수는 0.82로 높은 상관관계를 나타내었다. 육량지수를 추정하기위한 회귀모형에서 설명변량으로 이용되는 형질과의 상관은 각각 도체중량(-0.02), 등지방두께(-0.82), 등심단면적(0.21), 갈비두께$_1$(-0.60), 갈비두께$_2$(-0.25) 그리고 갈비지방두께(-0.71)로 나타났다. 일반적으로 회귀모형 탐색 시 종속변량과 상관도가 높은 설명변량이 회귀계수의 값이 높게 나타나고 종속변량에 대한 설명력이 높다고 판단하므로 새로운 육량지수식을 개발 하는데 갈비두께$_1$, 갈비두께$_2$ 보다는 갈비지방두께를 이용하는 것이 정육율 추정에 효과적일 것으로 사료된다. 성별과 도축일령의 효과를 보정한 잔차상관의 결과에서는 각 형질별로 관측치 상관과 차이를 보였으므로 성별 혹은 도축일령의 효과가 나타난 것으로 사료된다. 따라서 본 연구결과에서는 차후 새로운 데이터가 축적된다면 성별의 경우 암소, 수소, 및 거세우에 따른 각 보정계수를 제시하는 것이 타당할 것으로 사료(김동훈 등, 2003)되고, 기존의 연구결과(구양모 등, 2011)에서 유의적 차이를 나타낸 도축일령도 데이터가 축적된다면 보정된 값을 활용하는 것이 타당할 것 사료된다.

Table 3. 도체성적 간 상관분석 결과

구 분	정육율	육량지수	도체중량	등지방두께	등심면적	갈비두께$_1$	[1)]갈비두께$_2$	갈비지방두께
정육율		0.82	−0.02	−0.82	0.21	−0.60	−0.25	−0.71
육량지수	0.78		−0.21	−0.94	0.22	−0.68	−0.30	−0.78
도체중량	−0.23	−0.27		0.10	0.55	0.31	0.31	0.17
등지방두께	−0.74	−0.92	0.25		−0.01	0.74	0.35	0.83
등심면적	0.27	0.39	0.40	−0.07		0.22	0.30	0.04
갈비두께$_1$	−0.48	−0.55	0.32	0.63	0.12		0.79	0.78
[1)]갈비두께$_2$	−0.15	−0.16	0.24	0.24	0.21	0.79		0.23
갈비지방두께	−0.60	−0.69	0.23	0.73	−0.07	0.65	0.05	

※ 잔차상관(아래부분), 관측치상관(윗부분)

새로운 육량지수식 개발을 위한 회귀분석

갈비두께 및 갈비지방두께를 추가하여 새로운 육량지수식을 개발하기 위하여 다중회귀모형을 이용하였다. 육량지수는 정육율을 추정하기 위함으로 회귀모형에서 종속변수는 실제 정육율을 이용하였으며 설명변량으로는 도체중량, 등지방두께, 등심단면적, 갈비두께$_1$, 갈비두께$_2$ 그리고 갈비지방 두께를 이용하였다. 추정한 육량지수와 정육율의 값의 차이가 적을수록 보다 정확한 결과이다. 회귀모형의 적합도 판단기준은 여러 통계치들 중에서 Mallow's C_p와 결정계수를 이용하였다. 먼저 단계삽입(Stepwise)의 결과 R^2=0.7118, C_p=6.1979일 때 등지방두께, 등심단면적, 갈비지방두께가 변수로서 포함이 되었고 후진선택(Backward)과 전진삽입(Forward)의 결과에서는 각각 R^2=0.7139, C_p=5.3239 및 R^2=0.7139, C_p=5 일 때 등지방두께, 등심단면적, 도체중량, 갈비지방두께가 동일하게 선택이 되었다. 따라서 모형 2와 모형 3의 결과가 동일함으로 육량지수식을 추정함에 있어서, 갈비지방두께 형질을 새롭게 포함하는 모형 3의 결과가 최종모형으로 결정이 되었다.

Table 4. 갈비형질을 추가하여 새로운 육량지수식 산출을 위한 회귀모형 결과

Option	독립변량에 따른 회귀식	Cp	결정계수 (R^2)
현재모형	육량지수 = 68.184-[0.625 * 등지방두께(mm)] + [0.130*등심단면적(㎠)] - [0.024*도체중량(kg)]	-	-
모형 1	독립변량 : 도체중량, 등지방두께, 등심단면적, 갈비두께$_1$, 갈비두께$_2$, 갈비지방두께		
stepwise selection	육량지수 = 67.1338-[0.5682 * 등지방두께(mm)] + [0.07912*등심단면적(㎠)] - [0.0737*갈비지방두께(mm)]	6.19787	0.7118
모형 2	독립변량 : 도체중량, 등지방두께, 등심단면적, 갈비두께$_1$, 갈비두께$_2$, 갈비지방두께		
backward elinination	육량지수 = 67.8946-[0.57092 * 등지방두께(mm)] + [0.0905*등심단면적(㎠)] - [0.00459*도체중량(kg)]- [0.06816*갈비지방두께(mm)]	5.3239	0.7139
모형 3	독립변량 : 도체중량, 등지방두께, 등심단면적, 갈비두께$_1$, 갈비두께$_2$, 갈비지방두께		
forward selection	육량지수 = 67.8946-[0.57092 * 등지방두께(mm)] + [0.0905*등심단면적(㎠)] - [0.00459*도체중량(kg)]- [0.06816*갈비지방두께(mm)]	5	0.7139

현행 육량지수식과 신규 육량지수식의 정확도 비교

현행 육량지수식과 새롭게 개발한 육량지수식간의 정확도를 비교하기 위해서 아래의 세 가지 방법을 이용하였다. 첫 번째로 육량지수와 정육율의 산점도를 비교한 결과 신규로 만든 육량지수의 결과가 현행 결과에 비하여 선형적인 관계를 나타내었다. 그러나 본 분석에 이용한 표본의 수가 적으므로 산점도만을 이용한 정확도 비교는 어렵다고 판단되어 실제 정육율과 육량지수간의 상관을 통해 정확도를 비교하였다. 보통 가축 육종학에서 추정 육종가와 실제 육종가간의 정확도는 두 육종가의 상관관계로서 나타낸다. 따라서 현재 육량지수, 새로운 육량지수 및 실제 정육율의 상관관계 결과 새로운 육량지수의 결과가 상관도가 0.02 높았으며 육량등급으로 환산하여 구한 정확도 역시 현행 육량지수식과 비교결과 0.14만큼 증가한 것으로 나타났다. 잔차제곱평균(RMS)과 비교결과에서도 현행 육량지수는 4.57이였고 새로운 육량지수는 4.01로서 실제 정육율과 편차가 적게 나타났다. 따라서 1992년부터 소도체 등급판정방법에 적용해온 3개 변수(도체중량, 등심단면적, 등지방두께)외에 갈비지방두께를 육량지수산식에 포함하는 것이 소 생체변화를 반영하는 적절한 모델로 육량등급의 정확도를 높여주는 것으로 판단된다.

1) 육량지수와 정육율 산점도(현행, 모형3 적용)

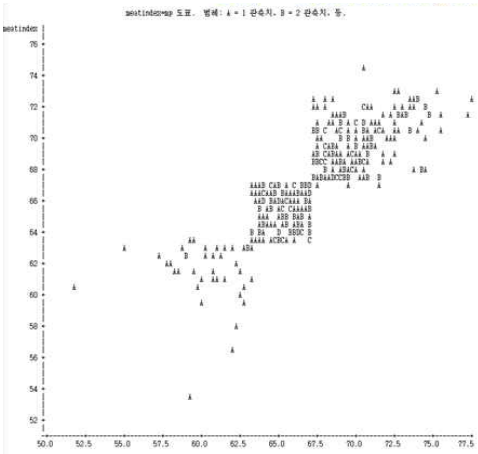


그림2. 현행 육량지수와 정육율 산점도

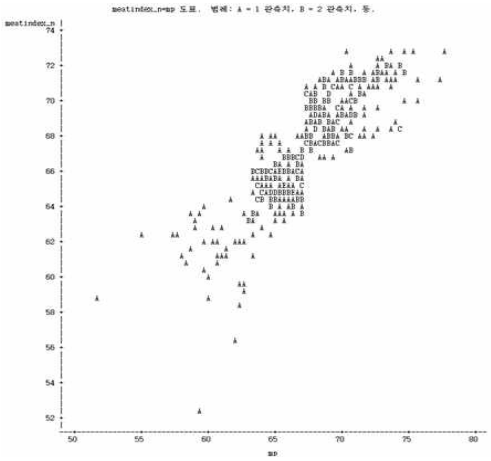


그림 3. 모형3 신규 육량지수와 정육율 산점도

2) Table 5. 현행 및 모형3 적용 상관관계 비교

	정육율	현행 육량지수	모형3 육량지수
정육율		0.82	0.84
현행 육량지수	0.82		0.97
모형3 육량지수	0.84	0.97	

3) Table 6. 현행 및 모형3 적용 비교

	현행 육량등급	모형3 육량등급
육량등급기준	0.71	0.85

※ 육량등급(A=3 B=2 C=1) 수치전환

4) Table 7. 잔차비교(R.M.S. Residual mean square)

	두수	평균값	표준편차	최소값	최대값
현행	406	4.574758	7.870131	0.0001	71.7409
모형3	406	4.010048	7.030915	0	51.53804

결 론

본 연구의 목적은 출하한 소 생체변화에 따른 현행 육량지수 산정방법을 검토하고 육량등급 산식에 사용한 3개 변수(등지방두께, 배최장근단면적, 도체중량) 외에 갈비두께 및 갈비지방두께를 측정 및 적용하여 정확한 정육율을 예측하기 위함이다. 도체중량, 등지방두께, 등심단면적, 갈비두께 및 갈비지방두께를 설명변량(독립변량)으로 하여 다중회귀모형을 추정한 결과 R^2=0.7139, C_p=5일 때 등지방두께, 배최장근단면적, 도체중량 및 갈비지방두께가 설명변량로서 포함되었다. 현행 육량지수식과 새롭게 개발한 육량지수식간의 정확도 비교를 위하여 실제 정육율과 육량지수간의 상관을 비교한 결과, 새로운 육량지수의 결과가 현행 육량지수에 비하여 상관도가 0.02 높았으며, 육량등급으로 환산하여 구한 정확도 역시 현행 육량지수식과 비교결과 0.14만큼 증가한 것으로 나타났다. 잔차제곱평균(RMS)의 비교 결과에서도 현행 육량지수는 4.57이었고, 새로운 육량지수는 4.01로써 실제 정육율과의 편차도 적은 것으로 나타났다. 따라서 갈비지방두께를 포함한 육량지수산식이 육량등급을 결정하는 데 정확도를 높이는 것으로 나타났다.

소도체 등급판정시 갈비지방두께를 추가로 측정하는 데에 따른 소요시간은 현행 측정항목인 등지방두께를 측정하는 시간과 동일할 것으로 보이며, 이에 따른 시간적 제약을 고려하기보다는 도체에 대한 정확한 판정이 우선되어야 할 것으로 판단된다. 또한, 정육율과 갈비지방두께의 높은 상관관계를 토대로 등급판정부위인 등지방두께의 피복지방 손상이 심할 경우 갈비지방두께를 측정하여 육량지수산식에 적용하는 방법을 후속 연구로 추진할 필요가 있다.

본 연구를 통하여 성별 및 도축일령을 보정한 잔차상관분석에서는 각 형질별로 관측치상관과 차이를 보임에 따라 암소, 수소, 거세우별 육량지수 산식을 산정하여 적용하는 방법을 차후 검토할 필요가 있다. 이 경우, 육량등급산출에 어려움을 가져다 줄 수는 있으나 우리나라는 다른 나라와 달리 도체성적이 상이한 암소, 수소, 거세우를 도축할 수밖에 없는 식육문화와 IT발전의 산업화에 따른 전자적 단말기의 보편화된 사용으로 성별 분리된 육량지수 산식 적용이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. M. E. Dikeman, L.V. Cundiff, K. E. Gregory, K. E. Kemp and R. M. Koch. (1998) Relative contributions of subcutaneous and intermuscular fat to yields and predictability of retail product, fat trim, and bone in beef carcasses. Journal Of Animal Science. VOL 76, pp 1604-1612
2. D K Jones, J W Savell and H R Cross. (1990) The influence of sex-class, USDA yield grade and USDA quality grade on seam fat trim from the primals of beef carcasses. Journal Of Animal Science
3. 축산물품질평가원. (2013) 2012 축산물등급판정 통계연보. pp134
4. 이종문 등. (2011) 등지방두께가 한우 암소와 거세우의 도체 등급 요인 및 도체가격에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 VOL 31, pp 280-289
5. 구양모 등. (2011) 한우 도체형질의 유전능력평가를 위한 통계모형 탐색. Journal of Animal Science and Technology VOL 53, pp 283-288
6. 이종문 등. (2008) 한우도체의 육량등급 요인 특성과 판매 정육량 추정. 한국축산식품학회지 VOL 28, pp 604-609
7. 김동훈 등. (2003) 소도체 등급판정기준개정에 관한 연구. 축산과학원
8. 박형기 등. (1995) 식육의 과학과 이용. 선진문화사
9. 이종문 등. (1995) 한우거세우와 수소의 도체특성 및 부분육 생산량에 관한 연구. 농업논문집 37(2) pp 534-540
10. SAS. 2010. SAS/STAT Software. Release 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

쇠고기 등심 위치에 따른 품질비교

쇠고기 등심 위치에 따른 품질비교

이한현[1] · 백준오[1] · 박준규[1] · 조철훈[2]
[1]축산물품질평가원 대전충남지원, [2]서울대학교 농업생명과학대학

초 록

이 연구는 한우 쇠고기의 등심 위치별(흉추 1, 흉추 6, 흉추 13, 마지막요추) 품질을 육질등급별(1^{++}, 1^{+}, 1등급)로 비교하여 축산물품질평가시 공정한 평가와 더불어 발생할 수 있는 민원사항에 대하여 올바르게 피드백 하기 위해 수행되었다. 총 42두의 한우 거세우를 육질등급별(1^{++}, 1^{+}, 1등급)로 나누어 흉추 1, 6 및 13번과 마지막 요추 부위의 등심을 채취하여 조지방함량, 이미지 분석 및 평가사 판정방법을 통해 품질의 차이를 비교하였다. 실험결과 흉추 6번, 13번, 1번 및 마지막 요추 순으로 품질이 우수하였으며, 1++등급과 1+등급의 마지막요추부위는 등급에 관계없이 유의적으로 차이가 없었다.

key words Hanwoo, quality grade, chuck roll, loin, strip loin, marbling

서 론

쇠고기의 지방성분은 인체에 필요한 열량과 영양성분을 제공할 뿐 아니라 고기의 맛에 크게 관여한다(Blumer, 1963). 특히, 근내지방이 섬세하고 고르게 잘 분포되어 있는 쇠고기가 부드럽고 맛이 좋다고 알려져 있다. Park 등(2000)은 근내지방 함량이 높은 쇠고기 등심육이 연도, 다즙성, 향미에서도 높은 점수를 받았다고 보고하였다. 따라서 쇠고기는 근내지방이 섬세하고 고르게 잘 분포되어 있는 고기가 부드럽고 맛이 좋다. 육질이 좋은 고기는 요리 후에 연하고 고기 속에 수분을 충분히 보유하여 다즙성이 좋으며, 향미가 좋아야하는데 근내지방이 많을수록 이러한 조건을 잘 충족시켜 준다. 이를 근거로 우리나라 축산물위생관리법 상 도체등급제도의 경우에도 육질등급을 근내지방도를 필두로 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도 등을 측정하여 판정하고 있으며, 판정에 따라 1^{++}, 1^{+}, 1, 2 및 3등급 등 총 5개의 등급으로 판정하고 있다.

한편, 쇠고기의 부위는 현재 대분할 10개와 소분할 39개 부위로 나누어져 있으며, 부위마다 근육 내 성분 조성 및 조직 특성이 다양하여 저마다 다른 육질

특성을 가지고 있다. 쇠고기등급제에 대한 소비자의 만족도 조사에서 같은 등급의 쇠고기라도 품질의 차이가 있었으며, 동일 개체일지라도 부위별 품질평가에서는 차이가 나타난다고 보고되었다(전, 2009). 이는 같은 등급이라 할지라도 등심이나 채끝 등 부위별로 마블링의 정도가 다르기 때문에 나타나는 현상일 수 있으며 이에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 쇠고기 등심 위치별 조지방함량 및 마블링 분포 분석을 통한 품질을 비교하여 부위별 육질을 상대적으로 판단할 수 있는 기초자료를 도출하고자 실시하였다. 본 연구결과는 한우산업의 발전을 위한 정책, 연구 및 지도에 크게 활용될 수 있을 것이다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구는 거세한우 등심의 위치에 따른 품질을 비교하고자, 육질등급별(1^{++}등급 23두 1^{+}등급 16두, 1등급 3두) 총 42두의 한우 거세우를 공시축으로 사용하였다. 소는 충남 홍성한우 브랜드 사업단에서 출하하는 농가의 거세우(27~34개월)를 사용 하였으며, 각 소는 ㈜홍주미트 도축장에서 일반적인 방법으로 도축 후 1℃ 냉장실에서 24시간 저장 후 정상적으로 등급판정을 받았다. 등급판정을 받은 소는 냉장탑차를 이용하여 홍성축협육가공센터로 운송한 다음 동일한 조건으로 발골처리 하였다. 한우 도체들은 농림부고시(제 2005-50호)에 따라 제작된 '쇠고기 부분육 분할 정형 지침서(1997)'에 준하여 발골 하였으며 3부위[목심(chuck roll), 등심(loin), 채끝(strip loin)]를 분리하여 흉추 1번, 흉추 6번, 흉추 13번, 마지막요추의 단면 샘플[두께(10 mm)]을 채취 후 잘려진 단면을 디지털 카메라(EOS-5D, Canon, Japan)로 촬영 하였으며 단렌즈(ef50 mm F1.8, Canon, Japan)를 사용하여 동일한 초점거리를 유지하여 220 lux 이상의 조도조건에서 촬영되었다. 채취된 당일 채취된 시료는 -20℃에서 24시간 냉동저장 후 농촌진흥청 종합분석검정센터로 이동하여 조지방 분석에 쓰였다.

조지방 분석

흉추 1, 6, 13번 및 마지막 요추에서 채취한 등심 시료의 일반성분 분석은 AOAC(2000) 분석방법에 준하여 수행하였다. 지방 및 수분함량은 자동추출장치(SMART 5/NMR Trac, CEM Corp., USA)를 이용하여 측정하였다.

이미지 분석

흉추 1, 6, 13번 및 마지막 요추의 단면을 촬영한 사진은 이미지 분석 프로그램(Image pro+, Media Cybernetics, USA)을 통해 흉추 1번의 반가시근, 흉추 6번 및 13번의 최장근, 마지막요추의 중간둔부근의 분석을 통해 적육과 지방의 비율을 조사하였다.

평가사 판정

등급판정 당일 흉추 13번을 절개 후 등급판정 조견표를 통해 3명의 평가사가 협의하여 판정하고, 시료채취 시 각 부위별 샘플채취 후 단면을 3명의 평가사가 협의 하에 판정하여 BMS(Beef Marbling Score) 넘버를 산출하였다.

통계분석

통계분석은 SAS(1989) 프로그램을 이용하였다. 쇠고기 등심의 위치별 조지방 함량, 이미지분석 및 평가사 판정 결과에 대한 유의성 검정은 GLM model로 Student-Newman-Keul's multiple range test로 실시하여 검정하였다.

결과 및 고찰

조지방 함량

육질등급별 한우거세우의 조지방함량 분석 결과는 Table 1에 나타내었다. 조지방함량은 1^{++} 등급 소도체의 지방함량 측정 결과 흉추 6번 부분 등심의 지방함량이 25.00%로 가장 높은 수치를 보였으며 흉추 1, 흉추 13, 마지막요추 부위의 조지방 함량은 각각 유의적으로 차이가 있음을 보였다. 1^{+} 등급 소도체의 조지방 함량 측정 결과 흉추 6번의 조지방 함량이 19.62%로 흉추1, 흉추13, 마지막요추 부위의 조지방 함량보다 유의적으로 높은 수치를 보였다. 1등급 소도체의 조지방 함량 측정 결과 흉추 1, 6, 13번은 서로 유의적 차이가 없는 것으로 나타났으며 마지막요추 부위는 6.09%로 다른 부위에 비하여 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다.

축산물품질평가원의 조사에 의하면 축산물품질평가제도의 BMS 넘버에 따른 평균 조지방 함량은 1^{++}(17~19%), 1^{+}(13~15%), 1(9~11%)로 조사 되었지만(축산물품질평가원. 2012), 본 조사에서는 등급판정부위인 흉추 13번 부위의 조지방 함량

이 1^{++}(22.04%), 1^{+}(16.08%), 1(12.96%)로 각각 평균 4.04%, 2.08%, 2.96% 정도 높은 수치를 나타냈다.

1^{++}등급과 1^{+}등급에서는 마지막요추 부위를 제외하고는 1^{++}등급이 1^{+}등급보다 흉추 1번 흉추 6번 흉추 13번 부위에서 유의적으로 높은 수치를 나타냈다.

Table 1. 쇠고기 등심 위치에 따른 등급별 조지방 함량(%)

위치	품질등급			
	1^{++}	1^{+}	1	Whole
흉추 1번	19.09±5.69[c]	15.38±4.99[b]	13.76±2.55[a]	17.30±5.57[b]
흉추 6번	25.00±3.68[a]	19.62±3.41[a]	16.82±2.04[a]	22.39±4.56[a]
흉추 13번	22.04±3.15[b]	16.08±2.43[b]	12.96±2.13[a]	19.18±4.34[b]
마지막요추	13.60±5.98[d]	13.62±5.87[b]	6.09±1.60[b]	13.01±5.98[c]

이미지 분석을 통한 지방 분포도 조사

이미지분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 1^{++} 등급 소도체의 이미지분석 결과 흉추 6번(25.99%)과 흉추 13번(23.85%)은 유의적으로 차이가 없었으며, 흉추 1번(16.48%)과 마지막요추(11.48%)사이에서는 유의적으로 흉추 1번이 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 1^{+}등급 소도체의 경우 1^{++}등급과 마찬가지로 흉추 6번(21.47%)과 흉추 13번(18.93%)은 유의적으로 차이가 없었으며, 흉추 1번(16.13%)과 마지막요추(10.89%)사이에서는 유의적으로 흉추1번이 큰 값을 나타내었다. 1등급 소도체의 이미지분석 결과 흉추 1, 6, 13번은 서로 유의적 차이가 없는 것으로 나타났으며 마지막요추 부위는 7.23%로 다른 부위에 비하여 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다. 쇠고기 등심 위치별 등급을 고려하지 않은 전체 소도체의 이미지분석 결과는 흉추 6번이 23.37%로 흉추 1번, 흉추 13번 마지막요추 부위에 비하여 유의적으로 높음을 나타냈고, 각 등심 위치별로 유의적으로 차이가 있음을 나타냈다.

각 등급간 결과를 요약하면 1^{++}등급과 1^{+}등급에서 흉추 1번과 마지막요추는 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났고, 흉추 6번과 13번은 1^{++}가 1^{+}등급보다 유의적으로 높은 수치를 나타냈다.

Table 2. 쇠고기 등심 위치에 따른 지방 분포도 이미지분석 결과(%)

위치	품질등급			
	1^{++}	1^{+}	1	Whole
흉추 1번	16.48±5.62[b]	16.13±5.00[b]	12.77±2.66[a]	16.08±5.23[c]
흉추 6번	25.99±3.44[a]	21.47±3.55[a]	13.39±2.04[a]	23.37±4.87[a]
흉추 13번	23.85±3.05[a]	18.93±3.32[a]	15.20±2.11[a]	21.35±4.22[b]
마지막요추	11.48±3.37[c]	10.89±3.09[c]	7.23±3.18[b]	10.95±3.35[d]

평가사 판정

각 부위에 대한 평가사 판정 결과는 Table 3 에 나타내었다. 1^{++}, 1^{+}, 1 등급과 전체의 결과에서 보면 흉추 6번과 흉추 13번이 유의적 차이가 없는 것으로 나타났고 흉추 1번이 마지막요추보다 유의적으로 높은 결과를 나타내었다.

Table 3. 쇠고기 등심 위치에 따른 평가사판정 결과(BMS)

위치	품질등급			
	1^{++}	1^{+}	1	Whole
흉추 1번	4.3±1.5[b]	3.4±1.6[b]	3.0±0.0[b]	3.9±1.5[b]
흉추 6번	7.6±1.3[a]	6.5±1.5[a]	4.3±0.6[a]	6.9±1.6[a]
흉추 13번	8.2±0.9[a]	6.9±0.6[a]	4.3±0.6[a]	7.4±1.3[a]
마지막요추	2.7±0.8[c]	2.5±0.5[c]	2.0±0.0[c]	2.5±0.7[c]

↘ 등급별 평균 모델

연구결과 밝혀진 1^{++}등급과 1^{+}등급의 평균모델을 Fig 43, 44번에 나타내었다. 등급별 평균모델은 흉추 13번을 기준으로 평가하는 축산물품질평가에 따른 흉추 1, 6번 및 마지막요추 부위의 품질을 상대적으로 나타낸 것이다.

Fig 1. 1^{++} 등급 평균 모델

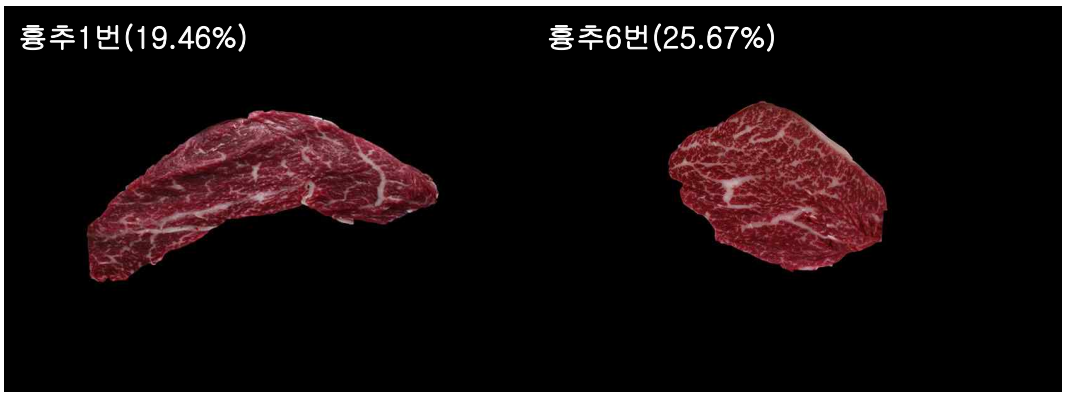
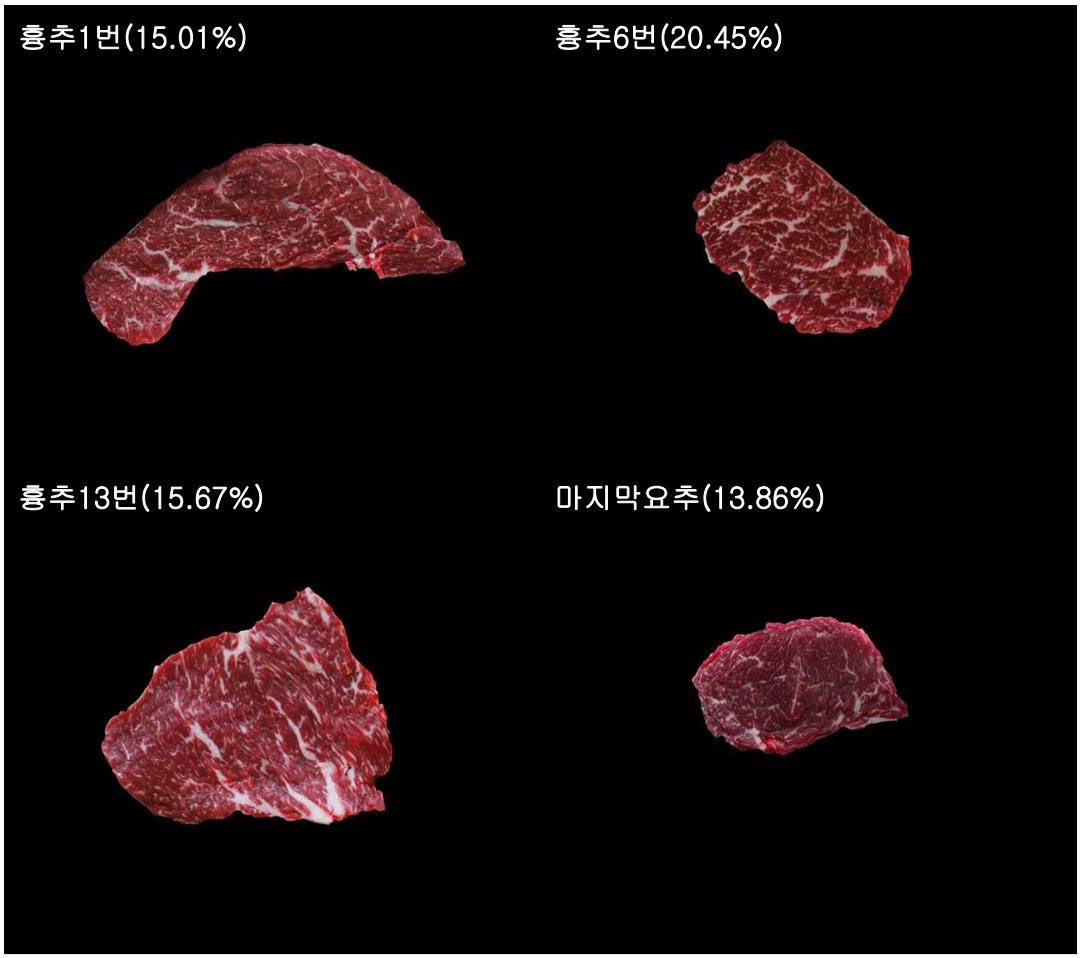


Fig 2. 1^{+} 등급 평균 모델



요 약

27~34개월령의 거세우 42두(1^{++}등급 23두, 1^{+}등급 16두, 1등급 3두)의 조지방 함량, 이미지분석, 평가사 판정 3가지의 방향으로 조사하여 등급판정 부위인 흉추 13번을 기준으로 각 부위별(흉추 1, 흉추 6, 흉추 13번, 마지막요추) 상관관계를 조사해 보았다. 3가지 실험 모두 흉추 1번과 마지막요추를 제외한 부위에서 등급이 오름에 따라 그 결과 또한 오르는 것으로 나타났다. 조지방 함량 분석결과 등급을 고려하지 않은 전체 소도체 지방함량은 흉추 6 > 흉추 13 = 흉추 1 > 마지막요추 순으로 지방함량의 차이를 보였으며, 이미지분석 결과 흉추 6 > 흉추 13 > 흉추 1 > 마지막요추 순으로 각각 유의적 차이를 보였다. 두 실험에서 1^{++}등급과 1^{+}등급의 마지막요추부위는 등급에 관계없이 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 평가사 판정 결과는 흉추 13 = 흉추 6 > 흉추 1 > 마지막요추 순으로 나타났다.

고 찰

본 실험에서 이미지 분석 결과와 평가사판정 사이에는 상당한 유의성을 보이지만 조지방 함량 분석과는 조금 다른 결과가 나타났다. 즉, 눈으로 보고 판정하고 보이는 부분과 실제 조지방 함량 측정시 조금 다른 결과가 나온 것이다. 그 원인을 살펴보면 조지방 분석시 일부 뭉쳐진 지방이 들어갔을 가능성, 여러 근육 중 실험과는 관계없는 근육 부위가 들어갔을 경우와 이미지 분석시 실험자의 실수로 인한 오류에 대하여 생각해 볼 수 있다. 실험 두수 또한 각 등급별로 일정치 못하였고 1^{++}등급과 1^{+}등급에 집중되어 있어서 차후 다양한 등급의 연구가 필요하다고 사료된다.

참고 문헌

1. AOAC.(2000) Official Methods of Analysis.17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, Chapter39.pp.1-8.
2. Blumer,T.N.(1963)Relationship of marbling to the palatability of beef.J.Anim Sci. 22,771-118.
3. Park, B. Y., Cho, S. H., Yoo, Y. M., Kim, J. H., Lee, J. M., Jung, S. G. and Kim, Y. G. 2000. Effect of intramuscular fat contents on the physicochemical properties of beef longissimus dorsi from Hanwoo. Korean J. Anim. Sci. Technol. 42:189-194.
4. 농림부고시 제 ２００７－８２호
5. 농림부고시 제 ２００５-５０호
6. 전상곤. (2009)쇠고기등급제의 효과와 정책과제. 한국농촌경제연구원. 27-28
7. 축산물품질평가원. (2012)주요국의 축산물 등급제도 현황. 한국의 축산물 유통. 640.

쇠고기 등심근 내 지방산(올레인산) 함량과 맛과의 상관관계 조사

쇠고기 등심근 내 지방산(올레인산) 함량과 맛과의 상관관계 조사

한효동[1] · 서강석[1] · 이정용[1] · 임상철[1] · 임헌종[1] · 선창완[2] · 권기문[2] · 최재원[3] · 전순홍[3]
[1]축산물품질평가원 충북지원, [2]축산물품질평가원 연구개발팀, [3]축산위생연구소 종축시험장

Abstract

This study was conducted to suggest the recommended dietary allowances by quality grade analyzing nutritional ingredients for the proper purchase of consumers and to provide basic data of the correlation with the taste to carry out sensory evaluation in contrast to the content of oleic acid ,unsaturated fatty acids, for the supplement of quality grade regulations. Total of the experimental animals was 39, Hanwoo steers ; 10 each from grade 2 to 1^{+} and 9 of grade 1^{++}, being analyzed of sirloin, intermuscular and back fat.

As the result of sensory evaluation, object with high preference showed insignificant in the percentage of oleic acid inside sirloin and highly significant when the crude fat content and total oleic acid inside sirloin was high. To judge from result that the preference of sensory evaluation by each quality grade was significantly high, total oleic acid content is important but mabling content is extremely important as well in the critical factor of the taste. Therefore it would be the best way to eat beef, if customers follow the recommended dietary allowances by quality grade.

key words | Fatty acid, Unsaturated fatty acids, Oleic acid, Sensory evaluation

서 론

쇠고기의 등급제도는 자국의 시장여건에 따라 변화하며 개정되어 왔으며 우리나라의 소도체 등급제도는 미국, 일본의 경우와 마찬가지로 육량 및 육질등급제를 적용하고 있다. 호주는 AUS-MEAT등급과 브랜드 프로그램인 MSAS(Meat Stand-ards Australia) 등급을 적용하고 있다(AUS-MEAT, 2005;Polkinghorne et al., 2008; Verbeke et al., 2010). 그런데 최근 우리나라의 현재 육질등급제도는 과도한 지방섭취를 부추긴다는 부정적 여론도 생기고 있다.

