

발 간 등 록 번 호

11-B552679-000002-10

www.ekape.or.kr

2012년

현장연구조사 결과 보고서



축산물품질평가원
Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation

발 간 사

축산물품질평가원은 자유무역협정 체결 등으로 어려움에 직면에 있는 우리 축산산업의 대외 경쟁력을 높이기 위해, 축산물의 품질 고급화 유도와 유통의 투명성 확보 등 소비자의 신뢰도를 높이기 위한 노력을 계속하고 있습니다.

그 일환으로 축산물등급제도를 시행함에 있어, 현장에서 발생하는 문제점을 해결하기 위하여 2003년부터 지역의 학계 및 연구기관의 협조를 받아 현장제도 개선을 위한 '현장연구조사' 사업을 수행해 오고 있습니다.

2012년도 현장연구조사 과제는 연구의 질을 높이고 현장에 적용 가능한 수준의 결과를 얻기 위해 사전 면밀한 심사를 거쳐 10개 연구과제로 선정하고, 외부기관과 연계한 공동연구 등으로 내용의 충실도와 결과의 객관성을 높이려고 노력하였습니다. 또한 대학 및 연구기관의 전문가 자문을 통해 1년간 노력의 결과를 보고서로 발간하게 되었습니다.

본 보고서는 전문연구 인력이 아닌 축산물품질평가사가 중심이 되어 수행한 연구로서 미력한 면이 없지 않으나, 축산업 현장의 문제점 해소와 발전을 위해 최선을 다한 결과입니다. 아무쪼록 '2012년 현장연구조사 보고서'가 국내 축산업 발전에 밑거름이 되기를 바라는 마음입니다.

끝으로 열악한 환경 속에서 과중한 업무에도 불구하고 연구 사업을 성공적으로 수행한 직원 여러분들과 연구수행에 협조하여 주신 외부기관 관계자 여러분께도 깊은 감사를 드립니다.

2012년 12월



축산물품질평가원
Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation

원장 최 형 규

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 해결함으로써 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 선진화를 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 보완함으로써 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

- 축산물품질평가방법 및 기준 제·개정 시 근거 자료로 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

I 소 부문

1. 한우암소 번식우의 출하 전 비육기간에 따른 육질 및 도체특성과의 연관성 분석 3
2. 한우 암소 사육개월령과 등급판정항목(성숙도)의 상관관계 조사 13
3. 소 실신방법(타격법, CO₂ 가스마취법)이 pH, 육색, 보수력, 연도에 미치는 영향... 28

II 돼지 부문

4. 이미지 프로그램을 활용한 삼겹살 평가기준 설정 연구 47
5. 저지방 돈육 부위와 닭 가슴살과의 품질비교 연구 56

III 가금 부문(닭·계란·오리)

6. 닭도체 원료상태(정상, 멍과계, 혼합)별 저장기간에 따른 품질변화 연구 69
7. 파각란 및 혈란 자동검란기기 검출 신뢰도 검증 80
8. 오리도체 처리유형별 저장기간에 따른 품질변화 연구 98

IV 말 부문

9. 말도체 연령 추정을 위한 사육 개월령별 말도체 흉추골의 골화상태 비교 113



소 부문

1. 한우암소 번식우의 출하 전 비육기간에 따른 육질 및 도체특성과의 연관성 분석
2. 한우 암소 사육 개월령과 등급판정 항목(성숙도)의 상관관계 조사
3. 소 실신방법(타격법, CO₂ 가스법)이 pH, 육색, 보수력, 연도에 미치는 영향

한우암소 번식우의 출하 전 비육기간에 따른 육질 및 도체특성과의 연관성 분석

김영하¹⁾ · 송인성¹⁾ · 이정용¹⁾ · 손호식¹⁾ · 최정석²⁾ · 최양일²⁾

¹⁾축산물품질평가원 충북지원, ²⁾충북대학교 축산학과

초 록

본 연구는 한우암소 번식우의 출하 전 비육기간에 따른 육질 및 도체특성과의 연관성을 조사하기 위해 사육월령 및 비육기간에 따라 한우암소 33두의 시료를 채취하여 일반성분분석을 실시하였고, 2009년 6월부터 2011년 12월까지 도축된 한우 암소 82,194두를 이용하여 등급판정결과를 분석하였다. 등급판정분석결과에 의하면 사육월령이 증가할수록 등지방두께, 등심단면적, 도체중은 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었고, 육량등급은 하락하는 경향을 보였다. 육질등급에서는 사육 37~50개월령 일 때 가장 좋은 성적을 나타냈다. 비육기간별 분석결과에서는 비육기간이 길어질수록 육량등급이 상대적으로 하락하는 경향을 나타내었고, 육질등급은 높아지는 경향을 나타내었다. 육질특성에서는 보수력 및 육즙손실, 가열감량은 사육월령 37~50개월에서 우수한 특성을 나타내었고, 실험에 의한 육색에서는 사육월령 25~36개월, 비육기간 11~14개월에서 가장 우수한 결과를 나타내었다. 반면에 주관적판정에서는 사육월령 37~50개월, 비육기간 11~14개월에서 가장 우수한 점수를 나타내었다. 그 결과 사육월령 37~50개월, 비육기간 11~14개월일 때 다른 비육구간에 비해 우수한 육질특성을 나타내었으며, 등급판정결과에서도 우수한 결과가 나타나 최적의 비육기간으로 사료된다.

Key words : 한우암소, 사육월령, 비육기간, 육질특성, 등급판정

서 론

세계자유무역협정 등으로 국가간의 무역국경이 서서히 허물어져가고 있는 시기에 정부에서는 다양한 형식으로 전국에 산재되어 있는 지역단위 혹은 브랜드 경영체의 육성과 지원, 쇠고기이력제 추진 등을 통해 한우의 경쟁력을 확보해 나가기 위한 다양한 노력을 추진해 나가고 있다. 한우거세우에 대한 연구는 상당히 활발하게 이루어지고 있는 반면에 일부 연구에 의해 노산암소를 단기비육(240일)할 때 발정억제제와 항산화제를 급여하면

증체량 및 육질 개선의 효과가 있다는 보고(Jeong 등, 2006)와 비거세한우의 사육기간 연장에 의한 증체가 어느정도 육질을 개선할 수 있다는 보고 등(송만강 등, 1994)이 있지만, 번식을 목적으로 하는 암소의 적절한 사육월령 및 비육기간에 대한 연구는 미비한 것이 사실이다.

2011년도 한우 암소의 연간 도축물량은 293,640두로 전체 도축물량인 718,256두 중 약 41%를 차지하고 있으며, 또한 암소의 1등급이상 출현율은 51.8%로 거세우의 78.3%에 비하여 약 26.5%p 1등급이상 출현율이 낮게 나타나고 있다(KAPE, 2011). 비육전기인 생후 12~13개월령 부터 30개월까지 약 18개월간 장기 비육하여 출하하는 거세우와 달리 경제적 수명이 다하면 적당한 비육기간을 거쳐 도태하는 암소는 상대적으로 1등급 이상 출현율이 낮게 나타나고 있다.

본 연구에서는 한우암소 번식우의 출하 전 비육기간에 따른 육질과의 연관성을 비교해 사육월령 및 분만 후 비육기간이 등급판정결과에 미치는 영향을 조사하여 고급육 출현율을 향상시키고, 이를 통해 농가의 소득증대와 한우 암소시장의 활로를 개척하여 침체된 한우 산업에 새로운 전기를 마련하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시축 및 실험설계

본 연구에 사용된 공시축은 사육월령 및 비육기간에 따라 사육된 한우암소를 이용하였으며, 공시축이 출하일에 도달하면 관행적인 방법에 의하여 도축 후 채끝 부위 500g을 채취하여 신속히 아이스박스에 포장처리하여 충북대학교 육가공실험실에서 분석되었다. 등급판정결과 분석은 2009년 6월부터 2011년 12월까지 도축된 한우 암소 자료 82,194두를 이용하였으며, 육질분석은 그 중 33두를 분석하였다. 사육월령은 Group A(25~36개월), B(37~50개월), C(51~64개월)로 총 3개구간으로 하였으며, 비육기간별로는 각 사육월령별 비육기간별로 Group A(비육기간: T1=3~6개월령, T2=7~10개월령, T3=11~14개월령), Group B(비육기간: T4=3~6개월령, T5=7~10개월령, T6=11~14개월령), Group C(비육기간: T7=3~6개월령, T8=7~10개월령, T9=11~14개월령)로 하여 실험을 설계하였다.

pH

우육의 pH는 10g에 증류수 100ml을 가한후 측정한다. 모든 시료는 Homogenizer(Bihonseiki, Ace, Japan)로 7000rpm으로 30초간 균질시킨 후, pH meter(Mteeler Delta 340, Mettler-tolede, Ltd, UK)로 측정한다.

육색

우육의 표면육색은 백색판(L^* , 89.39; a^* , 0.13; b^* , -0.51)으로 표준화시킨 Spectro Colormeter(Model JX-777, Color Techno. System Co., japan)로 측정하였는데, 이때 광원은 백색형광등(D65)을 사용하여 Hunter Lab 표색계의 L^* , a^* , b^* 값으로 나타낸다. (L^* =명도, a^* =적색도, b^* =황색도)

보수력(Water holding capacity)

보수력은 원심분리법을 이용하였다. 분쇄된 시료 $0.5 \pm 0.05\text{g}$ 을 원심분리관의 상부 filter관에 넣고 80°C water-bath에 넣고 20분간 가열한 후 10분간 방냉시킨다. 상부 filter관을 원심분리관 하부에 넣고 2000rpm에서 10분간 원심분리한다. 원심분리한 후 남은 시료를 가열전 시료무게 비율로 표시한다.

육즙손실(Drip loss)

육즙손실은 2cm 두께의 우육 슬라이스를 원형(중량 $100 \pm 5\text{g}$)으로 정형한 후 Polypropylene bag에 넣고 진공포장하여 4°C 냉장고에서 24시간 보관하면서 발생된 드립 감량을 측정하여 초기시료의 무게비율(%)로 측정한다.

일반성분 분석

수분, 단백질, 지방 및 회분(%)은 AOAC방법(1980)에 따라 측정한다.

가열감량

가열감량은 3cm 두께의 우육 슬라이스를 원형(중량 $150 \pm 5\text{g}$)으로 정형한 후 Polypropylene bag에 넣고 진공포장하여 70°C water-bath에 넣고 40분간 가열한 후 30분간 방냉시킨 후, 가열후 감량된 무게를 초기시료의 무게비율(%)로 측정한다.

전단력(Shear force test)

시료를 70°C water-bath에 넣고 40분간 가열한 후 30분간 방냉시킨 후 시료를 가로×세로×높이를 각각 $1 \times 2 \times 1\text{cm}$ 가 되도록 절단하여 Rheo meter(Model Compac-100, SUN SCIENTIFIC Co., LTD.)의 Shearing, Cutting Test로 Max weight를 측정한다. 사용 프로그램은 R.D.S(Rheology Data System) Ver 2.01을 이용한다. Table Speed는 110mm/min, Graph Interval은 20msec, Load cell(max)는 10kg의 조건으로 한다.

콜레스테롤

샘플을 동결건조한 후 Chloroform과 Methanol을 2:1로 혼합한 Folch solution 12ml을 tube에 첨가한 후 4℃에서 24시간동안 방치한다. 여기에 3차 증류수를 10ml를 첨가하여 잘 혼합한 후에 원심분리를 한다. 원심분리시킨 샘플의 하층부(Lower phase)를 주사기를 이용하여 취하여 Hood 안에서 24시간정도 두어 Folch solution이 완전히 날아가도록 한 후, glacial acetic acid 1ml을 넣고 혼합한 시료에서 0.1ml을 취하여 O-phthaldehyde reagent 2ml과 Conc. H₂SO₄ 1ml을 첨가한 후 잘 혼합하여 10분 후 Spectrophotometer를 이용하여 530nm에서 고정파장(흡광도)를 측정한다. 표준곡선은 Cholesterol standard stock solution을 10, 20, 30, 40, 50ml과 glacial acetic acid 40, 30, 20, 10, 0ml과 혼합하여 위와 같은 측정 과정을 거쳐 흡광도를 측정한 후에 회귀식을 구한다. 표준곡선에 의하여 측정되어진 양에 glacial acetic acid첨가량과 희석배수를 곱해준 값에 total lipid weight(mg)을 곱해주고, 그 값을 다시 시료무게로 나눠 cholesterol 함량(mg/100g, dry wt.)을 분석한다.

주관적판정

훈련된 전문가가 마블링(1-마블링이 거의 없다, 5-마블링이 매우 많다), 육색(1-육색이 매우 창백하다, 5-육색이 매우 암적색이다), 조직감(1-조직감이 매우 나쁘다, 5-조직감이 매우 우수하다), 육특성(1-심한PSE육이다, 5-심한 DFD육이다)을 1부터 5의 척도로 구분하여 판정한다.

통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(9.1)를 이용하여 Duncan's 다중검정을 통해 5% 수준에서 처리구간의 유의성을 검증하였다.

결 과

등급판정결과분석

2009년 6월부터 2011년 12월까지 전국에서 도축된 한우암소의 등급판정 결과를 사육월령에 따라 분석한 결과(Table 1.), 사육월령이 증가할수록 등지방 두께, 등심단면적, 도체중, 근내지방도에서 유의적으로 증가하였다. 반면에 육량등급은 그룹 C가 사육월령이 증가할수록 등급이 낮아지는 결과가 나타내었다. 조직감에서는 그룹 A와 B가 서로 유사하였으며, 그룹 C는 A와 B에 비해 조직감이 나빠졌다. 육질등급에서는 그룹 A와 C가 서로 유사한 결과를 나타내었으며, 그룹 B에서 가장 우수한 등급을 나타내었다.

Table 1. 사육월령에 따른 한우암소의 등급판정결과(82,194두)

Items	¹⁾ Group		
	A	B	C
등지방두께(mm)	11.28±4.39 ^c	12.01±4.70 ^b	12.92±5.22 ^a
등심단면적(cm ²)	78.79±8.94 ^c	80.29±9.31 ^b	81.61±9.49 ^a
도체중(kg)	326.88±30.83 ^c	336.90±33.33 ^b	340.24±33.80 ^a
²⁾ 근내지방도	4.09±1.88 ^c	4.17±1.88 ^b	4.21±1.91 ^a
조직감	1.46±0.50 ^b	1.45±0.50 ^b	1.50±0.50 ^a
³⁾ 육질등급	2.20±0.97 ^a	2.15±0.97 ^b	2.18±0.98 ^a
⁴⁾ 육량등급	1.67±0.61 ^c	1.75±0.63 ^b	1.84±0.66 ^a

a, b, c 각 처리구 내 서로 다른 머릿글자는 유의적인 차이가 있음(p<0.05).

¹⁾Group A, 25~36개월령; Group B, 37~50개월령; Group C, 51~64개월령

²⁾근내지방도와 조직감은 축산물품질평가원 등급판정기준에 준함

³⁾육질등급: 1⁺⁺등급=0, 1⁺등급=1, 1등급=2, 2등급=3, 3등급=4

⁴⁾육량등급: A등급=1, B등급=2, C등급=3

2009년 6월부터 2011년 12월까지 전국에서 도축된 한우암소의 등급판정 결과를 사육월령에 따른 비육기간별로 분석한 결과(Table 2.), 등지방두께에서는 T9이 유의적으로 가장 두꺼운 수준을 나타내었으며, T1과 T2를 제외하고 사육월령이 높고, 비육기간이 길수록 등지방두께가 증가하였다. 등심단면적에서는 T9이 유의적으로 가장 큰 수준을 나타내었으며, T1이 유의적으로 가장 작은 수준을 나타내었다. 그룹별로 살펴보면 모든 그룹에서 비육기간이 증가할수록 등심단면적이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 도체중에서는 T9이 유의적으로 가장 무거운 수준을 나타내었으며, 그 외 처리구에서는 T1에서 T5로 갈수록 유의적 수준에서 도체중이 증가하는 경향을 나타내었다. 근내지방도에서는 T9, T6, T7이 유의적으로 높은 수준을 나타내었으며, T1, T5, T2가 유의적으로 낮은 수준으로 나타내었다. 조직감에서는 T8, T9, T7가 유의적으로 가장 나쁜 수준을 나타내었으며, T6, T4, T1, T3이 유의적으로 우수한 수준을 나타내었다. 육질등급에서는 T2가 유의적으로 가장 높은 수준을 나타내었으며, T6가 유의적으로 가장 낮은 수준으로 나타내었다. 나머지 처리구에서는 서로 유사한 결과를 나타내었다. 육량등급에서는 T9이 유의적으로 가장 높은 수준을 나타내었으며, T2가 유의적으로 가장 낮은 수준을 나타내었다. 사육월령이 증가할수록 육량등급이 유의적으로 높게 나타났으며, 각 그룹별로 살펴보면 비육기간이 가장 긴 T9, T6, T3에서 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타냈다.

Table 2. 사육월령에 따른 한우암소의 비육기간별 등급판정결과(82,194두)

Items	Group								
	A			B			C		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
등지방두께	11.20 ±4.38 ^h	11.18 ±4.36 ^h	11.58 ±4.45 ^g	11.82 ±4.54 ^f	12.00 ±4.69 ^e	12.29 ±4.88 ^d	12.63 ±5.06 ^c	12.86 ±5.15 ^b	13.38 ±5.49 ^a
등심단면적	77.55 ±8.57 ⁱ	78.91 ±8.85 ^h	79.97 ±9.33 ^f	79.38 ±9.00 ^g	80.42 ±9.34 ^e	81.25 ±9.54 ^c	80.78 ±9.14 ^d	81.69 ±9.53 ^b	82.55 ±9.76 ^a
도체중	323.16± 30.12 ^h	326.44± 30.48 ^g	332.00± 31.66 ^f	334.48± 32.82 ^e	336.71± 33.17 ^d	340.21± 33.91 ^b	338.00± 33.57 ^c	339.68± 33.45 ^b	344.12± 34.34 ^a
1)근내지방도	4.13 ±1.90 ^d	4.03 ±1.86 ^e	4.15 ±1.89 ^{cd}	4.18 ±1.87 ^{bcd}	4.12 ±1.87 ^d	4.23 ±1.90 ^{ab}	4.21 ±1.93 ^{abc}	4.17 ±1.90 ^{bcd}	4.26 ±1.89 ^a
조직감	1.45 ±0.50 ^c	1.47 ±0.50 ^b	1.44 ±0.50 ^c	1.45 ±0.50 ^c	1.47 ±0.50 ^b	1.45 ±0.50 ^c	1.49 ±0.50 ^a	1.51 ±0.50 ^a	1.50 ±0.50 ^a
2)육질등급	2.17 ±0.98 ^{bc}	2.23 ±0.96 ^a	2.16 ±0.98 ^{cd}	2.15 ±0.96 ^{cd}	2.18 ±0.97 ^{bc}	2.13 ±0.98 ^d	2.18 ±0.99 ^{bc}	2.20 ±0.98 ^{ab}	2.16 ±0.97 ^{cd}
3)육량등급	1.68 ±0.61 ^e	1.66 ±0.61 ^f	1.68 ±0.61 ^e	1.74 ±0.63 ^d	1.75 ±0.64 ^d	1.77 ±0.64 ^c	1.81 ±0.65 ^b	1.83 ±0.66 ^b	1.88 ±0.68 ^a

a, b, c, d, e, f, g, h, i 각 처리구 내 서로 다른 머릿글자는 유의적인 차이가 있음(p<0.05).

*Group A(비육기간: T1=3~6개월령, T2=7~10개월령, T3=11~14개월령)

Group B(비육기간: T4=3~6개월령, T5=7~10개월령, T6=11~14개월령)

Group C(비육기간: T7=3~6개월령, T8=7~10개월령, T9=11~14개월령)

1)근내지방도와 조직감은 축산물품질평가원 등급판정기준에 준함

2)육질등급: 1⁺⁺등급=0, 1⁺등급=1, 1등급=2, 2등급=3, 3등급=4

3)육량등급: A등급=1, B등급=2, C등급=3

사육월령에 따른 한우암소의 일반성분 및 육질특성(Table 3.)을 살펴보면 수분의 함량에서 그룹 A가 그룹 B와 그룹 C에 비해 유의적으로 높은 함량을 나타냈으며, 단백질과 회분의 함량에서는 그룹 간 서로 유사한 수준을 나타내었다. 지방의 함량에서는 그룹 A가 그룹 B와 C에 비해 다소 낮은 수준을 나타내었다.

육질특성 중 보수력에서는 유의적인 차이가 없었으나, pH에서는 그룹 A가 그룹 B와 C에 비해 유의적으로 낮은 수준을 나타냈으며, 육즙손실에서는 그룹 A가 그룹 B와 C에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 한편, 가열감량과 전단력에서는 그룹간 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

육색 중 명도를 나타내는 L값에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 적색도를 나타내는 a값에서는 그룹 A가 그룹 B와 C보다 유의적으로 높은 수준을 나타냈다. 또한 황색도를 나타내는 b값에서도 그룹 A가 그룹 B와 C에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 한편, 근육 내 총콜레스테롤 함량에서는 그룹 A가 그룹 B와 그룹 C에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었다.

Table 3. 사육월령에 따른 한우암소의 일반성분 및 육질특성(33두)

Items		Group ¹⁾		
		A	B	C
일반성분(%)	수분	68.84±2.35 ^a	67.12±3.26 ^b	67.27±3.69 ^b
	단백질	23.84±1.66	23.67±1.59	23.57±2.01
	지방	7.00±2.50	8.37±3.57	8.56±3.99
	회분	0.83±0.20	0.86±0.12	0.86±0.18
육질특성	보수력(%)	54.51±3.72	53.77±3.83	53.68±6.47
	pH	5.49±0.12 ^b	5.54±0.11 ^a	5.56±0.11 ^a
	육즙손실(%)	4.04±1.27 ^a	3.15±1.44 ^b	2.67±1.47 ^b
	가열감량(%)	25.14±4.84	23.83±2.67	24.50±2.94
	전단력(kg)	2.36±0.83	2.34±1.39	2.41±1.35
육색 ²⁾	L	37.91±3.23	38.19±4.54	37.95±2.80
	a	20.15±2.72 ^a	19.18±2.71 ^b	18.19±1.98 ^c
	b	11.13±2.66 ^a	9.76±2.61 ^b	9.42±1.64 ^b
Cholesterol(mg/100g)		86.36±27.73 ^a	61.93±22.35 ^b	62.42±23.20 ^b
주관적판정	마블링 ³⁾	2.74±0.99	2.97±1.11	2.96±1.00
	육색 ⁴⁾	3.28±0.51	3.35±0.41	3.36±0.37
	조식감 ⁵⁾	3.22±0.37	3.17±0.60	3.05±0.64
	육특성 ⁶⁾	3.16±0.33	3.04±0.48	3.18±0.32

a, b, c 각 처리구 내 서로 다른 머릿글자는 유의적인 차이가 있음(p<0.05).

¹⁾Group A, 25~36개월령; Group B, 37~50개월령; Group C, 51~64개월령

²⁾ L=명도, a=적색도, b=황색도.

³⁾ 1=마블링이 거의 없다, 5=마블링이 매우 많다.

⁴⁾ 1=육색이 매우 창백하다, 5=육색이 매우 암적색이다.

⁵⁾ 1=조식감이 매우 나쁘다, 5=조식감이 매우 우수하다.

⁶⁾ 1=심한 PSE육이다, 5=심한 DFD육이다.

사육월령에 따른 한우암소의 비육기간별 일반성분 및 육질특성을 분석한 결과 (Table 4.), 일반성분에서 수분의 함량은 T3에서 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높았으며, T5에서 가장 낮은 결과를 나타내었다. 그룹 A에서는 비육기간이 증가할수록 수분의 함량이 증가하는 경향이 나타내었으며, 그룹 B에서는 커다란 경향을 나타내지 않았다. 한편, 그룹 C에서는 비육기간이 증가할수록 수분의 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 지방의 함량에서는 T5가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었으며, T3에서 다른 처리구들에 비해 유의적으로 낮은 수준이었다. 그룹 A에서는 비육기간이 증가할수록 지방의 함량이 감소하였으며, 그룹 B에서는 커다란 경향을 보이지 않았다. 한편, 그룹 C에서는 지방의 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. 그 외 단백질과 회분의 함량에서는 커다란 변화가 없었으며, 각각 단백질은 23.05~24.99%, 회분은 0.76~0.91%에 분포하였다.

육질특성 중 보수력에서는 유의적 차이는 없었으나 다른 처리구들에 비해 T3에서 다소 높은 수준을 나타내었다. pH에서는 그룹 C의 T7과 T8에서 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높았으며, 그룹 A의 T3가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 낮은 수준을 나타내었다. 육즙손실에서는 T3가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높았으며, 그룹 B와 그룹 C에서 사육월령이 증가할수록 육즙손실이 감소하는 경향을 나타내었다. 가열감량에서는 각 처리구간 유의적 차이를 보이지 않았으며, 22.40~26.63%에 분포하는 결과를 나타내었다. 전단력에서는 사육월령 및 비육기간에 따른 경향을 나타내지 않았으나 T6에서 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높은 수준이었으며, T3, T5 그리고 T9에서 다른 처리구들에 비해 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다.

육색에서 명도를 나타내는 L값에서는 그룹 A의 T3가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었으며, 다른 처리구들에서는 유사한 수준을 나타내었다. 적색도를 나타내는 a값에서도 그룹 A의 T3가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었으며, 그룹 A의 처리구들이 그룹 B와 그룹 C의 처리구들에 비해 유의적으로 높은 결과를 나타내는 경향을 보였다. 황색도를 나타내는 b값에서도 그룹 A의 T3가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높았으며, 다른 처리구들에서는 서로 유사한 결과를 나타내었다.

근육 내 총콜레스테롤 함량에서는 T3가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높았으며, T5가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다.

주관적판정 중 마블링점수는 그룹 A에서는 커다란 경향을 보이지 않았으나 그룹 B와 그룹 C에서는 비육기간이 증가할수록 증가하는 경향이였다. 육색에서는 T1이 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높았으며, T3가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다. 한편, 조직감에서는 T6가 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높았으며, T3, T4, T5 그리고 T9에서 다른 처리구들에 비해 낮은 수준을 나타내었다. 육특성에서는 T6와 T7에서 다른 처리구들에 비해 유의적으로 높았으며, T4에서 다른 처리구들에 비해 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다.

Table 4. 사육일령에 따른 한우암소의 비육기간별 일반성분 및 육질특성(33두)

Items	¹⁾ Group								
	A			B			C		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
수분	66.73 ±1.87 ^{cd}	70.33 ±0.92 ^{ab}	71.31 ±0.29 ^a	69.02 ±1.08 ^{abc}	63.75 ±2.39 ^e	68.09 ±3.59 ^{bcd}	68.60 ±2.56 ^{abc}	67.69 ±3.57 ^{bcd}	65.64 ±4.34 ^{de}
단백질	23.71 ±0.75	23.27 ±1.74	24.99 ±2.17	23.99 ±1.41	24.33 ±2.33	23.05 ±1.51	23.71 ±3.30	23.28 ±0.48	23.64 ±0.75
지방	8.66 ±1.74 ^{abc}	5.64 ±2.52 ^{cd}	4.40 ±0.01 ^d	6.57 ±0.97 ^{bcd}	11.11 ±3.15 ^a	7.94 ±4.50 ^{abcd}	7.58 ±2.51 ^{abcd}	8.19 ±4.11 ^{abcd}	9.73 ±4.93 ^{ab}
회분	0.90 ±0.24	0.76 ±0.18	0.77 ±0.10	0.89 ±0.13	0.81 ±0.07	0.86 ±0.12	0.85 ±0.14	0.91 ±0.20	0.84 ±0.21
보수력(%)	55.83 ±3.46	52.62 ±2.04	58.17 ±3.23	52.99 ±3.18	53.12 ±5.26	54.68 ±3.71	52.84 ±5.72	54.18 ±10.35	53.66 ±2.48
pH	5.46 ±0.10 ^b	5.55 ±0.12 ^{ab}	5.34 ±0.02 ^c	5.56 ±0.08 ^{ab}	5.47 ±0.15 ^b	5.57 ±0.04 ^{ab}	5.60 ±0.07 ^a	5.61 ±0.07 ^a	5.48 ±0.13 ^b
육질 특성	4.82 ±1.50 ^{ab}	3.06 ±0.25 ^{bc}	5.11 ±0.58 ^a	3.81 ±1.62 ^{abc}	2.57 ±0.51 ^c	2.80 ±1.25 ^c	3.17 ±2.06 ^{bc}	2.61 ±1.03 ^c	2.07 ±0.63 ^c
가열감량(%)	26.63 ±4.84	26.38 ±1.59	25.25 ±1.28	23.16 ±4.25	22.40 ±3.40	23.61 ±2.87	25.42 ±3.65	24.31 ±2.63	23.72 ±2.44
전단력(kg)	2.42 ±0.85 ^{abc}	2.71 ±0.88 ^{ab}	1.68 ±0.21 ^c	2.01 ±0.59 ^{bc}	1.57 ±0.61 ^c	3.17 ±1.83 ^a	2.75 ±1.74 ^{ab}	2.77 ±1.31 ^{ab}	1.82 ±0.60 ^c
L	37.67 ±3.61 ^b	37.66 ±2.34 ^b	41.66 ±1.84 ^a	38.69 ±3.43 ^b	37.52 ±5.13 ^b	37.49 ±5.06 ^b	38.42 ±2.53 ^b	37.58 ±1.59 ^b	37.76 ±3.68 ^b
육색 ²⁾	21.00 ±2.91 ^{ab}	18.09 ±1.87 ^{cd}	22.20 ±0.91 ^a	19.61 ±2.88 ^{bc}	18.36 ±1.76 ^{cd}	19.71 ±2.88 ^{bc}	17.55 ±1.68 ^d	19.16 ±2.55 ^{cd}	18.10 ±1.52 ^{cd}
a	10.77 ±3.23 ^b	10.17 ±1.36 ^b	14.02 ±1.62 ^a	10.01 ±2.68 ^b	19.85 ±1.90 ^b	10.08 ±3.13 ^b	9.07 ±1.52 ^b	10.22 ±2.24 ^b	9.16 ±0.94 ^b
b	71.79 ±10.01 ^{bc}	76.48 ±18.47 ^{bc}	135.66 ±13.98 ^a	76.10 ±22.72 ^{bc}	47.41 ±17.52 ^d	65.46 ±28.43 ^{bc}	50.63 ±23.60 ^d	57.34 ±14.86 ^{cd}	78.50 ±20.46 ^b
Cholesterol (mg/100g)	3.29 ±0.84 ^a	2.09 ±0.70 ^{bc}	1.83 ±0.29 ^c	2.71 ±0.99 ^{abc}	3.45 ±0.98 ^a	3.21 ±1.23 ^{abc}	2.62 ±0.79	3.00 ±1.02 ^{ab}	3.27 ±1.11 ^a
마블링 ³⁾	3.58 ±0.51 ^a	3.09 ±0.44 ^{bc}	2.83 ±0.29 ^c	3.29 ±0.44 ^{ab}	3.20 ±0.26 ^{abc}	3.50 ±0.43 ^{ab}	3.38 ±0.42 ^{ab}	3.32 ±0.34 ^{ab}	3.38 ±0.36 ^{ab}
육색 ⁴⁾	3.21 ±0.50 ^{ab}	3.23 ±0.26 ^{ab}	3.00 ±0.01 ^b	2.97 ±0.60 ^b	3.05 ±0.50 ^b	3.63 ±0.38 ^a	3.12 ±0.77 ^{ab}	3.18 ±0.46 ^{ab}	2.88 ±0.65 ^b
조식감 ⁵⁾	3.25 ±0.34 ^a	3.05 ±0.35 ^{ab}	3.00 ±0.01 ^{ab}	2.85 ±0.52 ^b	3.05 ±0.28 ^{ab}	3.38 ±0.38 ^a	3.27 ±0.33 ^a	3.18 ±0.25 ^{ab}	3.08 ±0.34 ^{ab}
육특성 ⁶⁾									

¹⁾Group A(비육기간: T1=3~6개월령, T2=7~10개월령, T3=11~14개월령)

Group B(비육기간: T4=3~6개월령, T5=7~10개월령, T6=11~14개월령)

Group C(비육기간: T7=3~6개월령, T8=7~10개월령, T9=11~14개월령)

²⁾ L=명도, a=적색도, b=황색도.

a, b, c, d, e 각 처리구 내 서로 다른 머릿글자는 유의적인 차이가 있음(p<0.05).