그러나 쇠고기의 지방성분은 인체에 필요한 열량과 영양성분을 제공할 뿐 아니라 고기의 맛에 크게 관여하는 것으로 알려져 있다(Blumer, 1963). 또한 인체 구성성분으로서의 지방산은 필수지방산과 비필수지방산으로 이루어져 있는데 지방에 대한 적절한 섭취는 고기 내에 포화지방이 적고 불포화지방 함량이 높은 것을 추천하고 있다. 우리가 섭취하는 한우고기의 근내지방은 서양의 육우 품종과는 달리 쇠고기 단가불포화지방산인 Olelic acid 함량이 높은 것으로 보고되었는데(Cho et al., 2008a), 박 등(2010)은 Oleic acid(18:1)는 고기의 풍미 및 다즙성에 있어서 매우 중요한 위치를 차지한다고 하였다.

쇠고기 맛을 결정하는 가장 중요한 요인으로 연도, 다즙성, 향미가 전반적인 기호도와 높은 상관관계가 있다고 증명되었고(Jeremiah, 1996; Monson et al., 2005; Robins et al., 2003), Cho 등(2008)의 연구에 의하면 한국 소비자들이 한우고기를 평가할 때 연도, 다즙성 및 향미가 최종 맛 만족도에 미치는 가중치는 각각 0.51, 0.19 및 0.30이라고 보고한 바 있다. 또한 Waldman(1965)은 고기의 다즙성은 myristic acid(14:0)와 palmitic acid(16:0)의 양이 많을수록 다즙성이 좋아진다고 하였고, Dryden 등(1970) 과 Studivant 등(1992)은 oleic acid(18:1)를 높은 비율로 함유하고 있는 고기가 맛에 있어서 좋은 평가를 받을 수 있다고 보고하였으며, Lunt and Smith(1991)는 포화지방산(SFA) 함량에 대한 단가불포화지방산(MUFA/SFA)의 비율은 식육의 맛을 결정짓는 간접적인 지표가 될 수 있다고 보고된바 있다.

미국은 5년 주기로 국가 쇠고기품질 평가를 통해 도체의 생산성과 품질향상을 시켜왔으나(Boleman et al., 1998; Garcia et al., 2008; Lorenzen et al., 1993; Mckenna et al., 2002) 여전히 육질등급이 소비자의 요구를 충분히 반영하지 못한다고 보고되고 있다(Ferrier et al., 2007).

우리나라의 경우는 1993년 쇠고기 등심 내 근내지방 함량에 따라 육질등급이

적용되면서 거세우 사육 등 체계적인 고급육 사육시스템이 도입되어, 그간 사양기술의 발전 및 출하체중의 증가로 2004년 12월에 5개 등급으로 확대 개정되어 적용되고 있다. 그러나 최근 사료값 상승 등을 기존 근내지방 위주의 육질등급으로 인한 곡물사료 급여를 원인으로 꼽으며 과다 근내지방 섭취에 따른 부작용이 이슈화 되고 있는 실정이다.

그러나 쇠고기내의 Oleic acid(18:1)의 함량은 고기의 향미와 다즙성에 영향을 미치며, 그 함량이 높으면 혈중 콜레스테롤을 낮출 수 있는 요인이 된다(이 등, 2004)고 하여, 쇠고기의 맛과 소비자의 건강에서 중요한 요소이지만, 일부에서는 정확한 섭취권장량의 제시 없이 쇠고기의 근내지방 위주의 육질등급 판정 방법에 무조건적인 부정적인 시각이 있었던게 사실이다.

따라서 본 연구는 소비자의 욕구변화 및 쇠고기의 건강한 소비를 위해서 쇠고기의 육질등급별 Olelic acid 함량에 따른 관능평가 및 영양성분을 분석하여 소비자에게 식육의 정확한 섭취권장량을 제시하고, 현재의 육질등급 판정 방법을 보완하는데 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

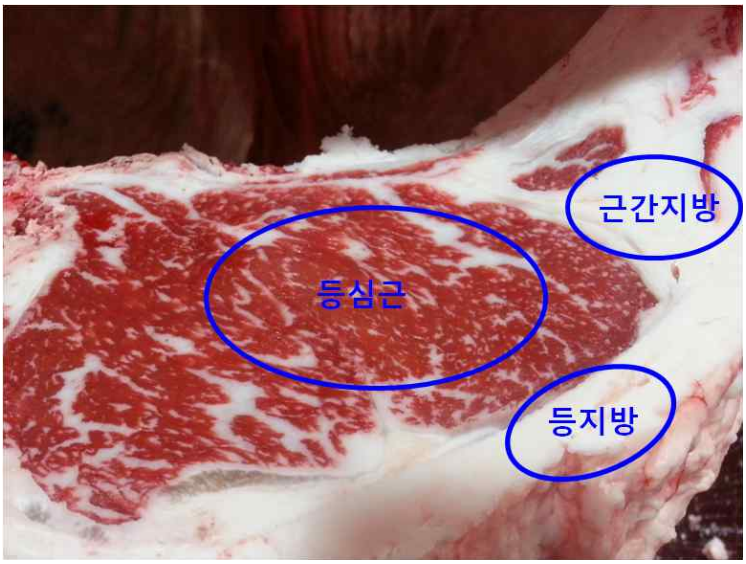
도축장 (주)팜스토리에서 6월 12일부터 9월 13일 까지 도축한 한우 거세우 중 도축 24시간 후 2등급, 1, 1^{+}등급 10두씩 그리고 1^{++} 등급 9두, 총39두에 대해서 소 등심을 등급판정 부위에서 부터 약 0.5kg 정도 2점씩 채취하여 진공포장 후 각자 동일한 방법으로 -24℃에서 냉동을 한 후에 1점씩은 농업기술실용화재단으로 운반하여 지방산 분석, 영양성분 분석 등 필요한 항목을 조사하였고, 1점씩은 축산물품질평가원으로 운반하여 관능평가를 실시하였다. 겉지방은 등급판정 부위와 가까운 쪽은 등지방을 채취하였으며, 속지방은 등급판정 부위에서 보이는 지방과 연결되어 목쪽으로 척추 3~4마디 아래에 위치(흉추 9~10번째)한 곳에서 50g 정도를 채취하여 등심과 동일한 방법으로 냉동 후 농업기술실용화재단으로 운반하여 지방산 분석을 하였다.

조사항목

(1) 등심근 및 근간지방, 등지방의 지방산 분석

지방의 추출은 Folch 등(1957)의 방법에 따라 실시하였다. 지방산 분석을 위한

methylation은 Morrison과 Smith(1964)의 방법에 따라 실시하였으며, PerkinElmer gas chromatograph (model Clarus 500 with autosampler, PerkinElmer Life and Analytical Sciences, Shelton, CT, USA)에 fused silica capillary column SP 2560 〔100m × 0.25mm(id)〕(Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)을 이용하여 injector 및 detector 온도 각각 220 및 250℃ 조건으로 분석 하였다.



(2) 육질, 육량등급요인 측정

등급판정요인은 축산물품질평가사가 축산물등급판정 세부기준(농림축산식품부 고시 제2013-109호)에 따라 판정한 등급판정결과를 활용하였다. 육량등급의 단위는 도체중 kg, 등지방두께 mm, 등심단면적 ㎠이고, 육질등급의 근내지방도는 근내지방도 기준 부도 No1(거의없음)에서 No9(매우많음)으로 판정하였으며, 육색은 육색기준 부도 No1(밝은적색)에서 No7(암적색)으로, 지방색은 지방색기준 부도 No1(유백색)에서 No7(황노란색)으로, 조직감은 결, 광택, 보수력, 탄력성을 감안하여 No1(매우좋음)에서 No3(매우거침)로 판정하였다.

(3) 일반성분 분석

단백질, 수분, 지방, 회분 분석은 AOAC(1995)에 준하여 분석하였다. 지방 및 수분함량은 CEM자동추출장치(Labwave 9000/FAS 9001, CEM Corp., Mattews, NC, USA)를 이용하여 측정하였다. 단백질은 Kjeltec System(Kjeltec Auto 2400/2460, Foss Tecator AB, Hoganas, Sweden)을 이용하여 분석하였으며, 회분은 회분분석기(MAS 7000, CEM Corp., Mattews, NC, USA)를 이용하여 측정하였다.

(4) pH

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

(5) 육색

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

(6) 보수력 및 전단력

보수력(Water-holding capacity; WHC)은 원심분리법(Laakkonen et al., 1970)으로 측정하였으며, 전단력가(WBS, Warner-Bratlzer shear force)는 각 부위의 근육을 2.5cm 두께의 스테이크 모양으로 절단하고 80℃항온수조에서 시료의 심부온도가 70℃에 도달할 때까지 가열한 후 Wheeler 등(2000)의 방법에 따라 냉각하여 전단력 측정기(Tms-Touch, Food Technology. Co., USA)로 3번 이상 측정하여 평균값을 이용하였다. 측정조건은 load type을 50kg(500 N)로 하였고 Crosshead speed는 400mm/min으로 각각 고정하여 실시하였다.

(7) 관능평가

관능평가는 축산물품질평가원의 직원을 대상으로 순위법(Ranking test)과 삼점법(Triangle test)으로 선발테스트를 실시하였고 상위 18명을 선발하여 이중 상위 10명을 관능검사 패널로 활용하였으며, 시료 조리는 Convection Oven(Samsung, HQ-Z365BF, Korea)을 이용하여 230℃에서 20분 동안 가열하였고 관능검사 시료의 심부온도가 72~74℃가 될 때 꺼낸 후 방냉 하여 20㎜×10㎜×10㎜(가로× 세로× 높이)크기로 잘라 훈련된 관능검사요원 10명 에게 다즙성(5=매우 다즙 3=보통 1=매우건조), 연도(5=매우연함, 3=보통, 1=매우질김), 풍미(5=매우고소함 3=보통 1=매우 싱거움), 종합 기호도(5=매우만족, 3=보통, 1=매우 불만족)에 대해 5점 척도법으로 관능검사를 실시하였다.

(8) 통계처리

시험성적의 통계처리는 SAS@9.2 Package/PC을 이용하여 분산분석과 Ducan의 다중검정으로 각 요인간의 유의성($p<0.05$)을 비교분석하였다.(SAS Institute, 2011)

결과 및 고찰

공시축의 도체특성

공시축의 도체특성에 관한 결과는 Table 1에 보는 바와 같이 등심단면적과 도체중은 육질등급이 좋아질수록 증가하여 등심단면적은 2등급(78.20㎠)에서 1^{++}등급(101.80㎠)으로 갈수록 유의적으로 증가하였고, 도체중도 2등급(411.10kg)에서 1^{++}등급(459.11kg)으로 갈수록 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 육색과 지방색은 유의적인 차이는 없었으며, 조직감은 2등급에 비해 1등급 이상에서 유의적으로 좋아졌다.

Table 1. Characteristics of Hanwoo carcass and Meat color, Fat color, Texture

Quality Grades	Back fat(mm)	Loin area(㎠)	Carcass weight(kg)	Meat color	Fat color	Texture
2	10.90±5.13	78.20^{c}±7.19	**411.10^{b}±23.40**	5.00±0.00	2.60±0.49	2.00^{a}±0.30
1	10.10±4.13	87.00^{b}±5.29	418.80^{b}±47.65	4.70±0.46	2.80±0.40	1.00^{b}±0.00
1^{+}	12.70±3.47	89.80^{b}±9.80	431.60^{ab}±27.22	4.60±0.49	2.80±0.40	1.00^{b}±0.00
1^{++}	10.00±2.80	101.80^{a}±11.95	**459.11^{a}±24.20**	4.67±0.46	2.89±0.30	1.00^{b}±0.30

$^{a-c}$ Means in the same column with different letters are significantly different($p<0.05$)

이화학적, 일반성분, 열량, 콜레스테롤 분석결과

육색, pH, 보수력, 가열감량 및 전단력의 분석결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 기계적으로 측정한 육색에서 명도(L^*)는 2등급에서 37.0으로 가장 낮게 나오고 적색도(a^*)는 2등급에서 22.2로 가장 높았으며, 황색도(b^*)는 1등급에서 11.9로 가장 높게 나왔으나 모두 육질등급별로 유의적인 차이는 없었다. 이와같은 결과는 Kim 등(2008)이 한우 고급육의 L^*, a^*, b^* 값이 각각 42.8, 24.7 및 12.6으로 근내지방도가 높을수록 L^*, a^*, b^* 값이 높았다는 결과와 차이를 보이지만 Table 1에서의 육색 결과와 비슷한 결과를 보였다.

pH는 육질등급별 차이 없이 6.0으로 나타났으며, 보수력은 1^{++}등급에서 44.7%로 다른 등급보다 낮게 나타났지만 유의적인 차이는 없었다. 이는 이 등(2010)이 1^{++}등급이 3등급에 비하여 높은 보수력을 나타내었지만 유의적인 차이가 없었다는 결과와 비슷하였다.

가열감량은 1^{++}등급(22.9)이 2등급(31.6)보다 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$). 이는 이 등(2010)이 1^{++}등급의 등심부위가 22.21로 3등급(27.67)보다 유의적으로

낮게 나타난다는 보고와 일치하였다.

전단력은 유의적인 차이는 없었지만 1^{++}등급(4.2)이 2등급(6.0)보다 낮게 나타났는데 이는 George 등(1997) 및 Obuz 등(2004)이 전단력가는 등급이 높을수록 낮아진다($p<0.05$)는 결과와 일맥상통한다.

Table 2. Analysis Results of Meat color, pH, Water holding capacity, Cooking Loss, Shear force by quality grades

Trait	Quality Grades			
	2	1	1^{+}	1^{++}
L^{*}	37.00±3.78	39.21±4.14	39.10±5.27	39.10±3.43
a^{*}	22.22±3.07	21.80±3.19	19.65±3.04	21.49±2.51
b^{*}	11.55±1.90	11.92±1.73	11.32±2.20	11.61±1.26
pH	6.04±0.12	6.04±0.08	6.02±0.10	6.01±0.08
Water holding capacity(%)	48.80±8.15	49.52±4.51	46.85±5.40	44.66±3.06
Cooking Loss(%)	31.63^{a}±1.65	28.25^{b}±3.36	26.21^{bc}±2.57	23.00^{c}±5.05
Shear force (kg/㎠)	5.98±1.70	6.08±2.86	4.69±0.95	4.16±1.14

$^{a-c}$ Means in the same row with different letters are significantly different($p<0.05$)

일반성분 분석

수분, 조지방, 조단백질, 조회분의 분석결과는 Table 3 과 같다. 육질등급별 수분함량은 68.6%～ 59.1%로 2등급에서 1^{++}등급으로 갈수록 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.05$) 이는 Lee 등(2002)이 근내지방도는 수분함량과는 부의 상관관계를 가진다고 보고한 결과와 일치하였다.

조지방 함량은 8.5%～20.7%로 2등급에서 1^{++}등급으로 갈수록 유의적으로 높게 나타났는데($p<0.05$), 이는 이 등(2010)이 한우 등심부위 조지방 함량은 3등급 2.62%～ 1^{++}등급 24.74%로 유의적으로 높다고 발표한 자료와 같다.

조단백질 함량은 2등급 21.0%에서 1^{++}등급 17.9%로 감소하였는데 이는 Luchak 등(1998) 및 Nelson 등(2004)이 단백질함량은 육질등급이 높을수록 낮아진다는 결과와 일치하였다.

조회분 함량은 2등급 0.9%에서 1^{++}등급 0.8로 유의적으로 낮아졌는데 이는 Luchak 등(1998)이 육질등급이 낮을수록 높아진다는 결과와 일치하였다.

Table 3. Analysis Results of Moisture, Crude Fat, Crude Protein, Crode ash by quality grades

Trait	Quality Grades			
	2	1	1^{+}	1^{++}
Moisture(%)	$68.6^{a}\pm0.9$	$65.0^{b}\pm1.7$	$62.3^{c}\pm1.5$	$59.1^{d}\pm1.5$
Crude Fat(%)	$8.5^{d}\pm1.0$	$12.9^{c}\pm2.0$	$16.3^{b}\pm1.7$	$20.7^{a}\pm1.9$
Crude Protein(%)	$21.0^{a}\pm0.4$	$19.9^{b}\pm0.6$	$19.3^{c}\pm0.4$	$17.9^{d}\pm0.6$
Crode ash(%)	$0.9^{a}\pm0.1$	$0.8^{ab}\pm0.1$	$0.8^{ab}\pm0.1$	$0.8^{b}\pm0.1$

$^{a-d}$ Means in the same row with different letters are significantly different($p<0.05$)

열량 및 콜레스테롤 분석

열량은 3등급 1,593cal/g에서 1^{++}등급 3,049cal/g으로 높은 등급일수록 유의적으로 높게 나타났다. 콜레스테롤은 1등급이 31.2mg/100g으로 가장 높게 나타났으나 등급별 유의적 차이는 없었다. 이 결과는 이 등(2010)이 육질등급 1^{++}등급(41.26)에서 3등급(29.84)으로 갈수록 유의적으로 낮게 나타난 것과 다른 결과이지만, 조 등(2007)이 한우 등심의 콜레스테롤 함량을 30.32로 발표한 것과 비슷한 결과이다.

Table 4. Analysis Results of Calories, Cholesterols by quality grades

Trait	Quality Grades				
	3	2	1	1^{+}	1^{++}
Calorie(cal/g)	$1,593^{e}\pm223$	$2,100^{d}\pm84$	$2,416^{c}\pm131$	$2,677^{b}\pm158$	$3,049^{a}\pm250$
Cholesterol(mg/100g)	-	28.75±4.54	31.20±3.55	29.08±3.57	27.16±1.45

$^{a-e}$ Means in the same row with different letters are significantly different($p<0.05$)

열량을 기준으로 한 한우 등심 섭취권장량

Table 5는 Table 4에서 분석한 열량을 기준으로 육질등급별 한우 등심 섭취권장량을 산출하였다. 한국영양학회, 한국인영양섭취기준위원회(2010)에서 발표한 한국인 영양섭취기준에 의하면 성인의 경우 에너지 필요량은 2,500kcal/일 정도라 하였다. 이 중에서 필요지방을 모두 육류로 섭취한다고 가정할 때, 섭취권장량은 필요에너지의 20%인 500kcal/일 이다. 이를 기준으로 육질등급별 등심의 일일 섭취권장량(C=B/A)은 3등급에서 1^{++}등급까지 312g, 238, 207, 186, 164이며, 일일 평균 섭취권장량은 212g이다.

Table 5. Recommended intakes of Beef sirloin by quality grades

Quality Grades	Calorie(cal/g) (A)	Recommended calorie(cal/g)[1)] (B)	Recommended intakes(g)[2)] (C)=(B)/(A)
3	1,593[e]±222	500,000	**312.9**
2	2,100[d]±84	500,000	**238.1**
1	2,416[c]±131	500,000	**207.0**
1^{+}	2,677[b]±158	500,000	**186.8**
1^{++}	3,049[a]±250	500,000	**164.0**
Average	2,353±523	500,000	**212.5**

[a-e] Means in the same column with different letters are significantly different($p<0.05$)
[1)]Recommended calorie(cal/g), Recommended calorie(cal/g) for 1 day
[2)]Recommended intakes(g), Recommended calorie(cal/g)/Calorie(cal/g)

지방부위별 지방산 분석결과

지방부위별(근내지방, 근간지방, 등지방) 지방산 분석결과는 Table 6와 같다. 3개 부위에서 올레인산은 등지방이 49.81로 근내지방(47.33)과 근간지방(46.86)보다 유의적으로 높게 나타났으나 근내지방과 근간지방간에는 유의적 차이는 없었다. 불포화지방산도 등지방이 61.52로 근내지방(55.00)과 근간지방(54.87)보다 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.05$) 근내지방과 근간지방은 유의적 차이는 없었다. 이는 송 등(2000)이 25개월령 한우 거세에서 불포화지방산이 피하지방(51.49)이 근내지방(48.81)보다 높다고 한 것과 비슷한 결과이지만 불포화지방산의 총 함량은 다소 차이가 있게 나타났다. 근내지방, 근간지방, 등지방 모두 포화지방산의 함량(45.00, 45.13, 38.48)보다 불포화지방산의 함량(55.00, 54.87 61.52)이 높게 나타났다.

Table 6. Analysis results of fatty acids by fat location

Fatty acids	Location		
	Sirloin	Intermuscular	Back fat
Myristicacid(C14:0)	3.73[c]±0.59	4.51[a]±0.77	4.11[b]±0.67
Palmiticacid(C16:0)	28.88[a]±1.78	28.13[a]±1.99	26.95[b]±1.91
Palmitoleicacid(C16:ln7)	4.55[b]±0.82	4.80[b]±1.04	8.17[a]±1.41
Stearicacid(C18:0)	12.39[a]±1.81	12.50[a]±1.83	7.42[b]±1.2
Oleicacid(C18:ln9)	**47.33[b]±2.37**	**46.86[b]±2.81**	**49.81[a]±2.8**
Vaccenicacid(C18:ln7)	0.42[b]±0.14	0.44[b]±0.19	0.68[a]±0.26
Linoleicacid(C18:2n6)	1.86±0.53	1.79±0.58	1.75±0.57
γ-Linoleicacid(C18:3n6)	0.06±0.04	0.08±0.04	0.06±0.04
Linolenicacid(C18:3n3)	0.14[b]±0.07	0.19±0.12	0.24[a]±0.18

Fatty acids	Location		
	Sirloin	Intermuscular	Back fat
Eicosenoicacid(C20:ln9)	0.44^{b}±0.11	0.67^{b}±0.15	0.75^{a}±0.15
Arachidonicacid(C20:4n6)	0.20^{a}±0.1	0.04^{b}±0.01	0.06^{a}±0.02
Eicosapentaenoicacid(EPA)(C20:5n3)	0	0	0
Docosatetraenoicacid(C22:4n6)	0	0	0
Docosahexaenoicacid(DHA)(C22:6n3)	0	0	0
Total	100±0	100±0	100±0
SFA[1)]	45.00^{a}±2.53	45.13^{a}±3.15	38.48^{b}±2.88
USFA[2)]	**55.00^{b}±2.53**	**54.87^{b}±3.15**	**61.52^{a}±2.88**
MUFA[3)]	52.74^{b}±2.58	52.78^{b}±3.25	59.41^{a}±2.9
PUFA[4)]	2.26±0.58	2.09±0.6	2.11±0.61

$^{a-c}$ Means in the same row with different letters are significantly different($p<0.05$)
1) SFA, saturated fatty acids.
2) USFA, unsaturated fatty acids.
3) MUFA, Mono polyunsaturated fatty acid
4) PUFA, polyunsaturated fatty acid

육질등급별 영양성분 표시

미국의 농무부는 식육에 대해서 2012년 3월부터 영양성분 표시를 의무화하고 있으며, Table 7 에서는 지금까지의 실험결과를 가지고 일반성분 분석, 열량과 콜레스테롤, 지방산 분석 결과로 영양성분 표시사항에 해당하는 내용을 정리하였다. 열량, 단백질, 지방, 포화지방 모두 육질등급별 유의적인 차이를 보였지만($p<0.05$), 콜레스테롤 수치만 육질등급별 유의적인 차이가 없었다. 한국인영양섭취기준위원회(2010)에서 발표한 한국인 영양섭취기준에 의하면 포화지방은 15g/일 이내로 섭취를 권장하고 있는데 기준으로 **한우 등심 일일 섭취권장량**을 살펴보면 2등급에서 1^{++}등급까지 390g, 262g, 201g, 162g이 된다. 일일 영양소 기준치에 대한 비율(DV)은 콜레스테롤 2,500kcal, 단백질 60g, 지방 50g, 포화지방산 15g을 기준으로 육질등급별로 계산하였다.

Table 7. Nutritional contents of sirloin by Quality Grades1)

Nutritional contents	Nutrition standards	Quality Grades							
		2	(%DV[3)])	1	(%DV)	1^{+}	(%DV)	1^{++}	(%DV)
Calorie(kcal/100g)	2,500(kcal)	210.0^{d}	(8.4)	241.6^{c}	(9.7)	267.7^{b}	(10.7)	304.9^{a}	(12.2)
Protein(g/100g)	60(g)	20.98^{a}	(35.0)	19.91^{b}	(33.2)	19.29^{c}	(32.2)	17.90^{d}	(29.8)
Fat(g/100g)	50(g)	8.50^{d}	(17)	12.89^{c}	(25.8)	16.28^{b}	(32.6)	20.70^{a}	(41.4)
– SFA[2)](g/100g)	**15(g)**	**3.84^{d}**	**(25.6)**	**5.72^{c}**	**(38.1)**	**7.43^{b}**	**(49.5)**	**9.27^{a}**	**(61.8)**
Cholesterol(mg/100g)	300(mg)	28.75	(9.6)	31.20	(10.4)	29.08	(9.7)	27.16	(9.1)
Recommended inakes(g)[4)]		390		262		201		162	

[1] Serving size : 1slice (100g)
[2] SFA, Saturated fatty acids
[3] DV. % Dairy value of amount for serving size
[4] Recommended inakes(g), 15g/SFA(%) × 100
[a-d] Means in the same row with different letters are significantly different($p<0.05$)

근내지방의 지방산 함량과 근간지방, 등지방 간의 상관관계

Table 6에서 등심근 내 올레인산 함량(47.33)은 전체 불포화지방산 함량의 86.1% 수준으로 가장 많은 부분을 차지하고 있어, 쇠고기 등심의 불포화지방산 분석에 가장 중요한 역할을 한다. 그래서 등심의 올레인산 함량과 상관관계가 높은 부위를 알아보고자 근간지방과 등지방의 지방산 분석을 하여 상관계수를 알아보았다(Table 8). 그 결과 등심근의 올레인산 상관계수는 근간지방 0.80, 등지방 0.66으로 매우 상관도가 높게 나타났으며($p<0.001$), 등심근의 올레인산은 근간지방의 올레인산이 등지방 보다 상관도가 높은 것을 알 수 있다.

Table 8. Correlation between Oleicacid of Intermuscular, Back fat and Oleicacid of Sirloin

	Sirloin	Intermuscular	Back fat
Sirloin	1	0.80***	0.66***
Intermuscular		1	0.75***
Back fat			1

***P<0.001

포화지방산도 등심근과의 상관계수가 근간지방이 0.76으로 등지방 -0.34보다 매우 높게 나타났는데(Table 9), 이는 Table 8에서와 같은 결과이다.

Table 9. Correlation between SFA of Intermuscular, Back fat and SFA of Sirloin

	Sirloin	Intermuscular	Back fat
Sirloin	1	0.76***	−0.34*
Intermuscular		1	−0.23
Back fat			1

*P<0.05, ***P<0.001

불포화지방산도 등심근과의 상관계수가 근간지방이 0.76으로 등지방 0.55보다 높게 나타났는데(Table 9) 이는 불포화지방산 함량 중 올레인산이 차지하는 비율이 85% 이상으로 매우 높아 올레인산의 결과(Table 8)와 비슷한 것으로 사료된다.

Table 10. Correlation between USFA of Intermuscular, Back fat and USFA of Sirloin

	Sirloin	Intermuscular	Back fat
Sirloin	1	0.76***	0.55***
Intermuscular		1	0.66***
Back fat			1

***P<0.001

관능평가 결과

1) 육질등급별 관능평가 결과

Table 11은 소비자 패널 10명이 육질등급별 10개(1^{++}등급 9개) 총 39개의 시료에 대해서 매우 불만족(1), 불만족(2) 보통(3), 만족(4), 매우만족(5) 으로 5점 척도법으로 다즙성, 연도, 풍미, 종합기호도를 관능평가한 결과이다. 분석결과 2등급과 1등급간 그리고 1^{+}등급과 1^{++}등급간에는 유의적인 차이가 없었지만, 2등급~1등급과 1^{+}등급~ 1^{++}등급 간에는 유의적으로 기호도가 증가하였다($p<0.05$), 결국 **4개 항목 모두 2등급에서 1^{++}등급으로 갈수록 관능평가 만족도가 증가**하는 결과를 보였다. 이는 조 등(2009)이 등급이 높아질수록 전반적인 기호도의 값도 증가된다는 보고와도 일치하였다.

Table 11. Sensory evaluation results by quality grades

Division	Quality Grades			
	2(n=10)	1(n=10)	1^{+}(n=10)	1^{++}(n=9)
Juiciness	2.21^{b}±0.43	2.50^{b}±0.46	3.33^{a}±0.45	3.62^{a}±0.43
Tenderness	2.51^{b}±0.50	2.78^{b}±0.42	3.34^{a}±0.43	3.50^{a}±0.26
Flavor	2.51^{b}±0.29	2.78^{b}±0.42	3.34^{a}±0.39	3.48^{a}±0.27
Overall palatability	2.34^{b}±0.40	2.67^{b}±0.48	3.38^{a}±0.40	3.54^{a}±0.29

$^{a-b}$ Means in the same row with different letters are significantly different($p<0.05$)

2) 관능평가에 영향을 주는 요인(근내지방 올레인산(%), 조지방 함량, 총 올레인산 함량)

Table 12은 관능평가(다즙성, 연도, 풍미, 종합기호호)에 영향을 주는 요인을 알아보기 위해 관능평가 항목별 평가결과에 따라 근내지방 내 올레인산 비율, 조지방 함량 및 등심 20g내 총 올레인산 함량을 구한 것이다. 근내지방 내 올레

인산 비율은 대체적으로 46.51～50.77 사이에 있지만 관능평가 결과 5점 척도별 유의적인 차이는 없었다. 그러나 조지방과 등심 20g 중의 올레인산 함량은 4개 평가항목(다즙성, 연도, 풍미, 종합기호조) 모두 매우불만족(1)에서 매우만족(5)으로 갈수록 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 이는 쇠고기의 **맛에 영향을 주는 요인**은 근내지방 내 **올레인산의 비율이 아니라 등심근 내 조지방 함량이나 총 올레인산 함량**과 관계가 있는 것으로 사료된다.

Table 12. Analysis of Oleicacid, Arachidonicacid, Crude Fat, Total Oleicacid by Sensory evaluation

Division		N	Oleicacid(%)	Crude Fat(%)	Total Oleicacid(20g)(g)[1)]
Juiciness	1～2	5	47.70±2.10	9.10^{c}±2.00	0.87^{c}±0.23
	2～3	16	47.45±2.28	11.67^{c}±2.77	1.11^{c}±0.27
	3～4	14	46.51±2.46	17.47^{b}±3.05	1.63^{b}±0.31
	4～5	4	49.24±0.99	21.54^{a}±1.65	2.12^{a}±0.18
Tenderness	1～2	1	47.81±0.00	7.68^{b}±0.00	0.73^{b}±0.00
	2～3	16	47.20±2.01	10.59^{b}±2.71	1.00^{b}±0.26
	3～4	20	47.06±2.53	17.17^{a}±3.39	1.62^{a}±0.33
	4～5	2	50.77±0.00	21.25^{a}±1.80	2.16^{a}±0.18
Flavor	1～2	0	–	–	–
	2～3	17	47.40±1.81	10.20^{b}±2.60	0.97^{b}±0.25
	3～4	21	47.18±2.74	17.66^{a}±3.25	1.67^{a}±0.34
	4～5	1	49.37±0.00	18.75^{a}±0.00	1.85^{a}±0.00
Overall palatability	1～2	2	47.39±0.42	7.68^{c}±0.00	0.73^{c}±0.01
	2～3	16	47.12±2.05	11.01^{c}±2.74	1.04^{c}±0.26
	3～4	18	47.13±2.70	17.08^{b}±3.32	1.61^{b}±0.32
	4～5	3	49.61±0.86	21.38^{a}±1.88	2.12^{a}±0.20

[a–c] Means in the same column with different letters are significantly different($p<0.05$)
[1)] Total Oleicacid(20g)(g), Total Oleicacid of loin 20g

3) 육질등급별 올레인산 비율, 조지방, 총 올레인산 함량 비교

육질등급별 올레인산 비율, 조지방, 등심 20g 중 총 올레인산 함량을 비교한 결과(Table 13) **조지방은** 2등급 8.50에서 1^{++}등급 20.70으로 등급이 좋아질수록 **유의적으로 증가**하였으며, **총 올레인산 함량도** 2등급 0.80g에서 1^{++}등급 1.97g으로 **유의적으로 증가**하였다. 이와 같이 조지방 함량과 20g중 총 올레인산 함량이 등급별로 유의적으로 증가하였다. 이는 근내지방 함량이 높을수록 육질등급도 좋아지는 것과 같은 결과이다. 그렇지만 **육질등급이 증가할수록 올레인산의 비율에는 유의적인 차이가 없었다**.

Table 13. Analysis of Oleicacid, Crude fat, Total Oleicacid by quality grade

Quality Grades	Oleicacid(%)	Crude Fat(%)	Total Oleicacid(20g)(g)[1)]
2	47.05±1.65	8.50^{c}±1.04	0.80^{c}±0.10
1	48.26±2.45	12.89^{b}±2.00	1.24^{b}±0.20
1^{+}	46.54±2.66	16.28^{b}±1.74	1.52^{b}±0.22
1^{++}	47.49±2.22	20.70^{a}±1.94	1.97^{a}±0.23

[a–c] Means in the same column with different letters are significantly different($p<0.05$)
[1)] Total Oleicacid(20g)(g), Total oleicacid of loin 20g

4) 육질등급별 종합기호도에 따른 등심근내 올레인산, 조지방, 20g내 올레인산 함량 분석

육질등급별 종합기호도(1~5)에 따른 등심근내 올레인산, 조지방, 20g내 올레인산 함량을 분석한 결과(Table 14) 2등급에서 올레인산 함량을 제외하고, 유의적 수준은 아니었지만, 동일 등급내에서 종합기호도가 높아질수록 올레인산, 조지방, 20g내 올레인산 함량 모두 증가 하였지만 유의적인 수준은 아니었으며, 1^{+}등급에서만 조지방 함량이 종합기호도 2~3 구간에서 14.3%, 4~5 구간이 18.75%로 유의적으로 증가하였고, 등심 20g내 올레인산 함량도 2~3 구간 1.3g, 4~5구간 1.85g으로 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 그러므로 **종합기호도는 동일한 육질등급내에서는 올레인산 비율은 물론 조지방 및 총 올레인산 함량에 따른 유의적인 차이는 거의 없음**을 알 수 있다.