³⁾ 1=마블링이 거의 없다, 5=마블링이 매우 많다.⁴⁾ 1=육색이 매우 창백하다, 5=육색이 매우 암적색이다.⁵⁾ 1=조식감이 매우 나쁘다, 5=조식감이 매우 우수하다.⁶⁾ 1=심한 PSE육이다, 5=심한 DFD육이다.

고 찰

이상의 결과를 살펴보면 등급판정결과에서는 사육월령이 증가할수록 등지방두께, 등심단면적, 도체중은 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었고, 육량등급은 하락하는 경향을 보였다. 이는 육량산식에 따라 등지방두께의 증가폭이 도체중 및 등심단면적이 증가하는 수준보다 더 크기 때문에 이러한 경향이 나타난 것으로 사료된다. 근내지방도에서는 사육월령이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈고, 육질등급에서는 사육 37~50개월령 일 때 가장 좋은 성적을 나타냈다. 이는 사육 51~64개월령에서의 성숙도가 최종육질등급에 하락요인으로 작용한 것으로 생각된다.

사육월령에 따른 비육기간별 분석결과를 보면 등지방두께, 등심단면적, 도체중, 근내지방도에서 각 사육월령 구간별 비육기간이 길어질수록 증가하는 경향을 나타내었고, 조직감과 육량등급에서는 상대적으로 하락하는 경향을 나타내었다. 육량등급의 하락은 앞서 설명한 육량산식에 따른 등지방두께의 증가폭이 도체중 및 등심단면적보다 더 크기 때문인 것으로 사료된다. 육질등급에서는 사육월령 37~50개월, 비육기간 11~14개월에서 가장 좋은 성적을 나타내었고, 각 사육월령별 비육기간 11~14개월일 때 육질등급이 우수한 것으로 나타내었다.

육질특성분석을 살펴보면 사육월령 51~64개월에서 비육기간이 증가함에 따라 수분의 함량이 감소하는 경향을 나타내었고, 지방의 함량은 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 Table 2.에 그룹 C의 근내지방도 증가 경향과 일치하는 것으로 판단된다. 육질특성 중 보수력 및 육즙손실, 가열감량을 살펴보면 사육월령 37~50개월에서 우수한 특성을 나타내었지만 전단력에서는 다소 높은 결과를 나타내었다. 육색에서는 사육월령 25~36개월, 비육기간 11~14개월에서 가장 우수한 측정치를 나타냈지만, 전문가의 주관적판정에서는 사육월령 37~50개월, 비육기간 11~14개월에서 가장 우수한 점수를 나타내었다. 근육 내 총 콜레스테롤 함량에서는 사육월령 25~36개월에서 높은 수치를 나타내었다.

이상의 결과에서 사육월령 37~50개월, 비육기간 11~14개월일 때 다른 비육구간에 비해 우수한 육질특성을 나타내었으며, 등급판정결과에서도 우수한 결과가 나타나 최적의 비육기간으로 사료된다.

참고문헌

1. Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation. 2011. 2011 Animal Products Grading Statistical Yearbook.
2. 송만강, 최양일. 1994. 사료급여방법, YELLOW GREASE 첨가 및 사육기간이 非去勢 한우의 屠體特性 및 肉質에 미치는 효과. 한국동물자원과학회지. 18(1):30~37
3. 정준, 이성수, 박노형, 성낙일, 장윤희, 최성호, 송만강, 서형기, 이명일. 2006. 한우 노산암소에 대한 발정억제제 및 황산화제 급여가 증체와 도체성적에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 48(2):255~268

한우 암소 사육개월령과 등급판정항목(성숙도)의 상관관계 조사

윤기식¹⁾·김성태¹⁾·김태석¹⁾·임태환¹⁾·박정훈¹⁾·이수홍¹⁾·이지웅²⁾

¹⁾축산물품질평가원 광주전남지원, ²⁾전남대학교 동물자원학부

초 록

본 연구조사는 한우암소의 실사육개월령과 등급판정항목중 성숙도(생리적월령)와의 상관관계를 조사하기위해 2011년도 한우암소 등급판정자료(이하 일반우)와 2007년 08월부터 2012년 09월까지 등급판정된 혈통등록우 2,856두(153농가)를 조사 분석하였다.

조사대상 혈통등록우의 육량형질 평균은 등지방두께 13.06mm, 등심단면적 80.67cm², 도체중 345.21kg로 일반우에 비해 각 0.24mm, 3.4cm², 14.97kg 높은 수치를 보였다

육질형질 평균은 근내지방 4.27, 육색 5, 지방색 3, 조직감 1.54, 성숙도 6.43으로 일반우에 비해 근내지방은 0.19 높았으며, 육색과 지방색은 차이가 없었고 조직감은 0.04 높았으며, 성숙도는 0.48 높은 수치를 보였다.

육량등급(A=1, B=2, C=3)은 1.88로 일반우에 비해 0.6높게 나타났으며, 육질등급(1⁺⁺=1, 1⁺=2, 1=3, 2=4, 3=5)은 일반우에 비해 0.1높게 나타났다(p<0.05).

1999년 성숙도에 따른 추정 생리적월령과 혈통등록우의 성숙도별 실사육월령을 비교(Table4, 참고사항)한 결과 성숙도 No4~No7구간에서 최소값 평균에서 11.92개월, 최대값에서 5.8개월 만큼 차이를 보여 생리적월령(성숙도 골화기준)에 따른 골화의 진행속도가 느려졌음을 알 수 있었다. 성숙도와 육질과의 상관관계는 0.27로 성숙한 개체일수록 육질이 저하되는 것으로 나타났으며, 등급판정요인(Table4, Table5)은 사육기간에 의한 영향보다 뼈의 골화정도로 판정하는 생리적월령에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다.

한우암소에서 사육월령과 분만 후 비육기간의 근내지방과의 상관계수가 각각 -0.092(p<0.001)와 0.042로 상관계수가 낮아 비육기간의 증가와 고급육 생산과는 직접적인 관계가 없는 것으로 나타났다. 사육월령과 산차를 변수로 하여 성숙도에 대한 단순회귀모형을 산출한 결과 결정계수가 R²=0.4662로 낮게 나타났으며, 사육기간보다는 산차가 뼈의 골화에 약 3배정도 더 영향을 미치는 결과가 도출되었다.

성숙도에 대한 경매단가를 분석한 결과(Table13)성숙도4번에서 평균단가가 가장 높았으며 육질등급도 높았다

Key words : 한우암소, 실사육월령, 성숙도, 뼈의 골화

서론

소도체등급판정 기준은 1997년 11월 1⁺등급 신설, 2001년 온도체등급판정방법 폐지, 2001년 6월 성숙도 적용기준완화, 2004년 1⁺⁺등급 신설 및 근내지방도기준 7단계에서 9단계로 세분화 하는 등 소비자와 축산정책에 맞춰 변화되고 있다(농림수산식품부, 2008).

2001년 6월 성숙도 기준 개정은 UR협상에 따른 수입자유화로 암소사육두수가 727천두로 급격히 감소하는 추세에 있어 정부에서 한우번식우의 다산을 유도하여 적정두수를 회복하고자 기준개정이 이루어졌지만, 이후 축산환경 변화로 인해 현재 우리나라의 한·육우사육두수는 약3.1백만두로(통계청, 2012)적정사육두수로 추정되는 2.5백만두를 600천두 상회하고 있는 실정이며, 이에 농식품부는 소값 안정을 위한 사육두수 조절대책의 일환으로 소도체의 성숙도 등급하향 조건을 No.8, No9에서 성숙도 No7을 포함한 No.7, No8, No9로 성숙도 범위를 확대하여 노산우의 출하를 적극 유도하되 1⁺⁺등급에 해당될 경우 성숙도로 인한 등급하향(성숙도 구분기준 No.7, No8, No9)을 기존 2개 등급 하향에서 1개 등급만 하향하는 안이 논의 되고 있어 이에 따른 과학적 근거가 필요한 시점이다.

성숙한 소도체는 결체조직으로 인하여 비성숙한 도체보다 연도가 떨어지며, 지질 산화에도 영향을 미치고, 육색이 어두우면서 선명하지 못하며(shortnose & harris 1990, Wulf et al 1996, Xiong et al 2007), 보수성은 근내지방에 따라 다소 증가하는 부분은 있으나 성숙도가 높아짐에 따라 보수력이 감소(kim 2010)하게 된다.

성숙도와 밀접한 관계가 있는 연도는 고기 섭취시 부드러운 감촉을 주는 것으로 쇠고기 맛을 결정하는 가장 중요한 요인이며(Boleman et al 1997, Cho et al 2008), 이러한 내용은 사전연구(Jeremiah,1996; Robins et al 2003; Monson et al 2005)에 의해 연도, 향미, 다즙성 등이 기호도와 높은 상관관계가 있음이 증명 되었다. 연도는 근내지방은 물론 품종, 연령, 성별(Huff&Parris 1993), 근원섬유단백질과 결체조직 단백질의 특성(Jeremith et al 2003), 사료(Aalhus et al 1992)등 다양한 요인에 의해 영향을 받는다.

쇠고기등급제를 시행하는 주요국의 판정항목 중 연령과 관련되는 성숙도를 판정하는 나라는 한국, 미국, 호주(MSA), 치아상태를 판정하는 나라는 호주(AUS_MEAT), 남아프리카공화국이며, 일본과 캐나다는 연령과 관련되는 판정항목이 없다(축산물품질평가원, 2011). 한국의 육질평가항목인 성숙도는 생리적인 연령을 의미하며 척추(경추, 흉추, 요추, 천추) 및 가시돌기 단면의 골화정도에 따라 No1에서 No9로 구분하여 판정한다.(축산물품질평가원, 2012) 척추 및 가시돌기의 골화는 뼈의 종적증가에 관여하는 연골내골화에 의해 이루어진다. 연골내골화는 골 연골판이 존재하는 한 뼈가 자라도록 하기 위하여 석회화한 연골과 골조직을 녹이는 파골세포에 의해 파괴되고

다시 골기질을 합성, 분비하고, 기질에 Ca^{2+} , Mg^{2+} 등의 무기염을 침착시킴으로써 골조직을 석회화시키는 조골세포에 의한 과정을 반복함으로써 골화가 진행된다 (이종호&장학철, 2005)

골화는 천추에서 경추 방향으로 진행되고 골화에 영향을 미치는 일반적인 요인으로는 유전력, 호르몬, 질병, 영양상태 등으로 알려져 있다(축산물품질평가원, 2012).

본 연구는 성숙도기준 개정에 앞서 사육개월령과 성숙도, 성숙도에 따른 도체특성 및 소비자의 선호도를 고찰함으로써 국립축산과학원에서 진행하는 ‘한우암소의 성숙도별 육질특성 조사연구’ 결과와 더불어 과학적이고 객관적인 축산물품질평가 기준 개정에 도움이 되고자 이 연구를 수행하게 되었다.

재료 및 방법

도체선발

도체선발은 2011년 전국 73개 도축장에서 등급판정된 한우암소 290,716두와 153농가의 혈통등록우중 2007년 08월부터 2012년 09월까지 등급판정된 3,156두 중 혈통등록기록과 쇠고기이력제상의 출생일이 동일한 2,856두를 조사하였으며, 성숙도에 따른 선호도 조사는 2011년 13개 도매시장에서 경매된 한우 암소 103,684두의 경락단가를 이용하였다. 단 모든 조사에서 등외등급은 제외하고 분석하였다.

육량·육질등급요인 측정

등급판정요인은 축산물품질평가사가 축산물등급판정세부기준 (농림수산식품부고시 제2011-171호)에 따라 판정한 등급판정결과를 활용하였다. 육량등급의 단위는 도체중 kg, 등지방두께 mm, 등심단면적 cm^2 이고, 육질등급의 근내지방도는 근내지방도기준 부도 No1(거의없음)에서 No9(매우많음)로 판정하였으며, 육색은 육색기준 부도 No1(밝은적색)에서 No7(암적색)로, 지방색은 지방색기준 부도 No1(흰색)에서 No7(황노란색)로, 조직감은 결, 광택, 보수력, 탄력성을 감안하여 No1(매우 좋음)에서 No3(매우 거침), 성숙도는 척추의 골화정도에 따라 No1(연골이 뚜렷함)에서 No9(골화정도가 매우심함)로 판정하였다.

사육개월령 및 경락가격

사육개월령은 월단위로 구분하였으며, 경락가격은 전국 13개의 도매시장에서 경락된 kg당 경락가격을 이용하였다.

통계분석

본 연구에서 사용한 자료에 대한 통계분석은 SAS@9.2Package/PC(SAS,2009)의 PROC Means을 사용하여 데이터 요약 및 생리적인 성숙도와 사육월령의 유의차를 검정했고, PROC GLM을 이용하여 분산분석을 실시했으며, 추정된 최소제곱평균에 대한 성숙도별 등급판정요인의 유의성검정을 $p<0.05$ 수준에서 던컨다중범위검정을 실시하였다. Pearson' correlation coefficient을 이용하여 성숙도와 등급판정요인들과의 상관계수를 구하고 유의성을 검증하였으며, 사육개월령과 분만횟수의 골화에 대한 영향력을 알아보고자 PROC REG일 이용하여 단순회귀분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 쇠고기이력제와 종축개량협회의 혈통등록우 출생일 일치율

Table 1. Beef traceability's birthday and register lineage's birthday rate of concordance

Division	Agreement	Disagreement	Total
000 ¹⁾ (두)	1,864	221	2,085
Rate(%)	89.40	10.60	100
002 ²⁾ (두) (2009년6월22일 이후)	992 (73)	76 (0)	1,068 (73)
Rate(%)	92.88	7.12	100
Total(두)	2856	297	3,153
Rate(%)	90.58	9.42	100

¹⁾000 : 쇠고기이력제 실시 전 부착된 귀표. ²⁾002 : 쇠고기이력제 실시 후 부착된 귀표.

한국종축개량협회에 혈통등록된 3,153두의 출생일을 기준으로 쇠고기이력제 실시 전후의 전산등록된 출생일을 비교한 표이다. 000은 종전 식별코드로 쇠고기이력제 실시전에 부착한 이표로 일치율이 89.4%, 002는 쇠고기이력제실시후 부착한 이표로 일치율이 92.88%로 종전 부착한 이표보다 일치율이 3.48%로 높게 나타났으며 2009년 6월 22일 이후 출생한 73두는 불일치 자료가 나타나지 않아 점차 쇠고기이력제 자료의 신뢰도가 높아지고 있음을 보여주고 있다.

2. 2011년 한우암소판정결과와 혈통등록우 판정결과비교

Table 2. Means, minimum and maximum values for carcass grade factors and price of Hanwoo cow

Trait	N	Mean±SD ¹⁾	SE ²⁾	CV ³⁾	Min ⁴⁾	Max ⁵⁾
Backfat thickness(mm)	290,716	12.82±5.66	0.01	44.12	1	75
Loin-eye area(cm ²)	290,716	79.27±11.37	0.02	14.34	1	196
Carcass weight(kg)	290,716	330.24±46.54	0.09	14.09	130	628
Marbling score ⁶⁾	290,716	4.08±1.97	0.00	48.35	1	9
Meat color ⁷⁾	290,716	5.02±0.45	0.00	9.00	1	7
Fat color ⁸⁾	290,716	3.13±0.46	0.00	14.60	1	7
Texture ⁹⁾	290,716	1.58±0.5	0.00	31.45	1	3
Skeletal maturity ¹⁰⁾	290,716	5.95±1.86	0.00	31.29	1	9
Yield grade ¹¹⁾	290,716	1.94±0.64	0.00	32.98	1	3
Quality grade ¹²⁾	290,716	3.37±1.04	0.00	31.02	1	5
Carcass unit price ¹³⁾	103,684	11,173.93±3,338.7	10.37	29.88	2,700	28,890

¹⁾SD is standard deviation of the means. ²⁾SE is standard error of the means. ³⁾CV;coefficient of variation. ⁴⁾Min :minimum.

⁵⁾Max: maximum. ⁶⁾Marbling score : 1=devoid, 9=very abundant. ⁷⁾Meat color : 1=bright red, 7=dark red.

⁸⁾Fat color; 1=White, 7=yellowish. ⁹⁾Texture : 1=very fine, 3=very course. ¹⁰⁾Skeletal maturity : 1=youthful,

9=mature. ¹¹⁾Yield grade : A=1, B=2, C=3. ¹²⁾Quality grade : 1⁺⁺=1, 1⁺=2, 1=3, 2=4, 3=5. ¹³⁾Carcass unit price : won/kg carcass.

Table 3. Means, minimum and maximum values for carcass grading factors among the samples

Trait	N	Mean±SD ¹⁾	SE ²⁾	CV ³⁾	Min ⁴⁾	Max ⁵⁾
Backfat thickness(mm)	2,856	13.06±0.1	0.10	42.29	3	44
Loin-eye area(cm ²)	2,856	82.67±0.21	0.21	13.34	32	126
Carcass weight(kg)	2,856	345.21±0.83	0.83	12.79	168	515
Marbling score ⁶⁾	2,856	4.27±0.04	0.04	47.06	1	9
Meat color ⁷⁾	2,856	5±0.01	0.01	9.33	2	7
Fat color ⁸⁾	2,856	3.11±0.01	0.01	13.22	2	7
Texture ⁹⁾	2,856	1.54±0.01	0.01	32.33	1	3
Skeletal maturity ¹⁰⁾	2,856	6.43±0.03	0.03	21.01	4	9
Yield grade ¹¹⁾	2,856	1.88±0.01	0.01	35.66	1	3
Quality grade ¹²⁾	2,856	3.27±0.02	0.02	33.07	1	5

¹⁻¹²⁾ Refer to Table 2.^r

2011년 우리나라의 총판정두수는 850,062두로 이중 한우는 718,256두로 총판정두수의 84%를 차지하고, 한우 암소는 293,640두 한우의 41%를 차지하고 있다. Table2는 2011년 판정자료중 등외등급을 제외한 한우암소 290,716두의 분석결과이며, Table3은 혈통등록우중 등외등급을 제외한 2,856두 분석결과이다. 혈통등록우는 2011년 한우 암소에 비하여 등지방두께는 13.06mm으로 0.24mm보다 두껍고, 등심단면적은 82.67로 3.4cm²가 넓고, 도체중은 345.21kg로 14.97kg 더 무거웠으며, 근내지방은 4.27로 0.19 더 많았고, 육색과 지방색은 비슷한 결과가 나왔다. 조직감은 1.54로 0.04 좋게 나타났으며,

성숙도는 6.43으로 0.48만큼 골화가 더 진행되었고, 육량등급은 1.88로 0.6만큼 육량 성적이 우수 했으며, 육질등급은 0.1만큼 육질이 좋게 나타났다.($p<0.05$)

한국종축개량협회 2011년도 사업보고서 내용 중 월령별 선형 및 등급형질 종합점수 심사결과 연령은 72~77개월, 산차로는 4산까지 점수가 증가하다 점차 낮아지는 것으로 보고되었다.

3. 성숙도별 physical age 와 chronical age 일치율 조사

Table 4. Coidentity degree of skeletal maturity and biological age

Skeletal maturity ¹⁾	N	Month ²⁾	RMSE ³⁾	F Value ⁴⁾	Pr > F
4	317	42.3±10.3 ^f	0.58	512.63	<.0001
5	379	49.2±11.0 ^e	0.57		
6	624	56.0±11.5 ^d	0.46		
7	1030	63.8±12.6 ^c	0.39		
8	295	77.2±14.2 ^b	0.83		
9	211	87.6±19.1 ^a	1.32		

¹⁾Skeletal maturity : 1=youthful, 9=mature.

^{a-f} Means±S.D. with the same letter are not significantly different($p<0.05$).

²⁾Month means rearing months. RMSE³⁾ is the square root of the variance

⁴⁾F-Value is ratio of the treatment mean square and the experimental error mean square.

성숙도가 증가함에 따라 구간의 사육개월령이 유의적 차이를 보이며 증가하고 있다. 성숙도 구간사이의 사육개월령은 No4~No5은 6.9개월, No5~No6은 6.8개월, No6~No7은 7.8개월, No7~No8은 13.4개월, No8~No9은 10.4개월로 No4~No8까지는 증가 추세를 보이다 No8~No9에서는 감소 하였다. No8~No9구간에서의 사육개월령 감소는 80개월이상 장기사육으로 인해 번식우로서의 가치가 상실된 후 도태된 것에 기인한 것으로 판단된다. 또한 성숙도 값이 증가함에 따라 사육월령의 편차가 커지는 것을 볼 수 있는데, 이는 성숙도No8, No9에서 개체간 사육기간의 차이가 클 경우에도 등급판정시 No8, No9 내에서 판정해야 하는 규정 때문으로 판단된다.

Table 5. Skeletal maturity and rearing moth rate of concordance

Items	Skeletal maturity ¹⁾							skeletal maturity mean	skeletal maturity sd
	4	5	6	7	8	9	total		
Heads(두)	317	379	624	1,030	295	211	2,856	6.4	1.35
concord heads(두)	92	46	156	213	154	140	801	7.1	1.43
concord rate	29.02	12.14	25	20.68	52.2	66.35	28.05		

¹⁾Skeletal maturity : 1=youthful, 9=mature.

*rearing month 1=1~15, 2=16~25, 3=26~31, 4=32~37,5=38~41,6=42~50, 7=51~59, 8=60~79, 9 =80>=.

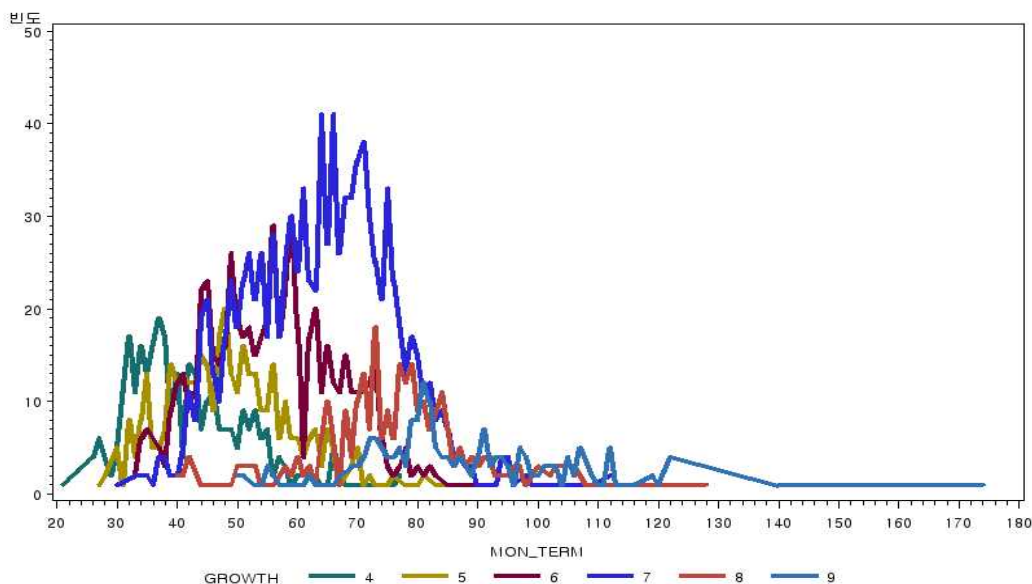
실사육월령을 1999년도 소도체등급판정요령의 성숙도 구분기준별 생리적월령에 대입하여 판정된 성숙도 측정값과 비교해 보았다. 전체의 일치율이 28.05%로 나타났으며, 서로 짝을 이뤄 대입된 성숙도와 판정된 성숙도의 유의적 차이가 있는가를 검증한 결과 95%의 신뢰구간에서 하한 -0.71694 상한 -0.6311의 범위로 나타나고 있으며, 판정된 성숙도와 해당월령의 성숙도 차이에 대한 평균수치가 -0.6740196로 이수치는 신뢰구간을 벗어나고 있어 기존의 해당월령의 기준보다 골화가 덜 진행되고 있는 것으로 나타났다. 해당월령의 성숙도값을 Table4과 비교해보면 성숙도 No4~No7구간에서 최소값 평균 11.92개월, 최대값에서 5.75개월 만큼 차이를 보여 골화(생리적월령)의 진행이 소의 영양상태나 사육환경의 발달 등의 요인에 의해 느리게 나타남을 알 수 있다.

[참고사항]

○ 성숙도와 생리적월령과의 관계(1999년12월 - 축산물등급판정요령)

성숙도 번호	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9
생리적 월령	14개월 이하	15 ~ 25개월	26 ~ 31개월	32 ~ 37개월	38 ~ 41개월	42 ~ 50개월	51 ~ 59개월	60~ 79개월	80개월 이상

Fig 1. Distribution chart of rearing months by skeletal maturity



시험구는 등급판정결과 성숙도 No6, No7의 출하가 전체의 58% 차지하고 있으며 성숙도 No9가 가장 적은 출하두수를 나타내고 있다.

Rearing months

4. 성숙도와 등급판정요인과의 상관관계

Table 6. Simple correlation coefficient between skeletal maturity and carcass grade factors

Trait	Skeletal maturity	Trait	Skeletal maturity
Backfat thickness(mm)	0.13**	Texture ⁴⁾	0.31**
Loin-eye area(cm ²)	0.03	Yield grade ⁵⁾	0.07*
Carcass weight(kg)	-0.27	Quality grade ⁶⁾	0.27**
Marbling score ¹⁾	-0.06	Calving number ⁷⁾	0.40*
Meat color ²⁾	0.13**		
Fat color ³⁾	0.10**		

¹⁾Marbling score : 1=devoid, 9=very abundant. ²⁾Meat color : 1=bright red, 7=dark red. ³⁾Fat color: 1=White, 7=yellowish.

⁴⁾Texture : 1=very fine, 3=very course. ⁵⁾Yield grade : A=1, B=2, C=3. ⁶⁾Quality grade : 1⁺⁺=1, 1⁺=2, 1=3, 2=4, 3=5.

⁷⁾Calving number mean giving birth to a calf number ** p<0.01. * p<0.05

한우암소의 성숙도와 도체등급요인 간의 상관관계는 Table6과 같다. 성숙도는 등지방두께, 등심단면적, 육색, 지방색, 조직감, 육량등급, 육질등급, 산차에 정(+)의 상관관계가 있었고 도체중과 근내지방은 의미있는 상관관계가 없었다. 육량등급은 0.07로 낮은 정(+)의 관계로 분석되었으며, 육질과의 상관관계는 0.27로 성숙도가 증감됨에 따라 육질이 떨어지는 것으로 분석되었다.

5. 사육월령에 따른 근내지방수준과 분포

Table 7. Marbling score of register lineage rate by Rearing month

Marbling score ¹⁾	Rearing month ²⁾																		
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Mean
1	35	15	7	9	6	4	7	4	8	8	6	3	3	6	.	16	5	10	6.7
2	20	7	11	12	12	15	19	14	15	18	24	14	8	26	9	12	18	21	15.1
3	15	14	15	16	19	16	13	16	20	17	20	19	19	6	9	16	14	28	16.5
4	5	9	13	20	17	22	25	21	17	20	19	28	31	11	29	32	23	17	20.0
5	10	8	11	10	17	15	15	15	16	15	12	15	13	13	6	4	18	3	13.7
6	.	9	17	16	16	14	9	18	14	13	11	9	14	19	35	20	9	17	14.0
7	10	11	7	8	6	7	6	9	6	5	5	6	6	11	9	.	.	3	6.8
8	5	13	8	6	5	5	4	1	3	4	2	3	5	2	3	.	14	.	4.3
9	.	14	12	3	1	3	2	3	1	2	1	1	2	6	.	.	.	.	3.0
sum rate	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
heads(두)	20	100	161	237	295	311	308	268	282	293	205	155	64	47	34	25	22	29	

¹⁾Marbling score : 1=devoid, 9=very abundant.

²⁾Rearing month : 5=<=24, 5=25~29, 6=30~34, 7=35~39....22=110>=.

Fig 2. Marbling score and Rearing month plot

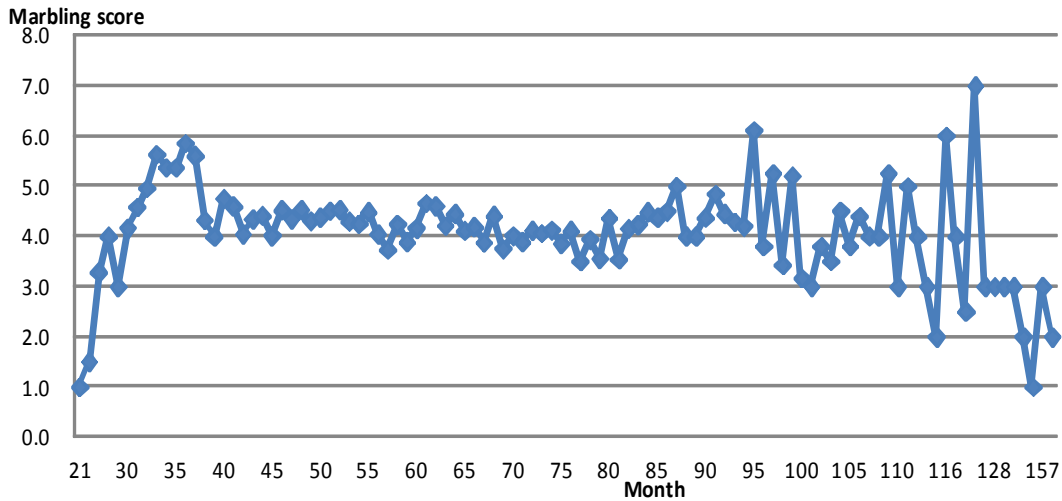


Table7 과 Fig2은 사육개월령에 따른 근내지방 분포를 나타낸 표와 도표이다. 근내지방 No8, No9는 사육개월령 30~39에서 가장 많이 나타나고 있으며, 30개월 이하 또는 100개월 이상 사육시 근내지방이 낮게 분포 되는 경향을 보이며 Fig3의 도표에서 알 수 있듯이 한우암소의 근내지방과 사육개월령의 피어슨상관계수는 $-0.092(p<0.001)$ 로 전체적인 상관관계도 낮게 나타나는 것으로 볼 때 한우암소의 장기사육이 근내지방 형성에 기여한다고 말할 수 없다.

6. 성숙도와 실사육월령의 도체등급요인 특징

Table 8. Carcass grade factors of hanwoo cow by skeletal maturity

Trait	Skeletal maturity ¹⁾									Mean	Rsem ²⁾	p>f
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Heads	214	7419	28,794	35,703	39,915	49,840	74,195	24,801	29,835	32,302	—	<.0001
Occurrence(%)	0.07	2.55	9.90	12.28	13.73	17.14	25.52	8.53	10.26	11	—	<.0001
Backfat thickness(mm)	7.2 ^h	10.56 ^g	11.29 ^f	11.96 ^e	12.39 ^d	12.71 ^d	13.37 ^c	13.81 ^b	14.48 ^a	12.82	5.57	<.0001
Loin-eye area(cm ²)	50.78 ^g	74.06 ^f	76.92 ^d	78.85 ^c	79.78 ^b	80.29 ^b	81.22 ^a	79.62 ^b	75.98 ^f	79.27	11.18	<.0001
Carcass weight(kg)	202.36 ^f	302.89 ^e	319.01 ^c	330.16 ^b	335.85 ^a	337.71 ^a	338.9 ^a	327.37 ^b	309.72 ^d	330.24	45.23	<.0001
Marbling score ⁴⁾	1.61 ^d	3.56 ^c	3.93 ^b	4.1 ^a	4.16 ^a	4.16 ^a	4.17 ^a	4.16 ^a	3.81 ^b	4.08	1.96	<.0001
Meat color ⁵⁾	4.88 ^f	4.88 ^f	4.9 ^f	4.94 ^e	4.98 ^d	5.01 ^d	5.06 ^c	5.09 ^b	5.15 ^a	5.02	0.45	<.0001
Fat color ⁶⁾	3.02 ^{gh}	3.01 ^h	3.04 ^{gf}	3.06 ^{ef}	3.07 ^{ed}	3.09 ^d	3.12 ^c	3.25 ^b	3.39 ^a	3.13	0.44	<.0001
Texture ⁷⁾	1.99 ^a	1.5 ^b	1.5 ^c	1.47 ^d	1.46 ^d	1.47 ^d	1.51 ^c	1.97 ^a	1.99 ^a	1.58	0.46	<.0001
Yield grade ⁸⁾	2.51 ^a	1.92 ^{ed}	1.84 ^g	1.87 ^{gf}	1.89 ^{ef}	1.91 ^{ed}	1.95 ^d	2.02 ^c	2.15 ^b	1.94	0.63	<.0001
Quality grade ⁹⁾	4.65 ^a	3.48 ^d	3.27 ^e	3.18 ^f	3.15 ^f	3.16 ^f	3.16 ^f	4.06 ^b	4.23 ^a	3.37	0.97	<.0001

^{A-D} Means±S.D. with the same letter are not significantly differ in the same row($p<0.05$)

¹⁾Skeletal maturity : 1=youthful, 9=mature. RMSE²⁾ is the square root of the variance.

³⁾F-Value is ratio of the treatment mean square and the experimental error mean square

⁴⁾Marbling score : 1=devoid, 9=very abundant. ⁵⁾Meat color : 1=bright red, 7=dark red.

⁶⁾Fat color; 1=White, 7=yellowish. ⁷⁾Texture : 1=very fine, 3=very course. ⁸⁾Yield grade : A=1, B=2, C=3.

⁹⁾Quality grade : 1⁺⁺ =1, 1⁺=2, 1=3, 2=4, 3=5.

2011년도에 등급판정된 한우암소는 뼈의 골화가 진행되면서 등지방은 비례하여 증가되고 있다($p<0.05$) 이는 등지방 두께가 증가할수록 골화 정도가 증가된다는(Homer et al, 2009; Garcia et al, 1992) 결과와 일치하였다. 배최장근단면적과 도체중은 (Lee et al., 2011)의 결과 76.7cm^2 과 315.5kg 보다 각 2.57cm^2 , 14.7kg 큰 결과가 나왔고 성숙도 No7에서 정점을 이루며 이후 감소되고 있다.

성숙도에 따른 육색은 4.88~5.15로 정상적인 범위에 속하였다. Birth 등(1978)과 Warriss 등(1987)은 육색은 여러 가지 요인에 영향을 받으며 육의 표면에서 반사되는 빛의 양은 근육의 구조에 따라 다르고 육의 광학적 특성은 육질과 관계가 깊다고 했으며, 한우 암소의 육색은 나이가 들수록 점차 짙어지는 경향을 나타내고 있다. 성숙도에 따른 지방색은 3.01~3.39로 성숙도가 높은 개체일수록 지방색이 노랗게 나타났다고($p<0.05$) 또한 육량등급(Yield grade : A=1, B=2, C=3)은 성숙도 No3에서 가장 좋게 나타나고 있으며, 너무 어리거나 나이가 많은 도체는 육량등급이 좋지 않았다. 이는 암소는 나이가 증가됨에 따라 육량등급은 유의적으로 증가한다는 Sawyer 등(2004)의 결과와 다른 경향이 나타났다. 육질성적과 근내지방도는 노령우보다 중간연령이 높다는 Moon 등(2006)의 결과와 일치하였다.

Table 9. Carcass grade factors of register lineage cow by rearing month (실사육월령과 도체등급요인의 특징)

Trait	Rearing month ²⁾								Mean	Rsem ²⁾	p>f
	2	3	4	5	6	7	8	9			
Heads	1	43	172	143	512	561	1048	376	357	—	<.0001
Occurrence(%)	0.04	1.51	6.02	5.01	17.93	19.64	36.69	13.17	12.50	—	<.0001
Backfat thickness(mm)	11.00 ^a	10.53 ^a	12.15 ^a	12.04 ^a	12.46 ^a	12.72 ^a	13.26 ^a	14.93 ^a	13.06	10.43	<.0001
Loin-eye area(cm^2)	50.00 ^b	72.19 ^a	84.00 ^a	81.84 ^a	82.69 ^a	82.09 ^a	83.24 ^a	82.92 ^a	82.67	8.06	<.0001
Carcass weight(kg)	193.00 ^c	297.23 ^b	340.41 ^{ba}	336.16 ^{ba}	346.85 ^a	349.18 ^a	347.59 ^a	341.99 ^{ba}	345.21	45.23	<.0001
Marbling score ⁴⁾	1.00 ^b	3.81 ^a	5.47 ^a	4.44 ^a	4.32 ^a	4.22 ^a	4.09 ^a	4.21 ^a	4.27	1.98	<.0001
Meat color ⁵⁾	6.00 ^a	4.93 ^b	4.87 ^b	4.94 ^b	5.00 ^b	4.98 ^b	5.04 ^b	5.02 ^b	5.00	0.46	<.0001
Fat color ⁶⁾	5.00 ^a	3.26 ^b	3.14 ^b	3.12 ^b	3.07 ^b	3.05 ^b	3.11 ^b	3.21 ^b	3.11	0.40	<.0001
Texture ⁷⁾	2.00 ^a	1.65 ^{ba}	1.29 ^b	1.48 ^{ba}	1.45 ^b	1.44 ^b	1.60 ^{ba}	1.82 ^{ba}	1.54	0.48	<.0001
Yield grade ⁸⁾	3.00 ^a	1.95 ^b	1.84 ^b	1.81 ^b	1.81 ^b	1.83 ^b	1.89 ^b	2.03 ^b	1.88	0.66	<.0001
Quality grade ⁹⁾	5.00 ^a	3.44 ^{bc}	2.53 ^{bc}	3.06 ^{bc}	3.11 ^{bc}	3.14 ^{bc}	3.38 ^{bc}	3.77 ^b	3.27	1.04	<.0001

¹⁻⁹⁾ Refer to Table10. ²⁾rearing month 1=1~15, 2=16~25, 3=26~31, 4=32~37, 5=38~41, 6=42~50, 7=51~59, 8=60~79, 9 =80~>.

혈통등록우의 실사육월령을 1999년 축산물등급판정요령 성숙도 구분기준의 chronical age기준으로 값을 변환하여 월령에 따른 등급판정요인을 분석한 표이다. Table8에서는 성숙도 No7이 가장 많은 출하두수를 나타냈으나 Table9는 60~79개월령(성숙도 No8)이 가장 많은 출하두수를 나타내고 있다. 또한 사육월령에 의한 등지방 두께, 등심단면적, 도체중, 근내지방, 육색, 지방색, 조직감, 육량등급, 육질등급이 사육월령 16~25개월령 1두의 값을 제외하고는 등급판정요인특성이 구분되지 않는 것으로($p<0.05$) 나타났다. 그러나 Table8에서는 근내지방과 육질등급을 제외하고는 골화에 의한 영향을 받는 것으로 나타났다.

7. 분만 후 비육기간에 따른 근내지방 분포

Table 10. Marbling score rate of register lineage by the term of fattening after breeding

Marbling score ¹⁾	Fattening month ²⁾													Mean
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	15	11	6	7	6	5	6	.	5	6	33	25	.	7
2	11	13	19	14	15	14	21	13	16	19	.	.	.	15
3	17	14	17	17	18	19	12	20	26	19	33	25	.	17
4	25	21	20	22	24	17	21	20	26	13	.	.	.	21
5	12	15	14	14	14	15	6	13	21	6	.	.	100	14
6	16	12	14	15	11	14	22	15	5	19	33	50	.	14
7	3	8	7	5	6	7	10	8	.	6	.	.	.	6
8	1	3	2	4	4	6	1	8	.	13	.	.	.	3
9	.	2	1	2	2	4	.	5	.	.	.	.	.	2
sum rate	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
heads(두)	75	175	689	744	397	118	77	40	19	16	3	4	1	

¹⁾Marbling score : 1=devoid, 9=very abundant.

²⁾Fattening month mean Term of fatten up after breeding 0=<5, 1=5~9, 2=10~14, 3=15~19.....12=60>=.

출산 후 비육기간에 따른 근내지방의 변화는 일정한 패턴이 나타나지 않고 있다. 근내지방과 출산 후 비육기간과의 피어슨의 상관계수는 0.042로 낮게 나타나고 있어 출산 후 비육기간은 사육월령과 마찬가지로 근내지방형성에 미치는 영향이 적음을 알 수 있다.

8. 산차에 따른 육질 및 등급판정요인과의 관계

Table 11. Distribution of quality grade with parity numbers of Hanwoo cows.

Quality grade	Parity number ¹⁾							
	1	2	3	4	5	6	7	Mean
1	6.08	4.11	3.53	2.35	1.75	.	.	6.55
2	19.32	18.2	13.01	5.16	5.26	.	.	16.81
3	33.78	34.54	35.69	28.17	15.79	9.09	.	32
4	30.95	32.04	36.25	39.44	42.11	27.27	.	32.53
5	9.86	11.1	11.52	24.88	35.09	63.64	100	12.11
Sum of rate	100	100	100	100	100	100	100	100
Rearing month Mean	55.72	61.20	67.45	76.52	88.49	104.27	86	63.16
Marbling Mean	4.28	4.20	4.07	3.70	3.74	3.27	3.00	4.13
Heads(두)	740	802	538	213	57	11	1	337

Quality grade : 1⁺⁺ =1, 1⁺=2, 1=3,2=4,3=5. ¹⁾Parity number mean the number of live born calf

Table11은 혈통등록우중 한번이라도 분만 한 적이 있는 2,362두의 산차를 기준으로 육질

등급 분포를 정리한 표이다. 1등급이상 출현율은 1산차 59.18% 2산차 56.85%, 3산차 52.23%, 4산차 35.68%, 5산차 22.80%, 6산차 9.09%로 산차가 증가할수록 하향했으며, 근내 지방도는 1산차가 4.28으로 가장 높았고 2산차 4.20, 3산차 4.07로 산차가 진행될수록 근내 지방이 점차 작아지고 있다. song(2011)이 보고한 근내지방은 3산차에서 정점을 이룬 뒤 점차 감소된다는 결과와 차이를 보이는데, 이는 시험구의 산차별(Rearing month Mean) 사육기간이 길기 때문으로 판단된다.

Table 12. Mean and standard deviation of carcass grade factors by parity numbers of Hanwoo cows

Trait	Parity number ²⁾						
	1	2	3	4	5	6	7
Heads	740	802	538	213	57	11	1
Occurrence(%)	31.33	33.95	22.78	9.02	2.41	0.47	0.04
Backfat thickness(mm)	12.53±5.17	13.11±5.73	13.20±5.36	13.19±4.81	14.75±6.05	12.82±4.94	11.00±0
Loin-eye area(cm ²)	82.81±11.48	82.29±10.66	83.13±10.63	82.23±9.95	80.21±9.13	78.09±10.85	70.00±0
Carcass weight(kg)	343.33±46.38	344.53±41.97	350.21±43.79	342.22±39.14	330.37±42.02	323.27±30.86	267±0
Marbling score ⁴⁾	4.28	4.20	4.07	3.70	3.74	3.27	3.00

¹⁾Skeletal maturity : 1=youthful, 9=mature. ²⁾Parity Parity number mean the number of liveborn calf

추정된 최소제곱평균에 대한 산차별 등급판정요인의 유의성 검정을 $p<0.05$ 수준에서 던컨 다중 범위검정을 실시한 결과 근내지방, 도체중, 등지방, 등심단면적에서 유의차가 발생되지 않았다. Herada(1996)는 초음파진단장치를 이용하여 갈모화우의 산차에 따라서 산육특성형질에 대한 연구 결과 3~5산차에 최고치에 이른다는 보고를 했는데 본 실험의 결과는 1~3산차에 최고형질을 나타내었다.

9. 성숙도의 회귀모형

$$\text{Skeletal maturity} = 3.22795 + 0.04850 \times \text{사육월령} + 0.12674 \times \text{분만횟수} \quad R^2=0.4662$$

성숙도를 사육월령과 분만횟수를 변수로 하여 단순회귀모형을 구해 보았다. 성숙도는 일반적으로 사육월령과 분만횟수에 의하여 결정되는 것으로 생각해왔으나 회귀모형을 구해 본 결과 결정계수 R^2 값이 적게 나타났다. 이는 사육월령과 산차는 계수값과 비례 관계에 있다는 일반적인 논리와 다른 것으로 같은 연령에서도 골화의 범위가 넓게 나타나는 등 개체변이가 크다는 것을 알 수 있었으며, 사육월령 보다 분만횟수가 뼈의 골화에 약 3배정도 높게 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

10. 성숙도와 근내지방도 간의 도체 경락가격 추이

Table 13. Carcass unit price by skeletal maturity and marbling score

Marbling score ¹⁾	Skeletal maturity ²⁾									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mean
1	6,431 ±1482 ^g	6,734 ±1,254 ^f	7,485 ±1,433 ^{bc}	7,653 ±1,429 ^a	7,588 ±1,311 ^{ba}	7,400 ±1,237 ^{dc}	7,409 ±1,176 ^{dc}	7,275 ±1,144 ^d	6,993 ±1,067 ^e	7,275
2	8,233 ±542 ^b	9,792 ±1,827 ^a	10,120 ±1,736 ^a	10,016 ±1,571 ^a	9,964 ±1,409 ^a	9,799 ±1,436 ^a	9,587 ±1,302 ^a	7,545 ±1,163 ^c	7,284 ±1,124 ^c	9,099
3	6,930 ^b	10,239 ±1,868 ^a	10,294 ±1,634 ^a	10,220 ±1,528 ^a	10,121 ±1,425 ^a	9,971 ±1,387 ^a	9,849 ±1,348 ^a	7,654 ±1,159 ^b	7,409 ±1,173 ^b	9,450
4		13,601 ±2,018 ^a	13,585 ±1,897 ^a	13,378 ±1,696 ^b	13,251 ±1,650 ^b	13,275 ±1,668 ^b	13,091 ±1,607 ^c	9,740 ±1,329 ^d	9,414 ±1,353 ^e	11,943
5	10,750 ±2913 ^b	13,643 ±1,801 ^a	13,702 ±1,869 ^a	13,614 ±1,760 ^a	13,500 ±1,640 ^a	13,372 ±1,632 ^a	13,191 ±1,665 ^a	10,017 ±1,399 ^{cb}	9,474 ±1,475 ^c	12,463
6		15,640 ±2,365 ^b	15,900 ±2,191 ^a	15,551 ±1,978 ^b	15,334 ±1,937 ^c	15,183 ±1,994 ^c	14,972 ±1,890 ^d	13,008 ±1,667 ^e	12,581 ±1,763 ^f	14,434
7		15,599 ±1,730 ^{bc}	15,931 ±2,067 ^a	15,814 ±2,022 ^{ba}	15,634 ±2,020 ^{bac}	15,492 ±2,075 ^{dc}	15,276 ±2,057 ^d	13,334 ±1,798 ^e	12,951 ±1,999 ^f	14,792
8		18,655 ±2,546 ^{ba}	18,937 ±2,498 ^a	18,945 ±2,564 ^a	18,226 ±2,284 ^{bc}	18,290 ±2,365 ^{bc}	17,921 ±2,468 ^c	13,875 ±2,247 ^d	13,707 ±2,179 ^d	17,013
9		19,123 ±2,898 ^{ba}	19,570 ±2,811 ^a	19,713 ±2,955 ^a	18,991 ±2,820 ^{bc}	19,043 ±2,627 ^{bc}	18,730 ±2,939 ^c	15,485 ±3,212 ^d	14,783 ±2,870 ^d	17,812
Mean	6,607	10,943	12,056	12,196	12,131	11,944	11,924	9,755	9,045	11,714
heads(두)	113	2,268	6,866	9,306	11,140	14,993	27,968	11,685	19,345	

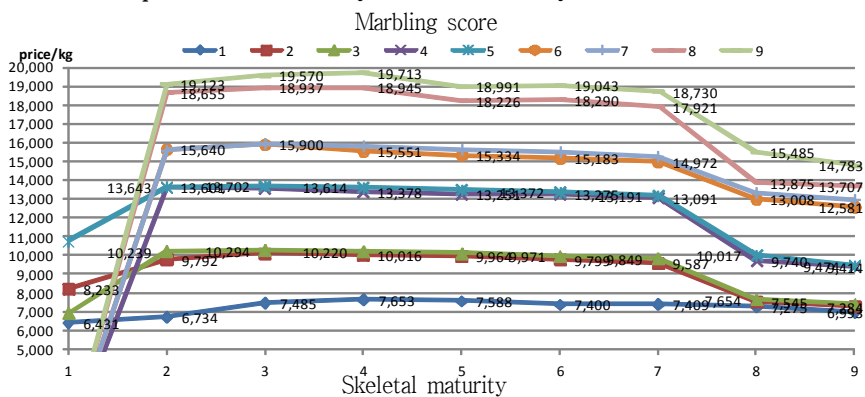
¹⁾Marbling score : 1=devoid, 9=very abundant. ²⁾Skeletal maturity : 1=youthful, 9=mature.

^{a-g} Means±S.D. with the same letter are not significantly different(p<0.05).

* Carcass unit price mean devide auction price by carcass weight (won/kg)

Table13에서 2011년 한우암소의 도체가격은 평균 11,174원이었으며, 근내지방이 많을수록 경락가격이 높게 형성되었고 성숙도는 No4에서 가장 높은 경락가격이 나왔다. 동일한 근내지방도에서 성숙도 No7에서 No8로 진행될 때 경락가격은 급격한 하락을 보였다. 근내지방이 증가할수록 낮은 성숙도에서 높은 경락가격을 형성했으며, 이는 고급육일수록 연도를 고려하는 소비가 이루어지고 있음을 나타낸다.

Fig 3. Plot of carcass price distribution by skeletal maturity of Hanwoo cows



근내지방에의한 가격차이는 등급판정기준에 부합하여 가격의 차이가 확연히 이루어지고 있으나, 성숙도에 의한 도체가격은 No2~No7까지 비슷하고 No1, No8, No9에서 가격이 낮게 형성되고 있다.

적 요

본 연구조사의 결과로 한우암소의 성숙도(생리적월령)는 1999년 등급판정기준 성숙도에 비해 골화의 진행이 느리게 진행되고 있음을 알 수 있었고, 장기사육이 고급육 생산에 직접적인 관계가 없는 것으로 나타났다. 사육월령보다는 산차가 뼈의 골화에 약 3배정도 더 영향을 미치며, 고급육일수록 성숙도가 낮은 곳에서 높은 단가가 형성 되었다.

위 연구조사의 결과는 번식에 공여된 한우암소의 개체별 번식수준(공태기간 및 산차)에 따라 출하 전 사양관리프로그램의 보완에 활용될 수 있고, 소도체의 성숙도 등급하향 조건을 강화하는 등급기준 개정논의에 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 보인다. 또한 이번 연구결과가 국립축산과학원이 진행하는 “한우암소의 성숙도별 육질특성 조사연구” 결과와 함께 출하 전 과비육 방지를 유도하는 경제적이고 과학적인 축산물품질평가기준 마련에 도움이 되었으면 한다.

참고문헌

1. Aalhus, J.L., Jones, S.D.M., Tong, A.K.W., Jeremiah, A.E., Roberston, W.M., Gibson, L.L. (1992) The combined effects of time on feed, electrical stimulation and aging on beef quality. *Canadian J Anim Sci.* 72, 525-535.
2. Birth, G. S., Davis, C. E., and Townsend, W. E. (1978) The scatter coefficient as a measure of Pork quality. *J Anim sci.* 46, 639.
3. Boleman, S.J., Boleman, S.L., Miller, R.K., Taylor, J.F., Cross, H.R., Wheeler, T.L., Koohmaraie, M., Shackelford, S.D., Miller, M.F., West, R.L., Johnson, D.D., and Savell, J.F. (1997) Consumer evaluation of beef of Known categories of tenderness, *J. Anim Sci.* 75, 1521-1524.
4. Cho, S.H., Kim, J.H., Kim, J.H., Seong, P.N., Park, B.Y., Kim, D.H., Lee, J.M., and Ahn, C.N. (2008) Prediction of palatability grading scores analyzed with sensory data of Korean Hanwoo bull and steer beef. *Proc. Kor. J Anim Sci.*, 136.
5. Garcia, L.G., Nicholson, K.L., Hoffman, T.W., Lawrence, T. E., Hale, D. S., Griffin, D. S., Griffin, D.B., Savell, J.W., VanOverbeke, D.L., Morgan, J.B., Belk, K.E., Field, T.G., Scanga, J.A., Tatum, J.D., and Smith, G.C., (2008) *National beef*
6. Holmer, S.F., Holmer, L.W., Kutzer, F., McKeith, K., and Killefer, J. (2009) The relationship of carcass measurements to carcass composition and intramuscular fat in Spanish beef. *Meat Sci.* 82, 155-161.
7. Huff, E.J., Parrish, F.C. (1993) Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex. *J Food Sci.* 58, 713-716.

8. Jeremiah, L.E.(1996) The influence of subcutaneous fat thickness and marbling on *beef*. *Food Res Intl.* 29, 513-520.
9. Jeremiah, L.E., Dugan, M.E.R., Aalhus, J.L., Gibson, L.L.(2003) Assessment of the relationship between chemical components and palatability of major beef muscles and muscle groups. *Meat Sci.* 65, 1013-1019.
10. Kang, S.J, Moon, Y.H, Park, K.S, Park, H.S, Jung IC(2010) Effect of maturity and marbling score on meat quality properties in Korea native fattening Hanwoo. *J East Asian Soc Dietary Life.* 20(2), 248-253.
11. Moon, S.S., Yang, H.S., Park, G.B., and Joo, S.T.,(2006) The relationship of physiological maturity and marbling judged according to Korean grading system to meat quality traits of Hanwoo beef female. *Meat sci.* 74, 546-521.
12. Moonson, F.Sanudo, C., and Sierra, I.(2005) Influence of breed and aging time on sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Sci.* 71, 272-280.
13. Quality audit-2005; Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quantity, and value of fed steers and heifers. *J Anim Sci.* 86, 3533-3543
14. Robins, K., Jensen, I., Ryan, K.J., Homco-Ryan, C., McKeith, F.K., and Brewer, M.S.(2003) Consumer attitude towards beef and acceptability of enhanced beef. *Meat Sci.* 65, 721-729.
15. Sawyer, J.E, Mathis, C.P., and Davis, B.(2004) Effects of feeding strategy and age on live animal performance, carcass characteristics, and economics of short-term feeding program for culled beef cows. *J Anim Sci.* 82, 36-46, 53.
16. Shorthose, W.R., Harris, P.V.(1990) Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *J Food sci.* 55, 1-8.
17. Song, C.S.,(2007), Studies on variation of body composition by parties of Hanwoo cows measured by real-time ultrasound. *강원대학교 대학원*. 강원.
18. Warriss, R. C., Suess, G. G., and Brungardt, V. H., 1968. Fatty acids of certain bovine and their association with growth, carcass and palatability traits. *J Food Sci.*, 27-632.
19. Wulf, D.M., Morgan, J.M., Tatum, J.B., Smith, G.C.(1996) Effects of animal age, marbling score, calpastatin activity, subprimal cut, calcium injection, and degree of doneness on the palatability of steaks from Limousin steers. *J. Anim. Sci.* 74, 569-574.
20. Xiong, Y.L., Mullins, O.E., Stika, J.F., Chen, J., Blanchard, S.P., Moody, W.G.(2007) Tenderness and oxidative stability of post-mortem muscles from mature cows of various ages. *Meat Sci.* 77, 105-113.
21. 농림수산식품부, 2008, *축산물 등급판정 제도 발전방안 연구*, 1-7.
22. 농림수산식품부, 2012, *2012년 1월 6일 보도자료*.
23. 동북지방통계청, 2012, *2012년 2/4분기 가축동향조사 결과*, 7.
24. 이종문, 최주희, 박현경, 김윤호, 박범영, 김관태, 고경철, 서상철, 황규석. 2009. 등지방두께가 한우 암소와 거세우의 도체 등급 요인 및 도체가격에 미치는 영향. *농촌진흥청 국립축산과학원*, 137.
25. 종축개량협회, 2011, *2011년도 종축개량협회 사업보고서*, 41-46.
26. 이종호, 장학철, 2005. 성장조절관련 기능성평가, 41
27. 축산물품질평가원, 2011, *한국의 축산물 유통*, 439-556.
28. 축산물품질평가원, 2012, *축산물등급판정 요령집*, 101-104.