Table 14. Analysis of Oleicacid, Crude fat content, Total Oleicacid by grade and Overall palatability

Quality Grades	Overall palatability	N	Oleicacid(%)	Crude Fat(%)	Total Oleicacid(20g)(g)[1)]
2	1~2	2	47.39±0.42	7.68±0.00	0.73±0.01
	2~3	7	46.97±1.02	8.53±1.04	0.80±0.11
	3~4	1	46.96±0.00	9.86±0.00	0.93±0.00
	4~5	0	·	·	·
1	1~2	0	·	·	·
	2~3	7	47.64±2.07	12.59±2.14	1.20±0.20
	3~4	3	49.71±2.64	13.61±1.38	1.35±0.17
	4~5	0	·	·	·
1^{+}	1~2	0	·	·	·
	2~3	2	45.82±1.62	14.13^{b}±0.59	1.30^{b}±0.10
	3~4	7	46.33±2.84	16.55^{ab}±1.40	1.54^{ab}±0.19
	4~5	1	49.37±0.00	18.75^{a}±0.00	1.85^{a}±0.00
1^{++}	1~2	0	·	·	·
	2~3	0	·	·	·
	3~4	7	46.84±2.04	20.13±1.83	1.89±0.20
	4~5	2	49.74±1.04	22.69±0.35	2.26±0.08

[a–b] Means in the same column with different letters are significantly different($p<0.05$)
[1)] Total Oleicacid(20g)(g), Total oleicacid of loin 20g

요 약

본 연구는 쇠고기의 건강한 소비를 위하여 영양성분을 분석하여 소비자에게 쇠고기의 섭취권장량을 제시하고, 불포화지방산인 Olelic acid 함량에 따른 관능 실시로 맛과의 상관관계를 분석하여 육질등급 판정 방법을 보완하는데 기초자료를 제공하고자 실시하였다. 공시축은 한우 거세 2등급부터 1^{+}등급 까지 등급별 10두, 1^{++}등급 9두 총39두에 대해 실시하였다.

열량은 3등급 등심이 1,593cal/g에서 1^{++}등급 3,049cal/g으로 등급이 좋아질수

록 열량은 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.05$), 성인 남성기준 일일 영양소 섭취권장량을 2,500kcal로 계산했을 때 지방 섭취권장량을 고려한 쇠고기 등심 일일 섭취권장량은 212g이 된다(Table 5). 콜레스테롤은 2등급부터 1^{++}등급 까지 28.75, 27.16으나 나타났으며 등급별 유의적 차이는 없었다(Table 4).

근내지방, 근간지방, 등지방 지방산에 대한 각각의 상관관계를 알아본 결과 근내지방의 올레인산, 포화지방산, 불포화지방산 함량과 상관계수가 가장 높은 부위는 근간지방으로 상관계수가 각각 0.80, 0.76, 0.76 으로 상관도가 매우 높게 나타났다($p<0.001$) (Table 8~10). 그러므로 육질등급 판정 방법의 보완을 위해 근내지방을 활용하여야 할 경우, 등심의 근내지방 대체 부위로 근간지방을 선정하여도 가능할 것으로 사료된다.

관능(다즙성, 연도, 풍미, 종합기호도) 결과 육질등급이 높아질수록 각 항목별 기호도가 유의적으로 높아졌고($p<0.05$)(Table 11), 각 항목별 기호도가 증가할수록 올레인산 비율은 유의적 차이는 없었지만, 조지방, 총 올레인산 함량은 유의적으로 증가하였다($p<0.05$)(Table 12). 또한 육질등급도 좋아질수록 올레인산 비율의 유의적 차이는 없었지만 조지방, 총 올레인산 함량은 유의적으로 증가하였다(Table 13). 그리고 육질등급별 종합기호도는 동일 육질등급 내에서 올레인산 비율, 조지방, 총 올레인산 함량의 유의적 차이는 거의 없었다(Table 14). 지방산과 종합기호도와의 상관관계는 올레인산이 0.71로 양의 상관계수 중에서는 가장 높았으며, Arachidonicacid는 -0.93으로 음의 상관계수 중에서 가장 높았다(Table 15). 그러나 그 함량은(Table 6) Oleicacid는 47.33±2.37로 매우 높았으며 , Arachidonicacid 는 0.20±0.1로 함량이 매우 낮았음을 알 수 있다.

그러므로 쇠고기의 **맛에 관여하는 중요인자**는 올레인산의 비율 보다는 **조지방 함량**과 **Total Olelic acid 함량**이 **매우 중요**하다고 할 수 있으며, 동일한 육질등급 내에서 총 올레인산의 함량에 유의적 차이가 없는 것으로 봐서 육질등급의 근간인 근내지방도는 현재 소비자의 기호도를 잘 반영한 육질등급 판정 기준이라 할 수 있다.

소비자들은 현재 육질등급 판정 방법으로 판정받은 쇠고기를 일일 섭취권장량을 준수하여 먹는다면 육류를 가장 맛있고 건강하게 섭취하는 방법이 될 것이다.

참고문헌

1. aUS-MEaT(2005) International red meat manual. aUS-MEaT, Limited.pp.11-12.
2. Blumer, T. N. (1963) Relationship of marbling to the palatability of beef. J. anim Sci. 22, 771-778.
3. Boleman, S. L.,Boleman, S. J., Morgan, W.W., Hale, D. S., Grkffin, D. B., Savell, J. W., ames, R. P., Smith, M.T., Tatum, J, d., Field, T. g., Smith, G. C., Gardner, B.a., Morgant, J. B., Northcutt, S, L., Dolezal, H, G., Gill, D. R., and Ray, F. K. (1998) National Beef Quality aduit-1995: Survey of producer-related defects and carcass quality and quantity attributes. J. anim Sci. 76, 96-103.
4. Cho, S. H. Park, B.Y., Kim, J. H., Hwang, I. H., Kim, J. H., and Lee, J. M.(2008a) Fatty acid profiles and sensory properties of Longissimus dorsi, Triceps brachii, and Semimembranosus muscles from Korean Hanwoo and australian angus beef. asian-aust. J. anim. Sci. 18, 1786-1793.
5. Cho, s.h., kim, J.H., Kim, J.H., Seong, P.N., Park, B.Y., Kim, K.E., S대, G.Lee, J.M., and Kim, D.H.(2008)Prediction of palatability grading model with tenderness, juiciness, flaver-likeness and overall acceptabilityility of Korean Hanwoo steer beef.Proc. Korean J. anim. Sci., pp.136
6. Ferrier, P. and Lamb, R.(2007) Government regulation and Quality in the US beef market. Food Policy 32, 84-97
7. Garcia, I. G., Nicholson, K. L., Hoffman, T. W., Lawrence, T.e., Hale, D. S., Griffin, D. S., Savell, D. S., Morgant, J. B., Belk, K. E., Field, T. J., Scanga, J. a., Tatu., J. D., and Smith, G. C.(2008) National Beef Quality audit-2005:Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. j.anim Sic. 86, 3533-3543.
8. Lim, S. Y. (2009) Effect of treatment with docosahexaenoic acid into N-3 fatty acid deficient and adequate diets on rat brain and liver fatty acid composition. J. Life Science. 19, 1417-1423.
9. Lorenwen, C., Hale, D. S., Griffin, D.b., Savell, J. W., Belk, K. E., Frederick, T. I., Miller, M. F., Montgomery T. H., and Smith. G. C.(1993) National Beef Quality audit-1991:Surver of produccer-related defests and carcass quality and quantity attributes. J. anim. Sci. 71, 1495-1502.
10. Mckenna, D. R., Roeber, D. L., Bates, P. K., Schmidt, T, B., Hale, D, S., Griffin, D, B., Savell, J. W., Brooks, J. C., Morgan, J. B., Montgomery, T. H., Belkand, K, E., and Smith, G.C.(2002) National Beef Quality audit-2000: /surver if targeted cattle and carcass characteristics related to qualoty, quantity, and value of fed steers and heifers. J. anim. Sci. 80, 121-1222.

11. Oh, M.R.(2007) Comparison of beef quality and nutritional composition of different breeds. Ph.D. thesis, Graduate School of Cheongu Univ., Korea.

12. Polkinghorne, R. J. (2006) Implementing a palatability assured critical control point (PaCCP) approach to satisfy consumer demands. Meat Sci. 74, 180-187.

13. 송만강,김내수,정정수,최양일,원유석,정재경,최성호. (2000)농후사료 급여수준이 거세 한우의 증체와 부위별 지방조직의 지방산 조성에 미치는 효과. 동물자원지. 42(6) pp859-870

14. 이연정,김천제,박범영,성필남,김진형,강근호,김동훈,조수현. (2010)한우육의 육질등급에 따른 부위별 일반성분, pH, 육색, 보수력, 가열감량, 콜레스테롤 및 트랜스지방산 함량. Korean j. Food Sci. Ani. Resour. Vol. 30, No.6, pp.997-1006

15. 조수현,김진형,성필남,최연호,박범영,이연정,인태식,전선영,김용곤. (2007)한우수소의 부위별 Cholesterol, 유리아미노산, 핵산관련물질 및 지방산조성.한국축산식품학회지. pp440-449

16. 한국인영양섭취기준위원회. (2010)한국인영양섭취기준. 한국영양학회.

가열온도와 육질등급이 쇠고기 등심의 이화학적 특성에 미치는 영향 구명

가열온도와 육질등급이 쇠고기 등심의 이화학적 특성에 미치는 영향 구명

배병민[1] · 성상현[1] · 황도연[1] · 정진형[2] · 황인호[3]
[1]축산물품질평가원 전북지원, [2]축산물품질평가원 연구개발팀, [3]전북대학교 농업생명과학대학 동물자원과학과

Abstract

This study was conducted to verify influence of interaction between different heating temperatures and intramuscular fat contents on objective beef quality that was on consumer's table. A total of ten longissimus dorsi (LD) muscles that composed to five of meat quality grade 1 and five of meat quality grade 1++ were collected, and trimmed sample (2.5cm thickness, average 230g) was heated by electric grill at 240℃ until each internal end-point temperature (60℃, rare; 82℃, very well done; NAMP). As results, pH was no differences between raw beef, rare, and very well done. Redness of meat color was decrease with heating on both of quality grade 1 and 1++ , and very well done group showed lower redness than rare. Lightness and yellowness of rare was higher than raw beef, whereas, very well done showed the lowest lightness and yellowness among them. Cooking loss was depended on heating temperature, however no different between meat quality grades. Shear force was tended to be increasing with heating, and/also decreasing with intramuscular fat content. Fat oxidation of heated grade 1++ beef was significantly higher than raw beef, however grade 1 beef was depended on heating temperature. In conclusion, when consumers consume beef, amount of fat that consumers eat is depended on intramuscular fat contents of the raw beef. Moreover high quality grade beef can be oxidized easily by heating condition, whereas high quality grade beef is more tender than low quality grade. Thus, this result show beef eater should consider selective consumption between quality grade and heating temperature on fat oxidation and tenderness

key words | Intramuscular fat, beef, heating temperature, objective meat quality

서 론

우리나라 사림들이 좋아하는 동물성 식품의 하나인 쇠고기는 1970년대에는 일반적으로 1년에 2회 정도 소비하고 구입 용도가 불고기나 국거리였지만 급속한 경제발전과 소득수준 향상으로 1인당 연간 쇠고기 소비량이 1990년 4.1kg, 2000년 8.5kg로 증가하여 2011년 말 기준 10kg대로 진입하게 되었다(MAFRA, 2013). 이렇듯 쇠고기 수요는 증가하고 있지만 일반적으로 한우고기 가격이 수입육에 비해서 높기 때문에 소비자에 대한 육질의 차등인식 없이는 수입육과의 경쟁이 어려운 상황이다(Lee et al., 2010). 따라서 정부에서는 1993년 수입개방에 대비하여 국내산 축산물의 수입육과의 차별화와 고품질의 쇠고기 생산과 소득향상을 위해 소도체 등급판정을 실시하였다. 현재 우리나라는 2005년부터 근내지방도를 9개로 확대 적용하여, 지속적인 개량 및 사양관리 개선 등으로 고급육생산에 이바지 하고 있으며, 소비자가 객관적으로 고기의 품질을 판단할 수 있도록 소매단계 등급표시 의무화로 유통단계 공정거래와 투명성 확보에 주력하였다. 더불어 소비자의 알권리 충족과 올바른 축산물 이용 및 구매지표의 제공으로 누구나 손쉽게 정육점에서 자신이 원하는 등급, 부위와 용도의 소고기를 구입하게 되었다. 이를 통해 고품질의 고기생산을 통한 국민의 식생활 개선과 축산물 소비의 증가로 한우산업의 지속적인 성장이 가능하게 되었고, 국내 한우 사육두수는 2009년 2,635천두에서 매년 증가하여 2012년 3,143천두까지 증가되었다(KREI, 2012).

필수 아미노산이 골고루 존재하는 쇠고기 단백질은 영양적으로 매우 우수한 단백질이며, 쇠고기에 들어 있는 지질은 중요한 에너지원인 동시에 필수지방산 및 지용성 비타민의 공급원이 되고 식육의 물성과 풍미를 향상시키는 역할을 하며, 특히 가열 조리시 지질로부터 형성되는 휘발성 물질들은 식육의 맛에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 소비자가 고품질의 한우고기를 선호하는 요인으로 연도, 풍미, 다즙성, 보수력, 맛 등을 선택하였으며(Cho et al., 2008), 조리방법은 쇠고기의 가치에 크게 영향을 주는데, Kim 등(2002)은 조리방법이 식육의 다즙성에 영향을 미친다고 하였고, Bakanowski 와 Zoller(1984)는 조리방법에 따라 생성되는 휘발성 물질이 다르기 때문에 식육의 맛과 냄새가 달라진다고 하였다. Muller 등(2006)은 우리나라 국민들이 쇠고기등을 소비하는 주요 형태인 굽기와 같은 건열조리법이 삶기와 같은 습열조리법보다 식육의 풍미가 더 좋다고 하였다.

근내지방도에 대한 소비자 의식조사 연구에서 Smith 등(2009)은 한국과 일본

의 소비자들은 근내지방도가 높은 쇠고기를 선호한다고 하였고 그 이유에 대하여 Hwang 등(2010)은 다즙성과 향미가 우수하기 때문이며 Matsuishi 등(2001)은 근내지방의 독특한 향과 맛 때문이라고 하였다. 그러나 최근 세계 시장경제 악화와 경기불안으로 소비가 위축되면서 과도한 사육두수 증가로 인한 산지 소값 하락과 국제곡물가격 상승으로 곡물사료의 대부분을 수입에 의존하는 국내 축산여건상 생산비 증가는 축산업 경영의 가장 큰 부담으로 작용하게 되었다. 이와 더불어 소득수준 향상으로 소비자의 건강과 웰빙에 대한 관심도가 높아짐에 따라 최근 『마블링의 음모(전주mbc)』등 언론 매체에서는 쇠고기 지방의 유해성 및 과다한 지방섭취에 따른 국민건강의 위협이 대두되었다. 고급육 생산을 위한 사육기간 연장과 지방축적에 따른 생산비 증가 그리고 환경오염으로 인한 지구 환경의 온난화 등으로 과도한 근내지방의 필요성에 대한 의구심이 점차 커지고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 우리나라 소비자들의 국거리이외에 주로 소비하는 방법인 구이형태로 근내지방도가 높은 쇠고기(1^{++}등급)와 낮은 쇠고기(1등급)의 가열온도에 따른 지방함량과 지방산 조성 등 이화학적 변화를 객관적으로 조사하여, 소비자에게 쇠고기의 근내지방에 대한 정보제공 및 적정한 육류 섭취 방법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

시료처리

본 연구에 사용된 쇠고기는 소도체 등급판정 기준 및 방법에 따라 전북 익산 소재 A와 임실군 소재 B 작업장에서 도축되어 축산물등급판정기준에 따라 판정된 한우(거세)의 육질 1^{++}, 1등급의 채끝부위 각 5개씩 총 10개를 공시하였고, 도축 후 3일째 되는 날 -40℃ 냉동고에 실험일 까지 보관하였다. 수집된 채끝은 2℃ 냉장룸에서 48시간동안 해동한 후 2.5cm두께 스테이크(평균 230g)로 정형하여 가열하였으며 가열 전 까지 2℃를 유지하였다. 준비된 스테이크 형태의 근육샘플은 240℃로 예열된 가정용 전기오븐에서 심부온도가 60℃ (rare) 또는 82℃ (very well done)에 도달할 때 까지 가열되었다. 가열온도의 설정은 NAMP meat buyer's guide (USA)에서 제시한 Rare (60℃)와 Very well done (82℃) 조리온도를 선택하였으며 조리하지 않은 근육시료를 대조구로 하였다. 가열이 끝난 샘플은 폴리백에 넣고 흐르는 물에 30분간 냉각한 후 각 실험항목

별로 분할하여 실험에 이용하였으며, 가열하지 않은 스테이크를 대조구로 하였다. 전단력, pH,가열감량, 육색을 제외한 모든 항목은 분할한 샘플을 각각 진공포장 하여 분석에 이용될 때 까지 -40℃에 보관하였다.

pH

pH는 측정은 Bendall(1973)의 방법을 이용하여 측정하였으며, 1g의 시료에 9ml의 증류수를 넣고 3000rpm의 속도에서 균질하여 균질액의 pH를 glass probe pH meter (Orion Model 30, USA)를 이용하여 측정하였다.

육색

육색측정기 (CM2500d, Minolta, Japan)을 이용하여 측정하였으며, 스테이크 형태의 샘플을 직각으로 자른 단면을 냉암소에서 30분간 발색시킨 후 D65 광원으로 CIE L (lightness), a (redness), b(yellowness)를 3회 측정 후 평균값을 이용하였다.

가열감량

시료처리시 가열 전· 후의 무게 감량을 백분율로 계산하였다.

전단력

전단력 분석은 Hwang등(2004)의 방법에 준하여 분석하였으며, 시료의 가열, 방냉 후 근섬유방향으로 직경 0.5inch의 원통형 코어를 채취한 후 Instron (Instron Corp., 3342, USA)을 이용하여 측정하였고, 대조구는 가열하지 않은 스테이크로 하였다. 측정시 V shape 칼날을 이용하였으며, crosshead speed는 400mm/min, load cell은 40kg이었다.

수분함량

Halogen moisture analyzer (HR73, Mettler Toledo, Switzerland)를 이용하였고, 2.5g의 시료를 수분측정기 전용 알루미늄접시에 얇게 편 후 105℃ 조건으로 건조하였다. 수분이 모두 건조되면 건조 전/후 무게감량을 이용하여 자동으로 수분함량이 계산되어 출력되며 (End Result : -**.**% MS), 2회 반복 측정하여 평균값을 이용하였다.

조지방 함량

지방함량 측정은 soxhlet 추출법을 이용하여 측정하였다. 5g의 시료를 원통형 여과지에 넣고 1.5g sea sand를 넣어 잘 섞어준 후 102℃ 건조기에서 5시간 동안 건조시킨 후 꺼내어 데시케이터에서 30분간 방냉 하였다. 방냉한 시료/여과지를 soxhlet장치를 이용하여 petroleum ehter로 100℃에서 6시간 동안 추출하였고, 추출 후 petroleum을 모두 증발시켜 추출된 지방의 무게를 시료무게 대비 백분율로 계산하여 조지방 함량을 계산하였다.

지방산 조성(Fatty acid composition)

지방산 조성은 Rule(1997)의 방법을 변형하여 분석하였다. 동결건조한 근육시료 0.5 g을 14% boron-trifluoride in methanol 2 ml과 methanol 2 ml을 혼합하여 80℃의 Heating block에서 2시간 동안 가열하였고, 가열하는 동안 5분 간격으로 vortex 하였다. 지방산의 methylation이 끝난 시료는 실온에서 냉각 후 증류수 3ml과 hexane 3ml을 넣고 15초동안 vortex한 후 5분 동안 1000xg로 원심분리 하였으며, 상층액은 분석 전까지 -20℃에 보관하였다 시료로부터 추출된 지질은 silica capillary column(30m × 0.25mm × 0.25 μm film, Supelcowax 10)을 이용하여 GC-MS system (Agilent GC 6890N, Agilent Technologies, USA)으로 분석하였고, 분석 조건은 injection temperature 250℃, oven temperature 230℃, detector temperature는 280℃었으며, carry gas는 helium을 사용하였다.

TBARS

TBARS분석. 지방함량과 가열 온도가 지방산패도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 50ml conical tube에 2.5g의 근육시료에 증류수7.5ml을 넣고 실험 도중에 지방이 산화되는 것을 억제하기 위하여 10% butylated hydrozyanisole(BHT) 25µl을 첨가하였다. TBA/TCA용액(0.29% Thiobarbituric acid, 15% tricholoroacetic acid) 10ml을 첨가한 후 4℃를 유지하며 11,000rpm으로 균질하였고, 균질 후 TBA/TCA용액을 이용하여 균질액의 양이 30ml이 되도록 채운 후 90℃로 15분간 중탕하였다. 가열이 끝나는 순간 사료가 담겨있는conical tube를 얼음에 넣어 20분간 냉각 후 300rpm에서 10분간 4℃를 유지하며 원심분리를 하였고, 상층액을 취해 531nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도 값에 5.88을 곱하여 mg MA(malonaldehyde)/kg으로 나타내었다

통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS 9.2(SAS Institute, Cary, NC)프로그램을 이용해 통계처리 하였다. 분산분석과 Duncan's의 다중검정을 통해 5%수준에서 처리구간의 유의성을 검증하였고, 등급간 · 가열온도간 상호작용이 이화학적 특성에 미치는 영향을 검증하기 위해 least square means를 이용하였다.

결과 및 고찰

pH

일반적으로 쇠고기의 정상 pH범위는 5.42 ~ 5.70이며, 보수력 및 연도 등의 품질변화와 밀접한 관계가 있어 식육의 품질 판단에서 가장 기본이 된다고 하였다(Lee et al., 2010). 또한 Yang 등(2012)은 식육을 가열처리하는 중에 발생하는 식육 단백질의 변성, 지질 산화 및 가열초기의 미생물 증식 등과 같은 반응에 의해 pH가 증가할 것이라고 하였는데, 본 연구에서 육질등급과 가열온도에 의한 pH변화를 살펴본 결과(Table 1) 육질등급에 따른 pH의 차이는 나타나지 않았으며, 가열 온도에 의한 차이도 나타나지 않았다

육색

식육의 색은 근육 안에 존재하는 마이오글로빈의 형태에 의해 결정되며, 정상적인 산소분압 하에서 산소에 의해 Oxymyoglobin이 형성되어 소비자가 선호하는 선홍색을 띄게 된다(Varnam and Sutherland 1995). 하지만 식육을 가열하게 되면 globin이 환원되면서 식육 내 다른 단백질과 함께 침전물을 형성한다. 일반적으로 55-60℃ 사이에서 myoglobin과 단백질들이 환원되기 시작하면서 75-80℃ 사이에서 환원된다(Hunt등, 1999). 본 실험에서도 육등급과는 관계없이 가열에 의해 적색도(a*)가 유의적으로 낮아지는 것을 알 수 있었는데, 60℃에서는 백색도(L*)와 황색도(b*)가 약간 증가하고 적색도(a*)가 약간 감소하는 경향을 보였으며, 82℃에서는 모두 급격히 감소하는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 식육 내 단백질들이 환원되기 시작하는 온도(60℃)에서 가열을 멈추었을 때 단백질 변성 및 온도에 의한 식육 내 유리수분의 삼출이 시작되어 절단면 표면의 반사광이 형성됨에 따라 백색도가 약간 높아지고 적색도가 약간 낮아지는 경향을 보이는 것으로 생각되며, 스테이크의 심부 온도가 단백질 환원이 일어나는 82℃까지 가열하면 대부분의 단백질이 환원되고 수분삼출이 완료되어 백색도, 적색도, 황색도 모두 급격히 낮아진 것으로 판단된다. Berry등(2001)은

식육의 지방함량이 많을수록 조리 후 핑크색이 덜하다고 발표하였는데, 본 실험에서는 60℃에서는 두 육질등급간의 적색도 차이를 보이지 않은 반면 82℃에서는 1^{++} 등급의 적색도가 1등급보다 낮아 식육의 지방함량은 가열에 의해 단백질이 완전히 변성된 후의 식육에서 적색도에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

가열감량

Moon 등(2006) 과 Schmidt 등(2010)의 보고에 의하면 육질 등급이 낮아질수록 가열감량이 증가한다는 반면, Cho 등(2010) 및 Jeremiah(1996)는 근내지방도의 증가와 가열감량은 차이가 없다고 하였다. 본 연구에서는 육질등급에 의한 가열감량의 차이는 보이지 않은 반면 (Table 1). 반면 1등급과 1^{++}등급 모두 82℃까지 가열했을 때 60℃보다 유의적으로 더 많은 가열감량이 나타나는 것을 알 수 있었다.

전단력

식육의 근내지방은 전단력과 밀접한 관계가 있으며, 이미 많은 연구자들에 의해 쇠고기기의 근내지방도가 증가함에 따라 전단력이 감소하며, 전단력감소에 근내지방도가 직접적인 영향을 미치는 것이 증명되었다 (Ueda 등,2007; Berry 등, 1993; Kim 등, 2008). 본 실험에서도 마찬가지로 60℃와 82℃에서 가열하였을 때 모두 1^{++}등급이 1등급보다 낮은 전단력을 보였으며 ($p<0.05$), 가열온도가 높아질수록 전단력 또한 유의적으로 높아지는 경향을 보였다($p<0.0001$). 하지만 육질등급과 가열온도간의 상호작용에 의한 전단력 변화는 보이지 않았다.

Table 1. Interaction between different intramuscular fat contents and heating temperatures on objective meat quality of Hanwoo longissimus dorsi muscle

		Quality grade 1			Quality grade 1^{++}			SEM[1)]	Quality grade	Heating temperature	Quality grade x heating temp.
		0℃	60℃	82℃	0℃	60℃	82℃				
pH		5.62	5.54	5.57	5.49	5.52	5.54	0.02	3.46	0.24	1.46
Meat color	L*	41.26	52.02	26.01	41.25	52.55	31.47	2	1.16	54.04***[2)]	0.88
	a*	20.56	19.56	9.78	20.81	19.42	8.41	1.05	0.24	71.88***	0.32
	b*	16.15	20.24	10.12	16.61	20.11	11.13	0.77	0.72	110.13***	0.39
Cooking loss (%)		.	17.13	26.1	.	17.23	25.2	1.21	0.07	29.55***	0.1
WBsf (kgf)		2.06	3.14	3.58	1.82	2.75	3.11	0.14	4.83*	25.1***	0.16
Df[3)]		2/25									

1) SEM: Standard error of the mean
2) *, $p<0.05$; ***, $p<0.001$
3) Df: Degrees of freedom

수분함량

식육중의 지방함량이 많아질수록 수분함량은 줄어드는데(Jacobs 등, 1977), 본 실험에서도 1^{++}등급 채끝육의 수분함량이 1등급보다 낮은 것으로 조사되었으며, 60℃까지 가열하였을 때와 82℃까지 가열하였을 때 모두 1등급의 수분함량이 많은 것을 알 수 있었다.

조지방함량

지방함량은 가열종료온도에 따라 지방함량이 고도의 유의성을 보이며 증가하는 경향을 나타냈는데, 이것은 가열종료온도가 높아질수록 가열감량이 많아진 원인이 주로 수분손실에 기인하였기 때문이라고 생각된다. Yang등(2012)은 식육의 수분함량은 가열이 진행될수록 근육 단백질의 변성이나 수축이 심하게 발생되어 삼출 수분량이 많아져 감량이 발생한다고 하였는데, 본 실험 또한 동일한 경향을 보였다. 실제 소비자가 식육을 소비할 때 섭취하게 되는 지방 함량을 알아보기 위하여 가열감량을 이용하여 실제 식육 100g 소비 시 섭취 지방량을 보정한 결과, 가열 종료온도에 따른 지방함량의 변화에는 유의적인 차이는 나타나지 않았으며, 동일한 가열종료온도에 따른 육질등급간의 차이만 유의적으로 나타났다. 이러한 결과는 쇠고기를 가열하여 섭취할 때 가열에 의해 지방 섭취량이 적어지지는 않으며, 육질등급의 차이에 의해 지방섭취량이 달라질 수 있음을 시사하고 있다.

Table 2. Interaction between different intramuscular fat contents and heating temperatures on moisture, Intramuscular fat contents and intake fat contents of Hanwoo longissimus dorsi muscle

	Quality grade 1			Quality grade 1^{++}			SEM[1]	Quality grade	Heating temperature	Quality grade x heating temp.
	0℃	60℃	82℃	0℃	60℃	82℃				
Moisture (%)	56.89	48.91	47.28	50.62	45.37	41.56	1.15	10.18**[2]	11.68**	0.26
Intramuscular fat contents(%)	19.24	27.28	26.95	30.44	35.4	36.26	1.39	23.61***	5.07*	0.21
Intake fat (g/100g raw meat)	19.24	22.62	19.97	30.44	29.25	27.24	1.16	21.57**	0.56	0.63
Df[3]	2/25									

1) SEM: Standard error of the mean
2) *, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ***, $p<0.001$
3) Df: Degrees of freedom

지방산 조성

Table 3의 등급간·가열온도간 지방산 조성결과를 살펴보면, 포화지방산인 myristate의 경우 Heating전 1^{++}등급은 4.83%, 1등급은 4.2%로 1^{++}등급이 더 높았으며 Rare와 Very well done으로 조리 했을 경우에도 1^{++}등급은 5.22%와 5.02%, 1등급은 4.37%와 3.87% 으로 1^{++}등급의 myristate 함량이 높았으며 등급에 의한 유의적인 차이가 나타났다(P<0.01). 반면에 불포화지방산 linoletate와 linolineate의 경우 1등급이 1^{++}등급 보다 높은 함량을 보였다. 가열 전 1^{++}등급의 경우 linoletate이 1.86%, 1등급은 2.77% 이였으며 Rare와 Very well done 조건에서 1^{++}등급은 1.34%, 1.79%, 1등급은 2.15%, 2.3%로 유의적으로 1등급이 높은 함량을 보였다(P<0.05). 마찬가지로 linolinate도 가열 전 1^{++}등급은 0.09%, 1등급은 0.11% 이였으며, Rare와 Very well done 조건에서 1^{++}등급은 0.09%, 0.09%로 1등급은 0.1%, 0.11% 으로 유의적으로 1등급의 함량이 더 높았다(P<0.05). 하지만 본 실험에서는 가열과 온도 차이에 의한 지방산 조성의 유의적인 변화는 일어나지 않았다.

Table3. Interaction between different intramuscular fat contents and heating temperatures on fatty acid composition of Hanwoo longissimus dorsi muscle

	Quality grade 1			Quality grade 1^{++}			SEM[1)]	Quality grade	Heating temperature	Quality grade x heating temp
	0℃	60℃	82℃	0℃	60℃	82℃				
Caprylic acid (C8:0)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.03	0.1	1
Capric acid (C10:0)	0.11	0.09	0.09	0.08	0.11	0.11	0.01	0.05	0.22	1.45
Lauric acid (C12:0)	0.14	0.15	0.15	0.14	0.16	0.18	0.01	0.5	0.84	0.51
Myristic acid (C14:0)	4.2	4.37	3.87	4.83	5.22	5.02	0.16	8.84**	0.53	0.27
Palmatic acid (C16:0)	29.55	29.96	30.59	30.07	30.57	30.82	0.27	0.64	0.82	0.04
Palmitoleic acid (C16:1)	5.38	5.46	5.64	5.54	6.02	5.72	0.13	0.91	0.36	0.28
Stearic acid (C18:0)	9.87	10.12	10	9.69	9.26	9.47	0.29	0.7	0.01	0.1
Oleic acid (C18:1)	47.71	47.44	47.11	47.53	47.09	46.69	0.33	0.2	0.34	0.01
Linoleic acid (C18:2)	2.77	2.15	2.3	1.86	1.34	1.79	0.17	5.42*	1.07	0.14
Linolenic acid (C18:3)	0.11	0.1	0.11	0.09	0.09	0.09	0	6.95*	0.15	0.07
Arachidic acid (C20:0)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0	0.02	0.18	0.1
Behenic acid (C22:0)	0.05	0.04	0.04	0.06	0.05	0.02	0.01	0.01	1.68	1.2
Erucic acid (C22:1)	0	0	0	0	0	0	0	0.12	0.28	0.96
Lignoceric acid(C24:0)	0.06	0.04	0.05	0.05	0.03	0.02	0	3.7	2.32	0.84
Df[3)]	2/25									

1) SEM: Standard error of the mean
2) *, p<0.05; **, p<0.01
3) Df: Degrees of freedom

TBARS

Brewer등(1992)은 TBARS값이 0.2 mg malondialdehyde(MA)/kg이하의 범위에서는 신선한 상태이며, 4.0 mg MA/kg이상은 완전 산패된 것으로 평가하였고, 高坂(1975)는 신선육의 경우 TBA가 0.5이상이면 산패취가 감지된다고 하였고, Turner 등(1954)은 TBARS 0.46mg MA/kg이상인 돈육의 경우 관능적 품질에 있어 저하가 인정된다고 하였다. 쇠고기에서 지방의 산화상태와 육색소는 매우 밀접한 정의 관계를 가지고 있는데 (Varnam 와 Sutherland, 1995), Baron과 Anderson(2002)는 조리하지 않은 식육에서 myoglobin이 고도불포화지방산의 산화에 중요한 역할을 한다는 증거를 제시하였다. 특히 조리과정을 포함하는 가공단계에서 지방함량이 높을수록 metmyoglobin과 ferrihemocjrom에 의한 산화 영향이 크다 (Monahan등, 2005). Lorenzo와 Pateiro(2013)은 지방함량이 서로 다른 간소세지의 가열 후 지방산화 정도를 비교하였는데, 지방함량이 낮은(30%)간소세지보다 지방함량이 높은(40%) 간소세지가 더 높은 지질산화 정도를 보였으며, 이러한 결과는 지방함량이 높을수록 지질산화 가능성을 보여준다 하였다. 본 연구에서도 이와 마찬가지로 지방함량이 높은 1^{++}쇠고기에서 지방함량이 낮은 1등급 쇠고기보다 유의적으로 높은 지방산화 정도를 보여 근지방함량과 지질산화 가능성을 증명하였다. 뿐만 아니라. 본 실험에서, 1등급 채끝의 경우 82℃까지 가열하였을 때 60℃보다 TBARS가 유의적으로 높게 나타난 반면, 1^{++}등급에서는 60℃와 82℃ 모두에서 가열하지 않았을 때 보다 유의적으로 높은 TBARS값을 나타냈다($p<0.05$). 가열처리를 하는 동안 조리방법은 고기의 성분 조성, 특히 지방함량과 고기의 최종 육질특성에 영향을 미치는데(Serrano, 2007), 몇몇 연구자들은 조리과정은 고기의 지방조성에 영향을 미친다고 지적했다(Bediani, 2002). 뿐만 아니라 Rodriguez(1997)은 가열처리는 필수지방산의 손실과 영양학적으로 바람직하지 않은 변화, 지방산화가 일어난다고 하였다(Bou, 2001). 하지만, Alfaia등 (2010)은 가열에 의해 다가불포화지방산/포화지방산 비율이 감소하지만 n-6/n-3는 변하지 않으며, 가열 직후에는 각 지방산 비율에 큰 영향을 주지는 않는다고 보고하였다. 또한 Serrano(2007)의 보고와는 다르게 boiling, microwaving, grilling 중 boiling을 제외하고는 지방산화에 유의적인 영향을 미치지 않았지만, 지방산의 비율에는 영향을 미친다고 하였다. 지방산 비율의 변화는 조리 후 쇠고기의 향기성분 발생에도 영향을 미칠 수 있으며, Ahn 등 (1998)은 조리한 쇠고기에서 propanal, pentanal, hexanal, 1-propanol과 높은 상관관계를 보였으며, 전체 향기성분 발생량과도 높은 상관관계를 가지며, Campo등(2006)은 TBARS수치와 abnormal, rancid, grass향기와 높은 정의 상

관관계를 보였으며, beef와 bloody향기와는 높은 부의 상관관계를 가진다고 하였다.