소 실신방법(타격법, CO₂ 가스마취법)이 pH, 육색, 보수력, 연도에 미치는 영향

이현석¹⁾, 이영호¹⁾, 장세현¹⁾, 김갑돈²⁾, 백성봉³⁾

¹⁾축산물품질평가원 대구경북지원, ²⁾경상대학교 식육과학연구실, ³⁾농협고령공판장

초 록

본 연구는 소의 도축에 있어서 기존의 타격법과 비교하여 CO₂ 가스마취법이 한우 거세우의 육색을 비롯한 각종 육질특성에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

농협고령공판장에서 2012년 4월에서 5월까지 도축된 한우 거세우중 28개월령 전후 69두에 대해서 타격법(40두)과 CO₂ 가스마취법(29두)을 이용하여 도축후 0℃ 내외로 24시간동안 냉장실에서 예냉시킨 후 익일 등급판정후 등급판정부위(배최장근단면적)의 육색을 측정하였다. CO₂ 가스마취법의 처리방법은 식용 LCO₂(액화이산화탄소)를 이용하여 농협고령공판장 자체 제작한 시설에서 60~80% 농도로 140초 동안 처리하였다. 그 결과 CO₂ 가스마취법에 의한 실신방법의 경우 타격법에 비해 유의적(P<0.001)인 차이가 있는 것으로 나타났다.

추가적인 조사로 한우 거세우의 등심을 활용하여 소 실신방법에 따른 육질항목(pH, 육색, 보수력, 연도)에 미치는 상관관계를 조사하였다. 2012년 5월에서 6월까지 농협고령공판장에서 도축된 한우 거세우중 등급판정후 출하월령이 27개월령 전후이며, 도체중 430kg 전후인 한우 거세우 43두 중 실신방법별(타격법 21두, CO₂ 가스마취법 22두)로 등급판정 후 도체의 등심(100g)을 절개하여 경상대학교 식육과학연구실에서 육질항목(pH, 일반성분, 육색, 보수력, 연도)에 대해 분석하였다. 처리구간 도체정보 및 이화학적 특성을 비교한 결과, 생체중, 도체중, 개월령 및 근내지방도(No.)에서는 유의적 차이(p>0.05)를 보이지 않았으나, 이화학적 특성 중 pH 및 육색의 명도에서 유의적 차이(각각 p<0.01 및 p<0.001)를 나타내었다. 육질등급별로 구분하여 처리구간 비교한 결과에서는 1⁺⁺등급을 제외한 나머지 모든 등급에서 처리구간 명도에서의 차이를 나타내었고, 일부 등급에서는 근질(1⁺⁺, 1 및 2등급), 전단가(1 및 2등급), 가열감량(2등급), 조지방(2등급) 및 pH(2등급)에서 처리구간 유의적 차이를 보여주었다.

Key words : 한우거세, 타격법, 102, 소 실신

서론

일반적으로 소비자들은 식육을 가격, 품질, 식품의 안전성의 세 가지 주된 관점에서 구매를 하고 있다. 국내에서 고급육이라 함은 육질이 1등급 이상으로 등급판정을 받은 도체를 일컫는데 육질은 각 부위에 분포된 지방의 분포상태, 육색과 보수력, 연도, 풍미, 다즙성, 연령 등에 의해 결정된다. 이러한 요소들 중 육색은 소비자가 식육을 구매하는데 있어서 가장 중요시 여기는 요소 중의 하나이다. 육색을 나타내는 가장 중요한 것은 육색소인데 그중 myoglobin의 함량에 의해 크게 좌우되며 myoglobin 함량과 더불어 화학적 상태, 사후 근육의 온도, pH, 축종 자체의 유전적인 원인, 도축 전후의 조건에 의해서도 식육의 육색은 다양하게 나타날 수 있다.

가축의 도축과정 중 기절(stunning)은 가축의 고통을 최소화한 상태에서 방혈을 충분히 할 목적으로 수행되는데(Gregory, 1998), 일반적으로 타격법 및 CO₂ 가스마취법 등이 사용된다. 우리나라에서는 돼지의 경우 전기충격법이나 CO₂ 가스마취법을 사용하고, 대동물인 소의 경우는 주로 타격법을 사용하고 있다.

최근에는 동물복지에 대한 중요성이 대두되어 상대적으로 가축의 고통을 줄일 수 있는 CO₂ 가스마취법의 이용이 확대되고 있는 추세며, 이 CO₂ 가스마취법이 동물복지뿐만 아니라 도축 후 식육의 품질(meat quality)에 어떠한 영향이 있는지에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다(Becerril-Herrera 등, 2009). 그러나 이러한 CO₂ 가스마취법의 적용 및 관련 연구는 돼지, 칠면조 및 양(lamb)에 국한되어 있고(Channon 등, 2002; Hansch 등, 2009; Linares 등, 2007), 국내의 경우 2005년에 돈육의 PSE 발생률에 있어서 CO₂ 가스마취법의 영향에 대한 연구(박 등, 2005)가 유일한 보고이다. 소에 도축 과정에서 CO₂ 가스마취법을 이용한 연구 및 CO₂ 가스마취법으로 도축한 소도체의 육질 특성에 관한 연구는 국내는 물론 국외에도 연구가 수행된 바가 없다.

돼지에서는 CO₂ 가스마취법으로 기절시킨 도체는 전기충격법으로 기절시킨 도체보다 보수력이 높고, 육색의 명도가 낮으며, 사후 근육의 pH 강하가 상대적으로 완만하다는 보고(Channon 등, 2002)가 있고, 높은 전압(500V)으로 기절시킨 돼지 도체와 비교하여 CO₂ 가스마취법으로 처리할 경우 33%의 PSE 발생률을 줄일 수 있다는 보고(박 등, 2005)가 있다.

소의 경우는 우리나라 대부분의 도축장 시설에서 실신방법으로 타격법이 주로 이용되고 있는 실정이다. CO₂ 가스를 이용한 가스마취법은 가축을 CO₂ 가스실에 밀어 넣어서 CO₂ 가스에 의해서 점차로 단순 수면상태로 빠지게 하여 실신시키는 방법으로 집단도축에 이용되며 주로 돼지에서 사용되고 있다. 가스실의 CO₂ 농도는 65~85% 수준으로 15~45초간 실시하며, 이때 가축은 2~3분간 실신하게 된다. 이 방법은 다른 실신 방법(전격법)에 비해 인도적이며, 방혈량도 많고, 근육 내 출혈(Blood Splash)

현상이 거의 없어 혈점의 발생이 적다(식육의 과학과 이용).

근출혈(Blood Splash, 출혈성 혈반, Ecchymosis)은 도축의 방혈상태가 양호하지 못하였을 경우 근육조직 중의 모세혈관이 파열하여 출혈로 인한 조그만 암적색의 얼룩무늬 반점이 발생하게 되는데, 특히 전기충격법에서 나타나기 쉬운 현상으로 실신 후 방혈시간이 지체되는 경우 발생하기 쉽다. 또한 외부의 물리적 자극 및 각종 스트레스(도살시 stress 포함)에 의해 발생된다. 특히, 돼지의 경우에는 전살시 지나친 전류로 인해 뒷다리 부위에 많이 나타나게 된다.

국내 소의 근출혈 발생율('08년 기준)은 총 0.71%(한우 0.49, 육우 2.01, 젖소 0.38)로 쇠고기 전체 결함육 발생율 1.48% 중 근출혈이 가장 높은 것으로 나타났다(질병·오염 등 근육제거 0.29%, 외상 0.16, 수종 0.15, 근염·기타 0.08 등).

한우 근출혈 발생현황('08년 기준)을 보면 성별로는 거세한 수소(0.81%)에서 가장 높고(암 0.31, 수 0.30), 근출혈에 따른 경제성을 비교하면 '08년 기준으로 정상적인 한우와 등급별로 1두당 평균 467천원 경락가격 차이 발생하였고, 등급별 정상·근출혈 한우간 가격 차이는 연간 1,383백만원 손실이 있는 것으로 나타났다.

사육·생산 과정, 운송과 도축과정 등 정확한 원인 규명이 안되어 있고, 발생은 스트레스로 인해 모세혈관이 파열되어 살코기에 혈반점이 생기는 것이다. 도축장에서 소의 근출혈 발생에 미치는 요인으로는 계류환경, 기절방법과 전살 기술의 숙련도, 방혈방법(현수조건) 및 시간 등에 따라 영향을 받으며, 집단계류 보다는 개체별 케이지 계류가 근출혈 발생을 감소시키며, 타격의 정확도(일격필살)와 타격시 충격정도, 방혈시간(2분 이내) 등에 따라 발생가능성이 높아지는 것으로 나타났다(축산물품질평가원, 2009).

만약 CO₂ 가스마취법을 소의 도축공정에 적용할 경우 동물복지 측면에서 바람직할 것으로 사료되며, 뿐만 아니라 CO₂ 가스마취법을 적용한 돈육의 육질개선 효과에 대한 보고처럼 우육에서도 일부 육질의 개선을 기대해 볼 수 있을 것이다.

본 연구조사는 소의 도축에 있어서 현재 도축장에서 일반적으로 사용되는 기절법인 타격법으로 도축된 거세우와 CO₂ 가스마취법으로 기절시킨 거세우의 도축 후 이화학적 특성 차이를 비교하여 CO₂ 가스마취법 도입의 필요성을 확인하고자 하였다.

<육색 실험>

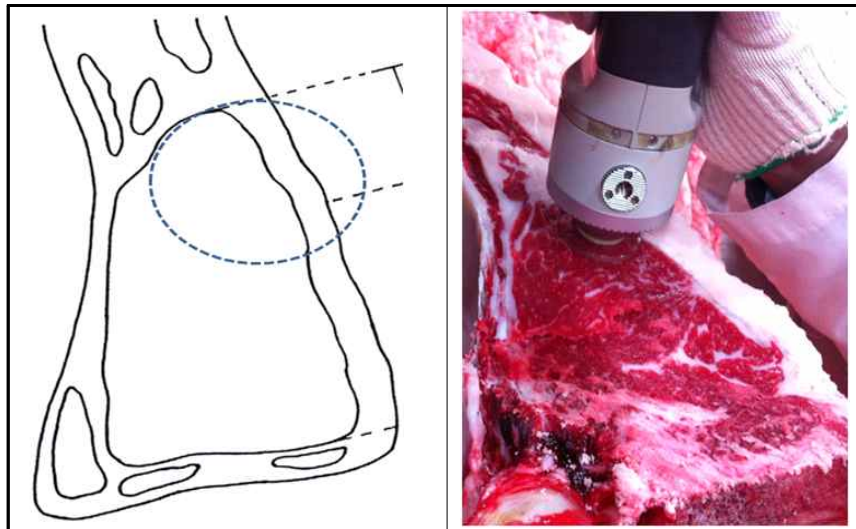
소 실신방법(타격법, CO₂ 가스마취법)에 따른 한우 거세우의 육질 비교를 위해 농협 고령공판장에서 2012년 4월에서 5월까지 2개월간 도축된 한우 거세우중 26개월~31개월령 69두(타격법 40두, CO₂ 가스마취법 29두)의 배최장근단면의 육색을 측정하여 유의성을 조사하였다.

재료 및 방법

농협고령공판장에서 2012년 4월에서 5월까지 도축된 한우 거세우중 28개월령 전후 69두에 대해서 타격법(40두)과 CO₂ 가스마취법(29두)을 이용하여 도축후 0℃ 내외로 24시간동안 냉장실에서 예냉시킨 후 등급판정 부위인 제1요추와 최종 흉추사이를 척추와 직각이 되도록 절개하고, 30분후 도축된 한우 거세우중 실신방법별 69두(타격법 40두, CO₂ 가스마취법 29두)의 육색을 측정하였다.

육색은 등심근을 절단 후 30분간 홍색화(blooming)를 시킨 후, Minolta Chromameter (CR-300, Minolta Co., Japan)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)를 측정하였다. 이때 Minolta Chromameter는 Y=93.5, X=0.3132, y=0.3198인 백색표준색판을 사용하여 표준화한 후 사용하였으며, 등급판정 부위(배최장근단면적)에서 근내지방이 가장 적게 분포된 부분(그림)에서 3곳을 측정하였다.

CO₂ 가스마취법의 처리방법은 식용 LCO₂(액화이산화탄소)를 이용하여 농협고령공판장 자체 제작한 시설에서 60~80% 농도로 140초 동안 처리하였다.



<그림> 육색측정 부위

통계분석

각 측정항목별로 측정된 값은 SAS(2002) 프로그램을 이용하여 각 실신방법 간의 유의적 차이($p<0.05$)를 T-test 분석법으로 비교하였다.

결과

본 연구조사에서 조사된 한우 거세우 69두에 대한 생체중(kg), 도체중(kg), 개월령, 근내지방도와 같은 도체정보와 명도(Lightness), 적색도(Redness), 황색도(Yellowness)와

채도(Chroma)와 같은 육색측정값의 평균, 표준편차, 최소값 및 최대값은 Table 1.과 같이 조사되었다. 도축된 거세우는 생체중 평균 715kg내외이고, 도체중은 425kg내외, 개월령은 28개월이었다.

Table 1. Analysis of Hanwoo carcass traits and meat color measurements of the mean, standard deviation, minimum and maximum values

	Item	n	Mean	SD	Minimum	Maximum
carcass traits	live weight(kg)	69	714.99	65.32	571.00	888.00
	Carcass weight(kg)	69	424.68	43.05	336.00	557.00
	Feeding period(mon)	69	28.19	1.36	26.00	31.00
	Marbling score(No.)	69	4.94	2.02	2.00	9.00
Meat color	Lightness	69	35.93	2.65	29.44	42.74
	Redness	69	22.89	3.68	14.23	33.16
	Yellowness	69	10.50	2.23	5.13	15.85
	Chroma	69	25.18	4.21	15.18	34.71
	Hue	69	24.37	1.70	18.80	27.40

실신방법별(타격법 40두, CO₂ 가스마취법 29두) 도체정보 및 한우 등심근의 육색측정값의 비교는 Table 2.와 같이 조사되었다. 육색측정 도체는 출하개월령이 평균 27~28개월이었고 ($P<0.05$), 생체중은 770kg내외였다($P<0.05$). Minolta Chromameter(CR-300, Minolta Co., Japan)를 사용하여 처리구별 육색을 측정한 결과 명도(Lightness), 적색도(Redness), 황색도(Yellowness)와 채도(Chroma) 모두 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다($P<0.001$).

Table 2. Processing distinguish between Hanwoo carcass traits and meat color of Hanwoo loin muscle measurements comparing

	Item	control (n=40)		CO ₂ treatment (n=29)		Level of significance ¹⁾
carcass traits	live weight(kg)	727.62	±53.78	705.83	±71.37	*
	Carcass weight(kg)	428.55	±34.69	421.88	±48.16	
	Feeding period(mon)	27.97	±1.36	28.35	±1.34	*
	Marbling score(No.)	5.21	±1.95	4.75	±2.05	
Meat color	Lightness	34.93	±2.27	37.29	±2.52	***
	Redness	20.96	±3.02	25.55	±2.71	***
	Yellowness	9.27	±1.87	12.20	±1.45	***
	Chroma	22.92	±3.50	28.28	±2.96	***
	Hue	23.58	±1.68	25.45	±0.99	***

¹⁾ * $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$.

1⁺⁺등급(n=8)에서 처리구별 도체정보 및 등심근의 육색측정값 비교는 Table 3.과 같이 조사되었다. 육색측정값에서 명도(Lightness)의 경우 유의적 차이가 나타나지 않았고, 적색도(Redness), 황색도(Yellowness), 채도(Chroma), 색조(hue)에서는 모두 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다(P<0.001) .

Table 3. Processing distinguish between Hanwoo carcass traits and meat color of Hanwoo loin muscle measurements comparing in 1⁺⁺ quality grade Score(n=8)

Item		control (n=3)		CO ₂ treatment (n=5)		Level of significance ¹⁾
carcass traits	live weight(kg)	685.33	±16.93	731.40	±43.98	**
	Carcass weight(kg)	404.00	±16.59	421.60	±21.42	*
	Feeding period(mon)	28.00	±0.87	28.20	±0.77	
	Marbling score(No.)	8.33	±0.50	8.00	±0.00	*
Meat color	Lightness	37.62	±1.89	38.21	±2.42	
	Redness	20.76	±1.32	25.28	±3.46	**
	Yellowness	9.26	±0.63	11.81	±1.78	***
	Chroma	22.73	±1.46	27.92	±3.85	***
	Hue	23.93	±0.20	24.89	±0.71	***

¹⁾ * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

1⁺등급(n=12)에서 처리구별 도체정보 및 등심근의 육색측정값 비교는 Table 4.와 같이 조사되었다. 육색측정값에서 명도(Lightness), 적색도(Redness), 황색도(Yellowness)와 채도(Chroma), 색조(hue) 모두 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다(P<0.001).

Table 4. Processing distinguish between Hanwoo carcass traits and meat color of Hanwoo loin muscle measurements comparing in 1⁺ quality grade Score(n=12)

Item		control (n=14)		CO ₂ treatment (n=8)		Level of significance ¹⁾
carcass traits	live weight(kg)	729	±81.83	738.75	±64.03	
	Carcass weight(kg)	438.79	±57.21	435.75	±37.31	
	Feeding period(mon)	28.50	±1.06	27.50	±1.69	**
	Marbling score(No.)	6.50	±0.51	6.38	±0.49	
Meat color	Lightness	35.51	±1.14	38.44	±2.67	***
	Redness	21.18	±2.65	25.5	±3.08	***
	Yellowness	9.29	±1.55	12.17	±1.41	***
	Chroma	23.13	±3.03	28.13	±3.09	***
	Hue	23.48	±1.32	25.56	±0.75	***

¹⁾ * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

Table 5. Processing distinguish between Hanwoo carcass traits and meat color of Hanwoo loin muscle measurements comparing in 1 quality grade Score(n=21)

Item		control (n=11)		CO ₂ treatment (n=10)		Level of significance ¹⁾
carcass traits	live weight(kg)	714.27	±60.43	731.70	±42.83	
	Carcass weight(kg)	429.18	±38.70	436.60	±33.93	
	Feeding period(mon)	27.82	±1.21	28.40	±1.38	
	Marbling score(No.)	4.27	±0.45	4.60	±0.50	**
Meat color	Lightness	33.94	±2.74	37.41	±1.83	***
	Redness	20.31	±3.52	26.27	±2.6	***
	Yellowness	8.79	±2.17	12.66	±1.58	***
	Chroma	22.13	±4.07	29.16	±3.00	***
	Hue	23.03	±2.05	25.61	±1.02	***

¹⁾ * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

Table 6. Processing distinguish between Hanwoo carcass traits and meat color of Hanwoo loin muscle measurements comparing in 2 quality grade Score(n=18)

Item		control (n=12)		CO ₂ treatment (n=6)		Level of significance ¹⁾
carcass traits	live weight(kg)	676.17	±65.92	702.83	±59.14	
	Carcass weight(kg)	399.92	±40.59	411.33	±36.32	
	Feeding period(mon)	28.75	±1.66	27.67	±0.97	*
	Marbling score(No.)	2.25	±0.44	2.33	±0.49	
Meat color	Lightness	34.50	±2.22	34.80	±1.68	
	Redness	21.35	±3.23	24.65	±1.10	***
	Yellowness	9.69	±2.05	11.81	±0.69	***
	Chroma	23.45	±3.77	27.33	±1.15	***
	Hue	24.12	±1.75	25.52	±1.29	**

¹⁾ * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

1등급(n=21)에서 처리구별 도체정보 및 등심근의 육색측정값 비교는 Table 5., 2등급(n=18)에서 처리구별 도체정보 및 등심근의 육색측정값 비교는 Table 6.와 같이 조사되었다. 1등급의 경우는 육색측정값에서 명도(Lightness), 적색도(Redness), 황색도(Yellowness), 채도(Chroma), 색조(hue) 모두 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다(P<0.001). 그러나, 2등급(n=18)의 경우 육색측정값에서 명도(Lightness)의 경우 유의적 차이가 나타나지 않았고, 적색도(Redness), 황색도(Yellowness), 채도(Chroma)에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났고(P<0.001), 색조(hue)에서도 유의적 차이가 나타났다(P<0.01).

소 실신방법(타격법, CO₂ 가스마취법)에 따른 등급판정부위(배최장근단면) 육색측정결과 CO₂ 가스마취법에 의한 실신방법의 경우 육색항목에서 타격법에 비해 유의적(P<0.001)인 차이가 있는 것으로 나타났다.

<이화학적 특성 실험>

소 실신방법(타격법, CO₂ 가스마취법)에 따른 육색측정값 결과에서 육색항목에서는 유의적($P<0.001$)인 차이가 있는 것으로 나타났다. 추가적인 조사를 통해 한우 거세우의 등심을 활용하여 소 실신방법에 따른 육질항목(pH, 육색, 보수력, 연도)에 미치는 상관관계를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

농협고령공판장에서 2012년 5월에서 6월까지 도축된 한우 거세우중 등급판정후 출하월령이 27개월령 전후이며, 도체중 430kg 전후인 한우 거세우 43두 중 실신방법별(타격법 21두, CO₂ 가스마취법 22두)로 등급판정 후 도체의 등심(100g)을 절개하여 경상대학교 식육과학연구실로 냉장상태로 이송한 뒤 우육의 육질항목(pH, 일반성분, 육색, 보수력, 연도) 분석을 의뢰하였다. CO₂ 가스마취법의 처리방법은 식용 LCO₂(액화이산화탄소)를 이용하여 농협고령공판장 자체 제작한 시설에서 60~80% 농도로 140초 동안 처리하였다.

2 방법

1) 도체특성

도축후 도체중 측정후 평균 22시간 예냉과정을 거쳐 축산물등급판정세부기준에 의거하여 제1요추와 최종 흉추사이를 절개하여 등지방두께, 배최장근단면적, 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도를 측정하여 육량등급과 육질등급 품질평가를 실시하였고, 시료채취는 실신방법별로 등급별(1⁺⁺, 1⁺, 1, 2등급)을 구분하여 채취하였다.

2) pH

pH는 시료 3g에 증류수 27 ml(시료의 9배)을 50ml 튜브에 함께 넣어 homogenizer(T25basic, IKA Co., Malaysia)로 13,500rpm에서 10초간 균질화하여 pH-meter(MP230, Mettler-Toledo, Switzerland)로 측정하였다.

3) 일반성분 조성

조수분, 조회분 및 조단백질 함량은 AOAC(1995) 방법으로 분석하였고, 조지방은 Folch 등(1957)의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉, 시료 2g을 50ml test tube에 넣어

Folch I(chloroform : methanol = 2:1) 용액을 20ml 넣고 14,000rpm으로 30초간 균질한 다음 15ml 로 test tube cap을 한 다음 4℃냉장고에서 2시간동안 방치하면서 20분 간격으로 흔들었다. Test tube에 균질된 시료를 100ml mess cylinder에 Whatman No. 1 여과지를 이용해서 여과하여 mess cylinder 눈금을 읽고 여액의 25%에 해당하는 0.88% NaCl을 첨가하여 mess cylinder cap를 한 다음 격렬히 흔들어 준 이후 1시간 동안 방치하였다. 이때 Folch II(chloroform : methanol : H₂O=3:47:48)용액 10ml으로 mess cylinder 벽면을 세척한 후 눈금을 읽었다(a). 상층을 aspirator를 이용해서 제거하고 하층 10ml을 무게를 측정한 수기(b)에 넣고 건조시킨 후 무게(c)를 측정하였다. 조지방의 계산은 다음 식에 의하여 구하였다. Crude fat(%)=[{(c-b)×a/10}/시료(g)] × 100.

4) 육색

육색은 등심근(*longissimus*.)을 절단 후 30분간 홍색화(blooming)를 시킨 후, Minolta Chromameter(CR-300, Minolta Co., Japan)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)를 측정하였다. 이때 Minolta Chromameter는 Y=93.5, X=0.3132, y=0.3198인 백색표준색판을 사용하여 표준화한 후 사용하였으며, 동일한 시료를 3회 반복하여 측정하였다.

5) 보수력(가열감량, 드립로스)

가열감량은 시료를 core(직경 3.5cm)로 일정하게 뚫어 무게를 측정하고, 비닐팩으로 밀봉한 뒤, 항온수조에서 시료의 심부 온도를 70℃로 하여 30분간 가열한 다음, 냉각시켜 감량된 무게를 측정하여 가열감량의 백분율(%)을 산출하였다. 한편, 드립로스는 육즙손실은 시료를 직경 3.5cm의 Core로 뚫어 무게를 측정하고, 밀폐용기에 매달아 4℃에서 24시간 동안 저장 후 육즙 감량을 백분율(%)로 산출하였다. 이때 육즙손실은 다음 식에 의하여 계산하였다. Drip loss(%) = [(시료무게-24시간 후 시료무게)/시료무게]×100.

6) 연도(전단가, 근절길이)

전단가는 심부 온도를 70℃로 하여 30분간 가열한 뒤 냉각된 시료를 직경 1.0 cm의 Core로 뚫어 Warner-Bratzler Universal Testing Machine(Instron, Canton, MA, USA)을 이용하여 측정하였다. Cross 등(1980)의 방법에 따라 시료를 일정한 크기로 자르고 Solution A(0.1 M KCl, 0.039 M boric acid, 2.5% glutaraldehyde에서 5 mM EDTA를 녹여 혼합한 용액)에서 2시간 방치 후, Solution B(0.025 M KCl, 0.29 M

boric acid, 2.5% glutaraldehyde에서 5 mM EDTA를 녹여 혼합한 용액)에서 17-19 시간 방치한 다음 균질화를 시킨 후 근절길이를 측정하였다.

$$\text{Sarcomere length}(\mu\text{m}) = [632.8 \times 10^{-3} \times D \times \{(T/D)^2 + 1\}^{1/2}] / T$$

D : Stage와 Screen 거리, T : 근절길이의 반지름

통계분석

각 측정항목별로 측정된 값은 SAS(2002) 프로그램을 이용하여 각 실험방법 간의 유의적 차이($p < 0.05$)를 T-test 분석법으로 비교하였다.

결 과

이화학적 특성은 대조구 21두와 CO₂처리구 22두 총 43두를 공시하여 처리구간 pH, 일반성분, 육색, 보수력 및 연도 등을 조사하여 각 평균값 간 유의적 차이($p < 0.05$)를 살펴보았다. 공시축의 도체정보 및 이화학적 특성 측정치의 평균값, 표준편차, 최소값 및 최대값을 Table 7.에 나타내었다. 26개월에서 30개월령의 한우 거세우를 공시하였고, 이들의 생체중은 619kg~789kg의 범위를 나타내었으며, 도체중은 344kg~485kg을 나타내었다. 또한 근내지방도(No.)는 평균 5.02에 표준편차는 2.05를 보였다.

한편, 처리구간 도체정보 및 이화학적 특성을 비교한 결과(Table 8.), 생체중, 도체중, 개월령 및 근내지방(No.)에서는 유의적 차이($p > 0.05$)를 보이지 않았으나, 이화학적 특성 중 pH 및 육색의 명도에서 유의적 차이(각각 $p < 0.01$ 및 $p < 0.001$)를 나타내었다. 등급판정 시 측정했던 육색에서 나타난 유의적 차이와 다소 차이가 있으나, 명도는 CO₂처리구가 대조구보다 높아 비슷한 경향을 보여주었다.

Table 9. ~ Table 12.에 나타난 육질등급별로 구분하여 처리구간 비교한 결과에서는 1⁺⁺등급을 제외한 나머지 모든 등급에서 처리구간 명도에서의 차이를 나타내었고, 일부 등급에서는 근절(1⁺⁺, 1 및 2등급), 전단가(1 및 2등급), 가열감량(2등급), 조지방(2등급) 및 pH(2등급)에서 처리구간 유의적 차이를 보여주었다.

Table 7. Analysis of Hanwoo carcass traits and pH, moisture, crude fat, crude ash, crude protein, meat color, cooking loss, drip loss, WBS, Sarcomere length of longissimus m.

	Item	n	Mean	SD	Minimum	Maximum
carcass traits	live weight(kg)	43	713.00	43.63	619.00	789.00
	Carcass weight(kg)	43	421.44	32.12	344.00	485.00
	Feeding period(mon)	43	27.58	0.97	26.00	30.00
	Marbling score(No.)	43	5.02	2.05	2.00	9.00
Physico-chemical characteristics	pH	43	5.43	0.08	5.26	5.57
	Moisture(%)	43	58.87	6.67	40.96	69.74
	Crude fat(%)	43	13.18	5.09	2.53	27.41
	Crude ash(%)	43	1.13	0.23	0.77	1.88
	Crude protein(%)	43	24.40	3.31	16.41	31.95
	Lightness	43	36.31	1.99	31.71	40.31
	Redness	43	18.80	1.81	13.76	23.37
	Yellowness	43	6.29	1.06	3.31	8.73
	Chroma	43	19.84	2.05	14.13	27.67
	Hue	43	18.37	1.97	12.20	23.20
	Cooking loss(%)	43	33.28	4.22	18.71	43.72
	Drip loss(%)	43	1.82	0.92	0.47	7.68
	WBS(kg/cm ²) ¹⁾	43	4.19	0.73	2.18	6.39
	Sarcomere length(μm)	43	1.94	0.12	1.67	2.25

¹⁾ WBS: Warner-Bratzler shear force.