이러한 결과를 미루어 볼 때 육질등급이 높을수록 가열에 의한 지방산화가 많이 발생할 수 있으며, 실제 고기를 가열하여 섭취할 때 지방함량과 가열종료온도에 따라 실제 섭취하게 되는 지방의 산화 정도가 결정되는 것을 알 수 있었으며, 동일한 육질등급의 쇠고기라도 조리완료온도에 따라 발생하는 향기성분이 달라질 수 있음을 시사하는 바이다.

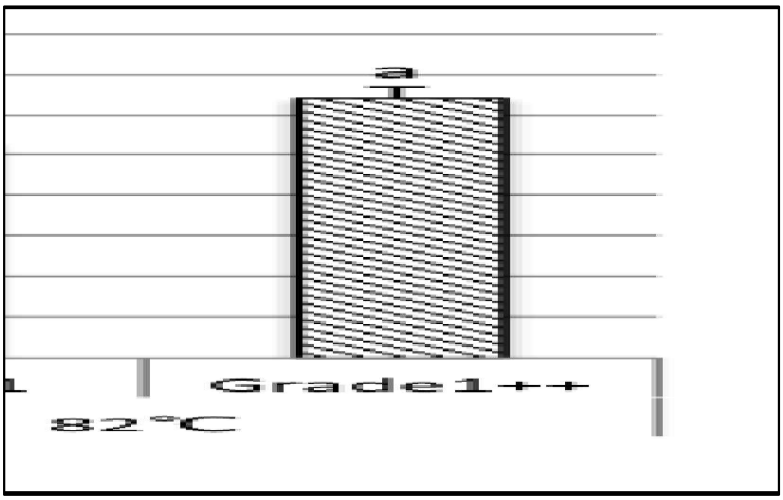


Figure 1. Effect of different intramuscular fat contents and heating temperatures on TBARS of Hanwoo longissimus dorsi muscle. ([1] grade1 and grade1^{++} were the beef quality grade 1 and 1^{++}, respectably; [2] a-b means significant differ with different letter)

위의 결과들을 미루어볼 때 소비자들 실제 고기 섭취할 때 고기를 통해 섭취하게 되는 지방의 양은 가열 온도에 의해 달라지지는 않으며, 일반적으로 고기를 높은 온도에 바짝 구워먹으면 지방이 빠져나가 섭취지방이 적을 것이라 생각하는 소비자들의 예상과는 달리, 오븐을 이용한 가열 실험에서 가열 온도와 상관없이 가열에 의한 실제 지방섭취량의 감소는 나타나지 않았고 대부분의 감량은 고기 내 수분의 삼출에 의해 발생되었다. 또한 가열 온도가 높을수록 전단력이 높아지며 가열감량이 많아 식감에 영향을 주며, 높은 등급의 쇠고기는 낮은 등급의 쇠고기보다 가열시 지방산화가 더 많이 일어나 낮은 등급의 고기를 너무 높지 않은 온도로 가열하는 것이 같은 지방을 섭취하더라도 지방산화가 덜 발생한 고기를 섭취할 수 있는 것으로 나타났다.

요 약

본 연구는 실제 소고기의 품질에 따른 근내지방 함량과 가열온도간의 상호작용 등 화학적 물리적 상태를 연구하고자 하였다. 육질등급 1^{++}등급, 1등급 쇠고기 등심 각 5개씩 총 10개의 샘플을 각각 1인치두께로 절단하여 240℃로 예열된 그릴에 심부온도가 각 60℃, 82℃ 에 도달할 때 까지 가열하였다. pH는 처리구별(raw, rare, very well done)차이를 보이지 않았다. 육색에서 적색도는 1^{++}등급과 1등급 모두에서 가열시 감소하였고, very well done 처리구에서는 rare 처리구보다 낮은 수준을 나타내었다. rare 처리구의 명도와 황색도는 raw 처리구보다 높았던 반면에 very well done 처리구는 세가지 처리구중 가장 낮은 명도와 황색도를 나타내었다. 가열감량은 가열온도에 따라 다르게 차이가 있었으나 등급간 차이는 나타나지 않았다. 전단력은 가열온도에 따라 증가하는 경향을 보였으나 근내지방 함량에 따라 감소하기도 하였다. 가열된 1^{++}등급 쇠고기의 지방 산화는 raw 처리구에 비해 유의적으로 높았으나 1등급 쇠고기의 경우는 가열온도에 따라 다르게 나왔다. 지방산 조성은 가열온도에 따라 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 결론적으로, 소비자들이 쇠고기를 섭취할 때 먹는 지방의양은 raw 상태의 근내지방 함량에 달려있다. 더욱이 높은 등급(1^{++}등급)의 쇠고기는 낮은 등급(1등급)보다 연도가 더 좋았던 반면에 가열조건에서 쉽게 산화되는 경향을 나타내었다. 따라서 고기를 섭취할 때 실제 섭취하는 지방양은 생고기의 지방함량과 연관성이 많기 때문에 낮은 근내지방의 고기를 레어로 익혀먹는 것이 적은양의 지방을 덜 산화 된 채로 먹을 수 있는 방법이지만 고기의 연도는 근내지방 양과 밀접한 관계가 있기 때문에 선택적인 소비가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Alfaia C.M.M, Alves SP, Lopes AF, et al. (2010) Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Science* 84. 769-777
2. Badiani, A., Stipa, S., Bitossi, F., Gatta, P. P., Vignola, G., & Chizzolini, R. (2002). Lipid composition, retention and oxidation in fresh and completely trimmed beef muscles as affected by common culinary practices. *Meat Science*, 60, 169-186.
3. Bakanowski SM, Zoller JM(1984) Endpoint temperature distributions in microwave and conventionally cooked pork. *Food Tech*, 38, 45-46
4. Bendall, J. R. (1973). (2nd ed., Vol. II, Part 2) *New York: Academic Press*.
5. Berry B, Lyon BG, Soderberg D, Clinch N. 2001. Relationships among chemical, cooking and color properties of beef patties cooked to four internal temperatures. *J Muscle Foods* 12, 219-36
6. Berry, B. W.(1993) Tenderness of beef loin steaks as influences by marbling level, removal of subcutaneous fat and cooking method. *J. Anim. Sci.* 71. 2412-2419
7. Boehm, M. L. et al. (1998). Changes in the calpains and calpastatin during postmortem storage of bovine muscle. *Journal of Animal Science*, 76, 2415-2434.
8. Braghieri, A. et al., (2005). Chemical, physical and sensory properties of meat from pure and crossbred Podolian bulls at different ageing times. *Meat Science*, 69, 681-689.
9. Bou, R., Guardiola, F., Grau, A., Grimpa, S., Manich, A., Barroeta, A., et al. (2001). Influence of dietary fat source, a-tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. *Poultry Science*, 80, 800-807.
10. Campo, M. M., Nute, G. R., Wood, J. D., Elmore, S. J., Mottram, D. S., Enser, M. (2003) Modelling the effect of fatty acid in odour development of cooked meat in vitro: Part I-sensory perception. *Meat Science*, 63, 367-375.
11. Cecchi, L. A. et al. (1988). Chemical and physical characteristics of beef chuck muscles. Effect of electrical stimulation, hot-boning, and high temperature conditioning. *Journal of Food Science* 53, 411-415.
12. Cho, S. H., Park, B. Y., Seong, P. N., Kang, G. H., Kim, J. H., Jung. S. G., Im. S.

K., Kim. D. H.(2010) Assenssment of meat quality properties and development of a palatability prediction model for Korean Hanwoo steer beef. *Meat Sci*. 86, 236-242.

13. Corpet DE (2011) Red meat and colon cancer: Should we become vegetarians, or can we make meat safer? MESC 89:310–316. doi: 10.1016/*j.meatsci*.2011.04.009
14. Elmore JS, Campo MM, Enser M, Mottram DS (2002) Effect of Lipid Composition on Meat-like Model Systems Containing Cysteine, Ribose, and Polyunsaturated Fatty Acids. *J Agric Food Chem* 50:1126–1132. doi: 10.1021/jf0108718
15. Elmore JS, Warren HE, Mottram DS, et al. (2004) A comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen Angus and Holstein-Friesian steers fed diets based on silage or concentrates. Meat Science 68:27–33. doi: 10.1016/*j.meatsci*. 2004.01.010
16. Hunt MC, Sørheim O, Slinde E. 1999. Color and heat denaturation of myoglobin forms in ground beef. *J Food Sci,* 64, 847–51.
17. Hwang, I. H. et al. (2008). Demographic and design effects on beef sensory scores given by Korean and Australian consumers. *Australian Journal of Experiment and Agriculture*, 48, 1387-139.
18. Jacobs JA, Miller JC, Sauters EA, Howes AD, Araji AA, Gregory TL, Hust CE (1977) Bulls versus steers. Ⅱ. Palatability and retail acceptance. *J Anim Sci*, 45, 699-702
19. Jeremiah, L. E. et al. (2003). Assessment of the chemical and cooking properties of the major beef muscles and muscle groups. *Meat Science,* 65, 985–992.
20. Ji, J. R. et al. (2010). Objective Meat Quality and Volatile Components as a Function of Cooking Temperature in Beef Longissimus lumborum. *Korean Journal of Food Science and Animal Resource*, 30, 373-384.
21. Jose M. Lorenzo, Mirian Pateiro (2013). Influence of fat content on physicochemic-al and oxidative stability of foal liver pate. *Meat Science,* 95, 330–335.
22. Kim CJ, Chae YC, Lee ES (2002) Changes of physico-chemical properties of beef tenderloin steak by cooking methods. *Kor J Food Sci Ani Resour*, 21, 314-322
23. Kim, D. H. et al. (1993). A study on the consumers attitude to beef: 1. Consumer"s purchasing pattern and preference. *RDA Journal of Agriculture Science*, 35, 598-601.
24. KREI (2012) Agricultural Outlook 2012. Korea Rural Economic Institute.

25. Kim, N. K., Cho, S., Lee, S. H., Pakr, H. R., Cho, Y. M., Yoon, D, Im, S. K., Park, E. W. (2008). Proteins in *longissimus muscle* fo Korean native cattle and their relationship to meat quality. *Meat Sci.* 80 , 1068-1073.

26. Lynnette R. Ferguson (2010) Meat and cancer. MESC 84:308-313. doi : 10.1016/*j.meatsci*.2009.06.032

27. MAFRA (2013) Major Statistics indices. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

28. Mueller SL, King DA, Baird BE, McKenna DR, Osbum WN, Savell JW (2006) In-home consumer evaluation of individual muscles from beef rounds subjected to tenderization treatments. *Meat Sci*, 74, 272-280

29. odriguez-Estrada, M. T., Penazzi, G., Caboni, M. F., Bertacco, G., & Lercker, G. (1997). Effect of different cooking methods on some lipid and protein components of hamburgers. *Meat Science*, 45(3), 365-375.

30. Park JS, Choi MK (2004) A study on rheology of the rib-eye cooked by cooking method and cooking utensil. *Korean J Human Ecol*, 7, 21-31

31. Sánchez-Muniz FJ, Jiménez-Colmenero F (2007) Composition and physicochemical characteristics of restructurBoehm, M. L. et al. (1998). Changes in the calpains and calpastatin during postmortem storage of bovine muscle. *Journal of Animal Science*, 76, 2415-2434.

32. Serrano, A., Librelotto, J., Confrades, S., Sanchez-Muniz, F. J., Jimenez-Colmenero, F. (2007) Composition and physicochemical characteristics of restructured beef stakes containing walnuts as affected by cooking method. *Meat Science*, 77, 304-313

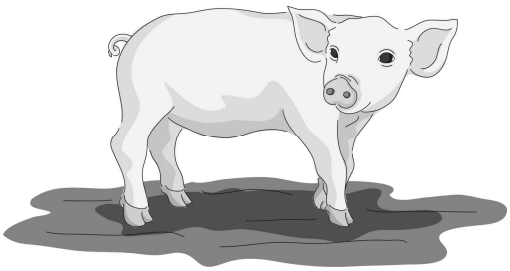
33. SAS (2010) Release 9.1, SAS institute Inc., SAS User's Guide, Cary, NC, USA.

34. Ueda, Y., Watanabe, A., Higuchi, M., Shingu, H., Kushibiki, S., and Shinoda, M.(2007) Effects of intramuscular fat deposition on the beef traits of Japanese Black steers(Wagyu). *J. Anim. Sci*. 78, 198-194.

35. Varnam A, *Sutherland J*. 1995. Meat and meat products. London: Chapman & Hall. p 430.

36. Zanovec M, O'Neil CE, Keast DR, et al. (2010) Lean beef contributes significant amounts of key nutrients to the diets of US adults: National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004. *Nutrition Research* 30 : 375-381.

Ⅱ 돼지 부문



돼지의 등급구간(도체중과 등지방두께)이 정육율에 미치는 영향조사

돼지의 등급구간(도체중과 등지방두께)이 정육율에 미치는 영향조사

김동준[1] · 최치환[1] · 이용기[1] · 정의헌[1] · 최재민[1] · 이도현[1] · 정진형[2] · 김학성[2]
[1]축산물품질평가원 부산경남지원, [2]축산물품질평가원 연구개발팀

초 록

암퇘지 거래정육율은 63.76%이며 부분육의 경우 안심 1.14%, 등심 7.60%, 목심 5.10%, 삼겹살 14.17%, 앞다리 10.51%, 뒷다리 18.24, 갈비 3.06%, 사태 3.04%, 잡육, 0.56% 나타냈다. 거세 돼지 거래정육율은 62.76%이며 부분육의 경우 안심 1.08%, 등심 7.32%, 목심 5.09%, 삼겹살 14.17%, 앞다리 10.34%, 뒷다리 17.66%, 갈비 3.12%, 사태 3.02%, 갈매기 0.34%, 잡육 0.56% 나타냈다.

개정 전·후 등급별 정육율 값은 큰 차이가 없었으나 개정된 등급에서 등급별 표준편차가 낮은 균일한 정육량 값을 나타냈다. 도체특성간의 상관관계에서는 온도체중의 경우 배최장근과 가장 높은 양의 상관관계(r=0.420)를 나타냈다. 거래정육율의 경우 온도체중을 제외한 모든 항목에서 상관관계를 나타냈으며, 요추등지방(r=-557), 등지방(r=-478)이 가장 높은 부의 상관관계를 나타냈다.

정육량과 돼지 도체측정 값 간의 다중회귀분석을 통해 y(정육율)=65.86933 - b×0.01383 + c×0.18035 - d×0.10829 - e×0.0745 - f×0.17293(b : 도체중, c : 배최장근단면적, d : 등지방, e : 흉추1등지방, f : 요추 등지방)와 같은 회귀모형을 도출하였고, 유의수준 0.01에서 유의한 설명변수는 intercept, 배최장근단면적, 요추등지방 값이었으며 도체중, 등지방, 흉추1 등지방은 각각 0.5138, 0.1126, 0.0682 값으로 유의하지 않았다.

key words 암퇘지, 거세돼지, 거래정육율, 등급, 등지방, 도체중, 배최장근단면적

서 론

2011년 우리나라 1인당 고기 소비량은 돼지고기의 경우 18.84kg으로 전체 고기 소비량 중 46.7%를 차지하는 제일 중요한 육류 자원이다(한국육류수출입협회, 2011년).

돼지고기의 품질은 품종, 교배조합, 성별, 출하일령, 사양관리, 도체특성 등에 따라 품질의 차이를 나타낸다.

2004년 농업진흥청 축산연구소에서 실시한 돼지도체 수율조사 결과를 보면 도체중이 79.6kg, 생체중 대비 거래 정육률은 49.77%, 도체중 대비 거래 정육률 66.49%, 뼈율 14.15%, 지방율 24.05%의 값을 나타냈다. 돼지도체 수율자료는 식육수급 예측, 식육산업동향분석 등 축산유통에 매우 중요한 자료이다. 2012년 평균 도체중이 88.2 kg임을 감안하면 현재 도체중에 맞는 수율조사가 필요할 것으로 사료 된다.

김 등 (1996)에 따르면 도체중이 증가 할수록 도체장, 도체폭, 등지방두께, 등심단면적이 증가되지만 거래정육율은 감소하며 지방량과 뼈율은 증가하는 경향을 나타냈다. 특히 도체 측정값 중 등지방이 도체수율과 가장 높은 상관관계를 나타낸다고 하였다

도체중과 등지방의 경우 도체수율 뿐만 아니라 pH, 근내지방, 육색, 보수력 등 육질적인 측면과의 상관관계를 가지는 것으로 조사되고 있으며, 김 등(2006)에 따르면 도체중은 등지방, 근내지방도, 보수력 등과 양의 상관관계를 나타내며, 도체중이 70kg 미만에서 PSE 발생이 가장 높게 나타냈다. 등지방의 경우 도체중, 근내지방도, 보수력, 등과 양의 상관관계를 나타냈다.

김 등(2006)에 따르면 등지방이 너무 얇은 도체의 경우 지방분리, 육즙 손실과다 등으로 육질이 떨어진다고 하였고 조 등(2010)은 도체수율과 육질이 양호한 돼지고기를 생산하기 위해서는 등지방이 적정 수준의 두께를 가진 방향으로 설정하는 것이 유리하다고 하였다.

축산물품질평가원 돼지도체 등급판정기준에 따르면 도체중과 등지방 범위를 규정한 규격등급판정을 실시하고 있으며, 현행 돼지도체 등급판정은 규격등급과 육질등급으로 구분하여 판정하며, 규격등급은 A, B, C로 육질등급은 1+, 1, 2으로 표기하며 등외 등급을 포함한 총 7개이다. 2013년 7월에 돼지등급판정 기준이 개정되어 생산비 절감과 품질향상을 위해 도체중과 등지방 범위가 조정되고 소비자 유통업자 등의 이해도를 높이기 위해 1+, 1, 2, 등외 4개 등급으로 단순화하였다.

본 실험에서는 돼지도체 수율조사, 돼지등급판정 기준 개정 전 · 후의 수율비교, 돼지도체 수율에 영향을 미치는 요인에 대해 연구하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시두수

본 시험에 공시된 돼지는 150두로서 도체중에 따라 5개 group으로 나누어 김해시 소재 김해축산물공판장에서 도축한 후, 동일 육가공장에서 분할 정형된 돼지를 대상으로 조사에 활용하였다.

구분	(A그룹)	(B그룹)	(C그룹)	(D그룹)	(E그룹)
도체중량(kg)	76~79	80~82	83~92	93~97	98이상
생체중량(kg)	98~102	103~106	107~119	120~125	126이상
두수(암)	15	9	23	13	15
두수(거세)	14	12	21	14	14
계(150두)	**29**	**21**	**44**	**27**	**29**

도축 및 중량 측정 절차

온도체중량 측정 ⇨ 등급판정 및 도체선별 ⇨ 냉도체중량 측정 ⇨ muscling score 사진촬영

가공업체 운송 ⇨ 흉추 4~5번 분할 배최장근 면적 측정 ⇨ 등지방두께 측정 (4개 위치) ⇨ 대분할 발골정형 (고시기준 7개부위)

7개 부위 칭량 (탕박 정육율) ⇨ 3~5㎜ 정선 (고시 기준) ⇨ 7개 부위 칭량 (판매 정육율) ⇨ 전체 지방량, 뼈 무게 칭량

상업적 부분육 분할정형

(1) 목심

제 1경추에서 제 4흉추까지의 배최장근으로서, 배최장근 하단부와 앞다리 사이를 평형하게 절단한 후 지방두께를 3~5mm 이하로 정형

(2) 갈비

제 1늑골에서 제4늑골까지 부위로서 제1늑골 5cm 선단부에서 늑골이 포함되게 앞다리에서 분리한 후 피하지방을 제거하여 정형

(3) 앞다리

전완골, 상완골, 견갑골을 감싸고 있는 근육들로서 갈비를 제외한 부위로서 지방두께를 3~5mm 이하로 정형

(4) 앞사태

전완골을 감싸고 있는 근육들로서 앞다리살과 분리 절개하여 정형

(5) 등심

제5흉추에서 뒷다리까지 복부근육으로서 횡격막과 복부지방을 제거하고 배최장근을 절단한 아래 부분의 부위로 지방두께를 3~5mm 이하로 정형

(6) 삼겹살

제5늑골에서 뒷다리까지의 복부근육으로서 횡격막과 복부지방을 제거하고 배최장근을 기준으로 절단한 아래 부분의 부위로 지방두께를 3~5mm 이하로 정형

(7) 안심

치골하부에서 제1요추의 안쪽에 붙어있는 장골근, 대요근, 소요근으로된 부위로서 치골하부와 평행으로 안심머리부분을 절단한 다음 장골 및 요추골을 따라 분리하고 표면지방을 제거 정형

(8) 갈매기

늑골 안쪽의 흉골 끝에서 요추까지 갈비를 가로질러 있는 횡격막을 움직이는 근육으로 늑골에서 분리 정형

(9) 뒷다리

관골, 대퇴골, 하퇴골을 감싸고 있는 근육들로서 안심머리를 제거한 뒤 제7요추와 천추 사이의 관골면을 수평으로 절단하고 지방두께를 3~5mm 이하 정형

(10) 뒷사태

하퇴골(경골과 비골)을 감싸고 있는 근육들로서 근막을 따라 볼기살, 설깃살과 분리한 후 정형

통계분석

본 연구에서 이용한 자료에 대한 통계분석은 SAS(2009)를 이용하여 등급별 수율 평균값간의 유의적 차이를 Duncan의 multiful range test를 이용하여 분석하였고, 도체 측정값간의 상관관계를 Pearson correlation 분석을 통하여 확인하였다.

결과 및 고찰

도체중 그룹별 돼지 수율조사

표-1의 암퇘지 도체 수율은 생체중 114.26kg, 온도체중은 88.67kg, 냉각감량율은 1.77%, 생체중 대비 거래정육율 47.10%, 온도체 대비 거래정육율 63.76%, 뼈생산율 12.14%, 단족생산율 2.10%를 나타냈다.

표-2의 거세돼지 도체수율은 생체중 114.09kg, 온도체중 88.53kg, 냉각감각율 1.93% 생체중 대비 거래정육율 46.28%, 온도체 대비 거래정육율 62.76% 뼈생산율 12.02% 단족생산율 2.17% 나타냈다.

2004년에 실시한 암퇘지, 거세돼지 수율 비교 시 거래정육율의 평균값이 각각 66.83%, 64.94%으로 본 실험 결과보다 높은 거래정육율 값을 나타냈다. 이는 김 등 (1996)에 따르면 도체중이 증가 할수록 거래정육율은 감소한다는 실험결과와 같다 그리고 도체 발골 방법의 차이도 한 원인으로 사료 된다. 특히 상업적인 정형의 경우 돼지도체의 척추에 적당량의 고기를 붙여서 납품하므로 실제적인 거래정육율이 낮아진 것으로 사료된다.

표-3 온도체 대비 암퇘지 거래정육 생산율은 안심 1.14%, 등심 7.60%, 목심 5.10%, 삼겹살 14.17%, 앞다리 10.51%, 뒷다리 18.24, 갈비 3.06%, 사태 3.04%, 잡육, 0.56% 나타냈다.

표-4 온도체 대비 거세돼지 거래정육 생산율은 안심 1.08%, 등심 7.32%, 목심 5.09%, 삼겹살 14.17%, 앞다리 10.34%, 뒷다리 17.66%, 갈비 3.12%, 사태 3.02%, 갈매기 0.34%, 잡육 0.56% 나타냈다.

암퇘지와 거세돼지 2004년 농진청에서 실시한 수율조사에 비해 삼겹살 생산율이 각각 2.07%, 2.19% 높은 값을 나타냈으며 목심, 등심의 생산율은 상대적으로 낮은 비율을 나타냈다. 이는 돼지의 개량, 도체중 증가와 정형 방법의 차이로 사료된다.

개정 전·후 등급별 수율조사

표5와 표6은 개정 전·후 거래정육율을 나타낸 표이다. 개정 전 등급출현율의 경우 A등급 32.7%, B등급 29.3%, C등급 38.0%를 나타냈고 개정 후 등급출현율은 1+등급 23.3%, 1등급 34%, 2등급 42.7%를 나타냈다. 개정 전·후 등급별 거래

정육율은 비슷한 값을 나타낸다. 김 등(2006)에 따르면 등지방이 지나치게 낮아 정육율이 높은 도체의 경우 지방분리, 육즙 손실 과다 등 육질적인 측면에서 떨어진다고 하였으며, 조 등(2010)은 도체 수율과 육질이 양호한 개체를 생산하기 위해서는 적정 수준의 지방두께를 가진 도체가 품질이 우수하다고 하였다. 이와 같은 이유로 돼지등급판정의 경우 육량판정이 아닌 규격등급판정을 실시하고 있다. 1등급, 2등급의 경우 도체중이 작거나 큰 경우, 등지방이 얇거나 두꺼워서 등급이 하락된 도체들의 정육율 값이 서로 더해져 등급 간의 평균이 비슷한 값을 나타내지만 표준편차 값이 등급이 낮아질수록 큰 경향을 나타내며 1+ 등급일수록 균일한 정육량 값을 가지며 1등급, 2등급으로 갈수록 정육량의 편차 값이 커지는 경향을 보인다. 그리고 등급판정 개정 전·후 값을 비교하면 A 등급의 거래 정육량 값의 표준편차 값보다 개정 후 1+ 거래 정육량의 표준편차 값이 낮은 값을 나타내며 개정된 1+ 등급이 개정 전 A등급 보다 균일한 정육량 값을 나타낸다.

표-7, 8은 개정 전·후 부위별 거래정육율을 나타낸 표이다. 삼겹살 생산율의 경우 개정 전 A등급 14.30%, B등급 14.09%, C등급 14.14% 개정 후 1+등급 14.34%, 1등급 14.16%, 2등급 14.09%의 생산율을 나타냈다. 개정된 1+등급에서 삼겹살 생산율이 가장 높은 값을 나타냈다.

표-9는 1+등급 도체중 범위 내에서 등급별 도체 특성 및 부위별 정육율을 나타낸 값이다. 등지방의 경우 1+등급, 1등급, 2등급에서 유의적인 차이($p<0.05$)를 나타내며 등급이 낮아질수록 등방 두께가 두꺼워지는 경향을 나타냈다. 배최장근단면적의 경우 등급 간의 유의적인 차이를 보이지 않았지만 1+등급의 평균의 배최장근단면적이 가장 큰 값을 나타냈으며 등급이 낮아질수록 단면적 크기가 작아지는 경향을 나타냈다. 부위별 정육율의 경우 앞다리는 등급별 유의적인 차이($p<0.05$)를 나타내며 1+등급으로 갈수록 높은 수율을 나타냈다. 반대로 갈비의 경우 2등급이 1+,1등급과 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 높은 수율을 보였다. 안심, 등심, 목심, 뒷다리, 사태, 부위의 경우 등급별 유의적인 차이를 보이지 않았지만 1+등급으로 갈수록 정육율이 높아지는 경향을 나타냈다. 온도체 정육량 대비 정육율 값의 경우 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 등급이 높아질수록 정육율이 높아지는 경향을 나타냈다. 거래정육율 값의 경우 유의적인 차이를 보이지 않았지만 1+등급, 1등급, 2등급 순으로 높은 값을 나타냈다.

도체중을 1+ 범위내의 도체를 선별하였을 경우 등급별 정육율 값이 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며, 1+등급, 1등급, 2등급 순으로 높은 값을 나타냈으며, 부분육 정육율의 경우 앞다리, 갈비를 제외하고는 유의적인 차이를 보이지 않았지만 1^{+}등급, 1등급, 2등급 순으로 높은 값을 나타내는 경향을 보였다.

돼지도체 수율에 영향을 미치는 요인

표-10은 성별에 따른 도체 특성을 비교한 표이다. 등지방 두께의 경우 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 거세돼지가 암퇘지보다 높은 값을 나타냈다. 이러한 결과는 최 등(2000)의 암퇘지가 거세돼지보다 유의하게 얇다는 논문결과와 일치한다. 배최장근단면적의 경우 암퇘지가 거세돼지 보다 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 단면적이 더 큰 값을 나타냈다. 거래정육율의 경우 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 암퇘지가 거세돼지보다 높은 정육율을 나타냈다. 이는 이 등(2006)에 발표한 결과와 같이 암퇘지가 거세돼지 보다 정육율이 높게 나왔으며 암퇘지가 거세돼지에 비해 등지방이 얇고 배최장근단면적이 커서 거래정육율 값이 높게 나온 것으로 사료 된다.

표-11-1는 등지방두께별 거래정육율 조사결과에 따르면 등지방두께가 증가됨에 따라 온도체 대비 거래정육율은 감소하는 경향을 나타냈다. 정육율 전체 평균값은 63.26%이며 23mm이상부터 정육율이 63.26%보다 낮아지는 경향을 나타냈다. 마지막요추 등지방 두께가 돼지 등급판정시 등지방 측정 부위와의 평균값이 2.48mm 얇은 값을 나타냈고 흉추 1번 부위의 등지방 두께는 17.43mm 두꺼운 값을 나타냈다.

표11-2, 표11-3은 제 1흉추 등지방두께, 마지막 요추 등지방두께에 따른 거래정육율을 조사한 표이다. 표 11-1와 같이 지방두께가 증가함에 따라 거래정육율이 감소하는 경향을 나타낸다. 표11-2, 표11-3을 거래정육율을 참고하여 돼지등급판정요령에 제1흉추 등지방두께와 마지막요추 등지방두께의 기준을 추가하는 것도 고려해야 될 것으로 사료된다.

그림 1은 도체중에 따른 정육율을 나타낸 산포도 그래프이다. 도체중에 변화에 따라 정육량 값은 상관관계 없이 분포하고 있다. 그림2는 등지방두께에 따른 정육율 값으로 등지방 두께 값이 증가함에 따라 정육율이 낮아지는 부의 분포를 나타냈다. 그림3은 배최장근단면적 값의 경우 단면적이 증가할수록 정육

율 값이 증가하는 정의 분포를 나타냈다. 하지만 그림2, 3과 같이 등지방 두께가 얇더라도 정육율이 낮은 값을 나타내는 도체들이 있었으며, 배최장근단면적이 크더라도 정육율이 낮은 도체가 있었다.

그림 4, 5는 도체중, 등지방이 같지만 거래정육율 차이를 보인다. 이와 같이 등지방이 같더라도 도체의 비육이 떨어지거나 등지방 측정 부위외의 다른 부위 지방부착이 많을 경우 등의 요인으로 인해 정육율이 떨어지는 것으로 사료된다.

그래서 축산물품질평가원 돼지등급판정기준의 경우 도체중과 등지방이 1+ 범위 내에 포함되어 있어도 전구, 중구, 후구를 구분하여 부위별 비육이 떨어지거나 등지방 측정 부위 외 지방부착이 많은 경우 등급을 하락하고 있다.

표-12는 도체 특성간 상관관계를 나타낸 표이다. 온도체중의 경우 배최장근단면적과 가장 높은 양의 유의적 상관관계(r=0.420) 값을 나타냈으며 등지방, 흉추 1등지방, 마지막 요추 등지방과도 양의 상관관계를 나타냈다. 하지만 온도체대비 거래정육율과 유의적 상관관계를 나타내지 않았다. 거래정육율의 경우 온도체중과 유의적 상관관계를 나타내지 않았으며, 배최장근단면적의 경우 양의 상관관계(r=0.369)를 나타냈고 등지방, 흉추 1등지방, 마지막 요추 등지방 모두 부의 상관관계를 나타냈으며 요추등지방(-0.557), 등지방(-0.478) 값이 가장 높은 부의 상관관계 값을 나타냈다.

$$Y(\text{정육율})=65.86966-b\times0.01383+c\times0.18035-d\times0.10829-e\times0.07450-f\times0.17293$$

(∴b=도체중, c= 배최장근단면적, d=등지방, e= 흉추1등지방, f=요추 등지방)

정육량과 돼지 도체측정값 간의 다중회귀분석을 통해 위와 같은 추정 회귀모형을 도출하였고 46.41%의 설명력을 가지는 회귀모형이며, 이는 김 등(1990)에 발표한 논문과 같이 출하체중, 등지방 두께 등의 변이로 인한 것으로 사료 된다. t검정 결과 유의수준 0.05에서 유의한 설명변수는 intercept, 배최장근단면적, 요추등지방 값이었으며 도체중, 등지방, 흉추1 등지방은 각각 0.5138, 0.1126, 0.0682 값으로 유의하지 않았다.

요 약

암퇘지 거래정육율은 63.76%이며 부분육의 경우 안심 1.14%, 등심 7.60%, 목심 5.10%, 삼겹살 14.17%, 앞다리 10.51%, 뒷다리 18.24, 갈비 3.06%, 사태 3.04%, 잡육, 0.56% 나타냈다. 거세 돼지 거래정육율은 62.76%이며 부분육의 경우 안심 1.08%, 등심 7.32%, 목심 5.09%, 삼겹살 14.17%, 앞다리 10.34%, 뒷다리 17.66%, 갈비 3.12%, 사태 3.02%, 갈매기 0.34%, 잡육 0.56% 나타냈다.

개정 전·후 등급별 정육율 값은 큰 차이가 없었으나 개정된 등급에서 등급별 표준편차가 낮은 균일한 값을 나타냈다. 도체특성간의 상관관계에서는 온도체중의 경우 배최장근과 가장 높은 양의 상관관계(r=0.420)을 나타냈다. 거래 정육율의 경우 온도체중을 제외한 모든 항목에서 상관관계를 나타냈으며, 마지막 요추 등지방(r=-557), 등지방(r=-478)이 가장 높은 부의 상관관계를 나타냈다.

정육량과 돼지 도체측정값 간의 다중회귀분석을 통해 y(정육율)=65.86933 - b×0.01383 + c×0.18035 - d×0.10829 - e×0.07450 - f×0.17293(b : 도체중, c : 배최장근단면적, d : 등지방, e : 흉추 1등지방, f : 마지막 요추 등지방)와 같은 회귀모형을 도출하였고, 유의수준 0.01에서 유의한 설명변수는 intercept, 배최장근단면적, 요추등지방 값이었으며 도체중, 등지방, 흉추1 등지방은 각각 0.5138, 0.1126, 0.0682 값으로 유의하지 않았다.

이상의 결과와 같이 돼지도체 거래정육율, 부분육 수율 등을 알 수 있었고 등급 개정 전·후의 수율 비교 및 돼지 도체측정 값들의 상관관계에 대해 알 수 있었다. 앞으로 돼지도체 등급판정 및 도체특성 연구를 위한 기본 자료로 활용하기 위한 많은 두수의 도체 수율조사가 필요할 것으로 사료 된다.

표 1. 암퇘지 도체수율 (단위 : %)

구분	체중대(kg)					
	76~79 (98~102)	80~82 (103~106)	83~92 (107~119)	93~97 (120~125)	98이상 (126~)	전체
조사두수	15	9	23	13	15	75
생체중(kg)	100.43±1.50	104.52±1.20	111.27±3.74	123.214±1.44	130.76±2.62	114.26±2.62
온도체중(kg)	77.93±1.63	81.11±0.93	86.35±2.90	95.61±1.12	101.47±2.03	88.67±8.80
냉도체중(kg)	76.61±1.65	79.23±1.72	85.06±2.68	94.08±1.37	99.32±2.06	87.09±8.60
냉도체율	98.16±1.16	98.24±1.40	98.40±1.20	98.27±1.33	98.04±0.64	98.23.±1.14
냉각감량율	1.84±1.16	1.76±1.40	1.60±1.20	1.73±1.33	1.96±0.64	1.77±1.14
박피정육율(A)	63.47±1.06	63.461±1.22	64.01±0.94	63.85±1.03	63.80±0.93	63.77±1.01
박피정육율(B)	81.80±1.37	81.78±1.57	82.50±1.21	82.28±1.33	82.21±1.20	82.18±1.30
거래정육율(A)	49.14±1.66	49.03±2.04	49.31±2.12	49.15±1.67	49.90±1.59	49.48±1.85
거래정육율(B)	63.32±2.14	63.18±2.63	63.55±2.74	63.33±2.15	64.30±2.05	63.76±2.38
뼈 율(A)	9.77±0.66	9.56±0.37	9.28±0.50	9.30±0.66	9.32±0.39	9.42±0.55
뼈 율(B)	12.59±0.85	12.32±0.48	11.96±0.64	11.98±0.85	12.00±0.50	12.14±0.72
지 방 율(A)	15.43±2.01	14.08±2.02	16.03±2.37	16.07±2.18	14.99±1.80	15.47±2.13
단 족(A)	1.71±0.16	1.66±0.15	1.62±0.13	1.59±0.08	1.58±0.10	1.63±0.13
단 족(B)	2.22±0.21	2.14±0.20	2.09±0.17	2.05±0.10	2.04±0.12	2.10±0.17

1. 생체중 : 온도체중÷0.776
2. 냉도체율 : 냉도체중÷온도체중*100
3. 냉각감량율 : 100 − 냉도체율(냉도체중÷온도체중*100)
4. 박피정육율(A) : 소계1 ÷ 생체중 × 100
5. 박피정육율(B) : 소계1 ÷ 온도체중 × 100
6. 거래정육율(A) : 소계3 ÷ 생체중 × 100
7. 거래정육율(B) : 소계3 ÷ 온도체중 × 100
8. 뼈 율(A) : 뼈 ÷ 생체중 × 100
9. 지방율(A) : 지방(신지방+지방2) ÷ 생체중 × 100
10. 단 족(A) : 단족 ÷ 생체중 × 100

표 2. 거세돼지 도체수율 (단위 : %)

구분	체중대(kg)					
	76~79 (98~102)	80~82 (103~106)	83~92 (107~119)	93~97 (120~125)	98이상 (126~)	전체
조사두수	14	12	21	14	14	75
생체중(kg)	100.70±1.00	104.60±1.08	111.93±3.76	122.24±1.32	130.71±2.46	114.09±10.96
온도체중	78.14±0.77	81.17±0.83	86.86±2.92	94.86±1.03	101.43±1.91	88.53±8.51
냉도체중	76.94±1.35	79.76±1.14	85.42±3.08	93.12±1.26	98.89±2.39	86.75±8.15
냉도체율	98.48±1.00	98.31±0.76	98.19±1.07	98.30±1.00	97.49±0.85	98.07±1.01
냉각감량율	1.52±1.00	1.67±0.77	1.80±1.07	1.70±1.00	2.50±0.85	1.93±1.01
박피정육율(A)	63.42±1.03	63.61±0.85	63.87±0.90	63.79±0.68	63.24±0.60	63.61±0.84
박피정육율(B)	81.73±1.32	81.98±1.09	82.30±1.15	82.20±0.87	81.49±0.77	81.97±1.08
거래정육율(A)	49.03±2.04	48.68±1.74	48.62±1.65	48.59±2.88	48.60±1.70	48.70±1.97
거래정육율(B)	63.18±2.63	62.73±2.24	62.66±2.32	62.62±3.71	62.63±2.19	62.76±2.55
뼈 율(A)	9.73±0.38	9.06±0.69	9.34±0.55	9.21±0.44	9.25±0.55	9.53±0.56
뼈 율(B)	12.53±0.48	11.68±0.88	12.04±0.71	11.86±0.57	11.93±0.71	12.02±0.72
지 방 율(A)	15.67±2.02	16.22±1.72	16.47±1.74	16.52±2.81	15.98±2.25	16.20±2.09
단 족(A)	1.78±0.15	1.74±0.11	1.66±0.15	1.63±0.13	1.63±0.17	1.68±0.15
단 족(B)	2.29±0.20	2.24±0.15	2.14±0.20	2.09±0.17	2.10±0.22	2.17±0.20

1. 생체중 : 온도체중÷0.776
2. 냉도체율 : 냉도체중÷온도체중*100
3. 냉각감량율 : 100 − 냉도체율(냉도체중÷온도체중*100)
4. 박피정육율(A) : 소계1 ÷ 생체중 × 100
5. 박피정육율(B) : 소계1 ÷ 온도체중 × 100
6. 거래정육율(A) : 소계3 ÷ 생체중 × 100
7. 거래정육율(B) : 소계3 ÷ 온도체중 × 100
8. 뼈 율(A) : 뼈 ÷ 생체중 × 100
9. 지방율(A) : 지방(신지방+지방2) ÷ 생체중 × 100
10. 단 족(A) : 단족 ÷ 생체중 × 100

표 3. 온도체중대비 암퇘지 거래정육 생산율 (단위 : %)

구분	체중대(kg)					
	76~79 (98~102)	80~82 (103~106)	83~92 (107~119)	93~97 (120~125)	98이상 (126~)	전체
조사두수	15	9	23	13	15	75
온도체중(kg)	77.93±1.16	81.11±0.93	86.35±2.90	96.62±1.12	101.47±2.03	88.67±8.80
안심	1.13±0.10	1.15±0.09	1.13±0.10	1.15±0.08	1.16±0.13	1.14±0.10
등심	7.46±0.61	7.81±0.87	7.60±0.85	7.43±0.53	7.74±0.52	7.60±0.69
목심	5.06±0.26	4.95±0.20	5.10±0.27	5.06±0.22	5.27±0.26	5.10±0.26
삼겹살	14.20±0.81	14.00±0.61	14.38±0.57	13.94±0.52	14.10±0.37	14.17±0.60
앞다리	10.40±0.56	10.85±0.41	10.40±0.49	10.56±0.47	10.54±0.48	10.51±0.50
뒷다리	18.01±1.11	18.82±1.58	17.98±1.40	18.22±1.04	18.51±1.22	18.24±1.28
갈비	3.06±0.30	3.05±0.15	3.04±0.14	3.09±0.17	3.08±0.17	3.06±0.19
사태	3.12±0.33	3.27±0.24	2.99±0.30	3.01±0.36	2.94±0.22	3.04±0.31
갈매기	0.35±0.03	0.32±0.03	0.36±0.03	0.34±0.04	0.33±0.03	0.34±0.04
잡육	0.54±0.10	0.55±0.16	0.56±0.08	0.53±0.09	0.62±0.17	0.56±0.12
정육계(소계3)	63.32±2.14	63.18±2.63	63.55±2.74	63.33±2.15	64.30±2.05	63.76±2.38

※ 지방 0.3~0.5㎝ 부착

표 4. 온도체중대비 거세돼지 거래정육 생산율 (단위 : %)

구분	체중대(kg)					
	76~79 (98~102)	80~82 (103~106)	83~92 (107~119)	93~97 (120~125)	98이상 (126~)	전체
조사두수	14	12	21	14	14	75
온도체중(kg)	78.14±0.77	81.17±0.83	86.86±2.92	94.86±1.03	101.43±1.91	88.53±8.51
안심	1.09±0.10	1.04±0.08	1.10±0.10	1.10±0.11	1.08±0.11	1.08±0.12
등심	7.41±0.81	7.13±0.43	7.31±0.40	7.44±0.80	7.30±0.67	7.32±0.70
목심	5.10±0.45	5.12±0.36	5.04±0.56	5.10±0.28	5.12±0.19	5.09±0.49
삼겹살	14.24±0.52	14.17±0.39	14.32±0.67	14.20±0.58	13.99±0.59	14.17±0.73
앞다리	10.34±0.71	10.33±0.35	10.34±0.48	10.34±0.66	10.42±0.56	10.34±0.68
뒷다리	17.83±1.13	17.79±1.10	17.61±1.40	17.47±1.65	17.73±0.89	17.66±1.36
갈비	3.16±0.35	3.15±0.36	3.13±0.24	3.06±0.33	3.11±0.25	3.12±0.30
사태	3.08±0.30	3.12±0.32	2.92±0.35	3.01±0.24	3.02±0.20	3.02±0.30
갈매기	0.36±0.05	0.36±0.05	0.34±0.05	0.32±0.04	0.34±0.05	0.34±0.05
잡육	0.58±0.08	0.52±0.06	0.55±0.10	0.57±0.12	0.60±0.12	0.56±0.11
정육계(소계3)	63.18±2.63	62.73±2.24	62.66±2.32	62.62±3.71	62.63±2.19	62.76±2.55

※ 지방 0.3~0.5㎝ 부착

표 5. 개정 전 등급별 거래정육율 (단위 : 두, kg, ㎜, %)

등급	성별	조사두수	온도체중	등지방두께	거래 정육량	거래 정육율
A등급	암	24	88.50±4.31	22.58±2.15	56.52±3.25	63.87±2.24
	거세	25	89.56±4.13	22.92±2.41	56.48±3.59	63.05±2.32
	계	49	89.04±4.21	22.75±2.26	56.50±3.49	63.53±2.24
B등급	암	22	88.32±7.80	21.82±3.32	56.57±4.87	64.11±2.75
	거세	22	87.23±7.63	22.36±3.57	54.68±4.95	62.70±2.56
	계	44	87.77±7.64	22.09±3.41	55.65±5.05	63.32±2.70
C등급	암	29	89.07±11.98	21.38±4.18	56.50±8.04	63.41±2.17
	거세	28	88.64±11.64	23.93±4.45	55.39±7.46	62.54±2.72
	계	57	88.85±11.71	22.13±4.46	55.96±7.71	62.98±2.58
계	암	75	88.67±8.80	21.89±3.38	56.53±5.92	63.76±2.38
	거세	75	88.53±8.51	23.13±3.63	55.55±5.71	62.76±2.55
	계	150	88.60±8.62	22.51±3.54	56.04±5.82	63.26±2.51

표 6. 개정 후 등급별 거래정육율 (단위 : 두, kg, ㎜, %)

등급	성별	조사두수	온도체중	등지방두께	거래 정육량	거래 정육율
1+등급	암	18	86.28±2.74	22.44±2.01	54.98±2.09	63.74±2.09
	거세	17	86.88±3.00	22.24±2.63	54.60±2.71	62.84±2.25
	계	35	86.57±2.84	22.34±2.30	54.79±2.38	63.30±2.18
1등급	암	25	88.72±7.00	22.00±3.29	56.74±4.42	64.02±2.79
	거세	26	88.08±6.76	22.65±3.06	55.69±5.09	63.19±2.20
	계	51	88.39±6.82	22.33±3.16	56.21±4.76	63.60±2.52
2등급	암	32	89.97±11.74	21.50±4.04	57.24±8.01	63.58±2.25
	거세	32	89.78±11.31	24.00±4.35	55.94±7.24	62.35±2.93
	계	64	89.88±11.44	22.75±4.35	56.59±7.61	62.96±2.76
계	암	75	88.67±8.80	21.89±3.38	56.55±5.92	63.76±2.38
	거세	75	88.53±8.51	23.13±3.63	55.55±5.71	62.76±2.55
	계	150	88.60±8.62	22.51±3.54	56.04±5.82	63.26±2.51

표 7. 개정 전 등급별·부위별 거래정육율 (단위 : 두, kg, ㎜, ㎠, %)

등급	A등급	B등급	C등급	계
조사두수	49	44	57	150
온도체중	89.04±4.21	87.77±7.65	88.86±11.71	88.60±8.63
등지방두께	22.76±2.27	22.09±3.42	22.63±4.47	22.51±3.55
배최장근면적	42.71±5.20	41.98±3.93	41.00±6.44	41.85±5.41
안심	1.13±0.09	1.10±0.12	1.11±0.11	1.11±0.11
등심	7.55±0.64	7.46±0.64	7.39±0.72	7.46±0.67
목심	5.07±0.42	5.07±0.25	5.14±0.32	5.09±0.34
삼겹살	14.30±0.60	14.09±0.53	14.14±0.61	14.18±0.59
앞다리	10.47±0.43	10.49±0.47	10.35±0.63	10.43±0.53
뒷다리	17.95±1.36	18.13±1.37	17.83±1.17	17.96±1.29
갈비	3.09±0.19	3.10±0.25	3.09±0.29	3.09±0.25
사태	2.99±0.31	3.08±0.32	3.02±0.27	3.03±0.30
갈매기	0.35±0.04	0.34±0.04	0.34±0.04	0.34±0.04
잡육	0.56±0.10	0.55±0.10	0.58±0.13	0.56±0.11
정육량	56.50±3.49	55.65±5.05	55.96±7.71	56.04±5.82
정육율	63.53±2.24	63.32±2.70	62.98±2.58	63.26±2.51

표 8. 개정 후 등급별·부위별 거래정육율 (단위 : 두, kg, ㎜, ㎠, %)

등급	1^{+}등급	1등급	2등급	계
조사두수	35	51	64	150
온도체중	86.57±2.84	88.39±6.82	88.88±11.44	88.60±8.63
등지방두께	22.34±2.30	22.33±3.16	22.75±4.35	22.51±3.55
배최장근면적	42.83±5.78	41.86±3.88	41.30±6.20	41.85±5.41
안심	1.12±0.09	1.11±0.11	1.10±0.11	1.11±0.11
등심	7.52±0.65	7.47±0.65	7.41±0.71	7.46±0.67
목심	5.06±0.46	5.07±0.26	5.13±0.31	5.09±0.34
삼겹살	14.34±0.64	14.16±0.49	14.09±0.61	14.18±0.59
앞다리	10.43±0.38	10.54±0.48	10.35±0.62	10.43±0.53
뒷다리	17.88±1.35	18.13±1.33	17.85±1.24	17.96±1.29
갈비	3.07±0.17	3.11±0.24	3.09±0.29	3.09±0.25
사태	2.96±0.33	3.10±0.29	3.02±0.28	3.03±0.30
갈매기	0.35±0.04	0.34±0.04	0.34±0.04	0.34±0.04
잡육	0.56±0.10	0.55±0.11	0.58±0.12	0.56±0.11
정육량	54.79±2.38	56.21±4.76	56.59±7.61	56.04±5.82
정육율	63.30±2.18	63.60±2.52	62.96±2.67	63.26±2.51

표 9. 도체중 83~92kg 사이의 등급별 거래 정육율과 부위별 거래 정육율

(단위 : kg, ㎜, ㎠, %)

구 분	1+등급	1등급	2등급
온도체중	87.59±2.41	89.60±3.21	89.00±4.24
등지방두께	21.33c±1.82	23.13b±3.63	31.00a±4.24
배최장근면적	43.04±5.58	41.40±1.52	35.00±1.41
안심	1.13±0.10	1.04±0.13	1.05±0.07
등심	7.46±0.63	7.04±0.59	6.55±0.35
목심	5.07±0.47	5.20±0.31	4.85±0.07
삼겹살	14.29±0.70	14.12±0.43	14.45±0.35
앞다리	10.47a±0.35	10.12a±0.19	9.10b±0.28
뒷다리	17.81±1.47	16.84±1.38	16.85±0.35
갈비	3.06b±0.15	3.04b±0.11	3.40a±0.57
사태	2.91±0.35	2.84±0.29	2.85±0.07
갈매기	0.37±0.05	0.40±0.00	0.35±0.07
잡육	0.57±0.09	0.54±0.11	0.50±0.14
지방	16.57b±1.99	19.22ab±1.93	20.30a±1.84
정육율[1)]	76.97a±2.59	74.04ab±2.87	72.42b±1.00
거래정육율	63.15±2.31	62.76±2.55	59.92±4.24

[a–b] Means±SD with different superscript in the same row are significantly different ($p<0.05$).

[1)] 정육율 : 거래 정육량/온도체 정육량

표 10. 성별에 따른 도체특성 비교

(단위 : kg, ㎜, ㎠, %)

구 분	암 (n=75)	거세 (n=75)	통계적 차이여부[1)]
온도체중	88.67±8.80	88.53±8.51	
등지방두께	21.89±3.38	23.13±3.63	*
배최장근단면적	42.79±5.35	40.91±5.35	*
흉추1등지방	40.05±5.31	41.35±5.37	
흉추14등지방	21.81±3.42	22.72±3.52	
마지막요추등지방	19.57±4.69	20.48±4.32	
거래정육율	63.76±2.38	62.76±2.55	*

[1)] * $p<0.05$.

표 11-1. 등지방두께별 거래정육율 (단위 : ㎜, 두, kg, %)

등지방 두께	조사두수	흉추1 등지방두께	마지막흉추 등지방두께	마지막요추 등지방두께	거래정육량	온도체대비 거래정육율
15	1	31.00±0.00	15.00±0.00	10.00±0.00	66.19±0.00	64.89±0.00
16	4	31.75±2.87	16.25±0.96	11.75±1.71	52.67±4.37	66.60±3.58
17	6	36.83±3.82	17.50±0.55	17.17±1.60	52.81±4.19	63.11±2.34
18	8	35.38±4.93	18.38±1.06	15.38±2.97	52.48±6.14	63.47±1.61
19	10	39.60±4.58	19.00±1.05	17.00±4.14	56.06±6.97	64.40±2.14
20	16	37.69±3.38	20.13±1.45	17.94±2.67	58.25±5.63	64.85±2.39
21	14	39.43±3.84	20.64±0.74	18.21±2.86	53.12±4.75	64.17±1.72
22	17	39.65±3.00	21.29±0.92	19.35±3.52	55.75±5.73	64.19±2.40
23	20	41.90±3.39	22.80±1.06	20.80±3.12	56.11±6.59	63.15±1.57
24	21	42.33±4.26	23.43±1.21	21.62±2.64	57.10±5.90	62.53±2.38
25	7	40.14±3.58	24.43±1.13	22.43±2.88	53.78±6.04	61.73±2.13
26	6	43.17±5.67	25.67±0.82	24.83±3.76	55.37±3.03	61.06±1.89
27	5	45.80±5.31	26.80±0.45	24.00±2.55	63.27±2.57	63.40±1.80
28	4	48.25±4.99	28.50±1.73	22.50±4.65	54.36±4.16	61.02±2.85
29	3	48.33±5.86	28.00±0.00	23.67±2.31	61.32±2.47	61.36±1.54
30	4	50.00±5.03	29.50±0.58	28.75±4.92	57.94±4.26	61.54±1.21
31	3	44.67±7.23	30.00±0.00	25.00±3.61	56.22±5.25	60.01±0.35
32	1	50.00±0.00	32.00±0.00	33.00±0.00	51.86±0.00	54.02±0.00
계, 평균	150	40.70±5.36	22.27±3.49	20.03±4.52	56.04±5.82	63.26±2.51

표 11-2. 흉추 1 등지방두께별 거래정육율 (단위 : ㎜, 두, %)

흉추1 등지방두께	조사두수	등지방두께	마지막요추 등지방두께	온도체대비거래 정육율
33 이하	10	17.00±1.78	12.80±2.90	64.76±2.19
34	4	21.00±3.46	15.75±3.30	63.91±3.62
35	12	19.17±1.95	16.08±2.27	64.68±2.14
36	10	21.70±2.45	18.20±3.29	64.27±2.84
37	7	21.43±2.15	18.86±3.39	64.71±2.21
38	10	22.30±1.83	19.30±2.16	63.24±1.81
39	11	22.00±1.79	21.00±4.17	63.66±1.61
40	13	22.69±3.59	18.85±2.91	64.28±2.79
41	8	24.63±3.16	22.25±4.11	63.51±1.45
42	11	21.27±2.72	20.31±2.46	63.27±2.42
43	13	22.54±2.67	22.42±2.68	62.67±2.26
44	12	24.17±1.99	24.25±6.95	62.41±2.50
45	4	25.00±4.76	21.63±2.26	62.98±2.17
46	8	23.38±3.58	28.50±1.73	62.26±1.38
47	1	24.00±0.00	23.00±0.00	61.02±0.00
48	4	23.75±1.50	20.75±3.30	63.73±1.72
49	2	30.00±0.00	24.50±0.71	61.61±1.62
50 이상	10	28.20±2.39	26.70±3.62	59.67±2.49
계, 평균	150	22.51±3.55	20.03±4.52	63.26±2.51

표 11-3. 마지막 요추 등지방두께별 거래정육율 (단위 : ㎜, 두, %)

마지막 요추 등지방두께	조사두수	등지방두께	흉추1 등지방두께	온도체대비거래정육율
10 이하	3	16.67±2.08	31.67±0.58	66.14±2.17
11	2	17.00±1.14	30.00±2.83	65.72±3.38
12	2	17.00±1.14	34.50±0.71	66.64±2.52
13	1	22.00±0.00	35.00±0.00	67.30±0.00
14	5	20.40±3.05	35.80±2.59	64.81±2.42
15	9	19.33±1.12	35.22±3.73	64.70±1.53
16	11	20.36±3.26	37.91±3.91	64.14±2.08
17	13	20.54±1.98	40.00±4.16	64.78±2.02
18	13	20.92±1.98	39.92±3.35	64.33±2.35
19	9	21.56±1.24	38.78±3.19	63.00±1.63
20	13	22.69±2.75	40.15±3.72	62.22±2.45
21	9	24.33±2.65	42.78±4.12	62.90±2.85
22	17	22.65±2.85	40.88±3.14	62.88±1.94
23	15	24.40±1.50	42.87±4.05	63.10±1.86
24	10	25.40±3.72	46.10±4.89	62.10±1.60
25	6	226.17±3.87	47.17±4.79	61.43±1.13
26	1	26.00±0.00	41.00±0.00	62.93±0.00
27	3	26.00±2.00	52.00±2.00	58.92±2.02
28	2	26.00±1.41	42.50±2.12	61.47±3.20
29	1	31.00±0.00	41.00±0.00	59.61±0.00
30 이상	5	28.20±3.63	46.60±7.09	59.79±3.39
계, 평균	150	22.51±3.55	40.70±5.36	63.26±2.51

표 12. 도체특성간 상관관계

구분	배최장근	등지방	흉추1등지방	요추등지방	거래정육율
온도체중	.420(**)	.352(**)	.363(**)	.191(*)	-.042
배최장근		.044	.074	-.056	.369(**)
등지방	.044		.643(**)	.717(**)	-.478(**)
거래정육율	.369(**)	-.478(**)	-.451(**)	-.557(**)	

* $p<0.05$; ** $p<0.01$.

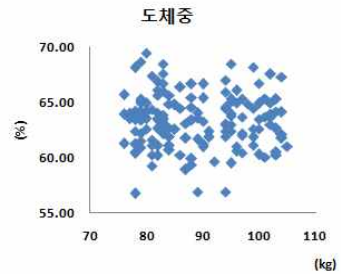


그림 1. 도체중에따른 정육율 산포도

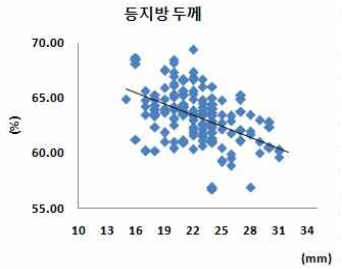


그림 2. 등지방두께에 따른 정육율 산포도

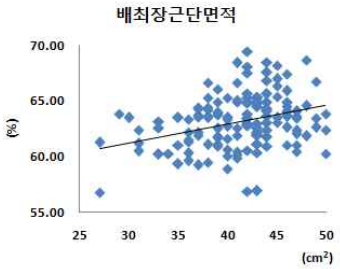


그림 3. 단면적에 따른 정육율 산포도

그림 4. 88kg 21mm, 56(등심단면적), 66.61%(거래정육율)

그림 5. 87kg 20mm, 39(등심단면적), 61.72% (거래정육율)

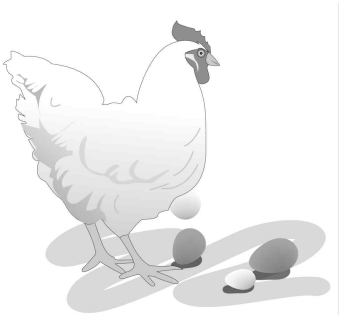
참고문헌

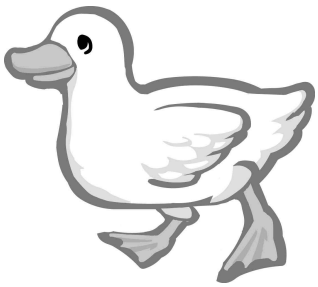
1. 김계웅, 임병순(2006) 돼지의 도체중과 등지방 두께에 따른 도체 등급 및 도체 특성. 한국축산식품학회지 26(2) : 183~188
2. 김계웅(2012) 비육돈의 성별·등지방두께 및 육질등급 분석. 한국동물자원과학회지 54(1): 29~33
4. 김동훈, 주선태, 이종문, 유영모, 박범영, 김용곤(1996)도살체중이 다른 돼지 도체의 거래정육을 추정에 관한 연구. 한국축산식품학회지 16(2): 168~172
5. 김용곤, 주선태, 김동훈, 정연후, 김병철, 최양일(1990) 돼지의 도체 등급에 관한 연구. Ⅰ. 도체측정방법이 육생산성에 미치는 영향. 한국축산학회지 32(12):189
6. 김용곤, 주선태, 정숙근, 김병철, 강태홍(1990) 돼지의 도체등급에 관한 연구. Ⅱ. 돼지 도체의 거래정육율 추정에 관한 연구. 한국축산학회지 32(12):845
7. 박범영, 김진형, 조수현, 유영모, 황인호, 김동훈, 채현석, 안종남, 김용곤, 정명욱, 이종문 (2004) 소돼지 도체수율, 농촌진흥청 축산연구소. pp. 86-133.
8. 조환, 김병우, 선두원, 박재찬, 박철현, 이정규(2010) 돼지의 등지방두께와 도체중이 육질 등급에 미치는 영향. 농업생명과학연구 44(3): 53-60
9. 최양일, 김영태, 이창림, 한인규(2000) 돼지의 출하일령과 성별에 따른 도체 및 육질 특성. 한국동물자원과학회지 42(6), 933-940
10. 국립축산과학원 돼지 출하체중별 도체수율자료 정책 참고자료 활용 보고서
11. 한국육유수출입협회 2011 통계자료
12. 농림수산식품부 고시 제2013-109호, 축산물등급판정세부기준.

Ⅲ

가금 부문

닭·계란·오리





닭고기 부분육 육색 판별기준 마련 연구

닭고기 부분육 육색 판별기준 마련 연구

윤영권[1] · 이수경[1] · 이재청[2] · 조철훈[3]
[1]축산물품질평가원 서울지원, [2]축산물품질평가원 연구개발팀, [3]서울대학교 농업생명과학대학

초 록

본 연구는 국내에서 생산되는 닭고기 부분육의 육색 출현 분포를 확인하고, 육색에 따른 육질특성 비교를 통하여 이상육(PSE-like meat)을 판별할 수 있는 육색기준을 마련하기 위한 기초연구로서 수행되었다. 국내 주요 3개 도계장에서 생산되는 닭가슴살의 육색(L*)은 평균 58.73으로, 그 범위는 48~68의 분포를 나타냈으며 본 연구에서 설정된 육색기준값(Cut-off L* value) 62를 적용하면 국내 닭가슴살의 이상육 발생율은 11.4%로 나타났다.

또한 이상육(중증), 이상육(경증), 정상육 그룹의 육질특성 실험결과, pH와 보수력(육즙감량, 가열감량)이 이상육과 정상육 그룹간 유의적인 차이를 보였으며(p<005), 육색(L*)이 증가할수록 pH는 낮아지고, 보수력(육즙감량, 가열감량)은 떨어지는 결과가 나타났다. 반면 전단력 및 단백질용해성은 그룹별 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

이번 국내 실험을 통해 닭가슴살의 pH, 보수력 등의 육질평가에 대한 판별지표로서 육색(L*)값을 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

key words chicken breast meat, L* , pH, water-holding capacity

서 론

돼지고기에서 주로 문제가 되는 PSE육은 육색이 창백(pale)하고 흐물거리며(soft), 육즙이 삼출되기 쉬운(exudative) 특징을 가지는 이상육으로, 유통 시에 육즙 손실이 많아 감량이 많이 발생할 뿐 아니라 조리 시와 가공품의 가공 공정에서도 육즙이 침출되기 쉽고 풍미 성분의 손실이 쉽기 때문에 식감도 좋지 않다(Barbut 1997; Petracci et al. 2004, 2009). 돼지고기의 PSE육과 같은 이상육(PSE-like meat) 발생 현상이 가금류에서도 보고되고 있는데, 가금류에서는 그동안 그 영향이 비중 있게 고려되지 않았기에 많이 연구되지 않았고, 육계에서

는 부분육 유통 비율이 높은 서양 여러 나라를 중심으로만 연구, 조사되고 있는 실정이다(Barbut 1993; Barbut 1997; Owens *et al.* 2000; Wilkins *et al.* 2000; Woelfel *et al.* 2002; Galobartand Moran 2004; Petracci et al. 2004; Petracci 2009). 더욱이 국내 연구기반은 더 취약하여 닭고기 이상육(PSE-like meat; PSE 육)의 발생기작은 물론 그 현황조차 조사된 바가 없다.

최근 들어 닭고기 소비형태가 통닭에서 부분육으로 전환됨에 따라 제품의 육색, 질감, 보수력 등 과거에는 문제되지 않았던 육질문제가 소비자는 물론 가공업자에게까지 대두되고 있다(Smith, 1999; Roberts, 2008). 육질을 분류하는데 있어서 삼출물과 육색은 매우 중요하며, 이것은 가공 및 섭취시의 보수력이나 기호성에 깊은 관련을 가지기에 소비자들에게는 품질을 대변하는 구매 기준으로 인식되고 있고(Camou *et al.* 1991; Warner *et al.* 1991; Garrido *et al.* 1994), 국내에서도 이제는 대형마트에서 트레이 포장된 닭가슴 부분육 등을 쉽게 볼 수 있으며, 친환경제품 등으로 고급화하고 있다. 이렇게 가금류 생산 및 소비패턴이 변화하고 있으나, 닭고기 품질평가는 변색, 외상 유무 등의 외관 위주의 평가에 비중을 두고 있어, 육색, 보수력 등의 육질평가에 대한 관련 연구가 필요하다고 판단된다.

창백한 육색은 가금류 이상육(PSE-like meat)의 가장 큰 특징으로, 육색은 육질(pH, 보수력)의 판별지표로 활용할 수 있으며, 이상육 발생율을 평가하는데 사용될 수 있다고 보고되고 있다 (Barbut 1997; Owens *et al.* 2000; Wilkins *et al.* 2000; Woelfel *et al.* 2002; Petracci et al. 2004). 이에 본 연구는 이상육(PSE-like meat)을 판별할 수 있는 육색기준을 마련하기 위한 기초연구로서 국내 주요 3개 도계장에서 가공 처리된 육계 가슴살의 육색 출현 분포를 확인하고, 이상육의 육색범위를 설정하여 그 출현율을 조사하였다. 육색에 따른 보수력, 전단력 및 단백질 용해성 등 육질특성을 비교·분석하였다.

재료 및 방법

국내 닭고기 부분육(가슴살)의 육색 차이에 따른 품질 특성을 규명하기 위하여, 국내 주요 도계장 3개소에서 닭부분육의 육색을 측정하고 이상육 정도를 관능평가하였다. 각 도계장에서 출현한 육색 분포 및 관능평가 결과를 기준으로, 정상육과 이상육(PSE-like meat)을 구분하는 육색 기준값을 설정, 이상육의 발현율을 추정하였으며, 설정된 육색 기준값으로 구분된 정상육과 이상육의 pH, 전단

력 및 보수력 등의 육질특성과 저장기간별 육색변화 등을 <실험1>과 <실험2>에 걸쳐서 조사하였다.

<실험 1> 이상육의 발현율 (PSE 발생율)

35일령 13호 육용계를 국내 주요 도계장 3곳에서 전기 충격법으로 기절시킨 후 털을 제거하기 위하여 57℃ 정도의 탕침수에 탕침하였다. 탈모 후 내장을 제거하고 세척을 한 후 냉각수에서 냉각을 실시하였다. 3개의 도계장에서 도계 후 발골되어 스킨이 제거된 가슴살 1,499개를 임의로 선발하였다. 도계 후 24시간에 육색, pH를 측정하고 이상육 정도를 관능평가하였다. 또한 관능평가한 이상육 점수(PSE-like score)별 육색값(L*)을 기준으로, 이상육을 판별하는 육색 기준값(cut-off L* value)을 설정하였으며 이상육의 출현율을 추정하였다.