Table 8. Comparison of processing distinguish between carcass traits and Physicochemical Characteristics of Hanwoo loin muscle

	Item	Control (n=21)		CO ₂ treatment (n=22)		Level of significance ¹⁾
carcass traits	live weight(kg)	716.44	±47.25	710.05	±40.43	
	Carcass weight(kg)	425.56	±33.47	417.90	±30.74	
	Feeding period(mon)	27.62	±0.58	27.55	±1.24	
	Marbling score(No.)	5.29	±1.90	4.77	±2.17	
Physico-chemical characteristics	pH	5.45	±0.05	5.41	±0.09	**
	Moisture(%)	58.04	±6.76	59.66	±6.53	
	Crude fat(%)	13.72	±5.14	12.67	±5.04	
	Crude ash(%)	1.13	±0.27	1.13	±0.20	
	Crude protein(%)	24.66	±3.56	24.16	±3.07	
	Lightness	35.39	±1.59	36.88	±2.16	***
	Redness	18.67	±1.78	18.91	±1.85	
	Yellowness	6.20	±1.07	6.38	±1.06	
	Chroma	19.76	±2.17	19.91	±1.96	
	Hue	18.16	±2.05	18.55	±1.89	
	Cooking loss(%)	32.43	±4.26	34.09	±4.05	
	Drip loss(%)	1.70	±0.65	1.93	±1.12	
	WBS(kg/cm ²) ²⁾	4.44	±0.78	3.99	±0.62	**
	Sarcomere length(μm)	1.88	±0.10	1.98	±0.12	***

¹⁾ * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

²⁾ WBS: Warner-Bratzler shear force.

Table 9. Comparison of processing distinguish between carcass traits and Physicochemical Characteristics of Hanwoo loin muscle in 1++ quality grade Score(n=8)

Item		control (n=4)		CO ₂ treatment (n=4)		Level of significance ¹⁾
carcass traits	live weight(kg)	719.00	±15.00	717.00	±34.01	*
	Carcass weight(kg)	428.67	±4.00	431.75	±22.23	
	Feeding period(mon)	27.75	±0.45	27.25	±0.45	
	Marbling score(No.)	8.25	±0.45	8.25	±0.87	
Physico -chemical characteristics	pH	5.46	±0.03	5.46	±0.08	
	Moisture(%)	57.31	±2.47	57.46	±3.43	
	Crude fat(%)	20.48	±3.27	18.72	±4.35	
	Crude ash(%)	1.02	±0.07	1.05	±0.17	
	Crude protein(%)	23.11	±3.32	24.05	±3.04	
	Lightness	36.79	±1.94	37.96	±1.20	
	Redness	19.26	±1.71	19.15	±1.38	
	Yellowness	6.69	±1.07	6.78	±0.63	
	Chroma	20.40	±1.89	20.32	±1.34	
	Hue	19.02	±1.95	19.45	±1.95	
	Cooking loss(%)	28.54	±2.08	30.67	±5.42	
	Drip loss(%)	1.82	±1.09	1.65	±0.93	
	WBS(kg/cm ²) ²⁾	3.84	±0.52	3.60	±0.74	
Sarcomere length(μm)		1.97	±0.06	2.08	±0.08	**

¹⁾ * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

²⁾ WBS: Warner-Bratzler shear force.

Table 10. Comparison of processing distinguish between carcass traits and Physicochemical Characteristics of Hanwoo loin muscle in 1+ quality grade Score(n=11)

Item		control (n=6)		CO ₂ treatment (n=5)		Level of significance ¹⁾
carcass traits	live weight(kg)	729.00	±33.28	708.20	±34.50	
	Carcass weight(kg)	435.40	±22.48	418.80	±40.69	
	Feeding period(mon)	27.67	±0.49	27.20	±1.01	
	Marbling score(No.)	6.17	±0.38	6.00	±0.00	
Physico -chemical characteristics	pH	5.47	±0.06	5.45	±0.07	***
	Moisture(%)	60.22	±2.91	61.59	±2.51	
	Crude fat(%)	15.79	±3.74	15.70	±3.10	
	Crude ash(%)	1.02	±0.08	1.05	±0.08	
	Crude protein(%)	24.44	±3.25	23.61	±2.48	
	Lightness	34.95	±1.31	37.69	±1.84	
	Redness	18.69	±1.14	18.94	±1.67	
	Yellowness	6.20	±0.84	6.44	±1.00	
	Chroma	19.69	±1.28	20.01	±1.86	
	Hue	18.23	±1.68	18.64	±1.60	
	Cooking loss(%)	31.55	±3.33	31.55	±3.46	
	Drip loss(%)	1.75	±0.59	1.96	±0.84	
	WBS(kg/cm ²) ²⁾	4.21	±0.78	3.75	±0.45	
Sarcomere length(μm)		1.95	±0.09	1.99	±0.11	

¹⁾ * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

²⁾ WBS: Warner-Bratzler shear force.

Table 11. Comparison of processing distinguish between carcass traits and Physicochemical Characteristics of Hanwoo loin muscle in 1 quality grade Score(n=12)

Item		control (n=6)		CO ₂ treatment (n=6)		Level of significance ¹⁾
carcass traits	live weight(kg)	727.33	±41.16	736.20	±13.71	
	Carcass weight(kg)	436.83	±30.01	423.00	±17.23	
	Feeding period(mon)	27.83	±0.71	28.17	±0.71	
	Marbling score(No.)	4.33	±0.49	4.17	±0.38	
Physico -chemical characteristics	pH	5.42	±0.05	5.40	±0.10	
	Moisture(%)	64.57	±2.37	64.62	±3.61	
	Crude fat(%)	10.61	±3.99	11.36	±3.09	
	Crude ash(%)	0.95	±0.11	1.00	±0.07	
	Crude protein(%)	25.82	±3.77	24.44	±3.03	
	Lightness	34.54	±1.11	36.38	±2.55	*
	Redness	17.80	±1.69	18.63	±1.81	
	Yellowness	5.85	±1.04	6.11	±0.83	
	Chroma	18.74	±1.84	19.38	±1.56	
	Hue	17.88	±2.31	18.26	±1.60	
	Cooking loss(%)	34.05	±4.75	34.91	±2.30	
	Drip loss(%)	1.44	±0.53	1.44	±0.55	
	WBS(kg/cm ²) ²⁾	4.49	±0.38	4.10	±0.56	*
	Sarcomere length(μm)	1.83	±0.09	1.93	±0.12	**

¹⁾ * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

²⁾ WBS: Warner-Bratzler shear force.

Table 12. Comparison of processing distinguish between carcass traits and Physicochemical Characteristics of Hanwoo loin muscle in 2 quality grade Score(n=12)

Item		control (n=6)		CO ₂ treatment (n=6)		Level of significance ¹⁾
carcass traits	live weight(kg)	682.50	±69.95	688.71	±49.44	
	Carcass weight(kg)	394.00	±43.79	405.71	±31.61	
	Feeding period(mon)	27.20	±0.41	27.43	±1.80	
	Marbling score(No.)	3.00	±0.00	2.43	±0.51	**
Physico -chemical characteristics	pH	5.44	±0.05	5.36	±0.08	***
	Moisture(%)	58.16	±3.77	57.28	±4.29	
	Crude fat(%)	10.03	±1.61	8.19	±2.40	*
	Crude ash(%)	1.31	±0.14	1.34	±0.18	
	Crude protein(%)	23.54	±4.19	24.94	±4.82	
	Lightness	35.93	±1.18	36.07	±2.15	*
	Redness	19.34	±2.44	18.98	±2.29	
	Yellowness	6.21	±1.36	6.31	±1.40	
	Chroma	20.70	±3.37	20.01	±2.57	
	Hue	17.59	±2.27	18.20	±2.20	
	Cooking loss(%)	34.64	±3.87	37.17	±1.64	*
	Drip loss(%)	1.88	±0.25	2.51	±1.51	
	WBS(kg/cm ²) ²⁾	5.62	±0.42	4.36	±0.52	***
	Sarcomere length(μm)	1.84	±0.07	1.95	±0.13	**

¹⁾ * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001.

²⁾ WBS: Warner-Bratzler shear force.

결론

본 연구는 소의 도축에 있어서 기존의 타격법과 비교하여 CO₂ 가스마취법이 한우 거세우의 육색을 비롯한 각종 육질특성에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

농협고령공판장에서 2012년 4월에서 5월까지 도축된 한우 거세우중 28개월령 전후 69두에 대해서 타격법(40두)과 CO₂ 가스마취법(29두)을 이용하여 도축후 0℃ 내외로 24시간동안 냉장실에서 예냉시킨 후 등급판정 부위인 제1요추와 최종 흉추사이를 척추와 직각이 되도록 절개하고, 30분후 도축된 한우 거세우중 실신방법별 69두(타격법 40두, CO₂ 가스마취법 29두)의 육색을 측정하였다. CO₂ 가스마취법의 처리방법은 식용 LCO₂(액화이산화탄소)를 이용하여 농협고령공판장 자체 제작한 시설에서 60~80% 농도로 140초 동안 처리하였다. 그 결과 배최장근단면 육색측정결과 CO₂ 가스마취법에 의한 실신방법의 경우 육색항목에서 타격법에 비해 유의적($P<0.001$)인 차이가 있는 것으로 나타났다.

추가적인 조사를 통해 한우 거세우의 등심을 활용하여 소 실신방법에 따른 육질항목(pH, 육색, 보수력, 연도)에 미치는 상관관계를 조사하였다. 농협고령공판장에서 2012년 5월에서 6월까지 도축된 한우 거세우중 출하월령이 27개월령 전후이며, 도체중 430kg 전후인 한우 거세우 43두 중 실신방법별(타격법 21두, CO₂ 가스마취법 22두)로 등급판정 후 도체의 등심(100g)을 절개하여 경상대학교 식육과학연구실에서 우육의 육질항목(pH, 일반성분, 육색, 보수력, 연도)에 대해 분석하였다. 처리구간 도체정보 및 이화학적 특성을 비교한 결과(Talbe 8.), 생체중, 도체중, 개월령 및 근내지방(No.)에서는 유의적 차이($p>0.05$)를 보이지 않았으나, 이화학적 특성 중 pH 및 육색의 명도에서 유의적 차이(각각 $p<0.01$ 및 $p<0.001$)를 나타내었다. Talbe 9.~Talbe 12.에 나타난 육질등급별로 구분하여 처리구간 비교한 결과에서는 1⁺⁺등급을 제외한 나머지 모든 등급에서 처리구간 명도에서의 차이를 나타내었고, 일부 등급에서는 근질(1⁺⁺, 1 및 2등급), 전단가(1 및 2등급), 가열감량(2등급), 조지방(2등급) 및 pH(2등급)에서 처리구간 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 차이는 근내지방도(No.) 또는 개월령의 차이가 일부 영향을 미친 것으로 사료되고, 뿐만 아니라 육질등급별로 공시한 시험축의 두수가 다소 적은 영향으로 사료된다.

CO₂를 처리하여 도축한 돈육의 명도값을 낮추는 결과를 보고한 Channon 등(2002)의 보고와 대조적인 결과이지만, 대조구의 차이(전기충격법)와 축종의 차이에 따른 결과 차이로 여겨진다. 같은 반추동물인 양(lamb)을 이용한 기절법 차이에 대한 연구(Linares 등, 2007)에서는 사후 24시간째 pH 및 육색측정값(명도, 적색도 및 황색도)

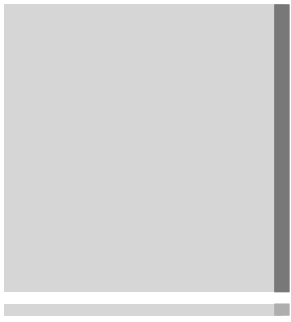
에서 CO₂처리의 효과가 없었다고 보고하였는데, 이 또한 전기충격법과 비교한 결과로 본 연구와 다소 차이가 있다. 또한 보수력에 있어서도 CO₂처리 효과가 없는 것으로 보고하였는데, 이처럼 우리나라에서 소도축에 사용되는 기절법인 타격법과 CO₂가스마취법과의 비교는 대가축인 소뿐만 아니라 돼지 및 양 등 중·소 가축에서도 연구가 전무한 실정으로 다른 보고와 비교하기 어려운 점이 있다. 그러나 분명한 것은 CO₂가스마취법은 보수력 및 연도에 영향을 주지 않으면서 우육 등심근의 육색을 보다 밝게 해주는 효과가 있음은 분명하다.

요컨대, 등급판정 시 측정된 육색에서는 모든 항목에서 CO₂처리구가 높은 값을 나타낸 반면, 이화학적 특성에서는 pH 및 명도만이 유의적 차이를 나타내었다. 도축 시 CO₂가스마취법에 의한 기절은 현재 일반적으로 사용되고 있는 타격법에 의한 기절법으로 도축된 우육과 비교하여 연도 및 보수력에는 영향을 주지 않으면서도 육색 중 명도에 영향을 주어 등심근의 육색을 밝게 하는 것으로 나타났다. 따라서 소비자가 식육을 구매할 때 가장 먼저 고려하는 항목인 육색에 있어서 명도값을 높여 소비자가 선호하는 선홍색의 우육을 생산할 수 있을 것으로 사료되며, 더욱이 동물 복지 측면에서도 CO₂가스마취법에 의한 기절법은 타격법보다 바람직할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. AOAC, 1995. Official Methods of Analysis. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, VA, USA.
2. Becerril-Herrera, M., Alonso-Spillsbury, M., Lemus-Flores, C., Guerrero-Legarreta, I., Olmos-Hernández, A., Ramírez-Necoechea, R., & Mota-Rojas, D. 2009. CO₂ stunning may compromise swine welfare compared with electrical stunning. Meat Science, 81, 233-237.
3. Cross, H. R., Weat, R. L., Dutson, T. R. 1980. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosum muscle. Meat Sci. 5:261-266.
4. Channon, H. A., Payne, A. M., & Warner, R. D. 2002. Comparison of CO₂ stunning with manual electrical stunning (50 Hz) of pigs on carcass and meat quality. Meat Science, 60, 63-68.
5. Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G. H. 1956. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. The journal of biological chemistry 226:497-507.
6. Gregory, N. G. 1998. Animal welfare and meat science. NY, USA: Gabi Publishing.
7. Hänsch, F., Nowak, B., & Hartung, J. 2009. Evaluation of a gas stunning equipment used for turkeys under slaughterhouse conditions. Livestock Science, 124, 248-254.
8. Linares, M. B., Bórnez, R., & Vergara, H. 2007. Effect of different stunning systems on meat quality of light lamb. Meat Science, 76, 675-681.
9. SAS. 2002. SAS/STAT Software for PC. SAS Institute Inc., Cary, NC.
10. 김중완, 천용현, 장애라, 민중석, 이상욱, 이무하 2002, 한우의 등급간, 성별간 품질 특성 및 이화학적 성분 규명. 동물지원지 44(5) 599-606
11. 권응기 2010, 거세한우의 성장단계별 육질 및 육색 개선제의 급여가 증체, 사료섭취량 및 도체특성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회 학술발표회 Proceeding PC 10022, p124
12. 박범영, 김진형, 이선호, 조수현, 황인호, 김관태, 김동훈, 김용곤, 이종문. 2005. 전기 및 CO₂ 실선에 따른 돈육의 PSE 발생률 비교. 동물자원과학회지, 47, 271-276.
13. 장선식, 2009, 사일리지를 이용한 섬유질배합사료의 급여가 거세한우의 도체특성 및 경제성에 미치는 영향. 한국동물자원과학회 학술발표회 Proceeding PC29013 p115

14. 이종문, 2010, 한우 근내지방도에 따른 도체특성, 이화학특성, 관능특성. (사)한국동물자원과학회 proceeding PE 10003
15. 이종문, 최주희, 이현경, 나재천, 김윤희, 천동원, 서상철, 황규석 2010 한우 육질등급에 따른 도체등급 요인, 이화학적 및 관능특성. korean J. Food Sci Ani. Resour. Vol. 30. No. 3. p495-503
16. 이종문, 최주희, 오미화, 김용수, 천동원, 서상철, 황규석, 장애라, 2010 성별이 한우 등심의 육질등급요인, 이화학적 및 관능특성에 미치는 영향. korean J. Food Sci Ani. Resour. Vol. 30. No. 2. p321-327
17. 조영무 2009, 거세한우 배합사료 급여방법 및 출하월령이 발육, 사료섭취량 및 도체특성에 미치는 영향. (사)한국동물자원과학회지 51(1)



돼지

부

문

4. 이미지 프로그램을 활용한 삼겹살 평가기준 설정연구

5. 저지방 돈육부위와 닭 가슴살과의 품질비교 연구

이미지 프로그램을 활용한 삼겹살 평가기준 설정 연구

이정우, 고경철, 정연복, 성철완, 김진우, 유기동, 이인용, 권순일, 김윤우(인턴)
축산물품질평가원 강원지원

서 론

삼겹살은 우리나라 소비자들이 가장 선호하는 돼지고기 부위로서, 살코기 위주의 등심 및 햄 부위를 선호하는 유럽, 미국 등 다른 나라에서 볼 수 없는 우리나라만의 독특한 소비 트렌드이다. 이러한 이유로 돼지 한 마리에서 생산되는 삼겹살은 13kg 내외로써 전체 생산량의 15%~17%에 불과하지만, 가격비중은 전체대비 40~45%를 차지하고 있다.

기존의 삼겹살 관련 특허나 논문은 대다수가 조리 및 가공법에 치우쳐 있고, 특히 삼겹살부위의 평가체계 마련에 있어서는 해외에서 등급화의 시도가 있었지만, 두께와 표면적에 국한되어 있는 가공육을 위한 분류방법으로써 구이 문화가 발달된 국내 소비 형태에는 적합하지 않다.

이러한 상황에서 축산물품질평가원 강원지원은 농림수산물기술평가원의 iPET 과제 (과제명 : 삼겹살 개량을 위한 품질평가 및 선발 체계 개발, 총 연구기간 : 2011.09.23.~ 2014.09.22.(3년), 연구기관 : 고려대학교, 한경대학교, 축산물품질평가원) 의 ‘삼겹살 이미지 분석’ 파트를 수행하면서 얻어진 삼겹살의 여러 근육단면을 수치화하여 제시함으로써 관련 종사자 및 소비자들에 대한 이해를 돕는 한편, 별도의 전문가 선호도 조사를 실시하여 얻어진 결과와 삼겹살의 이미지 조사결과를 분석하여 삼겹살의 품질 관련 데이터베이스를 구축함으로써 삼겹살의 품질평가 관련 지표개발 및 평가기준에 대한 방향을 설정하는데 본 연구의 목적이 있다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 돼지의 품종은 iPET 과제 수행을 위해 사용된 Yorkshire 순종으로 ‘12년 2월부터 7월까지 14차에 걸쳐 도축출하 된 387 중에서 비거세 1두 및 일부 자료누락 개체 5두를 제외한 381두를 대상으로 하였으며, 도축일령은 평균 195.4일 이었고, 도축 방법은 탕박으로 하였다.

연구에 사용된 도체 및 삼겹살의 기초 데이터는 표1과 같다. 참고로 같은 기간 (2012.02.01. ~ 2012.07.31.)의 E등급을 제외한 전국 탕박 돼지도체는 6,115,362두로 평균 도체중은 88.4kg, 평균 등지방 두께는 22.0mm로써, 연구에 사용된 돼지도체는 도체중은 1.2kg, 등지방두께는 1.1mm 높았다.

[표 1] 도체 및 삼겹살의 기초 데이터

구분	두수	평균	표준편차	최소값	최대값
도체형질					
온도체중량(kg)	381	89.64	9.217	70	116
등지방 두께(mm)	381	23.15	4.671	11	37
삼겹살 형질					
삼겹살 두께(mm)	381	45.72	7.173	22	69
삼겹살 중량(kg)	381	7.42	1.148	5.1	12.5
삼겹살 길이(mm)	381	534.47	25.997	454	612
삼겹살 너비(mm)	381	599.04	14.976	265	375

도체중은 온도체 중량이며, 등지방두께 및 근간지방두께는 하룻밤 냉장된 상태에서 측정하였고, 절개부위는 흉추 4번과 5번 사이를 절개하였다. 등지방두께의 측정은 이분도체의 좌반도체를 측정하였는데, 현재위치(축산물품질평가원 돼지도체등급판정기준 등지방두께 측정위치, 11~12흉추와 마지막요추 평균), 제1흉추부위, 제1요추, 마지막 요추 등 4개 부위로 나누어 측정하였다. 삼겹살의 생산은 (주)선진의 경기 안성시 소재 도드람LPC 가공장에서 이루어 졌으며, 가공 및 정형은 skin을 제거하지 않는 미박으로 하였다.

생산된 삼겹살은 중량을 측정하고, 포장박스에 한판씩 분리하여 담아 2시간 급냉시설에 보관 후 (주)그린냉동의 냉장탑차를 이용하여, 축산물품질평가원(경기도 군포시 소재) 실험실로 이송하였다. 이송된 삼겹살은 1~5℃의 냉장고(GC-124HGFP)에서 보관하면서 육절기(KSC-330Q, Fujee, Korea)를 이용하여 1.5cm로 세절하였고, 세절된 삼겹살은 칼라 복사기(복합기, C3360, Cannon, Japan)와 컴퓨터를 이용하였으며 381두로부터 얻어진 이미지는 총 11,814개로써 두당 평균 31개의 이미지를 사용하였다.

[그림 1. 삼겹살의 세절 및 근육면적 측정]



삼겹살 근육면적 측정

얻어진 이미지는 분석프로그램(Image Pro Plus ver.7.0)을 이용하여 삼겹살의 대표 근육인 깊은흉근, 넓은등근, 몸통피부근, 배곧은근, 배바깥경사근, 배속경사근 6개 부위와 기타근육 그리고 전체면적을 측정하였으며, 전체면적에서 근육면적을 제외한 부위를 지방면적으로 하였다.

전문가 선호도 조사

전문가 선호도 조사는 축산물품질평가사(근무경력 평균 15.7년) 55명과 전국의 주요 식육가공 및 유통업체 종사자(근무경력 평균 11.1년) 41명 등 총 96명을 대상으로 실시하였다. 조사방법은 개체 당 5개의 이미지를 제시하였는데, 제시된 각 이미지의 근육과 지방 비율을 평가하여 근육이 아주 많다(1), 근육이 다소 많다(2), 적정하다(3), 지방이 다소 많다(4), 지방이 아주 많다(5)로 나누어 선택하게 하였다.

개체당 각 5개의 이미지는 그 도체를 대표할 수 있는 부분을 선택하였는데, Location-A(슬라이스 No.3), Location-B(슬라이스 No.9), Location-C(넓은등근 소멸 후 첫 번째 슬라이스로써 슬라이스 No.15 전후), Location-D(C와E의 중간 슬라이스로써 슬라이스 No.21 전후), Location-E(배속경사근 출현 3번째 슬라이스로써 슬라이스 No.26 전후)로 구분하여 실시하였다.

통계분석

IBM SPSS Statistics 19를 이용하여 기술통계량 및 상관분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

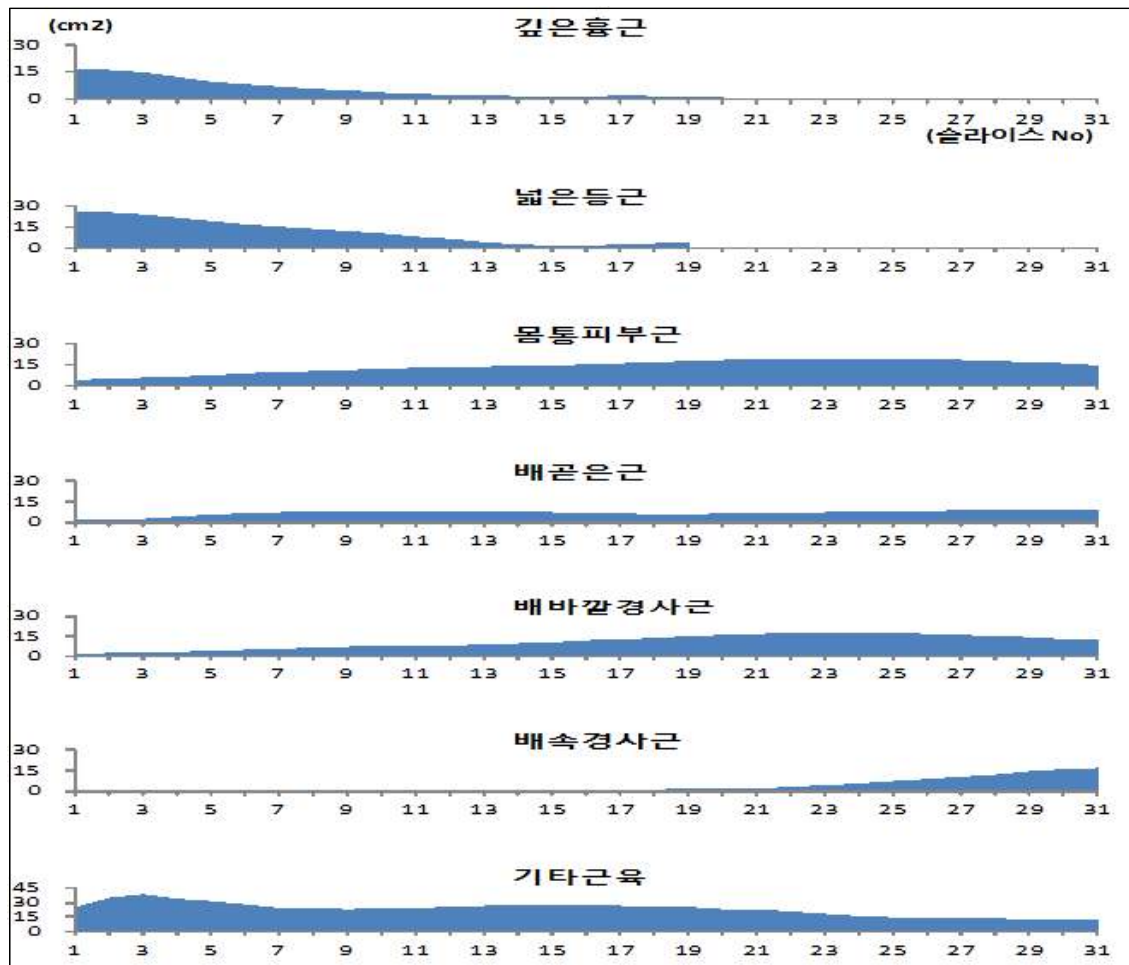
삼겹살 주요근육의 면적

이미지프로를 이용하여 381두의 11,814개 이미지에 대한 면적을 측정한 결과 삼겹살의 전체면적 대비 근육면적 비율의 평균은 45.76%였으며, 성별로는 암컷이 49.9%, 거세 45.2%로 조사되었는데, 거세의 근육면적 비율이 낮은 이유는 암컷(20.7mm)보다 거세(23.5mm)의 등지방두께가 두껍기 때문인 것으로 판단된다. 삼겹살을 구성하는 주요 근육의 평균 면적은 몸통피부근, 배바깥경사근, 넓은등근, 배곧은근, 깊은흉근, 배속경사근 순이었다. 몸통피부근, 배곧은근, 배바깥경사근은 삼겹살 전 구간에 걸쳐 나타나는 근육으로 조사되었다.

[표 2] 세부 근육의 이미지 분석 결과

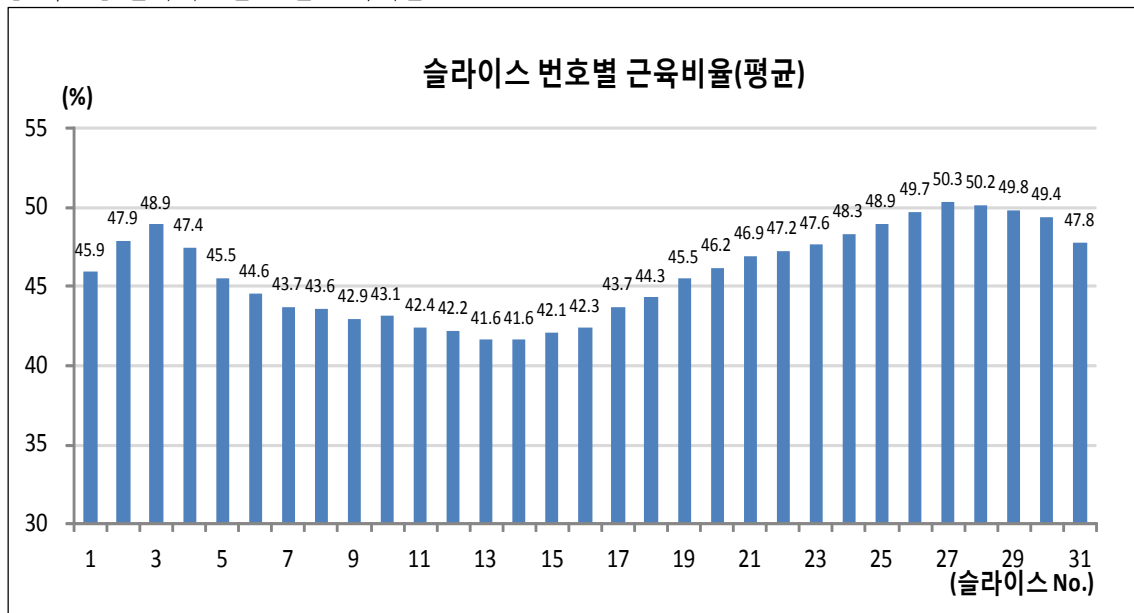
구 분	두수	평균	비율	표준편차	최소값	최대값
슬라이드수	381	31.05	—	2.603	26	42
전체면적	381	4584.22	100	757.386	3094.30	8202.00
깊은흉근	381	100.09	2.18	25.830	37.31	180.37
넓은등근	381	206.99	4.52	37.805	113.68	367.47
몸통피부근	381	433.98	9.47	82.298	233.36	735.80
배곧은근	381	203.03	4.43	40.805	108.92	339.99
배바깥경사근	381	332.19	7.25	56.673	168.60	560.79
배속경사근	381	93.47	2.04	28.363	25.21	197.62
기타면적	381	711.19	15.51	116.410	387.73	1121.88
전체근육면적	381	2080.93	45.39	325.164	1236.15	3337.04
전체지방면적	381	2503.28	54.61	570.961	1468.27	4864.96
근육비율	381	45.76	—	5.410	30.95	61.13

[그림 1] 삼겹살의 세부근육 분포도(평균)



삼겹살의 슬라이스번호별 근육비율 분포도에서 주목하고자 하는 부분은 슬라이스 No.13과 No.14에서 깊은흉근과 넓은등근이 소멸하면서 근육비율이 41.6%로 최저점을 보이는데, 이 지점이 넓은 덩어리 형태의 지방이 형성되는 소위 “떡지방”발생 부위로써 소매단계에서 소비자들의 대표적인 삼겹살 비선호 원인이 된다.