육색 측정

육색은 Pulse xenon lamp를 측정용 광원으로 사용하는 직경 50mm의 Minolta 색도계 (CR-410, Minolta Co., Japan)를 사용하여 가슴살 안쪽중심부위를 3반복 측정하였다. 측정값은 명도(lightness, L*), 적색도(redness, a*), 황색도(yellowness, b*)로 표현되어 산출되는 각각의 평균값 중 명도(L*)를 육색값으로 이용하였으며 이때 표준색은 Y=92.40, x=0.3136, y=0.3196인 표준색판을 사용하여 표준화한 후 측정하였다.

pH 측정

pH는 휴대용 pH 측정기(pH*K21, NWK Co., Germany)로 가슴살 안쪽부위의 윗부분을 측정하였다. pH 탐침기는 실온에서 pH 4.00 와 6.88에서 보정하였다.

Score

가슴살 안쪽 부위의 육색 및 조직감을 축산물품질평가사가 종합적으로 평가하여, PSE-like 특성을 나타내는 정도에 따라 아래와 같이 점수화하여 표현하였다.

※ score1= 이상육(중증); score2= 이상육(경증); score3= 정상육; score4= 황적색육

<실험 2> 육색에 따른 육질 특성 분석

닭 가슴살의 육색구간별 육질특성을 규명하기 위해, 실험1에서 설정된 육색값(L*) 구간에 따라 이상육 그룹(PSE-like muscle)과 정상육 그룹의 육질 특성을 비교하였다. 그룹별 육색(L*)범위는 이상육(중증) 그룹 L*>64, 이상육(경증) 그룹 62<L*≥64, 정상육 56 〈L*≤62의 세 구간으로 나누었다.

2개 도계장에서 도축된 닭(13호, 35일령)의 스킨 제거된 가슴살을 실험1에서 설정된 육색값(L*) 구간에 따라 구분 후 1차(n=112)와 2차(n=95)에 걸쳐 육색구간별 육질 특성분석을 실시하였다. 먼저 1차 분석(n=112)에서는 육색, pH, Torrymeter값 및 중량을 측정한 후 4℃ 냉장실에서 1일간 저장하면서 드립감량을 측정하였다. 즉시, polyethylene 지퍼백에 넣어 냉장(4℃)상태를 유지하여 실험실로 이송하여 가열감량을 측정하고 각 구간별로 가슴살을 선발하여 전단력 측정(n=40)을 하였다. 2차 분석(n=95)에서는 육색, pH, Torrymeter값을 시간대별 (4hr, 24hr, 48hr, 72hr)로 측정하였다. 단백질용해성은 도계 후 4hr에 각 구간별로 가슴살(n=29)을 선발하여 냉동(-18℃)상태로 보관하여 측정을 위한 분석 시료로 공시했다.

드립감량(Drip loss)

육색별 3구간 그룹별, 가슴살 한쪽(약 100±5 g)의 무게를 측정하고, polyethylene 지퍼백에 넣어 4℃ 냉장실에서 하루 동안 보관하면서 발생된 잉여수분을 제거한 후 다시 무게를 측정하여 초기 시료의 무게에 대한 백분율로 표시하였다.

가열감량(Cooking loss)

시료를 일정한 모양과 두께(중량 80±5 g)로 절단하여 polyethylene 지퍼백에 넣어 진공포장한 시료를 80°C 항온수조(Daehan Co, Model 10-101, Korea)에서 시료의 심부온도가 70°C에 도달할 때까지 가열한 후 상온에서 20분간 방냉 시킨 후 가열전후의 중량차를 이용하여 가열감량을 측정하였다. 다음 식에 의해 가열전후 중량 차를 백분율로 계산하였다.

$$*\text{가열감량} = \frac{(\text{가열전} - \text{후})\text{시료무게}}{\text{가열전시료무게}} * 100$$

총단백질 용해성(Total protein solubility)

단백질 용해성은 Joo, *et al.(*1999) 방법에 따라 추출하여 측정하였다. 총 단백질은 가슴살 샘플 2g을 0.1M phosphate buffer(pH 7.2)에 1.1M potassium iodide를 혼합한 완충액 20ml을 사용하여 추출하였다. 샘플과 buffer를 균질화 시킨 후 4℃에서 하루 보관한 현탄액을 1500×g에서 20분간 원심분리 시킨 후 상등액의 단백질 함량을 뷰렛방법에 의해 정량하여 용해성을 측정하였다 (Gornall, *et al.* 1949).

전단력

Warner-Bratlzer shear force(WBS)법

전단가 측정은 진공 포장한 시료를 항온수조에 넣고 80°C 항온수조에서 시료의 심부온도가 70°C에 도달할 때까지 가열한 후 상온에서 20분간 방냉 후 근섬유 방향이 일정한 동일크기(2x2x1cm)의 시료를 준비한 후, 전단력 측정기로 Warner-Bratzler shear force (WBS)를 측정하였다.

Torrymeter값 측정

Torrymeter값은 선도를 반영하는 지표값으로 가슴살 안쪽 부위를 Torry Freshness Meter(Torrymeter, Distell Co., Scotland)로 측정하였다.

결과 및 고찰

<실험 1>

육색(L*) 분포

국내 주요 도계장 3개소에서 도계·가공된 1,499개 가슴살 육색값(L* values)의 전체 평균값은 58.73이고 48.28에서 68.63 범위로 Figure 1에서와 같이 정규분포(normal distribution)에 가까운 분포도를 보였다 (Table 1).

육색값(L*)은 pH와 평가사가 부여한 score 모두에 대하여 유의한 상관관계를 나타냈다(P<0.01). pH와 score간에도 유의한 상관관계(P<0.01)를 보였으나, 육색값(L*)에 비해 상대적으로 낮은 상관관계를 나타냈는데(Table 2), 이는 이전 연구에서 발표된 결과와 유사하다(Barbut *et al.* 1993; Fletcher *et al.* 1999).

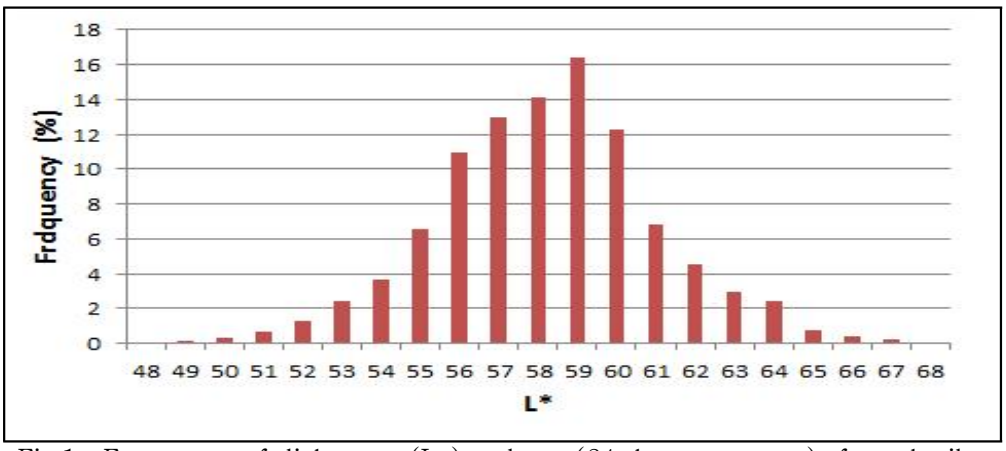


Fig.1. Frequency of lightness (L*) values (24 h postmortem) from broiler breast meats (n = 1,449) in three commercial processing plants in Korea.

Table 1. Parameter of the distribution of color(L*) and pH (n=1,499)

Item	Mean	SD	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum	Range
L*	58.73	2.82	−0.01	0.50	48.28	68.63	20.35
pH	5.86	0.17	0.55	1.18	5.4	6.8	1.4

Table 2. Correlation coefficient among pH, L*, and Score of chicken breast meats (n=1,499)

	L*	pH
pH	−0.5343**	−
Score	−0.5153**	0.3131**

L* = lightness; ** : p<0.01

score 1= seriously PSE−like meat, score 2= slightly PSE−like meat, score 3= normal meat, score4 = dark colored meat.

이번 국내 연구에서의 가슴살 육색값(L*)은 전반적으로 유럽, 북미의 연구결과보다 높게 분포되어 나타났으며, 그에 따라 평균값도 높게 나타났다. 국내 가슴살 육색값 L* 출현범위와 외국 연구결과와의 차이는 도계된 육계의 월령차이에 기인하는 것으로 유추해볼 수 있다(Barbut 1997). 육계의 근육은 일반적으로 월령이 증가함에 따라 더 많은 색소침착이 이루어져 더 짙은 색도를 가지는 것으로 보고되고 있다(Barbut, 1997; Wilkins *et al.*, 2000). 국내 연구결과와 큰 차이를 나타내는 Barbut의 연구결과도 7주령의 육계를 실험 공시재료로 하여 측정한 것으로, 외국에서는 실제 가공장마다 특성에 맞게 다양한 품종, 월령의 육계를 사용하는 반면, 국내에서는 일반적으로 육계가 5주령이 되면 대부분 도계되어 유통되고 있는 실정이다.

결론적으로 우리는 기존의 외국 연구결과에서 도출된 이상육 육색 범위(L*>49, Barbut 1998; L* >53, Lesiow *et al.* 2007; L*>54, Woelfel *et al.* 2002; L*>56, Wilkins *et al.* 2000; L* >56, Petracci *et al.* 2004; L*>53, Qiao *et al.* 2001; Barbut *et al.* 2005; Zhang and Barbut 2005)를 적용할 수가 없고 우리나라의 육계 유통 흐름에 맞는 이상육 육색 범위(Cut-off L* value)를 새롭게 설정해야 한다고 판단되었다. 도계 후 24시간에 측정된 1499개의 가슴살의 육색값 분포도에 의거하여 평균±표준편차 범위를 정상육 구간으로, 그 범위를 벗어나는 육색이 창백한 그룹의 가슴살을 이상육(PSE-like meat) 범위에 속하는 것으로 간주되었으며, 육색범위 설정기준은 다음과 같다.

PSE 육색범위 설정

가슴살 육색그룹은 Petracci et al.(2004)의 연구방법에 따라, 가슴살의 육색 분포(Fig. 1)에서 얻어진 육색(L*)의 평균± 표준편차 구간을 정상육색 구간으로, 그 이상의 범위를 창백육색 구간으로 육색(L*)값에 따라 3그룹(Dark, normal, Pale)으로 분류하였다. 한편 품질평가사가 종합평가한 가슴살의 Score별 육색 평균값을 경계값으로 하여 황적색육, 정상육, 이상육(경증), 이상육(중증)의 4개 그룹으로 분류한 후, 두 분류법에 따른 그룹별 육색구간을 비교한 결과, score에 따른 이상육, 정상육을 구분하는 육색 기준값과 육색(L*)값에 따라 Pale육과 normal 육을 구분하는 육색 기준값(cut-off L* value)은 62로 일치하였다(Table 3).

이에 본 연구에서는 이상육과 정상육을 구분하는 닭가슴살의 육색 기준값(cut-off L* value)을 62로 설정하고, 3개 그룹 [정상, 이상육(경증), 이상육(중증)]에 대하여 육질특성을 비교·분석하였다. 이 육색 기준값(cut-loff L* value)을

1,499개 가슴살 육색(L*)분포에 적용해보면 약 11.40%가 이상육 범위(PSE-liked condition, L*>62)에 드는 가슴살로 나타났으며, 이 출현율은 유럽, 북미의 출현율(약 10%)과 유사한 것으로 나타났다(Barbut, 1998; Petracci et. al., 2004).

Table 3. Lightness(L*) Classification based on Division method

Division Method	Classification/ L* range			
	Dark	Normal	PSE-like	
			Slightly	Seriously
L* mean of Score	L≤56	56<L*≤62	62<L*≤64	L*>64
Normal range (L*, mean±SD)	L≤56	56<L*≤62	62<L*	

L* = lightness

<실험 2>

육색에 따른 육질 특성 분석

본 연구에서 설정한 육색 기준값(cut-off L* value) 62를 기준으로, 닭가슴살을 정상육, 이상육으로 분류하여 두그룹간 육질특성을 비교하였다. 다만, 이상육(중증) 경계 육색(L*)값을 Cut-off value로 설정할 수 있는 가능성도 고려하여 이상육 육색(L*) 구간을 경증 구간과 중증구간으로 세분화하여 비교하였다(Table4).

pH

pH는 이상육이 정상육 그룹보다 유의적(P<0.05)으로 낮은 pH를 나타냈으나, 이상육 그룹(중증, 경증)간에서는 유의적인 차이는 없었다. 이는 1,499개 닭가슴살 실험과 동일한 결과(Table5)로, 닭가슴살의 육색값(L*)이 증가할수록 pH는 낮아지나, 육색값(L*)이 62이상에서는 pH가 감소되는 정도가 적기 때문으로 판단된다.

보수력

드립감량과 가열감량은 이상육이 정상육 그룹에 비해 유의적(P<0.05)으로 높았으며, 특히 가열감량은 이상육 그룹 내(중증, 경증)에서도 유의적인 차이를 보였다(P<0.05). 드립감량은 육색(L*)이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였고(Figure 2), pH, L*과의 상관관계가 각각 -0.44, 0.42로 비슷한 유의적 관계를 보였다(Table6, P<0.01). 가열감량은 육색(L*)와의 상관도가 0.57로 유의적 상관도를 나타내어(P<0.01), pH와 가열감량의 관계보다 더 높은 상관관계를 가지는

것으로 나타났다 (Figure 3, Table6). 많은 연구 등에서도 유사한 결과가 보고되고 있고(Fletcher et al., 1999; Van Laack et al. , 2000; Qiao et al. , 2001; Petracci et al. , 2004), 특히 육색값이 62이상에서 가열감량이 급격히 증가하는 경향을 보여(Figure3), 육색(L*)이 닭가슴살의 보수력을 예측하는데 효과적인 것으로 판단된다.

전단력

육조직감의 척도가 되는 전단력은 이상육(L*>62) 그룹과 정상육(L*<62) 그룹간 유의적인 차이가 없었다. 이는 Fletche et al. (1999), Petracci et al. (2004), Garcia et al. (2010)의 연구와도 일치하는 결과로, 유의적인 차이를 보인 Komiyama et al. (2008), Zhuang et al. (2010)의 연구에서도 추가적인 관능평가에서는 조직감 차이를 구분하지 못하는 것으로 보고되었다. 즉, 닭가슴살의 경우는 전단력에 차이가 있더라도 실제 육의 조직감에 있어 그 차이가 크지 않아 소비자가 그 차이를 구별하지는 못하는 것으로 사료된다(Qiao et al., 2002).

Torrymeter값

Torrymeter는 육조직의 전도도(Conductivity)와 유전율(Permittivity)을 전기적으로 측정함으로써 가금육 조직의 신선도를 판별하는 장치로서 활용되고 있다(Duflos *et al.,* 2002; Lougovois *et al.,* 2004; Ghatass *et al.*, 2008). Torrymeter 값은 육색값(L*)이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나, 이상육(중증)과 정상육 그룹간만 유의적 차이를 보였고($p<0.05$), 정상육과 이상육(경증) 그룹 간에는 유의적 차이는 없었다. Torrymeter값은 드립감량과의 상관관계가 –0.43($P<0.01$)으로 pH 및 육색(L*)의 드립감량과의 관계와 비슷하고, pH와도 유의한 상관관계(0.34, $P<0.01$)를 보여(Table6), 이상육 판별을 위한 보조수단으로 활용 가능성을 시사한다고 할 수 있다.

단백질 용해성

단백질 변성정도를 나타내는 단백질 용해성은 이상육이 정상육 그룹보다 더 낮게 나타남으로 단백질 변성이 더 많이 일어나는 경향치를 보였으나 그룹간 유의적인 차이는 없었다(Table 7). 닭고기에서의 단백질 변성이 육색에 따른 닭가슴살의 보수력에 미치는 영향은 아직까지 정확하게 정립되어 있지 않는 것으로 보고되었는데 (Van Lacck et. al., 2002), 이번 실험결과에서는 명도(L*) 그룹별로 단백질용해성의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

저장기간별 육색변화

닭가슴살의 저장기간(4h, 24h, 48h, 72h)에 따른 육색(L*) 및 pH 변화를 측정한 결과, pH는 저장기간별 차이가 없었으나, 육색(L*)은 24h까지 증가하고, 이후에는 변화가 미미한 것으로 나타났다(Table8). Petracci et. al.(2002), Garcia et. al.(2010)의 연구에서도 도계후 4h와 24h에서 명도(L*) 차이를 보고하고 있어, 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

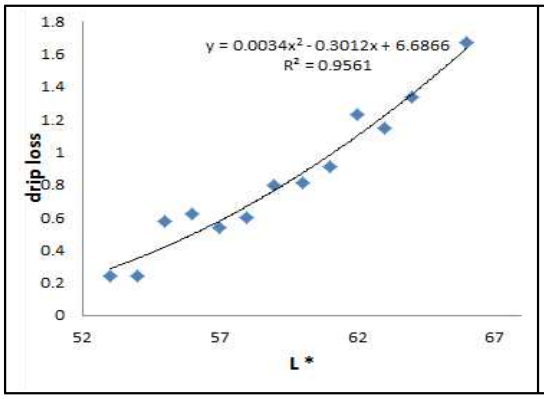


Fig.2. The relationship between L* and drip loss of broiler breast meats (n = 122) in a commercial processing plants in Korea. Each point represents average drip loss for every one increment of L* value.

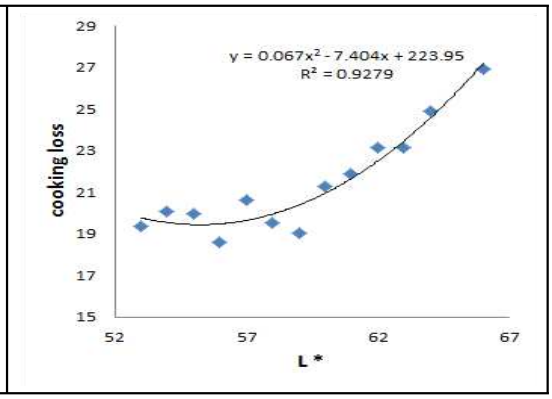


Fig.3. The relationship between L* and cooking loss of broiler breast meats (n = 122) in a commercial processing plants in Korea. Each point represents average cooking loss for every one increment of L* value.

Table 4. Meat quality characteristics of chicken breast meat based on lightness (L*) values

Meat quality characteristics	Classification criteria		
	Normal	PSE-like	
		Slightly	Seriously
	56≤L*≤62	62≤L*≤64	L*>64
pH	5.90[a] ±0.02 n=75	5.82[b] ±0.02 n=21	5.76[b] ±0.03 n=16
Drip loss (%)	0.73[b]±0.06 n=75	1.19[a] ±0.16 n=21	1.40[a] ±0.21 n=16
Cooking loss (%)	20.11[C] ±0.36 n=75	23.14[b] ±0.72 n=21	25.27[a] ±0.65 n=16
Torrymeter value	10.37[a] ±0.31 n=75	9.97[ab] ±0.67 n=21	7.98[b] ±0.83 n=16
Shear Force(kgf/㎠)	2.81 ±0.29 n=25	2.81 ±0.36 n=21	2.83 ±0.31 n=16

L* = lightness; mean ±SEM

[a,bc] Means within a row with different superscript letter are significantly different(P<0.05).

Table 5. pH of chicken breast meat based on lightness(L*) (n=1499)

Item	Total	Classification criteria			
		Dark	Normal	PSE-like	
				Slightly	Seriously
		(n=73)	(n=1,268)	(n=129)	(n=29)
		score 4	score 3	score 2	score 1
pH	5.86±0.00	5.99[a]±0.19	5.87[b]±0.00	5.73[c]±0.01	5.70[c]±0.03

L* = lightness; mean ±SEM
[abc] Means within a row with different superscript letter are significantly different(P<0.05).

Table 6. Correlation coefficients (r) among various quality parameters of chicken breast meat

Item	L*	pH	Drip loss	Cooking loss	Shear Force
Drip loss(%)	0.4237**	−0.4399**	−	−	−
Cooking loss(%)	0.5702**	−0.3545**	0.4769**	−	−
Shear Force(kgf/㎠)	0.0433NS	0.5206**	0.0989NS	−0.0720NS	−
Torrymeter value	−0.2058*	0.3437**	−0.4277**	−0.2275*	−0.1356NS

L* = lightness; mean ±SEM
* : p<0.05, ** : p<0.01

Table 7. Protein solubility of chicken breast meat based on lightness (L*) values

Item	Classification criteria			Sign.
	Normal	PSE-like		
		Slightly	Seriously	
	56<L*≤62	62<L*≤64	L*>64	
Protein solubility (mg/g)	13.44 ±0.21	13.34 ±0.23	13.08 ±0.14	NS
	(n=10)	(n=10)	(n=9)	

L* = lightness; mean ±SEM; NS = not significant

Table 8. Changes of L*, pH, and Torrymeter value of chicken breast meat during postmortem storage at 4℃

Item	Time postmortem (hr)			
	4	24	48	72
L*-value	60.34[a]±0.30	61.55[b]±0.27	61.91[b]±0.24	61.70[b]±0.24
pH	5.86±0.02	5.81±0.02	5.85±0.02	5.85±0.02
Torrymeter value	14.01[a]±0.18	11.41[b]±0.28	7.98[c]±0.36	5.50[d]±0.34

L* = lightness; mean ±SEM; NS = not significant

요 약

본 연구는 국내에서 생산되는 닭고기 부분육의 육색 출현 분포를 확인하고, 이상육의 육색범위를 설정하여, 육색에 따른 육질특성 비교를 통하여 이상육(PSE-like meat)을 판별할 수 있는 육색기준을 마련하기 위한 기초연구로서 수행되었다. 국내에서 생산되는 닭가슴살의 육색(L*)은 평균 58.73으로, 그 범위는 48~68의 분포를 나타냈다. 본 연구에서 설정된 육색기준값(Cut-off L* value) 62를 적용하면 국내에서 생산되는 닭가슴살의 이상육 발생율은 11.4%로 나타났다.

이상육(중중), 이상육(경증), 정상육 그룹의 육질특성 실험결과, pH와 보수력(육즙감량, 가열감량)이 이상육과 정상육 그룹간 유의적인 차이를 보였으며(p<005), 육색(L*)이 증가할수록 pH는 낮아지고, 보수력(육즙감량, 가열감량)은 떨어지는 결과가 나타났다. 반면 전단력 및 단백질용해성은 그룹별 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 닭가슴살 육색(L*)이 증가하더라고 전단력 및 단백질용해성 차이는 크지 않은 것으로 사료된다.

육색(L*)은 닭부분육 가공·유통에 있어 육질(pH, 보수력)의 판단지표로 사용할 수 있으며 가금육에서 이상육(PSE-liked meat)의 범위설정으로 그 발생율을 평가하는데 사용될 수 있다고 보고되어 왔고(Barbut 1997; Owens et al. 2000; Wilkins et al. 2000; Woelfel et al. 2002; Petracci et al. 2004), 이번 국내 실험에서도 확인하였다. 상기의 결과를 바탕으로, 육색(L*)에 따른 닭부분육의 이상육 판별은 신속하고 간편한 방법으로 보이며, 이상육(중증) 육색(L*) 구간의 하한값인 64를 육색 기준값(cut-off L* value)으로 고려하는 경우, 이상육 출현율은 0.04%(table 1, 분포 기준)에 불과하고, 이상육 그룹간 pH, 육즙감량의 유의적 차이가 없어, 62를 육색 기준값(cut-off L* value)으로 설정하는 것이 타당한 것으로 판단된다.

그러나, 육색(L*)이 도계 후 24h까지는 유의적으로 증가하는 경향을 나타내기에 ($p<0.05$), 실제 적용을 위해서는 도계 당일의 육색변화와 이상육 판별 시점에 따른 판별의 정확성 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. Allen C D, Fletcher D L, Northcutt J K, Russell S M. 1998. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. *Poultry Science*, 77, 361-366.
2. Barbut S. 1993. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Research International*, 26, 39-43.
3. Barbut S. 1997. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science*, 38, 355-358.
4. Barbut S. 1998. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. *Journal of Muscle Foods*, 9, 35-49.
5. Barbut S. 2009. Pale, soft, and exudative poultry meat—Reviewing ways to manage at the processing plant, *Poultry Science*, 88, 1506-1512.
6. Barbut S, Zhang L, Marcone M. 2005. Effects of pale, normal, and dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, and cooking of marinated fillets. *Poultry Science*, 84, 797-802.
7. Bendall J R, Swatland H J. 1988. A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*, 24, 85-126.
8. Camou, J. P., and J. G. Sebranek. 1991. Gelation characteristics of muscle proteins from pale, soft, exudative (PSE) pork. *Meat Science*, 30, 207-220.
9. Fletcher D L, Qiao M, Smith D P. 2000. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science*, 79, 784-788.
10. Fletcher D L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. *Poultry Science*, 78, 1323-1327.
11. Garrido M D, Bañón S, J Pedauyé J, Laencina. 1994. Objective meat quality measurements of ham: a practical classification method on the slaughterline. *Meat science*, 37, 421.
12. Galobart J, Moran Jr E T. 2004. Refrigeration and freezethaw effects on broiler fillets having extreme L* values. *Poultry Science*, 83, 1433-1439.

13. Gornall, A G, Bardawill C J, David M M. 1949. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*, 177, 751-766.

14. Honikel K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49, pp. 447-457

15. Joo S T, Kauffman R G, Kim B C, Park G B. 1999. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Science*, 52, 291-297.

16. van Laack R L, Liu C H, Smith M O, Loveday H D. 2000. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science*, 79, 1057.

17. Lawrie R. 1960. Post mortem glycolysis in normal and exudative longissimus dorsi muscles of the pig in relation to socalled white muscle disease. *Journal of Comparative Pathology*, 70, 273-295.

18. Monin G, Sellier P. 1985. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: The case of the Hampshire breed. *Meat Science*, 13, 49-63.

19. Offer G. 1991. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science*, 30, 157-184.

21. Owens C M, Hirschler E M, McKee S R, Martinez-Dawson R, Sams A R. 2000. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. *Poultry Science*, 79, 553.

22. Pietrzak M, Greaser M L, Sosnicki A A. 1997. Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in *Pectoralis* major muscle of domestic turkeys. *Journal of Animal Science*, 75, 2106-2116.

23. Petracci M, Betti M, Bianchi M, Cavani C. 2004. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. *Poultry Science*, 83, 2086- 2092.

24. Petracci M, Bianchi M, Cavani C. 2009. The Europeanperspective on pale, soft, exudative conditions in poultry. *Poultry Science*, 88, 1518-1523.

25. Qiao M, Fletcher D L, Smith D P, Northcutt J K. 2002. Effects of raw

broiler breast meat color variation on marination and cooked meat quality. *Poultry Science*, 81, 276-280.

26. Qiao M, Fletcher D L, Smith D P, Northcutt J K. 2001. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, waterholding capacity, and emulsification capacity. *Poultry Science*, 80, 676-680.

27. Roberts, S. 2008. Consumer trends keep chicken protein preference. Poult. USA. July 24:20.

28. Samuel D D. 2009. Evaluation of differences in normal and pale broiler breast meat through analysis of important quality attributes and by protein analysis.

29. Smith, D. 1999. Marination. Tender to the bottom line. *Broiler Industry.* 6,22-25.

30. Wilkins L J, Brown S N, Phillips A J, Warris P D. 2000. Variation in the colour of broiler breast fillets in the UK. *British Poultry Science*, 41, 308-312.

31. Woelfel R L, Owens C M, Hirschler E M, Martinez-Dawson R, Sams A R. 2002. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poultry Science*, 81, 579-584.

32. Zhang L, Barbut S. 2005. Effects of regular and modified arches on cooked pale, soft, and exudative; normal; and dry, firm, and dark breast meat batters. *Poultry Science*, 84, 789-796.

33. Zhu X, Marita R, Mara G, Zhou G, Eero P. 2011. High postmortem temperature combined with rapid glycolysis induces phosphorylase denaturation and produces pale and exudative characteristics in broiler Pectoralis major muscles. *Meat Science*, 89, 181-188.

34. Warner R D, R G Kauffman, R. L. Russell. 1993. Quality attributes of major porcine muscles: A comparison with the Longissimus lumborum. *Meat Science*, 33, 359.

난황색도 출현빈도에 따른 농가(계군)별 검증 시스템 도입

난황색도 출현빈도에 따른 농가(계군)별 검증 시스템 도입

정형진[1] · 박동원[1] · 김상호[2] · 김성일[3] · 서상윤[4]
[1]축산물품질평가원 대구경북지원, [2]국립축산과학원(RDA), [3]경북도립대, [4]조인(주)

ABSTRACT

This study set out to verify egg production farms(hen groups) by measuring egg yolk colors and their changes. For that purpose, the investigator carried out three types of experiment for six weeks(June 21~August 1). The first experiment randomly selected 400 eggs and measured their egg yolk colors according to the different conditions of the TSS QCC system. As a result, The TSS QCC system was no error. The second experiment used 26-week-old Lohmann Brown laying hens divided into Groups A, B, and C and lasted for six weeks. The egg yolk color of the eggs produced by the laying hens that consumed the feed containing coloring during the experiment period was more red than that of the eggs produced by the laying hens that consumed the feed containing no coloring($p<0.01$). The final experiment measured the egg yolk colors at six GP centers and found the average in the range of 2.55 and the standard deviation in the range of 1.24. The result of present study indicated that the egg yolk color mean of the eggs produced by the same farms(hen groups) was low the standard deviation of average 1.4694($p<0.05$).

서 론

축산물품질평가원은 품질이 우수하고 위생적인 계란을 소비자에게 공급하기 위해 계란 등급판정 사업을 실시하고 있다. 등급판정을 받기 위한 계란의 집하 공정은 등급판정 시행업체의 시설에 따라 조금씩 차이는 있으나 '원란입고를 시작으로 세척(코팅), 살균, 중량선별, 검란, 난각인쇄'순으로 이루어진다.

등급판정 받은 계란(이하 등급란)은 난각에 생산자 번호와 계군번호, 등급판정일 등 이력 정보가 인쇄된다. 이러한 등급란의 이력 정보는 소비자가 안심하고 구매할 수 있는 정보제공과 생산에서 소비까지의 위생 및 문제점 발생 시 이력을 추적하여 신속한 대처를 가능케 한다.

등급란의 품질검사는 외관검사와 할란검사로 진행된다. 난황색도는 할란검사의 한 항목이며, 소비자가 품질을 인지하는데 영향을 미치는 중요한 요소이다. 소비자는 연한 색의 제품보다 진한 색 제품을 더 선호(Francis, 1995)하는 연구결과에 의해 양계 산업에서는 소비자가 원하는 색도를 얻기 위해 꾸준히 연구해 오고 있다. 양계 사료 중 난황, 다리 및 피부의 노란색 착색효과는 주로 옥수수(Maize), 콘글루텐(Corn gluten), 알파파(Alfalfa meal) 등이 영향을 미친다. 그러나 이들의 품종, 수확시기, 저장 조건 및 사료 섭취량, 소화 흡수 이용율, 사료 원료간의 상호작용, 건강 등에 따라 착색 정도가 달라지게 된다. 좋은 산란계 사료는 계란 난황의 90%가 Roche color fan score의 3단계 범위 내에서 유지 될 정도로 균일성이 있어야 한다. 하지만 사료원료에 함유된 천연 착색 성분만으로는 소비자들이 요구하는 최적의 색조를 얻기 부족하여 이와 동일한 화학 구조식을 갖는 인공(합성)착색제(이하 인공착색제)를 사용하고 있다. 일반적으로 계란의 난황색 정도는 Roche color fan score(RCFS)로 표시하는데, 서구에서 조사한 결과로 가장 선호도가 높은 계란의 난황색은 RCFS 11~12이지만, 일반 계란의 난황은 6~7로 조사되었다(Roche Vitamins and Fine Chemicals, 1988).

난황 착색은 대부분은 carotenoid 계통으로 이 물질은 수산기의 유무에 따라 β-carotene과 xanthophyll로 분류할 수 있다. carotenoid는 가금의 난황, 지방 , 피부, 정강이 및 부리 등 발색이나 각종 생리작용을 한다(Krinsky and Rock, 1999; Parker, 1996). 김창혁 등(2002)은 산란계에서 천연착색제와 인공착색제의 착색효과를 xanthophyll이 함유되지 않은 사료와 함유된 사료에서 비교한 결과 인공착색제가 천연착색제에 비하여 우수하다고 보고한 바 있고, Bauernfeind and Marusich(1974)은 붉은색 계통의 canthaxanthin은 천연착색제와 함께 사용하면 높은 착색효율을 얻을 수 있다고 하였다. 특히, 엄재상 등(1990)은 시판 착색제에 비하여 옥수수 내 함유된 xanthophylls이 착색효율이 높다고 지적한 바 있다.

계란은 난각형태 및 색깔과 신선도만으로는 출하농가를 구분하기 어렵다. 농가 구분을 위한 최소한의 방안은 농가별 각기 다른 사양관리에 따른 난황색 차이이다. 등급란 신청시 특정 농가(계군)의 경우 짧은 기간내(1~2일) 난황색의 큰 변화가 출현되기도 한다. 갑작스런 난황색의 변화는 급여사료의 변화, 질병의 유무, 이력 정보의 허위 기재 등 일 수 있다.

시중에 판매되는 등급란과 일반란의 가격 평균 차이는 36.5원/개(축산물품질평가원, 2/4분기 2013)으로 등급란이 다소 비싸게 판매되고 있다. 이러한 점을 악용하여 일부 농가에서는 품질이 우수한 등급 원료란의 생산이 부족해 질 경우 다른 농가 및 계군의 계란을 이용하여 허위로 등급판정 신청을 할 수 있고, 계란을 한 곳으로 집하하여 등급판정을 신청하는 집하장에서도 많은 농가(계군)의 집하로 인해 다른 농가(계군)간 혼입 가능성을 배제할 수 없는 실정이다. 등급란은 농가 소득에 기여하고 있고 소비자에게도 더 안전하고 위생적인 계란을 선택 할 수 있는 기회를 제공 한다. 생산, 유통 및 소비자 모두에게 등급란의 인지도는 높아지고 있는 가운데 등급판정 신뢰성 제고와 농가(계군)간의 계란 혼입방지를 위해 난황색을 이용한 최소 검증 시스템 도입이 필요하다.

본 연구는 농가(계군)의 난황색 출현빈도를 조사하기 위해 3가지 유형의 실험을 실시하였다. 첫째, 정확한 난황색 측정을 위해 난황색 측정기{TSS QCM+ System(TSS, York, ngland))의 QCC(Quality Control Color)}의 신뢰성 검증 실험을 하였고, 둘째, 천연착색제 및 인공착색제가 첨가된 사료와 착색제가 첨가되지 않은 사료를 일정기간 동안 3그룹의 산란계에 분리 급여하여 난황색을 조사하였다. 셋째, 대구경북 관내 등급판정 6곳(이하 작업장)에서 가장 많이 등급판정을 신청한 1개 농가 대상으로 난황색을 조사 및 분석하였다. 이 결과로 난황색 출현빈도에 따른 농가(계군)별 검증이 가능한 시스템 도입 및 이에 필요한 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험은 3가지 형태로 진행하였다. 첫 번째 실험은 난황색 측정기기[TSS QCM+ System(TSS, York, England)의 QCC(Quality Control Color)]의 오차를 파악하기 위한 실험이다.

표-1. 그룹별 사료 성분량

구분	A, B그룹 전기 N사료 성분량	A, B그룹 후기 H사료 성분량	C그룹 S사료 성분량
조단백	17.30 % 이상	17.00 % 이상	17.00 % 이상
조지방	3.00 % 이상	3.00 % 이상	3.00 % 이상
칼슘	3.50 % 이상	3.50 % 이상	3.00 % 이상
메치오닌, 시스틴, MHA1)	0.64 % 이상	0.70 % 이상	0.65 % 이상
조섬유	8.00 % 이하	8.00 % 이하	7.00 % 이하
조회분	16.00 % 이하	15.00 % 이하	16.00 % 이하
인	1.20 % 이하	1.20 % 이하	0.80 % 이하
MEn	2.700 kcal/kg 이상	2.800 kcal/kg 이상	2.800 kcal/kg 이상
종합미타민제	0.15 %	0.15 %	0.15 %
종합미네랄제	0.10 %	0.15 %	0.15 %
복합미생물제	0.10 %	0.20 %	0.20 %
난황착색제	0.003 % / ton (인공착색제)	–	0.025 % / ton (천연착색제)

1) MHA : Methionine의 아미노기(-NH2) 대신에 수산기(-OH)가 대치되는 것으로 메치오닌 대체 사용물질

기존의 많은 연구에서는 난황색 측정시 RCFS를 이용하여 육안으로 측정(김창혁 등, 2002; 나재천 등, 2004; 김지민 등, 2011)하였다. 이는 사람의 건강 상태와 주변 빛의 밝기 등에 의해 주관적 판단이 포함될 수 있었다. 따라서 측정기의 신뢰성 검증 및 과학적인 난황색 측정을 위해 실험 하였고, 실험기간 동안 경북 영천 작업장으로 등급판정을 신청한 농가의 계란 400개를 무작위 추출하여 난황색을 측정하였다.

두 번째 실험은 경북 경주시의 K농장에서 사육중인 로만 브라운 품종의 26주령 산란계에서 생산된 계란으로 실험하였다. 농장 내 A, B, C의 3그룹으로 나뉘어 각 그룹별 30수의 개체를 조당 2수씩 수용하였다. 실험은 6주간 진행하였고 그룹별 사료 급이를 다르게 하였다. A, B그룹의 경우 인공착색제가 첨가된 N사료(표-1)를 3주간 급여 후 착색제가 첨가되지 않은 H사료(표-1)를 3주간 급여하였다. C그룹의 경우 기존 농장에서 천연착색제가 첨가된 S(표-1)사료를 급여하였다. 그룹별 매일 생산된 계란 중 램덤으로 20개를 추출하여 난황색을 측정하였다.

세 번째 실험은 대구경북지역의 등급판정 시행 작업장 6곳에서 실험기간 동안 등급판정을 가장 많이 신청한 각 1개 농가를 선정하여 난황색 자료를 분석하였다.

사양관리

두 번째 실험에 이용되는 산란계의 산란율은 평균 83%이고, 폐사율은 4%이다. 사료급여는 무제한 급여하고 식수는 자율 급수한다. 점등은 일 14시간이며, 계사의 온도는 자동 온도 조절 시스템이 없어 외부온도에 큰 영향을 받는다. 채란은 오후 4~5시에 (1회/일)이루어졌으며 산란일로 부터 48시간 이내 실험하였다. 첫 번째와 세 번째 실험에 이용한 계란은 사양관리를 고려하지 않고 난황색만 측정하여 분석하였다.

검사

난황의 검사는 축산물 등급판정 세부기준에 따라 측정기기 [TSS QCM+ System(TSS, York, England)의 QCC(Quality Control Color)]를 이용하였다. 측정의 정확도를 기하기 위해 계란의 난백(흰자)을 분리한 후 난황을 측정하였다.

통계분석

3가지 유형의 실험에서 난황색에 대한 측청치가 정규분포를 따르지 않았으므로 t검정이나 anova를 사용할 수 없었다. 따라서 비모수적 기법인 윌콕슨 부호순위(Wilcoxon's signed-ranks test)검정과 크러스컬-왈리스(Kruskal-Wallis test) 검정을 사용하였다. SAS 9.2버전에서 npar1way procedure를 이용하였다.

결과 및 고찰

난황색 측정기기의 검증 및 다른 조건(4type)에서 측정한 난황색 조사

난황색 측정기는 난황의 상태에 따라 측정을 다르게 할 수 있다. 난황이 터지지 않고 원형의 모양을 유지할 때는 정상적인 상태로 측정하고 난황의 소실 또는 난황이 터져 측정이 어려울 경우는 RCFS 상태 및 전란상태로 측정 할 수 있다. 이번 실험은 400개의 계란으로 각각 터지지 않은 정상적인 난황을 정상적인 기준에서 2회, RCFS 기준에서 1회, 난황이 터진 상태(이하 전란)로 1회 측정하였다. 이후 난황을 전란시켜 기기를 전란 기준에서 1회, 정상적인

기준 1회 측정하였다. 동일한 난황 1개를 이용하여 1, 2회 반복 측정값 및 기기 조건별(4type)로 측정한 평균값은 (표-2)과 같다. 정상적인 난황을 2회 반복하여 측정한 결과 비모수적 검정인 윌콕슨 부호 순위 검정에서 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(표-3).

표-2. 난황색 1, 2회 및 기기의 조건별(4type)로 측정한 평균값

구분	1회	2회	정상란 → RCFS	정상란 → 전란	전란 → 전란	전란 → 정상란
평균값	7.33	7.35	8.45	8.48	10.29	9.46

표-3. 난황색 1, 2회 측정값 간의 통계 분석표

구분	관측치	순위합	평균	Z 통계량	p-값
1차 측정	400	159711	399.278	-0.1522	0.8791
2차 측정	400	160689	401.723		

1회와 2회의 난황색 측정치의 평균값과 다른 측정상태(4type)에서 측정한 평균값의 윌콕슨 부호 순위 검정에서는 1% 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이가 존재하는 것으로 나타났다(표-4).

표-4. 난황색 1, 2회 평균값과 다른 측정상태(4type)의 평균값 간의 통계 분석표

구분	관측치	순위합	평균	Z 통계량	p-값
1, 2회 측정값 평균값	400	121372	303.43	-11.913	<.0001
다른 측정 상태(4type)의 측정값	400	199028	497.57		

등급판정 시 난황색 측정을 정확하게 하기 위해서는 기기의 측정 상태를 반드시 정상적인 난황의 상태에서 측정하는 것이 바람직하다. 또한 난황이 전란상태일 경우 기기를 전란기준으로 측정하는 것보다 정상적인 기준으로 기기를 조정한 후 RCFS로 측정하는 것이 난황색을 이용한 농가 검증방법에 효과적이다.

A, B, C 그룹의 3주차까지(전기) 난황색 분석

A, B그룹은 인공 착색제가 첨가 된 사료를 급이 하였고 C그룹은 기존과 동일한 천연착색제가 첨가된 사료를 급이 하였다. A, B그룹의 인공 착색제 첨가량은 0.003%/ton이며, C그룹의 천연 착색제 첨가량은 0.025%/ton이다. A, B그룹은 사료가 변경된 날로부터 3~4일째 난황색 변화(표-5)가 나타났으며 이는 정병윤 등(2004)의 연구 결과와 동일하였다.

3주간 측정된 난황색도의 정규성 검정(표-6)은 5% 유의수준에서 정규분포를 따르지 않아 비모수적 검정인 윌콕슨 부호 순위 검정을 사용하여 그룹별 차이분석을 실시하였다(표-7).

표-5. 실험 전기 그룹별 6일차까지의 기초 통계량

A, B 그룹의 사료급여 일차(전기)	A그룹			B그룹			C그룹		
	난황색		산란수	난황색		산란수	난황색		산란수
	평균	표준편차		평균	표준편차		평균	표준편차	
1일차	8.40	0.82	28	8.50	0.89	28	8.15	1.04	27
2일차	8.40	0.88	28	8.00	1.12	29	8.40	0.99	27
3일차	8.70	0.86	27	8.60	0.75	28	8.50	0.95	27
4일차	9.00	0.79	27	8.85	0.59	28	8.30	0.92	27
5일차	9.15	0.75	27	9.00	0.79	28	8.40	0.94	27
6일차	8.90	0.64	27	8.65	0.75	27	8.15	0.99	27

표-6. 그룹별 실험 전기 정규성 검정 분석표

검정	A그룹		B그룹		C그룹	
	통계량	p-값	통계량	p-값	통계량	p-값
Shapiro-Wilk	0.75334	<0.0001	0.74221	<0.0001	0.81006	<0.0001
Kolmogorov-Smirnova	0.386	<0.0100	0.38932	<0.0100	0.32179	<0.0100
Cramer-von Mises	11.1672	<0.0050	11.5555	<0.0050	6.80651	<0.0050
Anderson-Darling	51.6259	<0.0050	53.2699	<0.0050	38.4558	<0.0050

표-7. 실험 전기 그룹간 난황색 유의성 분석표

구분	관측치	순위합	평균	Z 통계량	p-값
A그룹	420	175282	417.337	0.3801	0.7038
B그룹	419	177099	422.669		
A그룹	420	199797	475.707	7.4492	<.0001
C그룹	420	153423	365.293		
B그룹	419	200554	478.649	7.9374	<.0001
C그룹	420	151826	361.49		

윌콕슨 부호 순위 검정 분석결과 A와 B그룹의 난황색은 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 하지만 A, B그룹과 C그룹의 난황색은 각각 1% 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이는 사료성분과 첨가제의 종류와 량을 달리 급여한 그룹 간에 유의한 차이가 발생한 것은 김창혁 등(2002)의 연구와 일치했다.

A, B, C 그룹의 4주차부터 6주차까지(후기) 난황색 분석

A, B그룹은 착색제가 첨가되지 않은 사료를 급이 하였고 C그룹은 기존과 동일한 사료를 급이 하였다. A, B그룹은 실험 3주차까지의 난황색 변화처럼 사료가 변경된 날로부터 3~4일째 난황색 변화가 나타났다(표-8). 난황 착색제가 첨가되지 않은 사료를 급여한 A, B그룹에서는 난황색도 감소뿐만 아니라 산란수도 감소하였다. 3주차까지(전기)의 실험에서는 산란수에 대하여 A, B, C 그룹 모두 큰 변화가 보이지 않았다. 하지만 4주차부터 6주차까지(후기)의 실험에서는 고온의 날씨와 사료 변화에 따른 스트레스로 인해 사료 섭취량의 감소로 산란수도 감소한 것으로 사료된다(송덕진, 1999). 닭의 건강상태에 따른 난황 착색과 산란수는 질병 등의 소화기내 소화흡수 기능이 저하되어 나타나는 현상이다(Herrick, 1971; 여영수, 2004; 손영호, 2008).

표-8. 실험 후기 그룹별 6일차까지의 기초 통계량

A, B 그룹의 사료급여 일차(후기)	A그룹			B그룹			C그룹		
	난황색		산란수	난황색		산란수	난황색		산란수
	평균	표준편차		평균	표준편차		평균	표준편차	
1일차	8.55	1.23	28	8.60	0.88	29	7.75	1.02	28
2일차	8.60	1.27	26	9.00	0.46	29	8.15	1.09	29
3일차	8.45	0.94	25	8.65	0.93	27	8.10	1.12	29
4일차	6.60	1.19	21	7.25	1.07	27	8.35	0.93	28
5일차	6.25	1.12	23	6.55	1.00	23	8.20	1.11	27
6일차	6.00	0.97	25	6.35	0.88	21	8.35	0.99	28

4주차부터 6주차까지(후기)의 그룹별 정규성 검정은 난황색 측정값이 5% 유의수준에서 정규분포를 따르지 않아 윌콕슨 부호 순위 검정을 실시하였다(표-9).

표-9. 실험 후기 그룹간 난황색 유의성 분석표

구분	관측치	순위합	평균	Z 통계량	p-값
A그룹	410	167639	408.874	-0.3822	0.7023
B그룹	413	171438	415.103		
A그룹	410	119021	290.295	-15.095	<.0001
C그룹	420	225844	537.724		
B그룹	413	122446	296.479	-14.558	<.0001
C그룹	420	224915	535.512		

분석결과 전기실험과 동일하게 A와 B그룹간 난황색은 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 하지만 A, B그룹과 C그룹은 각각 1% 유의수준에서 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다.

6주간의 실험기간 동안 그룹별 일일간 난황색 평균값의 최대차이와 일별 표준편차의 최대값은 (표-10)과 같다.

표-10. 그룹별 일일간 난황색 평균값의 최대차이와 일별 표준편차의 최대값

구 분	일일간 난황색 평균값 최대차이	일별 난황색 표준편차 최대값
A그룹	± 1.85	1.45
B그룹	± 1.40	1.40
C그룹	± 0.85	1.47

등급판정 지정 작업장별 난황색 측정

대구경북 지역 내 등급판정 시행 작업장 6곳에서 등급란을 가장 많이 출하한 1개 농가를 선정하였으며, 선정된 농가는 실험기간 동안 특정 성분의 첨가나 성분비 변경이 없이 동일한 사료를 급이 하였다. 6곳 작업장에 출하된 등급란의 중량별 난황색의 차이분석을 실시했다(표-11). 봉화 작업장의 경우 특란만 출하하여 대란과 특란의 분석에서는 제외하였다. 대란과 특란의 난황색 측정값 차이는 영천 작업장의 경우($P<0.01$), 대구 작업장과 영주2 작업장의 경우($P<0.05$) 통계적으로 유의한 차이가 발생하였지만 작업장2와 작업장4는 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

각 작업장별 난황색도가 정규분포를 따르지 않고, 집단 개수가 2개 이상일 경우 윌콕슨 부호 순위 검정을 사용할 수 없어 크러스컬-왈리스(Kruskal-Wallis test) 검정을 통해 집단간 평균차이 검정하였다. 각 작업장의 난황색 평균은 1%($p<0.01$) 유의수준에서 통계적으로 유의한 차이가 존재하는 것으로 분석되었다. 이는 각 작업장으로 계란을 출하하는 농가의 산란계 품종과 주령, 사료의 종류 등 사양관리가 다르기 때문일 것이다.

표-11. 작업장별 대란과 특란의 난황색 차이분석표

구 분	크기	관측치	평균	표준편차	Z 통계량	p-값
경북 영천	대란	620	5.273	0.950	-4.5531	<.0001
	특란	260	4.946	0.808		
경북 영주1	대란	420	4.550	0.711	0.3749	0.7077
	특란	440	4.541	0.766		
대구	대란	620	8.123	0.510	-2.2761	0.0228
	특란	960	8.189	0.539		
경북 의성	대란	460	4.354	0.707	1.3028	0.1927
	특란	1,400	4.318	0.682		
경북 영주2	대란	920	8.460	0.909	-2.4544	0.0142
	특란	720	8.356	0.914		

실험 기간동안 작업장별 일일 난황색 평균값을 전일과 비교하면 최대 2.55를 초과하지 않았고, 표준편차는 1.24를 초과하지 않았다(표-12).

표-12. 작업장별 일일간 난황색 평균값의 최대차이와 일별 표준편차의 최대값

구 분	일일간 난황색 평균값 최대차이	일별 난황색 표준편차 최대값
경북 영천	± 2.55	1.09
경북 영주1	± 0.95	1.24
대구	± 0.75	0.68
경북 의성	± 0.95	0.91
경북 영주2	± 0.85	1.23
경북 봉화	± 0.80	0.94

신뢰구간 설정을 통한 농가(계군) 검증

첫 번째 실험에서 기기의 오차는 발견되지 않았다. 두 번째와 세 번째 실험에서 A, B, C그룹과 각 작업장에서 측정한 난황색의 일일간 평균값의 최대차이는 A그룹과 영천 작업장으로 1.85와 2.55(표-10, 표-12)로 나타났고, 일별 표준편차의 최대값은 C그룹으로 1.47(표-10)이었다. A, B그룹의 일일간 평균값의 최대차이가 C그룹 보다 큰 것은 사료 첨가제 유무에 따른 사료 변경에 의한 것으로 사료된다. 하지만 영천 작업장의 경우는 질병 및 사료의 변화가 없음에도 가장 높은 일일간 평균값 차이가 발생하였다(표-12).

A그룹과 영천 작업장의 난황색에 대한 일일간 평균값의 차이가 가장 큰 일자를 기준으로 실험 전, 후일의 평균값 차이를 비교하면 다음과 같다(표-13).

표-13. A그룹과 영천 작업장의 난황색 일일간 평균값의 최대차이 비교

작업장	크기	판정일	난황색 평균값	난황색 표준편차	난황색 전, 후일 차이
A그룹	-	7월 13일	8.60	1.27	
		7월 14일	8.45	0.94	0.15
		7월 15일	6.60	1.19	1.85
		7월 16일	6.25	1.21	0.35
경북 영천	특란	7월 25일	5.2	0.77	
	특란	7월 26일	4.8	0.76	0.40
	특란	7월 29일	7.35	1.09	-2.55
	대란	7월 30일	5.05	0.89	2.30
	대란	7월 31일	4.75	0.55	0.30

A그룹의 경우 사료의 영향으로 시간이 지날수록 난황색 평균값은 감소하고 있다. 하지만 영천 작업장의 경우 7월 29일 특정일만 난황색 평균값만 높고 이후의 평균값은 기존처럼 다시 낮아졌다. 이러한 이상치를 포함하여 실험기간 동안의 각 그룹 및 작업장별 난황색 분포에 대한 평균에 따른 표준편차의 95% 신뢰구간을 설정하면 (표-14)와 같다.

표-14. 각 그룹 및 작업장별 일별 난황색 분포의 평균에 따른 표준편차의 95% 신뢰구간

구분		관측치	표준편차		
			표준편차	95%신뢰하한	95%신뢰상한
실험 전기	A 그룹	20	0.3084	0.2346	0.4505
	B 그룹	20	0.3496	0.2659	0.5106
	C 그룹	20	0.2446	0.186	0.3572
실험 후기	A 그룹	21	0.5009	0.3832	0.7234
	B 그룹	21	0.4613	0.3529	0.6661
	C 그룹	21	0.3583	0.2741	0.5174
경북 영천		29	0.5543	0.4399	0.7497
경북 영주1		25	0.3175	0.2479	0.4417
대구		30	0.1573	0.1253	0.2115
경북 의성		30	0.3627	0.2888	0.4875
경북 영주2		35	0.2755	0.2228	0.3609
경북 봉화		23	0.3655	0.2826	0.5172

일별 난황색 차이의 평균은 전반적으로 0에 접근하는 것으로 나타났으며, 표준편차의 최대값은 경북 영천 작업장에서 0.7497로 나타났다. 즉, 일별 난황색 평균의 차이를 판별하기 위해 임계값을 95% 수준으로 계산하면 1.4694(1.96σ)이다. 평균 차이가 1.4694를 초과하게 되면 95% 유의수준에서 전날의 계란과 차이가 있음을 의미한다.

평균 차이 1.4694로 초과한 경우는 A그룹 7월 15일과 경북 영천 작업장의 7월 29, 30일이다. 영천 작업장의 7월 30일은 기존처럼 정상적인 평균값을 나타내고 있지만 7월 29일에 발생한 이상치로 인해 발생하였다. A그룹의 경우 사료의 변화에 따른 것이지만, 경북 영천 작업장 경우는 특정일 하루만 이상치가 나타났기에 집하장에서 농가(계군)정보의 오류 제공 또는 다른 농가(계군)간의 혼입, 난황측정기 오작동, 농가(계군)정보 입력 실수 등으로 판단된다.

적 요

본 연구는 난황색 출현빈도에 따른 농가(계군)의 검증 시스템 도입을 위해 3가지 형태의 실험을 실시하였다. 첫째, 난황 측정기의 신뢰성 검증에서는 오차가 없는 것으로 나타났으며 측정기의 측정 조건이 다를 경우(4Type) 평균값은 유의적으로 다르게 나타났다($p<0.01$). 두 번째 실험에서 난황 착색제가 첨가된 실험군의 난황이 착색제가 첨가되지 않은 난황보다 난황 착색도가 더 높았다($p<0.01$). 사료 변화에 따른 난황색의 일일간 평균값의 최대차이는 1.85였다. 세 번째 실험에서는 사료의 변화가 없음에도 영천 작업장의 경우 난황색 일일간 평균값 최대차이가 2.55였다.

전체 실험을 통해 95% 신뢰수준으로 난황색의 일일간 평균 차이는 1.4694이다. 이를 적용할 경우 A그룹(7월 15일)과 영천 작업장(7월 29일, 30일)이 95% 수준을 초과하여 전일과 다른 계란인 것으로 판명된다. A그룹의 경우 사료의 변화이지만, 영천 작업장의 경우 다른 농가(계군) 계란의 혼입 등 인 것으로 사료된다.

난황색의 일일간 평균값 차이를 이용하면 최소한의 농장(계군)별 검증이 가능하다. 하지만 전국 모든 등급판정 시행 작업장의 난황색 평균값에 대한 표준편차 신뢰구간을 분석하지 못하였기에 이번 연구 결과 값인 1.4694를 적용하여 농가(계군)를 검증하기에는 무리가 있다. 즉, 이번 연구만으로 검증 시스템 도입에 다소 어려움이 있으나 선행연구로써 검증방법을 제시하였다.

참고 문헌

1. Bauernfeind JC, Marusich WL. 1974. Canthaxanthin-An avian and salmonid tissue pigmenter. Proc XV World Poult Congr. New Orleans LA. pp.1-7.
2. Blount, Jonathan D; Houston, David C; Moller, Anders Pape. 2000. Why egg yolk is yellow. Trends in Ecology & Evolution. Elsevier Ltd. 15:47-49.
3. Fadl, Essam Baghat. 1971. Studies on colour of egg yollk. University of British Columbia. Msc.
4. Francis FJ 1995. Quality as influenced by color. Food Quality and Preference 6:149-155.
5. Hatzipangiotou, A. and Hartfiel, W. 1984. Deposition of a carotenoid into the egg yolk from the body stores by providing ration with fresh or strong oxidated soya oil. European Poultry Sci. 48:155.
6. Herrick, G. M. 1971. Repletion and depletion of pigmentation in broiler skin shanks. Poultry Sci. 50:1467.
7. Krinsky NI, Rock CL 1999. Carotinoids: Chemistry, Sources and Physiology. In Encylopedia of Human Nutrition. Sadler MJ, Strain JJ and Caballero B(Ed) pp. 304—314.
8. Lokaewmanee. K; Yamauchi, K; Okuda, N. 2013. Effects of dietary red peper on egg yolk colour and histological intestinal morphology in laying hens. Journal of Animal Physiology Animal Nutrition(Jpn.). 97:986-995.
9. Paker RS. 1996. Absorption, metabolism, and transport of carotinoids. FASEB J 10:542.
10. Roche Vitamins, Fine chemicals . 1988. Egg Yolk Pigmentation with Carophyll. 3rd ed. HIffimann-LaRoche. Basel, Switzerland.
11. SAS. 1998. SAS/STAT guide of personal computer@6.08. SAS Institute Inc Cary USA.
12. 강환구, 조재훈, 김지혁, 강근호, 유동조, 나재천, 김동욱, 이상진, 김인식, 김상호. (2008)산란계의 육성기 제한 급여가 생산성 및 계란 품질에 미치는 영향. 한국가금학회지. 제 35권 제 1호, 63-69.
13. 김혜정. (2004)Xanthophys 급여가 산란계 난황과 식육의 품질에 미치는 영향. 강원대학교 대학원 석사눈문.
14. 김관웅, 유선종, 안병기, 조태수, 안병준, 최돈하, 강창원. (2006)목초액 함유 활성탄의 급여가 산란계에서 계란의 품질과 화학적 조성에 미치는 영향. 한국동물자원과학지. 제 48권 제 1호, 59-68.

15. 김지민, 김종진, 이시형, 최양호. (2011)난황 내 색소의 축적은 산란율과 무관함을 제시하는 증거: 균체가 생성하는 Canthaxanthin의 급여에 의해 강화된 난황의 착색. 한국가금학회지. 제 38권 제 3호, 239-245.

16. 김창혁, 이성기, 이규호. (2002)산란계 사료에 천연 및 합성착색제 참가가 산란성적, 난질 및 난황의 지방산 농도에 미치는 영향. 한국가금학회지. 제 29권 제 4호, 271-278.

17. 나재천, 이상진, 하정기, 김재황, 곽웅권, 송재연, 이봉덕, 안길환. (2004)Canthaxanthin을 이용한 산란계의 패부, 근육 및 난황의 착색 효과. 한국가금학회지. 제 31권 제 2호, 79-84.

18. 박창일, 김영직. (2012)산란계 사료에 뽕잎 분말 첨가 급여가 산란율, 계란 품질 및 혈액성상에 미치는 영향. 한국가금학회지. 제 39권 제 3호, 215-222.

19. 손민정, 김성한, 이봉덕, 임용표, 안길환. (2008)Astaxathin과 Capxanthin의 급여가 난황의 착색에 미치는 효과. 한국가금학회지. 제 35권 제 3호, 219-224.

20. 송태화, 한육규, 박태일, 박기훈, 김기종, 윤명자, 정용대, 류경선. (2011)유색보리 및 청보리의 급여가 산란계의 생산성과 계란의 품질 및 혈액성상에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. v.53, no.2, 127-132.

21. 이성모, 최진영, 김동원, 홍종해. (2001)계란의 소비형태와 품질에 대한 소비자의 의식조사. 한국가축위생학회. June 01, pp.174

22. 이재청, 김선효, 선창완, 김창호, 정사무엘, 이준헌, 조철훈. (2013)산란 주령 및 중량 규격에 따른 계란의 주요 성분 및 내부 품질 비교. 한국가금학회지. 제 40권 제 1호, 049-055.

23. 정병윤, 임희석, 백인기. (2004)산란계 사료에 Glutinicus 첨가가 산란 생산성, 난각 및 난황 색도에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. v.46, no.6, 975-980.

24. 최승현, 나재천, 권오상, 박상미, 이봉덕, 안길환. (2008)매실박, 당근박, 감귤박 급여가 산란계 난황의 Vitamin E, K 함량에 미치는 영향. 농업과학연구. v.35, no.2, 193-198.

25. 한찬규, (2000)몇가지 사료 첨가제가 계란의 특정성분에 미치는 영향. 한국축산학회지. v.42, no.1, 73-84.

26. (1999)월간양계 : 난황 착색에 영향을 미치는 요인들. v.31, no.12, 126-127.

27. (2004)월간양계 : 산란계 생산성 향상을 위한 주령별 영양관리. 에 주목한다. v36, no.5, 98-102.

28. (2005)월간양계 : 품질이 좋아야 계란 소비가 늘어난다. v.37, no.8, 74-76.

29. (2010)월간양계 : 학교 급식에서 계란의 중요성. v.42, no.10, 101-103.

30. (2010)월간양계 : 세계가 '계란'에 주목한다. v42, no.10, 104-107.

31. (2010)월간양계 : 계란, 닭고기 소비자 설문조사 분석. v42, no.10, 96-100.
32. (2010)월간양계 : 경제 수명을 최대한 연장할 수 있는 환우방법이 최우선. v43, no.5, 106-110.
33. (2012)월간양계 : 무한경쟁시대의 산란계농가 경쟁력 강화 방안. v.44, no.4, 107-111.
34. (2012)월간양계 : 한국인, 색다른 계란 요리 없을까?. v44, no.1, 100-101.

오리도체 품질에 미치는 요인과 품질별 정육율 조사

오리도체 품질에 미치는 요인과 품질별 정육율 조사

이수홍[1] · 이재경[1] · 김성태[1] · 이지웅[2]
[1]축산물품질평가원 광주전남지원, [2]전남대학교 동물자원학부

초 록

본 연구는 오리 도압장의 도압과정이 오리 도체의 품질에 미치는 영향을 조사하고, 오리도체의 품질등급별 정육율 및 손실량을 조사하여 오리 품질공정 평가를 위한 기초자료 확보를 목표로 하였다. 본 실험에 사용한 오리의 도체는 체리벨리 품종의 오리로 도압공정의 차이에 따라 오리의 품질에 영향을 주는 요인을 비교하기 위해 3곳의 도압장에서 1반복당 200수씩 총 3,000수의 오리를 오리 등급판정 요령에 의거해서 A, B, C, F급으로 분류를 하였고, 정육율 및 품질등급별 손실량의 비교를 위해 품질등급당 30수씩 총 120수의 도체를 사용하였다. 연구 결과 도압 속도에 따른 오리도체의 품질의 차이에는 유의적인 차이가 없었으며, 오리 도체의 품질에 영향을 미치는 요인은 오리 농장에서부터의 사양관리 및 도압장 작업자의 숙련도 등 도압장의 도압과정에 영향을 받는 것으로 나타났다. 또한 품질등급별 정육율 조사에서 A, B, C급으로 갈수록 발골 정형후에 손실량이 증가하는 경향을 보였으나, 통계적으로 유의적인 차이를 보이지는 않았고, F급에서만 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.

이러한 결과로 보아 향후 오리 등급판정의 확대 및 오리고기 유통의 활성화를 도모하기 위해서는 사양관리에서부터 최종 단계까지 각 단계의 품질공정 판정 활성화를 통해 오리 도체의 품질의 향상을 기대할 수 있고, 현재의 오리등급판정 기준에서 사용 목적에 따른 기준의 차별화를 통해 등급판정의 확대를 기대할 수 있을것으로 기대된다.

key words | 도압공정, 손실량, 정육율, 품질등급

서 론

한국 오리협회의 통계자료에 따르면 오리고기는 2000년 5,133천수에서 2011년 15,053천수로 사육마리수가 증가하였고, 1인당 소비량도 2000년 1.02kg에서 2011년 3.13kg으로 증가되었다. 하지만 오리의 절대적인 소비량이 늘어났음에도 오리도체의 수율 등 품질향상의 측면은 변화가 없고, 출하일령의 조정으로 오리사육의 회전율을 늘려 오리 도체의 품질의 균일성이 떨어지고 품질이 개선되지 못하고 있다. 이에 축산물품질평가원에서는 오리고기의 품질지표를 제시하기 위해 2011년부터 오리 부문의 등급판정 시범사업을 시작하였고, 2012년 본 사업이 시행되었다. 이후 오리 등급판정 시행 작업장 및 판정수수가 늘어나고 있는 추세에 있다. 오리도체는 외관, 비육상태, 지방부착, 잔털, 깃털, 신선도, 외상, 변색, 뼈의 상태에 따라 A, B, C, F급으로 구분하여 품질평가를 실시하고 있다. 현재 등급판정이 신청자에 의해 품질수준별로 구성된 롯트에서 표본을 추출하여 실시하는 오리 등급판정의 특성 때문에 작업공정에서 발생하는 하자의 유형과 발생빈도에 대한 정확한 데이터를 확보하지 못하고 있고, 선별 이전에 오리에서의 품질등급별 비율을 알지 못하기 때문에 도압장에서 필요이상의 강선별을 실시하여 인력 및 도압장의 경제적인 손해가 발생을 하고 있다.

현재까지의 오리에 관한 연구가 오리의 사양방식 및 전체적인 오리의 품질 특성에 관한 연구가 대부분을 차지하고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 도압장의 도압과정이 오리도체 품질에 미치는 영향과 도체의 품질등급에 따른 생산성을 비교하고 오리 등급판정을 위해 제외되는 결함오리의 비율을 조사하고, 각 품질등급별 정육량과 손실량을 조사하여 오리 도체의 품질등급에 따른 유의성을 비교하여 품질공정 평가를 위한 기초자료 확보를 목표로 하고 있다.

재료 및 방법

도압장

본 실험은 도압장의 도압 속도에 따른 등급판정 각 항목의 품질 차이에 대한 실험을 위한 것으로 도압장 1은 시간당 3,400수, 도압장 2는 시간당 5,000수, 도압장 3은 시간당 3,400수의 속도로 도압을 실시하고 있고, 왁싱 횟수의 차이는 도압장 1과, 2는 2회, 도압장 3은 3회를 실시하고 있다. 또한 도압장 1과 2는 칠링의 과정에서 워터칠링과 에어칠링을 함께 실시하고 있으나, 도압장 3은 7차에 거친 워터칠링을 실시하였다.

도체선발

도압장별 도압과정의 차이를 알아보기 위해 오리 도압장 3곳의 오리를 매일 200수씩 총 5반복의 실험을 진행하였으며 각 도압장 당 총 1,000수를 선별하였다, 3곳의 도압장에서 무작위로 22호, 25호, 27호 세 가지 호수의 선별하였다. 오리의 품종은 체리벨리 오리이고, 토치육은 화염처리시 외관의 불량요인이 감춰질 수 있으므로 신선육으로만 실험을 진행하였다. 정육율 조사를 위해 22호 (2,151g~2,250g) 도체의 품질등급 A, B, C, F급에 따라 각 30수씩 120수를 선별하였다. 정육율 조사는 도압장 3에서만 실험을 하였고, 22호로 실험을 진행하였으나 워터칠링 과정 중 무게가 증가하는 것을 감안하여 2% 정도의 무게를 추가하여 선별이 되었다.

연구방법

도압장 도압과정이 오리도체 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 도압장 3곳에서 무작위로 도압장 당 5반복, 각 반복당 200수씩 총 3,000수의 오리 도체를 샘플링하여 품질평가원의 오리도체 외관판정의 기준에 따라 A, B, C, F급으로 분류하였고, 향후 각 호수별 비교를 위해 200수를 추가 선별하여 조사하였고, 오리 도체의 품질등급별 정육율 조사를 위해 각 품질 등급별로 30반복, 총 120수의 도체를 육가공하여 품질 등급에 따라 각 부위별 정육율 및 판매정육율, 손실률을 조사하여 기초 데이터를 확보하였다.