[그림 2] 슬라이스번호 별 근육비율 분포도



근육비율과의 상관도

측정된 근육비율과 도체중 및 4개 부위별 등지방 두께, 근간지방 두께와의 상관도는 고도의 유의적 차이($p < 0.01$)를 보였다. 도체중에서 암컷은 조사두수(48두)의 부족으로 유의성을 파악할 수 없으나, 전체적으로 보아 도체중의 증가에 따라 근육비율이 유의적으로 감소하였다.

4개 부위의 등지방 두께 및 근간지방과 근육비율은 암, 거세 모두 높은 음(-)의 상관관계를 보였는데, 특히 암컷의 유의성이 모든 부위에서 상대적으로 높게 나타났다. 이는 암컷과 거세돈의 생리적 변화 및 특성에 기인된 것으로 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

또한 암컷은 현재위치에서 가장 높은 상관도(-0.676)를 보인 것에 반해 거세는 마지막 요추 부위의 등지방 두께와 가장 높은 상관도(-0.482)를 보인 부분은 도체평가 시 측정되는 등지방 두께 측정 위치가 성별에 따라 달리 적용되거나, 적어도 평가 2단계에서 이러한 성별 특성이 적극 고려되어야 함을 시사하고 있다.

[표 3] 등지방 및 근간지방 두께와 근육비율의 상관분석

성별	도체중	등지방 두께				근간지방	두수
		현재위치	1번늑골	마지막늑골	마지막요추		
암	-0.216	-0.676**	-0.549**	-0.672**	-0.572**	-0.622**	48
거세	-0.145**	-0.426**	-0.392**	-0.404**	-0.482**	-0.563**	333
전체	-0.181**	-0.486**	-0.427**	-0.468**	-0.514**	-0.597**	381

** : $p < 0.01$

전문가 선호도 조사

전체 381두의 Location-A, B, C, D, E에 대한 전문가 96인의 선호도 조사 결과 응답된 선호도(No.)의 전체평균은 3.22로 조사되었으며, 응답결과는 선호도No.1-4,210(2.4%), 선호도No.2 - 24,640(13.5%), 선호도No.3 - 92,846(50.9%), 선호도No.4 - 47,566(26.1), 선호도No.5 - 13,173(7.2)이었다. 근육과 지방의 비율이 가장 적정하다(선호도No.3)의 도체중 평균은 88.4kg, 등지방 두께 평균은 22.6mm로 나타났는데, 근육비율이 높은 No.1, No.2의 출현율(15.8%)보다 지방의 비율이 높은 No.4, No.5의 출현율(33.3%)이 높은 이유는 연구에 사용된 도체의 도체중(89.6kg)과 등지방 두께(23.2mm)가 두꺼웠던 것으로 판단된다.

참고로 381두의 개체별 선호도는 Location-A, B, C, D, E에 대한 전문가 96명의 선호도를 평균하여 사용하였다.

[표 4] Location별 선호도 조사 결과

Location	선호도 (No.)	조사결과			Location	선호도 (No.)	조사결과		
		개수	비율	평균			개수	비율	평균
A	1	674	1.9	3.22	D	1	1,228	3.4	3.05
	2	4,429	12.2			2	6,304	17.3	
	3	19,487	53.5			3	19,703	54.1	
	4	9,515	26.1			4	7,864	21.6	
	5	2,293	6.3			5	1,472	4.0	
B	1	398	1.1	3.32	E	1	1,587	4.4	2.94
	2	3,217	8.8			2	7,834	21.5	
	3	19,814	54.4			3	19,031	52.3	
	4	10,015	27.5			4	7,172	19.7	
	5	2,886	7.9			5	940	2.6	
C	1	323	0.9	3.56	계	1	4,210	2.3	3.22
	2	2,856	7.8			2	24,640	13.5	
	3	14,811	40.7			3	92,846	50.9	
	4	13,000	35.7			4	47,566	26.1	
	5	5,582	15.3			5	13,173	7.2	

주) 선호도 1.(근육이 아주 많다), 2.(근육이 다소 많다), 3.(적정하다), 4.(지방이 다소 많다), 5.(지방이 아주 많다)

[표 5]와 같이 전문가 선호도 조사 결과와 각 항목별 상관관계를 분석한 결과, 선호도와 도체중의 상관계수는 0.476로 다른 항목에 비해 상대적으로 다소 낮은 상관관계를 보였으며, 선호도와 근육비율의 상관계수는 -0.787로 높은 음(-)의 상관관계를 보였다. 선호도와 등지방두께는 비교적 높은 상관관계를 보였으며, 이중에서 마지막 늑골의 상관도가 0.653로 가장 높은 상관관계를 보였다. 도체중은 1번늑골과 가장 높은 상관도를 보였다.(0.521) 선호도와 근간지방은 0.793으로 가장 높은 상관관계를 보였으며, 근간지방은 도체중을 제외한 다른 항목과 비교적 높은 상관관계를 보였다.

[표 5] 전문가 선호도와 도체의 항목별 상관관계 분석

	선호도	온도체중	근육비율	등지방두께				근간지방
				현재위치	1번늑골	마지막늑골	마지막요추	
선호도	1							
온도체중	.476**	1						
근육비율	-.787**	-.188**	1					
현재위치	.646**	.460**	-.493**	1				
1번늑골	.621**	.521**	-.433**	.649**	1			
마지막늑골	.653**	.497**	-.476**	.939**	.640**	1		
마지막요추	.630**	.344**	-.523**	.786**	.564**	.786**	1	
근간지방	.793**	.460**	-.602**	.624**	.571**	.644**	.603**	1

** : $p < 0.01$

이와 같은 결과를 바탕으로 삼겹살의 전문가 선호도와 도체 평가의 주요 항목별 대응값을 구하여 '표준삼겹살' 생산을 위한 평가기준을 아래의 표와 같이 설정하여 그 결과를 주목해 보았다. 개체별 선호도는 개체의 5개 대표부위인 Location-A, B, C, D, E선호도 평균값으로 하였다. 그 결과 근육과 지방의 비율이 가장 적정한 구간인 선호도 2.9~3.1 사이의 "표준 근육비율"은 47.7이었으며, 이 구간의 도체중은 86.8kg, 근육비율은 47.8%, 등지방두께(현재위치) 21.7mm, 근간지방 두께 10.1mm에서 '표준 삼겹살' 생산을 위한 도체평가 기준으로 설정되어야 할 것으로 사료된다. 이는 현재의 축산물 등급판정세부기준(농식품부 고시 제2011-171호) 『돼지 탕박도체 예비규격등급 기준』의 A등급범위 도체중 83kg이상-96kg미만, 등지방두께 17mm이상-27mm미만, 근간지방 5mm이상-13mm미만에 비하여 도체중은 다소 낮은 범위에서, 근간지방은 다소 높은 범위로 분석된다.

다만, 본 연구에서 사용된 재료의 성별출현 두수가 암 48두, 거세 333두 인 점과 삼겹살의 정형방법을 skin을 제거하지 않은 미박이었음은 고려되어야 할 것이다.

[표6] 선호도에 따른 주요 항목별 대응값

선호도	개수	온도체중 (kg)	근육비율 (%)	등지방두께 (mm)	근간지방 두께(mm)
2.5이하	27	82.7	53.6	16.9	7.5
2.6-2.8	49	84.7	50.1	20.3	8.8
2.9-3.1	100	86.8	47.7	21.7	10.1
3.2-3.4	98	89.6	45.0	23.6	12.2
3.5-3.7	45	96.1	42.9	25.7	13.6
3.8-4.0	38	95.5	40.5	27.2	14.8
4.1이상	24	98.5	36.6	28.9	18.8
계	381	89.6	45.8	23.1	11.7

요 약

농림수산물기술기획평가원의 iPET 과제(과제명 : 삼겹살 개량을 위한 품질평가 및 선별 체계 개발, 총 연구기간 : 2011.09.23~ 2014.09.22.(3년), 연구기관 : 고려대학교, 한경대학교, 축산물품질평가원)의 ‘삼겹살 이미지 분석’을 수행하면서 얻어진 결과와 도체성적과의 상관관계를 연구함으로써 우리 국민이 가장 선호하는 삼겹살에 대한 이해와 기초 데이터를 확보하는 한편, 삼겹살의 평가기준을 설정하는데 본 연구의 목적이 있었다.

381두의 도축은 탕박법으로 실시하여 온도체 상태에서 성별, 도체중을 측정하였고, 도축 후 익일 냉도체 상태에서 4개부위의 등지방 두께 및 근간지방 두께를 측정하였다. 삼겹살의 생산은 (주)선진의 도드람LPC 육가공장에서 미박(skin 미제거)으로 가공정형하였고, 이를 1.5cm로 세절하여 두당 평균 31.05개(최소26, 최대42), 총 11,814개의 슬라이스 조각을 이미지화하여 연구에 사용하였다. 이미지는 분석프로그램(Image Pro Plus ver.7.0)을 이용하여 삼겹살의 대표 근육 6개 부위와 기타근육 그리고 전체 면적을 측정하였으며, 전체면적에서 근육면적을 제외한 부위를 지방면적으로 하였다. 또한 개체별로 5개의 대표 이미지에 대하여 축산물품질평가사와 삼겹살 가공 및 유통 업계 종사자 96명의 전문가 선호도를 조사하였다.

결과에 따르면 삼겹살의 전체면적 대비 근육면적 비율평균은 45.76이었으며, 성별로는 암컷이 49.9%, 거세 45.2%로 조사되었는데, 거세의 근육비율이 낮은 이유는 암컷(20.7mm)보다 거세(23.5mm)의 등지방두께가 두껍기 때문인 것으로 판단된다. 6개 주요 근육의 평균면적 비율은 전체면적 대비 몸통피부근 9.47%, 배바깥경사근 7.25%, 넓은등근 4.52%, 배곧은근 4.43%, 깊은흉근2.18%, 배속경사근 2.04% 순으로 조사되었고, 기타근육은 15.51%였다. 몸통피부근, 배곧은근, 배바깥경사근은 삼겹살 전 구간에

걸쳐 나타나는 근육으로 조사 되었다. 삼겹살의 대표적인 비선호 요인이 되고 있는 “떡지방”의 발생은 슬라이스 No.13과 No.14에서 깊은흉근과 넓은등근이 소멸한 위치에 발생하는 것으로 확인 되었다. 4개 부위의 등지방 두께 및 근간지방과 근육비율은 높은 음(-)의 상관관계를 보였는데($p<0.01$), 특히 암컷의 상관도가 거세에 비해 상대적으로 높게 나타나는 이유에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 암컷은 현재위치에서 가장 높은 상관도를 보인 반면, 거세는 마지막요추 부위의 등지방 두께와 가장 높은 상관도를 보인 결과는 도체평가 시 측정되는 등지방 두께 측정 위치가 성별에 따라 달리 적용되거나, 적어도 평가 2단계에서 이러한 성별 특성이 적극 고려되어야 할 것으로 사료된다.

전문가 선호도 조사결과 근육과 지방의 비율이 가장 적정하다고 조사된 선호도 No.2.9~3.1 사이의 “표준 근육비율”은 47.7%로 조사되었는데, 이러한 “표준 근육비율”을 가진 삼겹살 생산을 위한 도체평가의 규격기준은 도체중 86.8kg, 등지방두께 (현재위치) 21.7mm, 근간지방 두께 10.1mm에서 설정되는 것이 바람직 할 것이다.

저지방 돈육 부위와 닭 가슴살과의 품질비교 연구

In the Low-Fat Pork Cuts, The Study on the Part of Wellbeing Like Chicken Breast

이용기·김동준·최재민·박동원
축산물품질평가원 부산경남지원

초 록

본 연구의 목적은 돼지고기 저지방부위 중 닭가슴살과의 품질비교를 통해 닭가슴살과 같은 웰빙부위를 연구하는 것이다. 총 5두의 돼지에서 앞다리 부위의 triceps brachii (상완세갈래근), supraspinatus(가시위근), 뒷다리 부위에서는 semimembranosus(반막모양근), bicepfemoris(대퇴두갈래근), 등심의 logissimus dorsi(등심)와 닭 가슴살(breast)을 실험하였다. 조지방 함량의 경우 닭가슴살, semimembranosus, logissimus 근육이 유의적인($p<0.05$) 차이를 보이지 않으며 낮은 지방 함량을 나타내었고 단백질 함량의 경우 닭가슴살, logissimus, semimembranosus 순으로 높은 단백질함량을 나타냈고 유의적인 차이($p<0.05$)를 보였다. 필수아미노산인 Histidine 함량의 경우 logissimus, semimembranosus, triceps brachii 모두 닭가슴살 보다 높은 조성을 보이며 유의적인 차이($p<0.05$)를 보였다. 위의 실험결과 닭 가슴살과 같이 영양적으로 우수한 웰빙부위는 logissimus와 semimembranosus으로 사료된다.

Key words : 돼지고기 저지방 부위, 닭가슴살, 품질비교, 웰빙부위

ABSTRACT

The purpose of this study is the comparison of the quality of the chicken breasts and pork, low-fat cuts of the wellbeing area, such as chicken breast. Five pigs in the forelimb area of the triceps brachii, supraspinatus, in the hind leg area bicepfemoris, semimembranosus and logissimus dorsi and chicken breast, were examined. Crude fat content of the chicken breast, semimembranosus logissimus muscle does not differ significantly ($p < 0.05$) showed a lower fat content, protein content of chicken breast, logissimus semimembranosus high protein content, showed no significant difference ($p < 0.05$), respectively. If the content of the essential amino acids Histidine logissimus, semimembranosus, and triceps brachii showed higher than chicken breast composition showed no significant difference ($p < 0.05$). The above experimental results, the chicken breast and is considered as nutritionally superior wellness area logissimus and semimembranosus.

Key words : low-fat pork cuts, chicken breast, quality comparisons, part of wellbeing

서론

2010년 우리나라 1인당 고기 소비량은 돼지고기의 경우 19.24kg으로 전체 고기 소비량 중 49.6%를 차지하는 제일 중요한 육류 자원이다(한국육류수출입협회, 2010년).

또한 돼지고기는 값이 저렴하고 맛이 좋으며 단백질함량과 지방함량이 높아서 필수아미노산 및 에너지 공급원으로 활용되며 소비자들이 가장 즐겨 찾는 축산식품이다. 또한 비타민 B1인 티아민(thiamine)함량이 높고, 중금속 해독작용도 갖는 것으로 널리 알려져 있다(Park ., 2004).

하지만 우리나라는 구이문화 발달로 인해 지방함량이 많은 삼겹살과 목심에 편중된 특이한 소비 형태를 지니고 있다. 돼지도체 부위별 생산 수율은 삼겹살 18.3%, 목심 9.3%인데 반해 저지방 부위인 뒷다리 30.9%, 앞다리 19.7%, 등심 12.9%를 차지하여 저지방 부위의 생산량이 1.74배나 많이 생산되며(Park et all ., 2004), 이러한 부위별 생산·소비 불균형 현상으로 인해 삼겹살이 107,224톤, 목심이 25,426톤을 수입하며 이는 돼지고기 전체 수입량 중 73.9%를 차지한다(한국육류수출입협회, 2010년). 이로 인해 양돈 산업의 피해가 발생하며 양돈농가와 관련 업체들은 삼겹살, 목살을 제외한 앞다리, 뒷다리, 등심과 같은 저지방 부위의 합리적인 이용 및 소비 촉진 방안을 지속적으로 요청하고 있는 실정이다(Seong et all ., 2009).

또한 돼지고기 부위별 지방함량의 경우 저지방 부위인 등심은 4.07~6.38%로 낮은 지방함량을 나타내지만 주로 소비하는 삼겹살과 목심은 각각 30.38%~39.12%, 20.00~24.54%로 높은 지방 함량을 나타낸다(Kang et all ., 2011). 특히, 삼겹살의 부위에는 포화지방산 함량이 41%이상이며 콜레스테롤 함량은 가식부위는 100g 당 95~100mg이 함유되어 있으므로 잦은 섭취 및 과다섭취는 혈액 내 중성지방과 유해 콜레스테롤 함량을 높일 수 있다(Park ., 2004).

요즘 웰빙과 다이어트에 관심이 많아지며 지방함량이 높은 식품에 대해 소비자들이 꺼려하는 경향이 있다. 특히 닭고기의 경우 다른 부위에 비해 쫄쫄하고 식감이 나쁜 닭가슴살은 예전에 비 선호 부위로 분류되어 소비성향이 떨어졌지만 최근 저지방, 고단백질식품으로 인기를 끌며 많은 소비자들에게 웰빙식품, 다이어트식품의 대명사로 자리 잡으며 고부가가치를 내고 있다.

저지방 부위의 합리적인 이용 및 소비 촉진을 위해 돼지고기 저지방 부위내 근육들의 비교실험은 많이 수행되고 있으나 돼지고기 저지방 부위 내의 품질비교만으로는 소비자들이 웰빙식품의 척도로 이해하기 어렵다. 그래서 돼지고기 저지방 부위 중 닭가슴살과 같이 저지방이며 단백질 함량이 높은 웰빙부위를 찾고 단순히 돼지고기 내에서 저지방 부위에 대한 비교실험이 아닌 웰빙식품의 대명사인 닭가슴살과 성분 비교를 통해 돼지고기 저지방 부위의 실제적인 상품성을 나타내고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

김해 P식육가공장 계열농장에서 사육된 진주지역 K농가의 돼지 5두를 이용하였다. 돼지의 도축은 김해축산물공판장에 24시간 계류 후 상업적 방법으로 도축하였으며, 도축 후 24시간 냉장 보관하였다. 돼지도체는 지방침착도 NO.1, 육색은 NO.3~5로 고정하였다.(축산물품질평가원 축산물등급판정기준) 돼지 부위별 분할정형기준(농림부 고시 제2005-50호; 2005. 7. 1)에 따라 좌도체 등심, 앞다리, 뒷다리 부위를 분리 하였고 Seong 등 (2009)에 따라 각 부위 중 근육의 중량이 높은 근육 부위를 실험 재료로 이용하였다. 앞다리 부위에서는 *Triceps brachii*(상완세갈래근), *Supraspinatus*(가시위근), 뒷다리 부위에서는 *Semimembranosus*(반막모양근), *Biceps femoris*(대퇴두갈래근), 등심의 *Longissimus dorsi*(등심) 분석하였고 닭고기의 경우 진주 K 도계장에서 작업하여 일반마트에서 판매되는 닭가슴살(breast) 3개체 근육을 분석하여 공시하였다.

2. 조사항목

(1) 수분함량, 조지방

수분함량은 AOAC(1995)방법에 따라 $102\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 drying oven에서 24시간 건조 후 중량을 측정하여 건조 전 시료의 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다. 조지방(crude Fat)은 Folch 등(1957)의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉, 시료 2g을 50ml test tube에 넣어 Folch 1(chloroform : methanol = 2:1) 용액을 20ml 넣고 14,000rpm으로 30초간 균질한 다음 15ml로 test tube cap을 한 다음 4°C 냉장고에서 2시간동안 방치하면서 20분 간격으로 흔들었다. Test tube에 균질된 시료를 100ml mess cylinder에 Whatman No. 1 여과지를 이용해서 여과하여 mess cylinder 눈금을 읽고 여액의 25%에 해당하는 0.88% NaCl을 첨가하여 mess cylinder cap을 한 다음 격렬히 흔들어 준 이후 1시간 동안 방치하였다. 이때 Folch II(chloroform : methanol : H_2O = 3 : 47 : 48)용액 10ml으로 mess cylinder 벽면을 세척한 후 눈금을 읽었다(a). 상층을 aspirator를 이용해서 제거하고 하층 10ml의 무게를 측정한 수기(b)에 넣고 건조시킨 후 무게(c)를 측정하였다. 조지방의 계산은 다음 식에 의하여 구하였다. $\text{Crude fat}(\%) = \{[(c-b) \times a / 10] / \text{시료}(g)\} \times 100$.

(2) 조단백

조단백은 Kjeltac system(2200 Kjltac Auto Distillation Unit, Foss Tecator Co., Sweden)에 의한 micro-Kjeldahl법을 이용하였다. 조수분이 완료된 sample을 잘게 갈아 준비하여 cap이 있는 Vial병에 일정량을 넣어 의뢰하여 분석하였다.

(3) 조회분

조회분 함량은 건식 회화법을 이용하였다. 조수분이 완료된 sample을 잘게 갈아 준비하였다. 미리 건조시켜놓은 Crucible의 고유번호와 무게를 측정한 뒤 샘플을 첨가시킨 후 다시 무게를 측정하였다. 준비된 회화로에 샘플을 넣고 200℃에서 2시간 예열 한 뒤, 2시간 마다 200℃씩 단계적으로 온도를 올려 최종 600℃까지 올린 후 2시간 동안 가열하였다. 2시간 후 200℃에서 30분 동안 방치시킨 후 회화로를 끄고 실온으로 식혔다.

$$\text{조회분(\%)} = \frac{(\text{시료 회화 후 무게} - \text{도가니 무게})}{(\text{시료 회화 전 무게} - \text{도가니 무게})} \times 100$$

(4) pH

pH는 시료 3g에 증류수 27ml(시료의 9배)를 50ml 튜브에 함께 넣어 homogenizer (T25basic, IKA Co., Malaysia)로 13,500rpm에서 10초간 균질화하여 pH meter (MP230, Mettler-Toledo, Switzerland)로 측정하였다.

(5) 전단가

전단가는 내부 온도가 70℃가 되도록 가열한 다음 실온에서 15분간 방치한 후 지름 1.5cm의 core를 이용하여 근섬유 방향과 같은 방향으로 시료를 채취한 후, Instron Universal Testing Machine(Model 4443)에 Warner-Bratzler shear device를 장착하여 시료의 근섬유 방향과 직각으로 절단하여 측정하였다. Instron의 조건은 transducer 50kg, crosshead speed 100mm/min, load range 20kg으로 실시하였다. 최대 peak를 전단력(kg/cm²)으로 나타내었다.

(6) 아미노산

아미노산 분석은 시료 5g과 6N HCl 40mL를 둥근 플라스크에 넣고 혼합한 다음 110℃에서 24시간 동안 질소가스를 주입하여 가수분해 하였다. 염산을 50℃에서 증발 농축시킨 다음 농축시료는 0.2N sodium citrate buffer(pH 2.2) 50mL를 넣어 희석시키고 여과지(0.45μm)로 여과하였다. 여과한 시료(30μl)는 아미노산 분석기(Model 835, Hitachi, Japan)를 이용하여 분석하였다.

(7) 관능평가(가열육)

관능검사는 잘 훈련된 관능검사요원 9명을 선발하여 각 시험구별로 9점 척도법으로 관능검사를 실시하였다. 가열육 관능적 특성평가는 신선육을 항온수조에서 온도를 70℃로 30분간 익힌 후 육색, 향, 저작감, 다즙성, 전체적인 기호성의 항목으로 관능검사를

실시하였다.

3. 통계분석

실험에서 얻은 값들은 SAS(2009)를 통해 GLM에 의해 분석하였고 유의적인 차이($p<0.05$)는 Duncan의 multiflur range test를 이용하여 결과차를 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량과 pH

Table 1. Composition of pH, moisture content, crude fat, crude protein and crude ash(%) among the pork cuts and chicken breast

Ingredients	Shoulder		Ham		Loin	chicken breast
	Triceps brachii	Supraspinatus	Semimembranosus	Biceps femoris	Longissimus	
pH	5.81±0.05 ^C	5.86±0.02 ^B	5.60±0.03 ^D	5.61±0.03 ^D	5.52±0.03 ^E	6.08±0.00 ^A
Moisture content	76.27±0.55 ^{AB}	76.48±0.39 ^A	76.23±0.33 ^{AB}	76.03±0.50 ^B	75.03±0.25 ^C	74.99±0.23 ^C
Crude fat	1.54±0.32 ^C	2.86±0.32 ^A	1.28±0.31 ^D	1.96±0.30 ^B	1.35±0.17 ^{CD}	1.16±0.07 ^D
Crude protein	19.63±0.36 ^D	17.21±0.25 ^F	20.25±0.18 ^C	19.04±0.33 ^E	21.43±0.26 ^B	22.48±0.11 ^A
Crude ash	1.14±0.08 ^A	0.94±0.08 ^C	1.08±0.05 ^B	1.08±0.05 ^B	1.14±0.07 ^A	1.10±0.02 ^{AB}

^{A-E} Means±SD with difference superscript in the same row are significantly different($P<0.05$).

pH는 육의 물리 화학적 성질 중에서 가장 기본적이며 중요한 식육의 상태를 나타내는 값으로서, pH의 고·저에 따라 육의 보수성 및 연도에 영향을 미친다(Kauffman et al., 1961). pH의 경우 닭가슴살이 가장 높게 나왔고 다음으로 앞다리, 뒷다리, 등심 순으로 낮은 경향을 나타냈다. 이는 돼지 저지방부위별의 pH는 Seong et (2009)의 실험결과와 동일한 경향을 보인다.

지방함량의 경우 돼지고기의 저지방 부위와 닭 가슴살은 3%내외의 지방함량을 나타냈고 각 부위별 지방함량은 유의적인 차이($p<0.05$)를 나타냈으나 닭가슴살(1.16±0.07%), 뒷다리의 *Semimembranosus*(1.28±0.31%), 등심의 *Longissimus*(1.35±0.17%)의 경우 유의적인 차이($p<0.05$)가 없는 낮은 지방함량을 나타냈다.

단백질함량의 경우 유의적인 차이를 모두 나타냈으며, 닭가슴살이 가장 높은 함량(22.48±0.11%)를 나타냈고, 등심의 *Longissimus*(21.43±0.26%), 뒷다리의 *Semimembranosus*(20.25±0.18%), 앞다리의 *Triceps brachii*(19.63±0.36%) 순의 값을 나타냈다.

회분의 함량의 경우 유의적으로 차이($p<0.05$)를 보였고 *Longissimus*와 *Triceps brachii*이 가장 높게 나왔다.

전단력

Table 2. Comparison of shear force(kg/cm²) among the pork cuts and chicken breast

Ingredients	Shoulder		Ham		Loin	chicken breast
	Triceps brachii	Supraspinatus	Semimembranosus	Biceps femoris	Longissimus	
Shear force (kg/cm ²)	3.60±0.27 ^B	3.45±0.36 ^{BC}	3.62±0.24 ^B	4.02±0.37 ^A	3.17±0.37 ^D	3.22±0.48 ^{CD}

^{A-D}Means±SD with difference superscript in the same row are significantly different(P<0.05).

전단가란 식육의 물리적 연도를 나타내는 값을 비교한 결과는 Table 2와 같다. *Longissimus*의 경우 전단력이 가장 낮게 나왔으며 그 다음으로 chicken breast, 앞다리살, 뒷다리살 순으로 나왔다. 이 결과는 Seong et (2009)의 앞다리, 등심, 뒷다리 순으로 낮은 전단력 값이 나온 것과는 다소 상반된 경향을 나타내었다. 하지만 Devol et(1988)에 따르면 돼지의 *Longissimus* 근육은 다른 근육보다 상대적으로 연한 근육으로 여겨왔다는 결과와 일치 하였다.

아미노산 함량

Table 3. Composition of Amino acid among the pork cuts and chicken breast

Ingredients	Shoulder		Ham		Loin	chicken breast
	Triceps brachii	Supraspinatus	Semimembranosus	Biceps femoris	Longissimus	
Aspartic acid	8.88±0.09	8.95±0.03	8.93±0.01	8.87±0.11	8.84±0.09	9.09±0.06
Threonine	5.03±0.03	5.03±0.03	5.02±0.11	4.86±0.02	4.94±0.14	4.91±0.03
Serine	4.05±0.04 ^{AB}	4.12±0.01 ^A	4.11±0.02 ^{AB}	3.94±0.05 ^C	4.01±0.07 ^B	4.13±0.04 ^A
Glutamic acid	4.34±0.04	4.39±0.03	4.44±0.01	4.55±0.13	4.39±0.03	4.48±0.03
Proline	5.43±0.26	4.95±0.15	5.34±0.70	5.9±0.36	5.41±0.59	5.33±0.79
Glycine	4.34±0.04	4.39±0.03	4.44±0.01	4.55±0.13	4.39±0.03	4.48±0.03
Alanine	5.88±0.03 ^B	5.95±0.01 ^B	5.88±0.06 ^B	5.82±0.02 ^B	5.85±0.10 ^B	6.09±0.04 ^A
Cystine	2.12±0.05	2.17±0.06	1.97±0.03	1.84±0.26	2.32±0.02	2.17±0.08
Valine	5.10±0.11	5.13±0.02	5.12±0.03	5.25±0.2	5.30±0.31	5.36±0.19
Methionine	2.87±0.29	2.92±0.01	2.72±0.23	2.96±0.03	2.77±0.18	2.91±0.27
Isoleucine	5.11±0.00	4.97±0.02	5.18±0.13	4.98±0.02	5.14±0.16	5.27±0.10
Leucine	8.40±0.13	8.54±0.01	8.42±0.08	8.29±0.06	8.34±0.13	8.43±0.08
Tyrosine	3.89±0.02 ^A	3.90±0.03 ^A	3.76±0.06 ^B	3.73±0.03 ^B	3.75±0.04 ^B	3.72±0.06 ^B
Phenylalanine	4.52±0.02	4.51±0.06	4.53±0.11	4.40±0.03	4.48±0.11	4.40±0.17
Histidine	4.85±0.08 ^A	3.79±0.11 ^B	4.98±0.34 ^A	4.87±0.26 ^A	5.17±0.20 ^A	3.78±0.03 ^B
Lysine	7.83±0.12 ^B	8.21±0.01 ^A	7.86±0.01 ^B	8.17±0.08 ^A	7.79±0.06 ^B	8.01±0.19 ^{AB}
Ammonia	1.59±0.01	1.60±0.02	1.57±0.08	1.52±0.01	1.52±0.03	1.57±0.04
Arginine	6.75±0.03	6.77±0.01	6.78±0.06	6.68±0.02	6.79±0.12	6.94±0.19

^{A-C}Means±SD with difference superscript in the same row are significantly different(P<0.05).

돼지고기 저지방 부위와 닭가슴살의 아미노산 조성을 분석 비교한 결과는 Table 3과 같다. 필수아미노산 중 Methionine, Phenylalanine, Lysine,과 근육형성 및 근육형성의 전구체 역할을 하는 Valine, Isoleucine, Leucine의 함량은 유의적인 차이($p<0.05$)가 없었다.

Alanine의 경우 닭가슴살이 돼지고기 저지방부위와 유의적인 차이($p<0.05$)를 나타내며 높은 함량을 보였으며, 필수아미노산 Histidine의 경우 *Longissimus*가 가장 높은 함량을 나타냈고, 닭가슴살은 가장 낮은 함량을 보였다. Histidine은 몸 균형 아미노산으로 알려져 있다(Cho et al., 2011). 비필수아미노산인 Serine의 경우 닭가슴살과, 앞다리의 *Supraspinatus*, 뒷다리의 *Semimembranosus* 순으로 높게 나왔고, *Longissimus*와 뒷다리의 *Biceps femoris*는 유의적($p<0.05$)으로 낮은 함량을 나타냈다.

이와 같이 돼지고기 저지방 부위의 경우 필수아미노산 조성이 닭가슴살과 같이 우수한 조성을 나타내며 특히 *Longissimus*에서 유아 성장 발육에 매우 중요한 역할을 하는 Histidine 함량은 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 높은 수치를 나타냈다.

관능평가

Table 4. Comparison of sensory property(cooked meat) among the pork cuts and chicken breast

Ingredients	Shoulder		Ham		Loin	chicken
	Triceps brachii	Supraspinatus	Semimembranosus	Biceps femoris	Longissimus	breast
Color	6.11±0.95 ^A	5.91±1.02 ^A	3.84±1.07 ^C	4.33±1.02 ^B	3.44±0.99 ^C	2.00±0.73 ^D
Aroma	2.95±1.07 ^{AB}	3.20±1.14 ^A	2.83±0.88 ^{AB}	3.34±1.03 ^A	3.06±1.29 ^{AB}	2.56±1.01 ^B
Off flavor	1.40±0.50 ^B	1.44±0.64 ^B	1.60±0.78 ^{AB}	1.90±0.80 ^A	1.42±0.63 ^B	1.64±0.86 ^{AB}
Juiciness	5.13±1.03 ^B	5.71±0.96 ^A	3.15±1.11 ^D	2.91±1.04 ^D	4.54±1.07 ^C	5.65±0.67 ^B
Tenderness	4.80±0.99 ^B	5.13±0.86 ^{AB}	3.56±1.01 ^C	3.29±1.10 ^C	5.48±0.63 ^A	5.36±1.14 ^A
Overall acceptable	5.03±0.88 ^A	5.19±0.83 ^A	3.91±1.00 ^B	3.63±0.97 ^B	5.45±0.67 ^A	5.50±0.66 ^A

^{A-D} Means±SD with difference superscript in the same column are significantly different($P<0.05$).

돼지고기 저지방 부위와 닭가슴살의 관능평가를 비교한 결과는 Table 4와 같다. 향과 불쾌취의 경우 축종간의 차이가 있음에도 불구하고 유의적 차이($p<0.05$)를 보이지 않았다. 하지만 다즙성의 경우 앞다리의 *Supraspinatus*와 닭가슴살, *Triceps brachii*, *Longissimus* 순으로 나타냈고 뒷다리의 *Semimembranosus*, *Biceps femoris* 부위가 가장 나쁘게 나왔다. 저작감의 경우 *Longissimus*, 닭가슴살, 앞다리의 *Supraspinatus*, *Triceps brachii* 순으로 좋게 나왔고, 뒷다리의 *Semimembranosus*, *Biceps femoris* 부위가 저작감이 가장 나쁘게 나왔다. 이러한 결과 종합적인 기호도에서 닭가슴살, 등심, 앞다리살의 경우 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이지 않았지만 닭가슴살과, 등심이 종합적인 기호도가 가장 좋게 나왔다.

요 약

본 연구에서는 돼지 저지방부위 앞다리 부위 *Triceps brachii*(상완세갈래근), *Supraspinatus*(가시위근), 뒷다리 부위 *Semimembranosus*(반막모양근), *Biceps femoris*(대퇴두갈래근), 등심의 *Longissimus dorsi*(등심)와 닭가슴살(chicken breast)의 pH, 조수분, 조지방, 조단백, 전단력, 아미노산 조성, 관능평가 항목을 비교하였다. pH의 경우 닭가슴살, 앞다리, 뒷다리, 등심 부위순으로 나타났으며 조지방은 닭가슴살, *Semimembranosus*, *Longissimus* 순으로 낮은 지방함량을 나타냈으며, 이 세 근육간의 유의적인 차이($p<0.05$)는 없었다. 조단백의 경우 닭가슴살, *Longissimus*, *Semimembranosus* 순으로 높은 단백질함량을 나타냈고 유의적인 차이($p<0.05$)를 보였다. 전단력의 경우 *Longissimus*, 닭가슴살, *Supraspinatus* 순으로 낮은 값을 보이며, 유의적인 차이($p<0.05$)를 나타냈다. 아미노산 조성은 닭가슴살과 돼지고기 저지방부위와 유의적인 차이($p<0.05$)는 크게 없었으나 비필수아미노산 중 Serine의 경우 닭가슴살이 *Longissimus*에 비해 높은 함량을 가지고 있었고 유아의 성장 발육에 필수아미노산인 Histidine의 경우 *Longissimus*, *Semimembranosus*, *Triceps brachii* 모두 닭가슴살 보다 높은 조성을 가지고 있었다. 관능평가에서 다즙성과 저작감 부분에서 뒷다리의 *Semimembranosus*와 *Biceps femoris* 부위가 가장 낮은 점수를 받으며 전체적인 기호성을 낮게 평가 받았다.

Table 5. Compare the overall characteristics of chicken breast, low-fat pork(%)

Ingredients	Shoulder		Ham		Loin
	Triceps brachii	Supraspinatus	<i>Semimembranosus</i>	Biceps femoris	<i>Longissimus</i>
Crude fat	132.8	246.6	110.3	169.0	116.4
Crude protein	87.3	76.6	90.1	84.7	95.3
Histidine	128.3	100.3	131.7	128.8	136.8
sensory property	91.5	94.4	71.1	66.0	99.1
difficulty level of dismemberment (정형 난이도)	hard	hard	easy	normal	easy

위의 실험을 종합하여 닭가슴살을 100으로 보았을 때 돼지고기 저지방 부위의 종합적인 특성을 수치화하여 비교한 결과는 Table 5와 같다.

돼지고기 저지방부위중 등심의 *Longissimus*와 *Semimembranosus*가 다른 저지방 부위에 비해 단백질함량이 높고 지방함량이 낮고 아미노산 조성도 우수하므로 닭가슴살과 같이 영양적 조성이 비슷한 웰빙 부위로 사료된다. 하지만 *Semimembranosus*의 경우 물리적 전단력 즉 연도가 나쁘고 관능평가에서 다즙성과 저작감이 나쁘게 평가 받으며 기호성이 떨어지므로 *Semimembranosus*의 기호성의 향상을 위한 가공 처리가 요구된다.

정형학적으로 *Semimembranosus*의 경우 소분할 부위 불기살에 해당하는 부위로 다른 저지방부위에 비해 뒷다리에서 정형하기 용이하고 등심의 역시 *Logissimus* 단일근으로 이루어져 있어 닭가슴살과 같이 정형하기 용이하므로 다른 근육보다 좋은 장점으로 사료된다.

돼지고기 저지방 부위 중 닭가슴살과 같은 웰빙 부위는 *Logissimus*와 *Semimembranosus*이며 돼지고기 웰빙 부위의 기호도 향상을 위한 가공 처리방법과 소비자가 돼지고기 저지방 부위의 실제적인 소비 촉진을 위해 돼지고기 웰빙부위의 상업화 방안에 대해서 많은 연구와 상품개발이 필요할 것으로 요구된다.

참고문헌


1. Cho, S. H., Kang, G. H., Seong, P. N., Park, B. Y., Kang, S. M., Kim, Y. C., Kim, J. H., Kim, D. H.(2012) Meat Quality and Nutritional Properties of Hanwoo and Imported New Zealand Beef. Kor. J. Food Sci. 31. NO.6, pp. 935~943
2. Johnson, S. T. and Burson, D. E.(2000) Porcine myology. University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources. Animal Science Department. Lincoln. NE 68583-0908.
3. Joo, S. T. 1995 Pork Quality : indentification, Mechanisms and explanation of facotors associated with color and water holding capacity of porcine muscle. Ph.D. thesis, Korea University. p. 36-41v
4. Park, B. S.(2004) Effect of the Feeding Belly Fat on Plasma Lipids Levels in Rats. Kor. J. Food Sci. Vol. 24. No. 2, pp. 189-197
5. Stucchi, A. F., Terpstra, H. M., and Nicolos, R. J.(1995) LDL receptor activity is down-contined diet high in palmitic acid or high ih lauric and myristic acid in cynomolgus monkeys. J. Nutr. 125, 2055-2063.
6. Seong, P. N., Cho, S. H., Kim, J. H., Hah, K. H., Park, B. Y., Lee, J. M., Kim, D. H.(2009) Meat Quality of Pork Muscles from Low-fat Cut. Kor. J. Food Sci. 29, No 3.
7. Seong, P. N., Cho, S. H., Kim, J. H., Kim, Y. T., Park, B. Y., Lee, J. M., Kim, D. H.(2009) Changes in the Physicochemical Properties of the Muscles from Low-Fat Pork Cuts during Chilled Storage Kor. J. Food Sci. 29, No 2, pp. 213-219.
8. Son, S. M.(2008) Report for the nutritional value of Hanwoo. Hanwoo Board, Korea.
9. 박범영, 김진형, 조수현, 유영모, 황인호, 김동훈, 채현석, 안종남, 김용곤, 정명욱, 이종문(2004) 소 돼지 도체수율, 농촌진흥청 축산연구소. pp. 86-133.
10. 송재철, 박현정(1995) 식품물성학. 울산대학교 출판사. pp. 506-507.
11. 한국육유수출입협회 2010 통계자료
12. 농림수산식품부 고시 제2011-46호, 축산물등급판정세부기준.



가금

부문

닭 · 계란 · 오리

6. 닭도체 원료상태(정상, 멍파계, 혼합)별 저장기간에 따른 품질변화 연구
 7. 계란 집하장 품질공정도입을 위한 자동 검란기기 검출 정확도 조사
 8. 오리도체 처리유형별 저장기간에 따른 품질변화 연구
- 

닭도체 원료상태(정상, 명파계, 혼합)별 저장기간에 따른 품질변화 연구

임찬혁¹⁾, 전희식¹⁾, 김수화¹⁾, 이재정²⁾, 강근호³⁾, 조철훈⁴⁾

¹⁾축산물품질평가원 경기지원, ²⁾축산물품질평가원 연구개발팀 ³⁾축산과학원, ⁴⁾충남대학교

초 록

닭고기 등급판정 시행업체에서는 부분육에서도 1+등급이 생산될 수 있도록 축산물 등급기준 개정을 요구하고 있다. 이에 본 연구에서는 정상 닭고기(일반육), 비정상 닭고기(명·파계육), 혼합육(정상계와 비정상계) 등 3가지 형태의 원료육에 대해 각각의 신선도와 pH 측정 및 미생물 검사를 통해 원료 상태별 품질변화를 규명하고 닭고기 등급판정기준의 개정을 위한 기초자료 또는 닭부분육의 1+등급 부여 요청 민원에 대한 검증자료로 활용코자 한다.

명·파계가 혼합된 통닭을 부분육으로 가공하는 경우에는 미생물의 교차오염 우려가 있으며 신선도가 지속적으로 낮아져 품질이 나빠짐으로 1+등급의 부여는 불합리한 것으로 사료된다. 그러나 명·파계가 혼합되지 않은 정상닭을 부분육으로 가공하는 경우에는 미생물의 교차오염 가능성과 신선도 하락의 영향이 미미한 것으로 판단된다.

즉, 명·파계 닭고기가 혼합되지 않은 부분육의 등급판정에서는 1+등급을 부여해도 무방할 것으로 사료되지만, 이를 위해서는 등급판정 신청시 명·파계육 선별이 필수적으로 선행되어야 하고, 중간 공정에서 혼합 또는 혼입을 철저히 방지하는 자발적 소비자 품질관리시스템의 구축이 필요하다.

Key words : 닭, 닭도체, 정상닭, 명·파계육, 혼합닭, 저장기간, 품질변화, 신선도, pH, 미생물

서 론

최근 국내 식품의 소비형태는 곡류 소비가 감소하는 반면에 육류와 신선한 과채류가 증가하는 추세를 보이고 있다. 국민 1인당 육류소비량은 2000년 32kg/년에서 2011년 40.6kg/년으로 증가하였다. 또 1인당 1일 공급에너지 중에서 육류(곡류/육류)가 차지하는 비중도 2000년 6.7%(55.3/6.7)에서 2009년 8.4%(50/8.4)로 매년 증가하는 추세이다.

국민 1인당 육류 소비량에서 차지하는 닭고기의 비중은 2011년도의 경우 소고기 10.2kg, 돼지고기 19.0kg, 닭고기 11.4kg로 28.0%인데 비해 미국과 일본의 1인당 닭고기 소비량은 각각 43.4kg과 15.0kg으로 육류에서 닭고기 소비량이 차지하는 비중이 35% 수준인 것으로 조사됨(장선미 등, 1995)으로써 우리나라의 닭고기 소비가 더욱 신장될 것으로 예측된다. 이는 최근 건강에 대한 국민들의 관심도가 높아지면서 소·돼지고기와 같은 적색육보다 백색육을 선호하는 열기가 고조되고 상대적으로 저렴한 가격, 외식산업 발달에 편성한 조리의 편의성 등에서 그 이유를 찾을 수 있다.

영양적 측면에서 닭고기는 적색육보다 고단백질이면서 저지방, 저콜레스테롤인 동시에 저칼로리 식품으로써 1고3저(1高3低)의 식육 특성이 부각되고 있다. 또 닭고기에는 콜레스테롤 수치를 떨어뜨리는 리놀레산(불포화지방산)을 다른 육류보다 많이 함유하고 있다. 생산비 측면에서 볼 때도 닭의 사료요구율은 1.5정도로 돼지 2.5, 소 7.5보다 월등히 낮기 때문에 같은 양의 곡물사료를 급여하여 생산할 수 있는 닭고기량이 상대적으로 많고 따라서 단위 생산비가 적게 든다는 것을 알 수 있다.

닭고기의 조리형태도 과거에는 통닭이 주로 이용되었으나, 요즘에는 부분육 또는 2차(가공) 육제품 등의 유통량이 증가하는 추세다. 이러한 소비패턴의 변화는 닭고기의 품질향상 뿐만 아니라 제품의 초기오염 억제와 저장방법 등의 중요성이 점차 부각되고 있다.

현행 닭고기등급판정세부기준에서는 등급의 종류를 통닭인 경우 1⁺·1·2등급으로, 부분육인 경우 1·2등급으로 판정하고 있다. 하지만, 닭고기 등급판정 시행업체 및 관련업체에서는 부분육에서도 1⁺등급이 생산될 수 있도록 축산물등급기준 개정을 요구하고 있다. 이에 등급판정기준 적용 프로세스 개선을 통해 위생·안전성 및 소비자 신뢰에 부합하는 검토(안)를 마련하고자 본 연구를 수행하였다.

이에 본 연구에서는 정상 닭고기(일반육), 비정상 닭고기(명·과계육), 혼합육(정상계와 비정상계)등 3가지 형태의 원료육에 대해 각각의 신선도, pH 및 미생물검사를 실시함으로써 원료의 형태별 품질변화를 과학적으로 규명하여 닭고기 등급판정기준의 개정을 위한 기초자료 또는 닭부분육의 1⁺등급 부여 요청 민원에 대한 검증자료로 활용코자 한다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구는 1차(2012.4.9.~2012.6.30.)와 2차(2012.8.27.~2012.9.26.)로 나누어 2회에 걸쳐 수행하였다. 공시재료는 한강씨엠(경기 화성 소재)에서 월요일에 도계된 닭고기의 정상적인 아랫다리(a), 멍·파계 닭고기의 비정상적인 아랫다리(b), 정상 및 멍·파계 닭고기의 아랫다리 혼합육(c) 등 3개 시료로 구별하였다. 멍·파계 닭고기는 변색 및 골절이 심한 개체를 시료로 선발하였다.

시료량은 신선도 측정에 1회에 12개를 사용하였으며 정상적인 아랫다리(a) 3개, 멍·파계 닭고기의 비정상적인 아랫다리(b) 3개, 정상 및 멍·파계 닭고기의 아랫다리 혼합육(c) 6개를 사용하였다. 정상 및 멍·파계 닭고기의 아랫다리 혼합육(c)은 정상적인 아랫다리(a) 3개와 멍·파계 닭고기의 비정상적인 아랫다리(b) 3개를 같은 비율로 혼합하였다. 전체 신선도 측정에는 252개(12개/1회×7일×3회)를 확보하였다.

한편, pH 및 미생물 검사에도 신선도 측정에서처럼 동일한 방법으로 1회에 12개를 사용하였다. pH 및 미생물 검사에는 전체 108개(12개/1회×3일×3회)를 사용하였다.



Fig 1. 1일차 아랫다리 재료



Fig 2. 1일차 측정을 위한 아랫다리 재료



Fig 3. 4일차 아랫다리 재료



Fig 4. 축산과학원 및 충남대학교 이송 재료

2. 실험방법

본 연구를 위한 실험 항목은 신선도 측정, pH 측정, 미생물 검사로 나누어 실시하였다.

토리메터(Torry Meter)를 이용한 신선도 측정은 한강씨엠의 축산물품질평가원 사무실에서 3주간 실시하였고 pH 검사는 축산과학원에서, 미생물 검사는 충남대학교에서 시료를 냉장보관하면서 1일차, 3일차, 7일차로 구분하여 조사하였다.

실험 샘플의 수는 신선도 측정에 252개(3개실험구(a, b, c) 12개×7일×3반복), pH 측정과 미생물 검사에 각 108개(3개 실험구[a, b, c] 12개×3일×3반복)씩 사용하였다. 1일차 실험을 위한 재료는 도계 직후 부분육으로 분할·가공된 아랫다리를 선별하여 형태에 따라 a, b, c 3개 시료로 구분한 후 LDPE 필름(Low Density Polyethylene)으로 합기포장하여 0~4℃의 냉장고에서 보관하였다.

축산물품질평가원에서는 1주일 동안 1일 간격으로 매일 신선도를 측정하였고, 축산과학원과 충남대학교에서는 pH 측정과 미생물 검사를 저장기간별(1일, 3일, 7일)로 실시하였다.

1) 신선도 측정

신선도 측정은 토리메터(Torry Freshness Meat, Distell, Scotland)를 이용하였다. 신선도 측정 원리는 닭고기의 부패과정에서 껍질을 이루고 있는 유전체적 세포가 규칙적이면서 극도로 미세하게 진행되는 단계별 특성을 반사되어 돌아오는 전류와 전압의 위상차를 파악하여 신선도를 측정하는 것이다.

축산물등급판정세부기준에서는 통닭의 경우 “토리메터를 이용한 신선도 측정값이 롯데당 도체 10수의 토리메터 측정(평균)값이 6.0이상은 A급, 4.0이상에서 6.0미만은 B급, 4.0미만은 C급으로 판정한다.”고 규정하고 있다. 이 때 스킨을 포함한 왼쪽 정중앙의 가슴부위를 측정한다.

본 실험에서는 3개 실험구(a, b, c)의 아랫다리에 대해 장축방향으로 시료마다 3회 측정하였다.

2) pH 측정

pH 측정은 산성 및 염기성 정도를 나타내는 측정 단위로 눈금상에서 0부터 14까지 측정된다. 1개 시료당 아랫다리 껍질을 포함하여 10g씩 3회 반복으로 채취하여 증류수에 희석하여 각각 pH를 측정하였다. Eikelenboom 등(1974)의 방법을 응용하여 시료 10g과 증류수 90ml을 혼합한 후 Homogenizer(Ultra-turrax, T25-S1, Germany)를 사용하여 14,000rpm에서 1분간 균질한 후, pH meter(PHM201, Radiometer, France)로 측정하였다(Fig. 5).

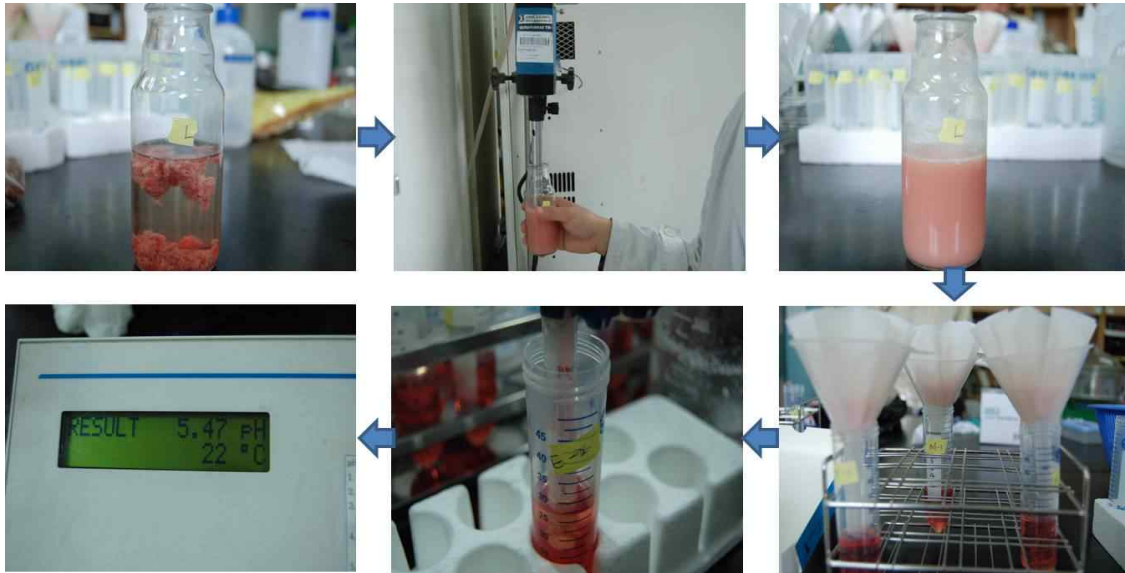


Fig 5. pH 측정 모습

3) 미생물 실험

미생물 실험은 총균수(일반세균수 및 대장균군수)를 조사하였으며, 1개 시료당 아랫다리 껍질을 포함하여 10g씩 3회 반복으로 채취하여 증류수에 희석하여 각각 배지에서 증식하여 검사하였다. 성장한 균락은 계수하여 Log CFU/cm²로 나타냈다.

결과 및 고찰

1. 신선도 측정 결과

토리미터에 의한 저장기간에 따른 신선도 결과는 Table 1과 같이 측정되었다. 정상계(a)의 경우 1일차에 10.37에서, 3일차에는 8.11, 7일차에는 5.15로 저장기간이 늘어날 수 록 신선도가 유의적으로 낮아졌다. 명·파계 닭고기(b)도 1일차에 10.04에서, 3일차에는 6.63, 7일차에는 3.70이었고, 혼합 닭고기(c)의 경우에도 1일차에 10.22에서 3일차에는 7.22, 7일차에는 4.44로 나타나 저장기간에 경과할수록 동일하게 신선도가 저하되었다.

Table 1. 저장기간에 따른 신선도 측정 결과

처리구	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일
정상닭(a)	10.37	8.85	8.11	6.89	6.37	5.67	5.15
명파계닭(b)	10.04	7.59	6.63	5.56	4.81	4.33	3.70
혼합닭(c)	10.22	8.48	7.22	6.30	5.59	5.04	4.44

신선도 측정 결과를 나타낸 Fig. 6을 보면 저장기간이 늘어날수록 지속적으로 감소하는 경향을 나타내었는데, 특이한 점은 비정상육(b)에서 2일차까지 신선도가 급격히 하락한다는 것이다.

정상육에 비해 명·과계 및 혼합육은 신선도가 전 저장기간 동안 지속적으로 낮게 나타났다. 저장 7일 후에 정상육 신선도 측정값은 5.15였으나, 혼합육의 값은 4.44이었다. 저장기간이 증가할수록 신선도 측정 결과값이 지속적으로 하락함을 나타내고 있다.

또한, 등급기준의 신선도 B급(4.0~6.0) 도달시간은 비정상계(b) 약 3.5일, 혼합계(c) 약 4.5일, 정상계(a) 약 5.5일이 소요되었다.

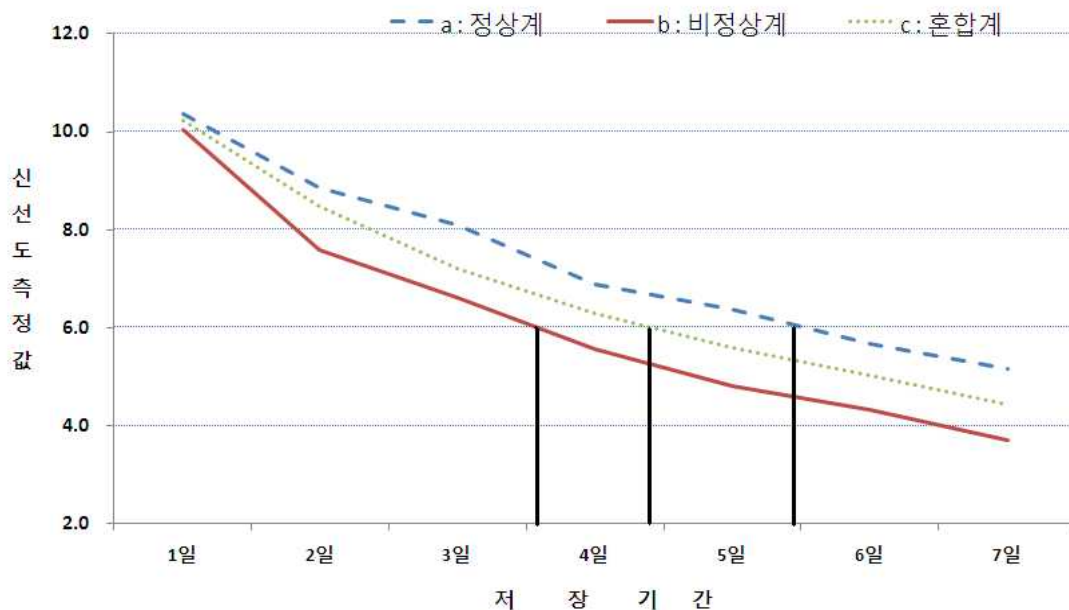


Fig 6. 저장기간에 따른 신선도 측정 결과

신선도 측정결과와 처리구별 통계처리는 아래의 표와 같이 나타났다. Table 2~Table 4에서와 같이 아랫다리의 토리미터 결과치에서 1일에서는 모든 시료에서 차이가 없었으나 저장기간이 경과함에 따른 시료별 차이가 발생하였다. 또한, 각 시료별 저장기간에 따라 토리미터 값이 떨어지는 것이 고도의 유의성($p < 0.01$)이 나타났다.