통계처리

통계 분석은 SAS프로그램으로 Duncan방식에 의해 95%의 신뢰수준으로 도압장 3곳끼리의 오리 등급기준에 따른 항목, 최종등급 등의 유의성을 조사하였고, 품질등급별 기준에 따른 정육율, 손실률 등의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

도압장의 도압 공정이 오리도체 품질에 미치는 영향

<표1> 도압장별 등급판정 기준 항목별 빈도

항목	도압장1	도압장2	도압장3
외관	1.09±0.30[ab]	1.08±0.27[a]	1.11±0.30[b]
깃털	1.07±0.32[c]	1.00±0.05[a]	1.02±0.17[b]
변색	1.28±0.60[a]	1.36±0.63[b]	1.33±0.64[ab]

항목	도압장1	도압장2	도압장3
뼈의 상태	1.11±0.49[a]	1.09±0.44[a]	1.17±0.57[b]
도체처리	1.17±0.69[b]	1.10±0.54[a]	1.13±0.60[a]
최종등급	1.64±0.95[ab]	1.59±0.85[a]	1.69±0.92[b]

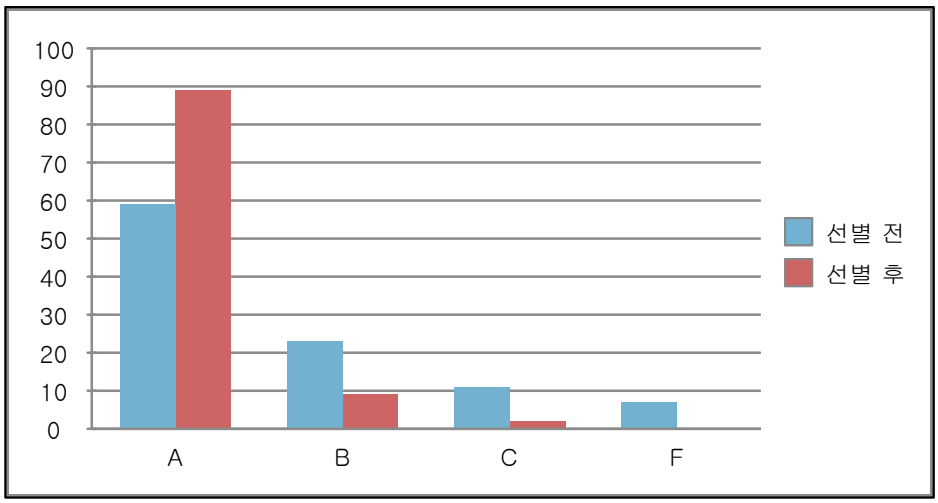
[a-c] means with different superscripts within a same column differ significantly($p<0.05$)

현재 축산물 품질평가원의 등급판정 기준에 따라 오리 도체의 외관판정의 항목을 기준으로 선별을 실시하였고, 도압장의 차이에 따라 각 항목별 급수별 차이는 <표1> 각 도압장당 항목별 빈도에 나타내어져 있다. Duncan방식에 의해 95%의 신뢰수준으로 유의성을 검정한 결과 최종등급에서 도압장 2, 3이 통계적으로 유의성(P<0.05)을 나타내었고, 외관의 항목에서도 도압장 2, 3번이 통계적으로 유의성(P<0.05)을 나타내었다. 변색은 도압장 1, 2번에서 유의성(P<0.05)을 보이고 있고, 뼈의 상태에 있어서 도압장 1, 2번은 유의성이 없고, 3번과는 유의성(P<0.05)을 보이는 것으로 나타났다. 또한 도체처리에 있어서 도압장 1, 2번이 유의성(P<0.05)을 나타내는 것으로 나타났다.

이 실험의 결과 각 도압장에서 나타나는 유의적인 차이는 각 도압장의 도압공정의 차이 및 작업자의 숙련도의 차이에서 나타나는 것으로 나타났고, 도압 속도에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. 최종등급에서 도압장 2와 3이 차이가 나는 것은 왁싱 횟수 및 종류의 차이와 칠링의 차이 및 각 단계별로 투입되는 직원들의 숙련도에 따른 차이에 따라 차이가 드러나는 것으로 사료되고, 도압장 3의 외관과 뼈의 상태가 다른 도압장에 비해 낮게 나타나는 것은 칠링 과정에서 도압장 1, 2번은 워터칠링과 에어칠링을 겸용하여 사용하지만, 도압장 3은 워터 칠링을 7차에 거쳐서 하기 때문에 도체 사이의 부딪침이 많은 것으로 보여진다.

대부분의 작업장에서 나타나는 외관, 깃털, 변색의 불량률이 다른 항목에 비해 크게 나타나는 것은 개체선발에 있어서 문제점이 있다고 사료 되고, 현재 오리고기의 유통형태가 대부분 발골, 훈제육 등에 치중되고 있어서 외관 및 변색이 발생을 하더라도 제품의 제조 과정에서 하자가 감추어지기 때문에 그 부분의 관심이 부족하다고 보여진다. 깃털의 부분에 있어서 송진의 함량이 늘어남에 따라 잔털·깃털의 제거율이 높아지는 경향이 나타나지만 녹는점과 굳는 성질이 달라져 관리의 어려움이 있어 도압장에 따라 약 5%~10%의 함량 차이가 나타났다

또한 외관 항목의 피부불량과 같은 외관의 손상과 뼈의 상태 항목의 골절 및 탈골의 경우 사양 관리와 출하 계통의 부주의에서 나타나는 것으로 보여진다. 특히 외관의 피부불량은 사양과정에서 바닥에 깔려있는 깔짚 관리의 부주의에 의해 많이 발생되어 지는 것으로 판단하고 있다. 또한 불량률 중 많은 비율을 차지하고 있는 뼈의 상태의 골절, 탈골의 경우 오리 출하의 상·하차, 현수 작업을 위해 오리를 포획 및 어리장에 넣는 작업 중에 발생하는 부분이 많기 때문에 보다 세심한 관리를 한다면 뼈의 상태 불량률을 많이 줄일 수 있다고 판단된다.



자료 : 선별후결과 – 축산물 품질평가원 전남, 전북(2013)

<그림 1> 선별 전 후의 품질등급 비율

<그림 1>은 도체선별 전과 등급판정을 받기 위해 선별과정을 거친 후의 품질등급 비율을 나타낸 표이다(축산물품질평가원 2013년). 그림에 나타난 것처럼 현재 등급판정을 받기 위해 선별 되어진 도체의 비율은 오리 등급기준 1^{+}등급에 해당하는 수준의 강한 수준의 선별이 이루어지고 있다. 대부분의 도압장에서 최종 등급을 1등급으로 신청을 하는 것에 비해 너무 강도의 선별을 실시하고 있다는 것으로 판단된다. 이것은 도압장에서 선별에 투입되는 인력 및 등급판정을 위해 제외되는 오리의 수가 늘어나서 도압장에 경제적인 손실을 초래할 뿐만 아니라, 등급 기준 1^{+}와 1등급의 차별성을 두지 않고 있다. 등급판정된 오리의 유통 활성화를 위해 1^{+}등급과 1등급, 2등급의 차이를 두어 선별을 하고

품질공정판정을 실시한다면 도압장의 손실을 보전할 수 있고, 오리도체의 품질등급별 차별성도 확보가 될 것이다.

품질등급별 정육율 조사

오리 품질등급별 정육율 조사는 A, B, C, F급의 육가공 후 정육율을 조사하였다. 이 조사는 향후 오리 부분육 생산이나 오리의 등급판정 기준을 정비하기 위한 기초자료를 확보하는데 목적을 두었다.

<표2> 오리도체의 부위별 무게 비교 (단위 : g)

	N	평균
도체중	120	2257.50±54.468
가슴	120	546.42±58.263
다리	120	413.67±71.760
날개	120	183.67±14.663
뼈	120	798.83±67.540
잡육	120	291.17±33.636
정육량	120	960.08±105.755
손실량	120	27.08±81.719

<표2>는 품질등급에 상관없이 오리 도체 120수를 발골하여 도체중 및 각 부위별 평균, 표준편차를 나타낸 표이다. 이 표에 나타난 내용을 품질등급별로 나누어 비교하여 손실량을 비교해 보면 <표3>과 같이 나타난다.

<표3> 품질등급별 손실량 (단위 : g)

품질등급	N	도체중평균	평균±표준편차
A	30	2263	0.67±3.65[a]
B	30	2262	2.00±8.05[a]
C	30	2258	5.00±12.80[a]
F	30	2245	100.67±140.30[b]
합계	120	2257	27.08±81.72

[a-b] means with different superscripts within a same column differ significantly($p<0.05$)

<표3>은 오리 도체의 발골 정형과정 중 손실량에 따른 기술통계량을 나타낸 것이다. 표에 나타난 것처럼 품질등급 A, B, C로 나뉘면서 손실량의 평균이 증가하는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의성은 없는 것으로 나타났고, F급에서만 통계적으로 유의성을 나타내고 있다. 오리도체의 발골은 닭의 발골 정형과정과 달리 단순한 과정을 보인다. 이 과정에서 A, B, C급으로 구분한 도체에서는 손실량의 차이는 거의 없는 것으로 나타났고, F급에서만 손실량의 차이를 보이고 있다. 이는 출혈을 동반하지 않는 결함에서는 발골 과정에서 정형 및 손질을 통해 결함 요인이 제거되기 때문에 유의적인 차이가 나타나지 않는 것으로 나타났고, F급에서는 정형과정에서 제거되기 어려울 만큼 큰 부위에 결함이 나타나기 때문에 유의적인 차이가 나타났다.

이는 향후 오리 등급판정의 확대와 다변화를 위해 부분육 및 판정유형의 변화를 줄 필요가 있다고 사료되고, 이런 기초자료를 통해 등급판정 기준의 적용을 통오리, 발골육 등 차이를 둘 필요가 있고, 닭고기 등급판정의 부분육 판정과 같이 오리도체에서도 발골 후 부분육으로 정형된 상태에서의 등급판정도 고려해 볼 필요가 있다고 사료되어진다.

요 약

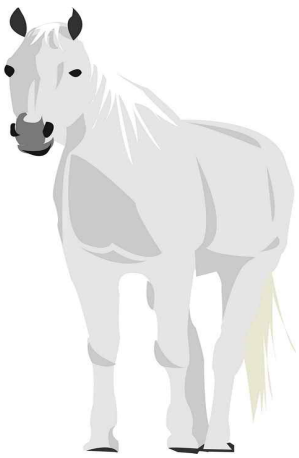
본 실험은 오리 도압과정이 오리의 품질에 미치는 영향을 조사하고, 오리의 품질 등급별 정육율을 조사하여 품질공정평가 및 오리의 유통 확대 및 등급판정의 다양화를 위한 기초자료를 확보하는데 목적을 두고 실시되었다. 총 3,200마리의 오리를 등급판정 기준에 따라 분류를 한 결과 각 도압장 별 도압과정의 차이에 의해 오리 도체의 결함률에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 실험에서 나타난 기초데이터에 따르면 도체선별 전 품질등급 별 발생률은 A급 59%, B급 23%, C급 11%, F급 6%로 나타났다. 하지만 현재 도압장에서 등급판정을 받기 위해 선별된 도체의 비율은 A급 89%, B급, 9%, C급 2%로 강한 수준의 선별을 실시하여 1+등급 기준에 부합할 정도의 도체 선별을 하고 있다. 이는 1등급과 차별성이 없을 뿐만 아니라, 선별에 투입되는 인력 및 등급판정을 위해 제외되는 오리로 인해 경제적인 손실이 오고 있는 실정이다. 각 등급에 맞는 선별을 실시함으로 인해 등급별 차별성을 가질 수 있고, 도압장의 경제적 손실을 줄일 수 있을 것으로 판단된다. 또한 품질급수별 30마리씩 총 120마리의 오리 도체에 대해 각 품질급수별 정육률을 조사한 결과 A, B, C급은 손실량이 점

차 증가하는 경향을 보이나 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났고, F급의 도체에서만 유의적인 차이($p<0.05$)가 있는 것으로 나타났다. 이 결과로 보아 오리 도체의 품질평가 확대를 위해서 발골육과 통오리 등의 품질평가 기준에 차이를 두어 품질평가 항목의 확대 및 다양화를 꾀할 수 있을 것으로 사료된다. 오리 도체의 품질을 높이기 위해 오리 사양단계에서부터 최종단계까지 유통 전 단계에 관심을 두고 관리를 하면 품질공정평가의 확대에 기여할 수 있다고 사료된다.

참고문헌

1. 강근호 외 6명. 국내에서 유통되고 있는 오리의 도체중량 분포 및 도체품질 현황. 농촌진흥청. 2011
2. 김학규 외 8명. 토종오리 육용종의 생산성과 도체수율. 한국가금학회 2012.3, 45-52
3. 방한태 외 10명. 국내사육 육용오리의 품종별 생산성 및 도체수율 비교 연 구. 한국가금학회 2009.11
4. 방한태 외 9명. 국내 사육되는 육용오리 세 가지 계통의 생산성 및 도체 특 성 비교 연구. 한국가금학회지. 제 37권 4호 p389-398. 2010
5. 축산수첩. 오리도체 등급판정실시. 2012. 8월 p54-55
6. 축산물품질평가원. 2013. 축산물등급판정 요령집.
7. 한국오리협회.(http://www.koreaduck.org/sub/statistics_3_1_1.asp?mNum=3&sNum=3&p=1)

Ⅳ 말 부문



말고기 소비 활성화를 위한 말 도체 등급기준 설정

강인수 · 김승곤 · 이세형 · 장기환
축산물품질평가원 제주지원

서 론

'말괴기론 떼 살아도 쇠고기론 떼 못산다'라는 제주풍속어가 있다. '말고기로는 끼니가 되어도 쇠고기로는 끼니가 안 된다'는 말로 쇠고기 보다 말고기가 더 좋다는 말이다. 문헌자료(태조실록 권8)에 의하면 조선 초기, 매년 섣달 제주도에서 암말을 잡아 건 말고기(乾馬肉)를 만들어 조정에 진상했다는 기록이 있다. 세계 80개국에서 말고기의 생산과 소비가 이루어지고 있으며, 일본의 경우 말고기 생산량은 7,128톤에 이르고 있다. 말고기는 저지방 고단백 식품으로 저칼로리, 저콜레스테롤, 저포화지방산식품이다. 다른 고기보다 칼슘, 철의 함량이 높고, 비타민(A, B12, E)이 풍부하고 글리코겐 및 펩타이드 리놀렌산이 쇠고기의 3배 이상 함유되어 혈중 콜레스테롤 억제 및 동맥경화, 고혈압 등의 각종 성인병 질환을 예방하는데 탁월한 기능성 식품이다(국립축산과학원, 제주한라대학, 제주마산업주식회사, 2009, "고품질 말고기 생산 시스템"). 말고기를 접해본 대부분의 소비자가 말고기는 '질기다', '퍽퍽하다', '고기 색이 짙다' 등의 반응을 보이는데 이는 말고기의 경우 대부분이 승마나 경마로 사용했던 퇴마를 이용함으로써 고품질 말고기를 생산하는데 어려움이 있기 때문이다. 이와 같은 소비자들의 말고기에 대한 인식을 개선하기 위해서는 말고기의 품질 향상에 힘써야 할 것이다. 말고기 생산농가에 고급육 생산의욕을 높이고 소비자에게 고품질 말고기를 제공하는 새로운 육류시장을 형성함으로써 농가 소득을 증대시킬 뿐 만 아니라 소비자만족도도 높일 수 있을 것이다.

최근 정부의 "FTA 시대 농어촌 신소득 및 일자리 창출을 위한 말산업 육성 5개년 종합계획"(농림수산식품부,2012)에 따르면 말고기의 생산, 유통 및 소비기반 조성을 목적으로 육용마 전문농장 육성, 말고기 가공식품개발, 품질 고급화 및 유통효율화 등을 통한 말고기 소비확대를 계획하고 있다. 축산물품질평가원에서는 제주특별자치도의 말도체등급판정시범사업 시행요청에 따라 2011년 "말도체 등급판정 기준 및 방법"을 공고(축산물품질평가원 공고, 제2011-11호)하여 제주특별자치도에 한하여 말도체등급판정 시범사업을 실시해 오고 있으나 도축대비 등급판정 비율이 '11년 38.2%, '12년 24.6%, '13년 37.4%로 활성화 되지 않는 실정이다. 그

주된 원인으로 제도이행 당사자들의 오랜 온도체유통에 대한 관행 및 냉장유통시스템에 대한 여러 가지 불편함을 꼽을 수 있겠으나, 현행 등급판정 기준이 말비육 및 유통현실보다 과도하게 높게 설정되었다는 의견이 제기되고 있다. '13.1월에서 8월까지 8개월간 육질등급판정 결과 등급별 출현비율은 1^{+}등급 8.2%, 1등급 10.4%, 2등급 81.4%, 등외 3.2%로 2등급 출현율이 81.4%로 매우 높게 나타나고 있다(축산물품질평가원 제주지원). 등급판정결과를 놓고 볼 때 등급판정 신청인들은 10마리중 8마리가 2등급을 받기 때문에 말도체 등급판정을 기피하는 현상이 일어나고 있다. 이에 따라 말비육농가 및 등급판정 신청자들은 근내지방 침착이 어려운 말고기특성을 감안하여 현실성 있게 육질등급별 변별력을 갖추면서 상위등급(1등급이상) 출현율을 높일 수 있도록 근내지방도 수준의 조정을 희망하고 있다.(제주특별자치도 축정과-6491호, 2013.5.20, "말도체 등급판정장려금 지원사업 업무협의회 개최")

본 연구의 목적은 말고기 유통 투명성 제고와 소비활성화를 견인하기 위하여 iPET 연구사업 "신동력 말산업의 육성과 경쟁력 제고를 위한 말고기 품질향상 및 인증시스템 개발"(제주대학교 축산물품질평가원 공동 연구 과제,2012~2013)과 연계하여 현행 말도체 등급판정기준 중 근내지방도 기준을 보완하여 말도체등급판정기준 개정안을 제시하는데 있다.

재료 및 방법

공시재료

공시축(육질실험 40두, 등급판정189두)은 제주축협공판장에서 '축산물위생관리법 시행규칙 제2조(가축의 도살·처리 및 집유의 기준)에 따라 도살 처리하였는데, 각 말들은 도축한 다음 1일간 냉장실에 저장한 후 등심심부온도가 0~5℃일때 등급판정기준에 따라 육량(도체중량, 등지방두께, 등심단면적)과 육질 (근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도)을 판정하였다(축산물품질평가원 공고 제2011-11호). 육질실험 40두에 대한 시료는 판정 직 후 등급판정 부위 2kg의 등심근을 발골칼을 이용해 도체에서 분리 한 다음 근육표면의 결로현상을 최소화하기 위해 휴대용 아이스박스를 이용해 사무실로 이동 했다. 그 다음 220LUX 포토박스 안에 등심단면이 잘 보이도록 고정 한 후 니콘 카메라 D80, 시그마30mm/1.4 단랜즈를 사용하여 1/160sec, F3.5, 30mm, ISO100, 초점거리35cm 동일조건으로 등심단면 이미지를 촬영하였다. 그리고 3kg의 시료를 추가로 확보해 제주축협 육가공공장에서 진공포장 후 급냉실에서 급냉 보관한 다음 당일 택배를 이용해 본원 연구개발팀으로

운송하여 외부기관(농업기술실용화재단)에서 일반성분과 지방산분석을 실시하였다. 등급판정실험은 '13.1월에서 8월까지 8개월간 도축한 말 505두 중 제주산마 154두, 제주마 19두, 더러브렛 15두, 수입마 1두 총 189두를 대상으로 하였다.

[Table 1.] 육질실험 공시축 축종별 등급별 두수 (단위 : 두)

구분	육질등급			등외	계
	1^+	1	2		
제주산마	4	5	19	0	28
제주마	6	4	0	0	10
경주마	0	0	0	2	2
계(%)	**10**	**9**	**19**	**2**	**40**

각 항목별 분석정확도를 높이기 위해 육질등급별로 1+등급 10두, 1등급9두, 2등급19두, 등외 2두를 사용하였다.

육질실험 방법

실험순서	내 용	방 법
도축	말 40두(제주산마28두,제주마10두, 경주마2두)	근내지방도별 고루 선택
↓		
냉장	등급판정 적용조건	현 등급판정 적용조건에 따름
↓		
등급판정	현 등급판정기준 적용	현 등급판정 항목별 판정결과 기록
↓		
촬영	육색, 지방색, 흉추, 요추, 천추, 갈비 촬영	등급판정 현장에서 촬영
↓		
시료채취	등심시료 5kg 채취	등심시료 3kg, 2kg분리하여 채취
↓		
촬영	등심단면 촬영	포토박스를 이용한 고해상도이미지 촬영(2kg시료 사용)
↓		
시료보관	냉동	진공포장 후 급냉 보관(3kg시료)
↓		
시료분석	시료분석(일반성분, 지방산분석)	당일택배를 이용하여 본원으로 운송 후 시료분석 (외부 의뢰)

가. 일반성분 분석

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

나. 지방산 분석

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

결과 및 고찰

1. 근내지방도별 등심단면 이미지

근내지방도 NO	세부내역		
	0	+	++
1			
2			
3			
4			
5			
6			

[그림1.] 마블링스코어 재설정과 조견표제작을 위한 고해상도의 등심단면 이미지

육질등급판정 결과

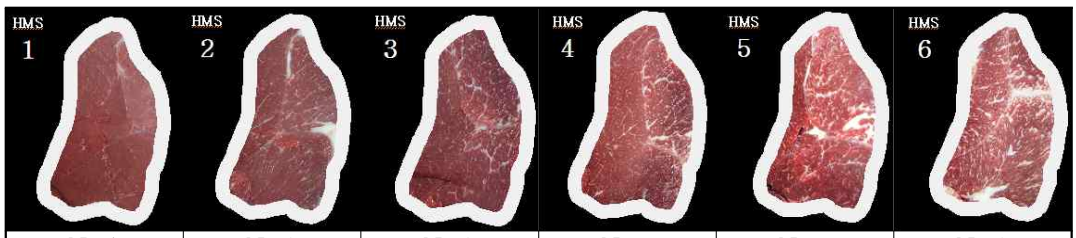
[Table 2.] 말도체 등급판정 결과 (기간 :'13.1 ~ 8) (단위 : 두)

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

육질등급판정 결과 등급별 출현비율은 1^+등급 8.2%, 1등급 10.4%, 2등급 81.4%, 등외 3.2%로 2등급 출현율이 81.4%로 매우 높게 나타났다. 말도체등급 기준 중 최하위등급인 2등급을 대부분 받기 때문에 육질등급별 변별력이 없다는 의견이 제기되고 있다. 육질등급별 변별력을 갖추면서 상위등급(1등급이상) 출현율을 높일 수 있도록 근내지방도 수준의 조정이 필요하다.

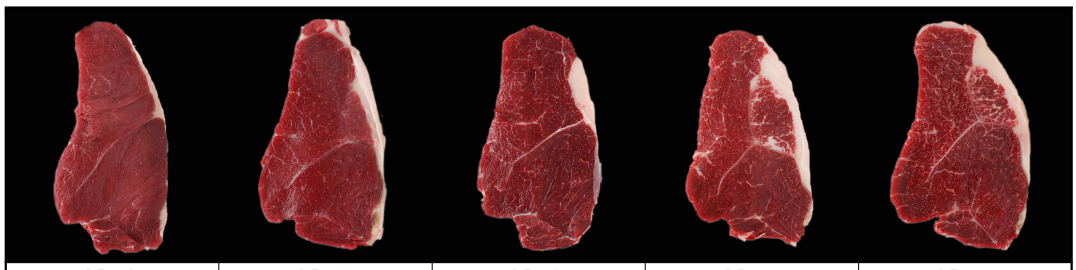
육질등급(근내지방) 기준 개정(안)

현행 육질등급기준을 말고기 특성 및 소비패턴을 반영한 등급기준으로 재설정 하였다. 2등급근내지방도 수준 NO.1과 NO.2를 NO.1로 하향조정 하고 현행 근내지방도 NO.6은 189두 중 3두에 불과해 큰 의미가 없어 NO.6번을 삭제해 5단계로 단순화 하였다.



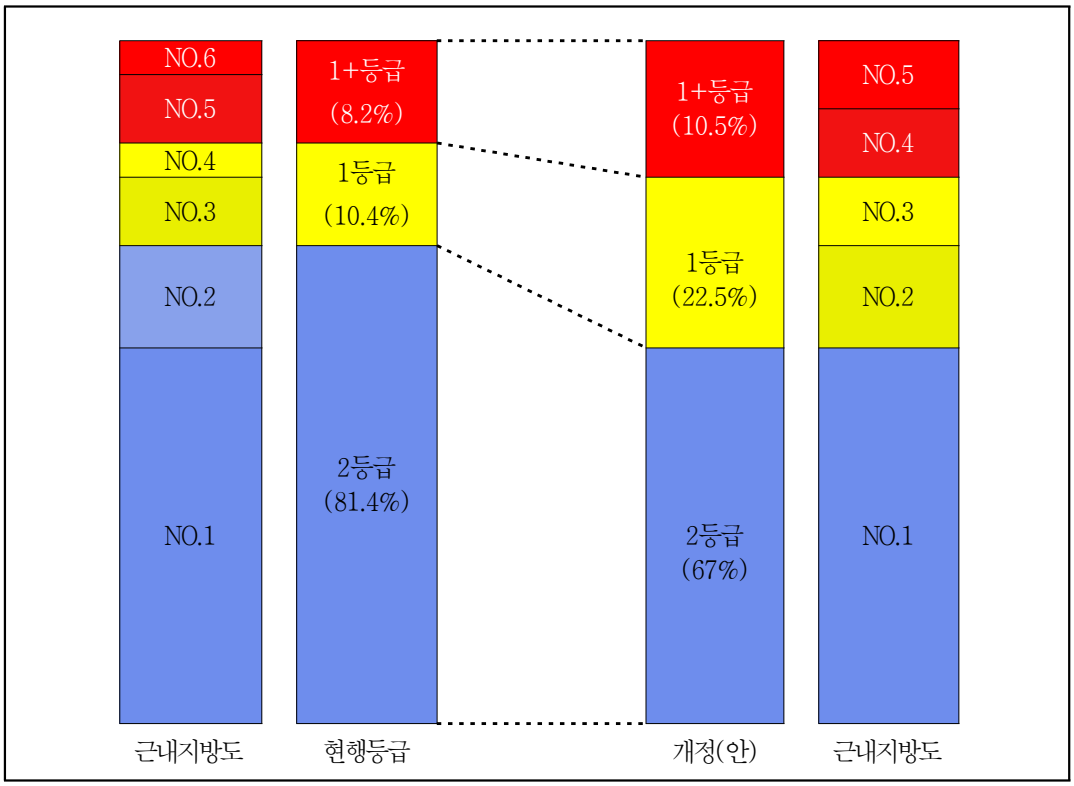
No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
2등급		1등급		1^+등급	

[그림2.] 현행 근내지방도 기준



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

[그림3.] 개정 근내지방도 기준



[그림4.] 개정(안)등급별출현율 비교

그림4는 현행 2등급근내지방도 수준 NO.1과 NO.2를 NO.1로 하향조정했을 때 예상등급별 출현율을 내타내고 있다. 2등급출현율81.4%를 67%수준으로 하향 조정하고 1등급이상 출현율을 33%이상으로 상향 조정함으로써 등급별 출현율에 있어서 등급별 변별력을 높이고 말고기 생산농가들의 생산의욕을 고취시켜 말도체등급판정 제도가 활성화 될 수 있도록 하였다.

[Table 4.] 근내지방도별 조지방 함량

육질등급	근내지방도 기준			
	현 행	조지방 함량	개정(안)	조지방 함량[1]
1^{+}	No.5~6	8.54% 이상	No.4 이상	6.00% 이상
1	No.3~4	4.75%~7.56	No.2~3	2~6.00% 미만
2	No.1~2	1.65%~3.07	No.1	2% 미만

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

Table 4는 근내지방도 수준을 조정했을 때 등급별 조지방 함량을 나타내고 있다. 현행 2등급 NO.1과 NO.2의 조지방 함량 1.65%~3.07를 NO.1 2%미만으로 조정하고 각 근내지방도별 조지방 함량의 차이를 2%대로 조정 해 변별력을 유지할 수 있도록 하였다.

시료분석 결과

[Table 4.] 일반성분 분석결과

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

개정(안)으로 조정된 말고기 육질등급(1^{+}, 1, 2) 등심의 일반성분 분석결과 조지방과 수분은 유의적 차이($p<0.05$)가 있는 것으로 나타났다. Juarez 등(2009)은 24개월령에 도축된 말고기(Burguete종)의 수분은 72.32% 단백질 20.64%, 지방 2.08%, 회분은 1.13%이었고, *Tonial 등(2009)의 연구에 의하면* 말고기 등심의 지방은 2.9%, 단백질은 22.5%였다고 보고하였다. Lee(2002)는 한우 육질등급(1,2,3등급)에 따른 등심부위의 수분함량은 3등급 수소에서 가장 높게 나타났으며, 근내지방도가 수분함량과는 부의 상관관계를 가진다고 보고하였는데, 본 연구결과에서도 등급이 높을수록 조지방 함량이 높게 나타났다. 이중 조지방 함량이 1+등급 7.88%, 1등급 4.28%, 2등급은 2.6%로 분석되어 등급구간별 조지방함량의 차이는 2%내외로 나타나 등급별 변별력을 유지하고 있는 것으로 나타났다.

[Table 5.] 등급별지방산 조성 결과

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

말고기 육질등급에 따른 등급별 지방산조성 분석결과는 Table 4와 같다. 말고기는 팔미톨레산(Palmitoleicacid(C16:ln7)이 10.2%로 쇠고기 2.6, 돼지고기 2.8보다 특히 높게 나타나고 있다. 허 등(2005)의 연구결과에 따르면 지방질은 주로 고기의 고소한 맛을 내는 작용을 하고 특유의 육즙과 향은 아미노산을 비롯한 지방에서 유래된 휘발성 물질인데, 국내 소비자들이 지방함량이 높은 식육을 선호하는 이유 중의 하나는 이러한 지방질의 가열향을 선호하기 때문이라고 하였다. 각각의 지방산들이 풍미에 미치는 영향을 보면 oleic acid(18:1)와 linoleic acid(18:2)가 육향에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데 본 연구결과 oleic acid(18:1)의 함량은 1^{+}등급37.4% > 1등급35.7% >2등급33.3% 순으로 나타나 변별력을 유지하는 것으로 나타났다.

요 약

본 연구조사는 말도체등급판정 기준 중 육질등급 2등급 출현율이 81.4%로 매우 높게 나타나 등급별 변별력이 없다는 문제점을 해결하고자 실시하였다. 근내지방도 침착이 어려운 말도체 특성과 현재 유통되고 있는 육질현실성을 반영하여 2등급근내지방도 수준 NO.1과 NO.2를 NO.1로 하향조정하고 1등급은 NO.3과 NO.4에서 NO.2, NO.3으로, 1+등급은 NO.5와 NO.6에서 NO.4이상으로 조정했을 때 등급별 출현율과 육질등급별 변별력을 높일 수 있는 것으로 나타나 아래와 같은 개정(안)을 만들 수 있었다. 본 개정(안)이 말도체 등급판정 제도의 활성화에 기여할 것으로 사료된다.

<table>
<tr><th>현 행</th><th>개 정(안)</th></tr>
<tr><td>❍육질등급 예비판정 기준
<table>
<tr><th>근내지방도</th><th>예비등급</th></tr>
<tr><td>근내지방도 번호 5 또는 6에 해당되는 것</td><td>1+등급</td></tr>
<tr><td>근내지방도 번호 3 또는 4에 해당되는 것</td><td>1등급</td></tr>
<tr><td>근내지방도 번호 1 또는 2에 해당되는 것</td><td>2등급</td></tr>
</table>
※ 육질 1+등급 8.2%, 1등급 10.4%, 2등급 81.4%</td><td><육질등급 출현율 개선>
❍ 육질등급 예비판정 기준 개선
<table>
<tr><th>근내지방도</th><th>예비등급</th></tr>
<tr><td>근내지방도 번호 4 이상에 해당되는 것</td><td>1+등급</td></tr>
<tr><td>근내지방도 번호 2 또는 3에 해당되는 것</td><td>1등급</td></tr>
<tr><td>근내지방도 번호 1에 해당되는 것</td><td>2등급</td></tr>
</table>
※ 1+등급 10.5%, 1등급 22.5%, 2등급 67%</td></tr>
</table>

참고문헌

1. AOAC. (2006) Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 210-219.
2. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissue. J. Bio. Chem. 226:497-500.
3. Juarez, M., Polvillo, O., Gomez, M. D., Alcalde, M. J., Romero, F. and Valera, M. (2009) Breed effect on carcass and meat quality of foals slaughtered at 24 months of age. Meat Sci. 83:224-228.
4. Lee. E. S. (2002) Effect of meat quality grade, gender and postmortem time on the physiochemical, histological and sensory characteristic of Hanwoo (Korean native cattle) beef. PhD thesis, Graduate School of Konkuk Univ., Korea.
5. Tonial, A. C., Aguia, C. C., Oliveira, E. G., Bonnafé, J. V., Visentainer, N. E. and de Souza. (2009) Fatty acid and cholesterol content, chemical composition and sensory evaluation of horsemeat. S. Afr. J. Anim. Sci. 39(4):328.
6. 국립축산과학원, 제주한라대학, 제주마산업주식회사(2009) 고품질 말고기 생산 시스템. pp. 3-45
7. 국립한경대학교(2013) 제주산마 활용방안 연구 결과보고서. pp. 1-26, 89-92
8. 농림수산식품부(2012) FTA 시대 농어촌 신소득 및 일자리 창출을 위한 말산업 육성 5개년 종합계획.
9. 장덕지, 조승철(2000) 말의 이해, 도서출판 늘, 제주, 대한민국, pp. 75-79
10. 제주한라대학, 제주마산업주식회사(2010) 말고기의 건강과 요리. pp. 9-35
11. 제주특별자치도(2013) 축산사업추진계획. pp. 1-2
12. 축산물품질평가원 공고 제2011-11호, (2011) 말도체 등급판정기준 및 방법.
13. 허선진, 박구부, 주선태(2005) 지방산이 식육의 품질에 미치는 영향. 한국국제농업개발학회지 17(1):53-59.

2013년 「축산물품질평가 역량강화를 위한 현장연구조사」

현장연구조사 결과 보고서

• **발행인** : 허 영

• **편집인**

- (총괄) R&BD센터장 백장수
- (자문) 정진형, 김학성, 선창완, 이재청, 권기문
- (현장조사) 축산물품질평가원 현장연구조사 연구반원

• **발행일** : 2013년 12월

• **발행처** : 축산물품질평가원(www.ekape.or.kr)

(435-010) 경기도 군포시 용호1로 46번길 9

Tel : 031-390-5564

Fax : 031-390-5599

• **인쇄처** : 비전기획(02-504-1555)

• 이 책에 실린 내용은 축산물품질평가원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.

• 본 자료는 축산물품질평가사가 현장에서 품질평가업무를 하면서 연구 조사한 보고서입니다. 따라서 내용이 충분히 검증되지 않은 부분도 있을 수 있으니 본 자료를 이용할 시는 이 점을 감안하시기 바랍니다.

• 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다. 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.

• 이 책에 실린 내용의 최근 자료는 축산유통종합정보 (www.ekapepia.or.kr)에서 확인할 수 있습니다.