Table 2. 저장기간에 따른 신선도 측정 결과(아랫다리 1)

Sample	Storage period (day)			Sig. ¹⁾
	1	3	7	
Fresh	10.22±0.51	8.11a±0.51	5.11a±0.19	**
Bruised/flesh blemished	9.56±0.19	6.56b±0.19	4b±0.58	**
Mixed	10.33±0.58	7.11b±0.51	4.67ab±0.33	**

1) Sig. : Level of significance, ** (p<0.01)

Table 3. 저장기간에 따른 신선도 측정 결과(아랫다리 2)

Sample	Storage period (day)			Sig. ¹⁾
	1	3	7	
Fresh	10.44±0.84	8.33a±0.33	5.11a±0.19	**
Bruised/flesh blemished	10.22±0.84	7.33ab±0.67	3.56b±0.19	**
Mixed	10.44±0.51	7.22b±0.51	4.67a±0.33	**

1) Sig. : Level of significance, ** (p<0.01)

Table 4. 저장기간에 따른 신선도 측정 결과(아랫다리 3)

Sample	Storage period (day)			Sig. ¹⁾
	1	3	7	
Fresh	10.44±0.84	7.89a±0.51	5.22a±0.51	**
Bruised/flesh blemished	10.33±1	6.5b±0.24	3.56b±0.51	**
Mixed	9.89±0.69	7.33ab±0.33	4b±0.33	**

1) Sig. : Level of significance, ** (p<0.01)

2. pH 측정 결과

pH는 Table 5와 같이 측정되었다. 정상 닭고기(a)에서는 저장기간에 따른 pH 측정 값의 유의적인 차이가 없었고, 멍 또는 파계된 닭고기에서는 1일과 3일차 간에는 pH가 유의적으로 감소하였지만 3일에서 7일차 간 차이는 유의성이 없었다. 한편, 대조구간에는 pH의 유의적인 차가 없었다. 이는 Jakobsen과 Bertelsen(2002), pastsias(2008) 등이 가스비율에 따른 저장기간별 가슴육의 pH 변화가 대조구간에는 유의적인 차이가 없다는 연구결과와 일치한다.

Table 5. pH 측정 결과

Sample	Storage period (day)			SEM ¹
	1	3	7	
Fresh	6.84	6.71	6.71	0.03
Bruised/flesh blemished	6.93 ^x	6.78 ^y	6.74 ^y	0.03
Mixed	6.85 ^x	6.66 ^y	6.82 ^x	0.03
SEM	0.02	0.03	0.03	

¹Standard errors of the mean (n=9).^{a-c}Values with different letters within the same column differ significantly (p<0.05).^{x-z}Values with different letters within the same row differ significantly (p<0.05).

3. 미생물 검사 결과

미생물 검사는 총세균수(일반 호기성 미생물수)를 측정하였다. EMB배지를 이용하여 대장균군의 오염정도 확인하였으나, 대장균군에 해당되는 콜로니(Colony)는 관찰되지 않았다. 7일 동안 저장한 시료를 채취(sampling)하는 시점에서는 부패에 따른 악취가 매우 심하게 났다.

Table 6은 미생물 검사 결과로 정상 닭고기(a)를 비롯한 모든 실험구에서 저장기간이 늘어날수록 미생물수가 유의적으로 증가하였고, 각 실험구간에 미생물수 비교에서는 정상 닭고기(a), 정상 및 명·파계 닭고기 혼합육(c), 명·파계 닭고기(b) 순으로 높게 조사되었다(p<0.05).

저장기간 경과에 따른 실험구별 미생물수의 평균표준편차는 명·파계 닭고기(b), 정상 및 명·파계 닭고기 혼합육(c), 정상 닭고기(a) 순으로 높고, 실험구에 따른 저장기간별 평균표준편차는 3일 동안 보관한 것이 1일과 7일 보관할 때 보다 높게 나타났다.

Table 6. 미생물 검사 결과

(단위 : Log CFU/cm²)

Sample	Storage period (day)			SEM ¹
	1	3	7	
Fresh	3.04 ^{cz}	3.51 ^{cy}	6.13 ^{cx}	0.049
Bruised/flesh blemished	3.95 ^{az}	4.15 ^{ay}	6.60 ^{ax}	0.028
Mixed	3.55 ^{bz}	3.73 ^{by}	6.29 ^{bx}	0.034
SEM	0.036	0.043	0.035	

¹Standard errors of the mean (n=9).^{a-c}Values with different letters within the same column differ significantly (p<0.05).^{x-z}Values with different letters within the same row differ significantly (p<0.05).

결 과

1) 피어슨의 상관관계

Table 7과 같이 피어슨의 상관관계에 의하면 토리미터 신선도 측정결과는 저장기간과 0.9595의 높은 부의 상관관계를 나타내었고, 총세균수와 0.8872의 높은 부의 상관관계를 나타내었다.

Table 7. Pearson's correlation coefficient

	Torrymeter	Probability
Day	-0.9595	< 0.0001
Total aerobic bacterial number	- 0.8872	< 0.0001

2) 저장기간에 따른 신선도와 총미생물수의 변화

닭고기를 실험구에 따라 토리미터로 신선도를 측정한 결과와 저장기간 및 미생물수의 연관성도 높은 것으로 나타내었다. Fig. 7에 따르면 정상 닭고기(a)의 경우 저장기간이 경과할수록 신선도는 다소 완만하게 감소하였고, 미생물수는 3일 이후부터 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다. Fig. 8은 명·파계 닭고기(b)의 신선도와 미생물수를 나타낸 그래프로 저장기간이 늘어날수록 신선도가 급속히 감소하였고, 미생물수는 반대로 3일 이후부터 가파르게 증가하였다. Fig. 9의 정상 및 명·파계 닭고기 혼합육(c) 실험구의 경우 저장기간이 늘어날수록 신선도와 미생물수의 변화경향은 정상 닭고기(a)와 명·파계 닭고기(b) 실험구의 중간 수준을 나타내었다.

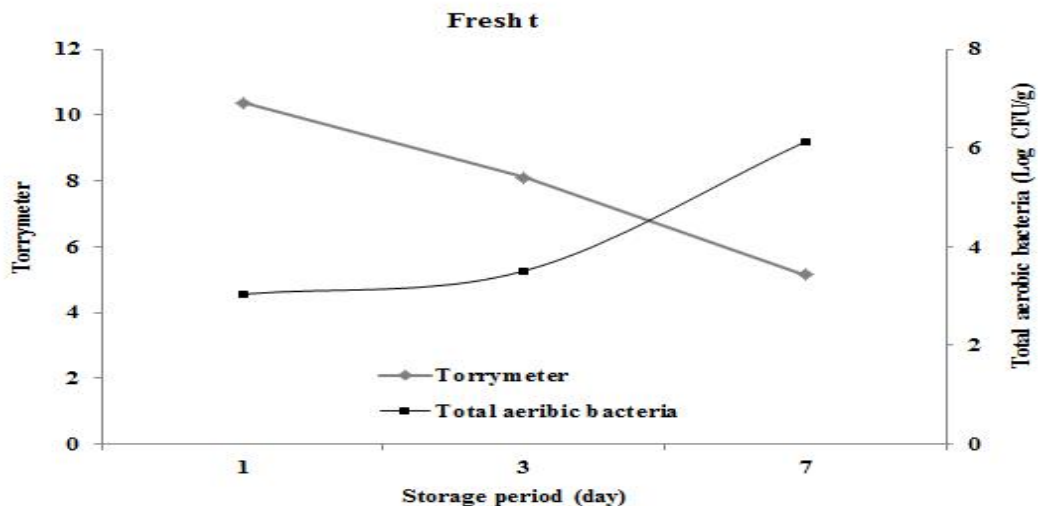


Fig 7. 저장기간에 따른 신선도 측정결과와 미생물수의 상관관계(정상계 : a)

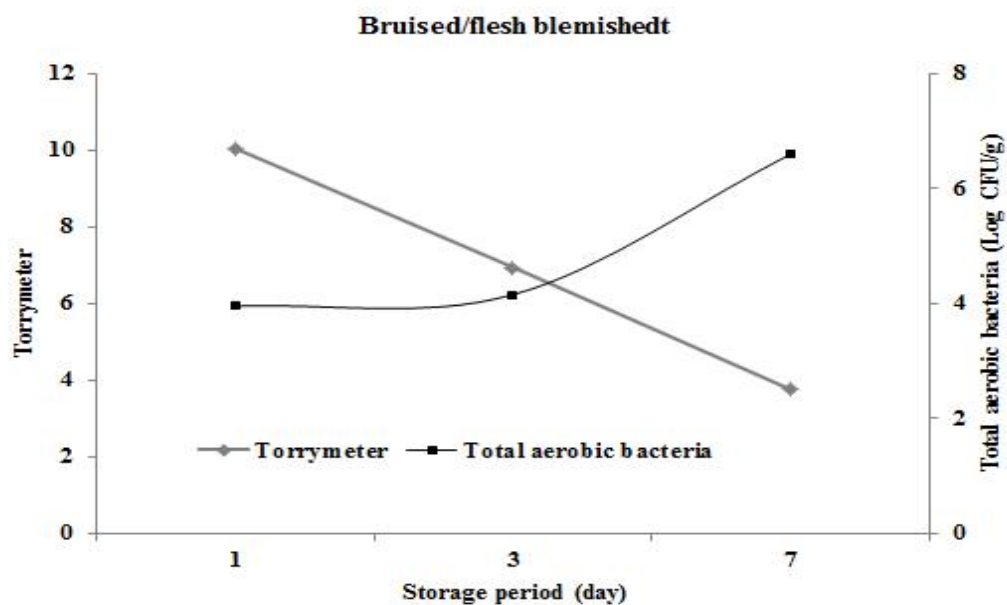


Fig 8. 저장기간에 따른 신선도 측정결과와 미생물수의 상관관계(비정상계 : b)

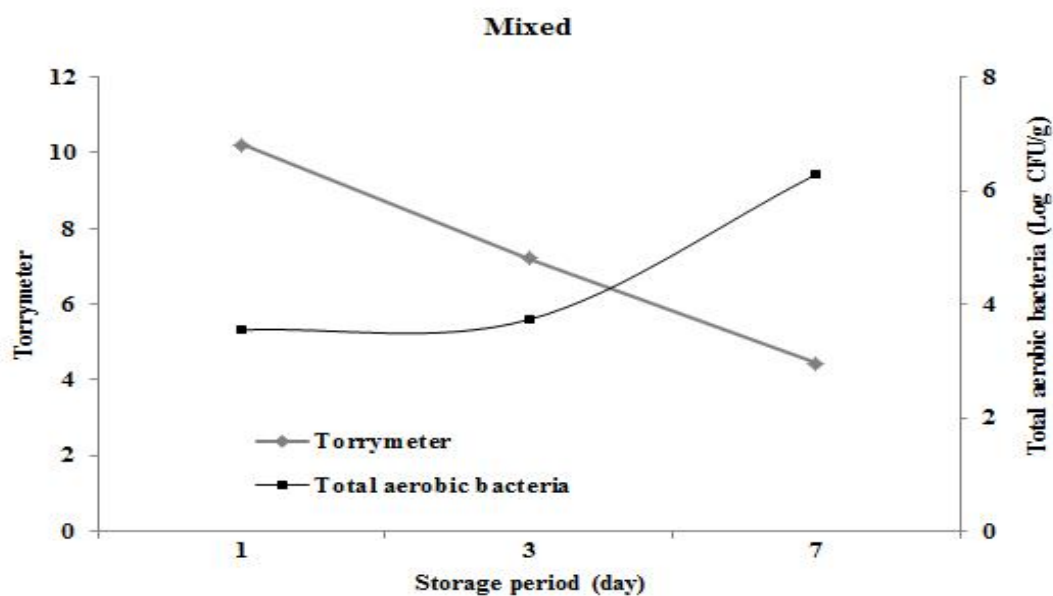


Fig 9. 저장기간에 따른 신선도 측정결과와 미생물수의 상관관계(혼합계 : c)

결론적으로 명·파계가 혼합된 통닭을 부분육 가공할 경우에 미생물에 교차오염 우려가 있으며 신선도가 지속적으로 하락되어 품질이 좋지 않아 1+등급을 부여하는

것은 불합리하다고 주장한다. 그러나, 명·과계가 혼합되지 않은 정상닭을 부분육 가공할 경우 미생물의 교차오염 우려가 적으며 신선도 하락 요인이 적을 것으로 판단된다.

즉, 명·과계육이 혼합되지 않아 등급판정이 신청된다면 1*등급 부여는 긍정적으로 검토가 가능할 것으로 생각된다. 이를 위해서는 등급판정 신청시 명·과계육 선별이 선행되어야 하며, 중간에 혼합할 경우 소비자 신뢰 저하 등 문제점이 발생할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Jakobsen, M. and Bertelsen, G(2002) The use of CO₂ in packaging of fresh red meats and its effect on chemical quality changes in the meat; A review. J. Muscle Foods 13, 143-168
2. Patsias, A., Badeka, A.V., Savva, I. N., and Konotominas, M. G. (2008) Combined effect of freeze chilling and MAP on quality parameters of raw chicken fillets. Food Microbiol. 25, 575-581
3. Samooel Jung, Jae Cheong Lee, Yeonkuk Jung, Min Kyu Kim, Hwa-Young Son, and Cheorun Jo (2011) Instrumental Methods for Differentiation of Frozen-thawed from fresh Broiler Breast Fillets
4. Vihavainen, E., Lundstrom, H. S., Susiluoto T., Koort J., Paulin L., Auvinen P., and Bjorkroth K.(2007) Role of broiler carcasses and processing plant air in contamination of modified-atmosphere-packaged broiler products with psychrotrophic lactic acid bacteria. Appl. Environ. Microbiol. 73, 1136-1145
5. Zaika, L.L., Kissinger J. G, and Wasserman, A.E(1983) Inhibition of lactic acid bacteria by herbs, J. Food Sci. 48, 1455-1459
6. 농림통계연보 농림수산물부 (2009)
7. 안종남, 채현석, 유영모, 조수현, 김영태, 이종문, 최양일 육계 도축시 전기실신이 육질에 미치는 영향 Korean J. Food Sci. Resour. (2003) 221-222
8. 장선미, 김영순, 이숙미, 이재민, 김만수, 조정순 냉동저장, 조리법, 재가열이 닭고기의 산패에 미치는 영향 Korean J. Food & Nutrition (1995) 93-94
9. 채현석, 나재천, 최희철, 김민지, 방한태, 강환구, 김동욱, 서옥석, 함준상, 장애라 CO₂와 N₂ 혼합 비율에 따른 포장 닭고기 가슴육의 냉장 저장 중 품질 특성 Korean J. Food Sci. Ani. Resour. (2011) 100-106

파각란 및 혈란 자동검란기기 검출 신뢰도 검증

Investigation of Accuracy of Automatic Checked and Bloody Egg Detector

노재중¹⁾ · 전승엽¹⁾ · 박병석¹⁾ · 김선만¹⁾ · 김희수¹⁾ · 조철훈²⁾

¹⁾축산물품질평가원 대전충남지원, ²⁾충남대학교 동물자원생명과학과

ABSTRACT

This study was to investigate the reliability of automatic crack and bloody egg detector by age of hens and level of detector. As a basic study, the result of this study will be helpful for implementation in Korean egg grading system, thereby providing improved egg quality for consumer. An official egg grader randomly selected 1,000 eggs per each experiment (total 36,000 eggs), ran through the automatic detector, and conducted labor inspection using the eggs classified from the detector as cracked, bloody, and normal eggs. The result of showed that hen's age with 40th and 60th wk showed higher incidence of cracked eggs than that with 30th wk ($P<0.05$). Also, when levels of detector went higher (lower sensitivity) from 4 to 7, the detection rate of cracked eggs went lower, while the total rate of cracked egg was consistent after labor inspection of the classified eggs and achieved over 97% of accuracy, which meant that the automatic detector is reliable. The bloody egg was found only 0.005% from whole samples and all the detected eggs by the detector was bloody eggs after labor inspection of both bloody and normal egg lines. Therefore, it can be concluded that the automatic cracked and bloody egg detector was reliable and can be implemented in egg grading system. Considering that the limitation of cracked egg for the 1st grade egg is less than 9% in present egg grading system, using an automatic crack detector may help to provide better quality egg for consumer by producing less than 5.5% of cracked eggs.

Key words : Reliability, Cracked egg, Bloody egg, Level of detector, Age of hen

서 론

세계 계란생산량은 1980년대부터 꾸준히 증가하여 62,840톤 수준이다. 나라별 생산량으로는 중국, 미국, 인도, 일본, 멕시코 순이며 우리나라는 566천톤(KIAPQE, 2011a)으로 세계 22위 생산국이다. 그러나 30,000수 미만의 사육가구 수는 산란계 총 1,535가구 중 61%, 10,000수 미만은 19%로 소규모 농가가 차지하는 비중이 높아 생산비 면에서 경쟁력이 미약한 실정이다(KIAPQE, 2011a). 국내 양계산업의 국제적 경쟁력을 증대시키려면 첫째, 효율적 생산체계의 확립을 통한 저원가의 대량생산 능력을 갖추어야 하고, 둘째, 아직도 개선이 미흡한 양계산물의 품질을 국제적으로 향상시켜야 할 것이다(Cho et al., 1995).

계란의 품질평가는 2002년부터 시범 실시하여 현재 연간 555,000개의 계란이 등급란으로 출시되고 있으며, 매년 생산량이 '10년 기준으로 3.9%씩 꾸준히 상승하고 있다. 또한 1⁺ 등급의 출현율은 89.6%(KIAPQE, 2011b)으로 계란의 고품질화에 기여를 하고 있다. 2012년 7월 현재 계란등급판정 시행 집하장은 30개소로 전국에서 운용중인 전체 집하장 총44개 대비 68.2%가 등급판정제를 시행하고 있고, 관심도 확대되는 추세이다.

계란의 품질평가는 품질공정을 거쳐 로트로 구성된 완성품에서 표본추출된 계란을 외관 판정, 투광판정, 할란판정 등으로 평가하여 가장 낮은 품질등급을 최종으로 부여하는데 파각란과 혈란의 분리는 품질평가에서 매우 중요한 항목이다. 2009년 (사)소비자시민모임 보도자료에 의하면 소비자가 계란을 깰 때, 혈반 및 육반 등 이물질이 발견되면 계란에 대한 혐오감을 유발 할 수 있으며, 국내 유통 중인 대형마트의 계란에서 이물질 출현율이 47%로 높게 나타났고, 파각란은 32개 제품 중 29개 제품(90.6%)에 한 알 이상 들어있었다. 또한, 난각 표면에 금이 간 계란은 완전한 계란보다 소비자에게 식품안전에 큰 위협으로 작용할 수 있다(Ewen and Tood, 1996).

우리나라의 계란등급제도에는 각 품질등급별 허용되는 파각란의 비율이 있다. 등급란을 생산하는 집하장 및 농장에서는 그 기준에 맞춰 계란을 생산 하기위해 집란설비에 자동 파각검출기를 부착하여 사용하는 등 소비자가 원하는 품질이 우수한 등급란 생산을 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 집하공정에 활용되는 기기 중 국내에 사용되는 선별기는 등급란을 생산하는 집하장 조사결과 9종류이며, 파각검출기 8종류와 혈란검출기 5종류를 탈부착 형식으로 사용하고 있다(KIAPQE, 2011a). 미국 D사의 집란 시스템은 파각 및 혈란 검출기를 부착하여 제품에 따라 시간당 평균75천개 ~ 최대 180천개의 집란 및 계란검사를 실시 할 수 있다. Cho 등(1995)은 영상처리기술을 이용하여 크랙을 검출 하기 위해 어두운 부분의 면적과 원형도를 기준으로 300개의 표본을 검사하여 난각에 실금이 있는 경우 97.5%의 검출율을 나타내었다. 또한 Choi 등(2008)은 음파를 이용한 파각란 판별 알고리즘의 성능 평가결과 정상란과 파각란의 평균 선별 능력은 97.6%였다고 하였다. 혈란의 검출에 있어서도 Nakano 등(1998)은 갈색란의 혈란 검출 실험에서 MSC의 빛의 투과율과 neural network system을 이용하면 매우 유용할 것으로 판단하였다.

우리나라 산란계 농장의 갈색산란계는 백색산란계 보다 계란 생산비가 많이 들고 계란의 영양가를 비교할 경우 난각색과는 무관하며, 육반과 혈반의 출현율이 높다(Lee, 1998). Lawrence 등(2009)은 미세균열의 파각을 확인하기 위해 압력조절장치의 챔버에 계란을 넣고 순간적으로 압력을 낮춰 얻어진 미세균열의 파각을 확인하는 실험에서 1.2%의 오차로 94.2%의 정확도를 보인 인력검사와 비교하여 0.3%의 오차로 99.6%가 일치하였다고 하였다. Jones 등(2010)은 감압시스템의 미세파각 계란영상은 저온저장 기간이 지속되는 동안 계란의 품질은 변화가 없었다고 하였다.

현재 집하장의 파각 검란방법은 전등을 이용하며, 특히 선진국의 경우의 오판율이 10%에서 20%에 달하고 있어서 기계화의 필요성이 증대되어 왔다(Elster and Goodrum, 1991). 우리나라도 효율적인 품질관리 방법으로 파각검출기(crack detector)와 혈란검출기(blood detector)를 선별기에 부착하여 사용하는 집하장과 농장이 증가하고 있음은 우수한 품질의 계란을 생산하는데 상당한 기여를 하고 있다고 판단된다.

본 연구는 인라인 집하시설 중 자동검란기기(파각,혈란)의 신뢰도를 기기의 레벨 및 산란계의 주령에 따라 검증하여, 집하장 자동검란기기가 축산물품질평가원에서 추진 중인 계란품질공정시스템 도입에 효율적으로 활용 될 수 있도록 기초자료를 도출하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 분석기기

본 실험은 충남 논산에 위치한 K 산란계 농장에서 갈색산란계 Hy-Line계통의 3개 계군에서 산란한 계란 36,000개를 대상으로 실시하였다. 해당농장은 무창계사이며, 처음 95,500수를 입수하여 1일 폐사율은 0.008%이었다. 실험계군에는 산란중기사료(서울사료, 인천, 대한민국)를 이용하였고, 일일 3회씩 수당 일평균 110 g을 체인식 급이 방법에 의해 제한급식을 하였다. 물은 니플을 이용한 무제한 자율급수였으며, 점등관리는 일 14시간이었고, 계사의 온도는 자동온도조절시스템으로 하절기에도 24~30℃를 유지하였다. 환기는 터널식 강제환기를 하며, 1개 케이지(600 x 650 x 600 mm)에 평균 8수의 산란계가 입수되었다. 2012년 4월 4일부터 9월 20일까지 36회에 걸쳐 수행하였으며, 3개의 계군(30, 40 및 60주령대)은 각각 30주령대는 10시30분, 40주령대는 9시30분, 60주령대는 12시에 집란을 시작하였다. 선별기 공정의 세척과 중량측정 및 건조 과정을 거친 원란이 파각검출기와 혈란검출기를 통과한 후 10분 간격으로 파각란, 혈란 및 비파각라인으로 선별된 총 1,000개의 계란을 수거 하여 연구에 사용하였다.

본 연구에서 사용된 선별기(automatic grader)는 INNOVA 400(Diamond system, Michigan, USA)이며, 집하방식은 인라인으로 파각검출기와 혈란검출기를 포함하여 구성

되어 있고 탈부착은 용이하였다. 검출원리는 초음파센서원리(파각검출기)와 가시광선의 혈란투과량(혈란검출기)이며, 레벨설정은 파각검출기가 1~15단계, 혈란검출기는 100~999 단계로 조절이 가능하고, 단계별 숫자가 작을수록 민감도가 높아 강선별이 된다. 기기의 처리속도는 시간당 계란 100,000개였다.



Fig 1. Diamond system INNOVA 400 구조

2. 파각란 검출율

선별기의 패키징시스템 중 파각란 라인에 파각란검출기를 통과하면서 파각란으로 선별 집란된 계란이며, 비파각란은 파각란라인에서 검출된 파각란이외의 정상란과 미세파각란이 혼입집란된 계란이다. 파각란검출기에서 파각란으로 인식하여 파각란라인으로 선별된 파각란 전체를 축산물품질평가원의 축산물품질평가사가 계란등급판정요령 중 투광판정요령을 이용하여 파각검출기의 검출율을 조사하여 파각란검출기의 검출율을 조사하였다. 또한 정상란이라 인식하고 비파각란라인으로 선별된 계란의 전체를 동일한 방법으로 검사하여 파각란검출기의 오류율을 조사 하였다. 또한 파각란검출기를 4~7단계로 조정하여 단계별 검출비율의 변화도 조사 분석하였다.

D사의 파각검출기는 초음파를 발생하는 크리스탈 발진기를 가진 15개의 버튼(buttons)으로 구성되어 있다. 계란이 15개의 버튼(buttons)을 지나면서 일정영역의 면에 파각이 생기면, 수신 되어지는 파동의 폭, 길이, 전압곡선을 측정하여, 그 횟수 및 정도에 따라 파각을 측정한다(George N. Bliss, George N. Bliss, 1973). 파동을 수신할 때 금이 간 계란의 검란이 확장된다. 계란이 금이 간 경우 인접 영역의 탄성이 심각하게 손상되며, 이 영역에서 수신된 파동은 낮고 큰 폭의 지루한 펄스를 발생한다. 그 진동의 수는 파각의 결정에 정확한 기본 자료로 제공 된다.

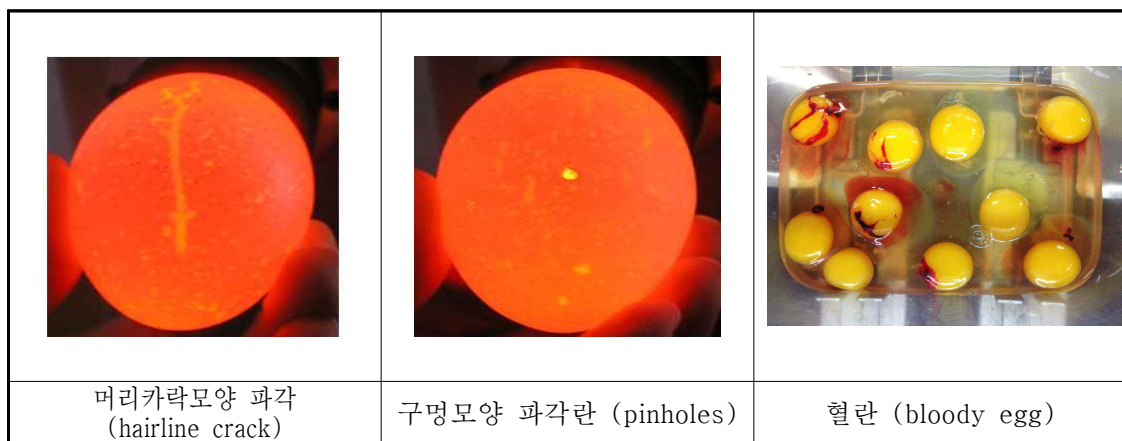


Fig 2. 검출된 파각란과 혈란의 형태

3. 혈란 검출율

파각란검출기에서와 마찬가지로 혈란검출기에서 혈란으로 인식하여 혈란라인으로 선별된 전체를 축산물품질평가원의 축산물품질평가사가 혈란검사 하여 혈란검출기의 검출율을 조사하였다. 또한 정상란이라 인식하고 정상라인으로 선별된 계란을 축산물품질평가원 계란등급판정방법의 난수추출프로그램으로 100개를 추출하여 혈란한 후 혈반의

유무로 혈란검출기의 오류율을 조사 하였다. 또한 혈란검출기도 500~800단계로 조정하며 단계별 검출비율의 변화를 조사 분석하였다.

혈반(blood spot)은 난황이 형성될 때 실핏줄이 터져 난황이나 난백에 유입되거나, 배란 시 난황막상의 혈관이 파괴되어 난관이 혈액과 난황을 취함으로서 발생하고, 혈란(bloody egg)은 난백전체가 혈액으로 영긴 상태의 계란을 말한다(Lee et al., 1999).

동 실험에서는 혈반과 혈란을 구분하여 혈액의 고유한 색을 어느 정도 유지한 경우, 장축의 크기가 3 mm이상과 미만으로 구분하여 분류하였다.

D사의 혈란검출기는 계란에 일정한 가시광선(파장)을 투광하여 수신된 빛을 두 개의 channel로 분광 후 그 차이가 기준치 보다 낮게 나오면 혈란으로 판정하는데, 일반적으로 기준치 비를 900-960레벨을 세팅하면 0.1mm의 혈란을 검출하며, 500정도의 레벨 세팅시 10mm 정도의 혈란을 검출한다. 레벨 세팅은 1~999로 가능하다.



Fig 3. 혈란 및 혈반

4. 통계분석

실험에서 얻은 모든 자료들의 통계분석은 Statistical Analysis System(SAS release ver 9.1) 프로그램으로 General Linear Model (GLM) procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리구간 유의성 검정은 Duncan's multiple range-test (Duncan,1955)를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다. 결과는 평균값과 표준오차(standard error of the means)로 보고하였다.

결과 및 고찰

1. 주령에 따른 파각란 검출 신뢰도

Table 1. Number of detected cracked eggs per 1000 eggs from a crack detector and labor inspection by hen's age.

Age (week)	Cracked egg line		Uncracked line followed by labor inspection			Total
	Cracked	After labor inspection	Cracked	Hole	Sub total	
33~39	23.75 ^b	23.17 ^b	43.83 ^b	7.83 ^b	51.67 ^b	74.83 ^c
44~48	24.58 ^b	24.08 ^b	61.05 ^a	11.25 ^a	72.75 ^a	96.83 ^b
61~66	42.08 ^a	40.58 ^a	62.75 ^a	6.67 ^b	69.42 ^a	110.00 ^a
SEM ¹⁾	3.422	3.320	2.299	0.865	2.329	2.155

^{a-c} Different letters within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

¹⁾ Standard error of the means.

난각에 금이 갔으나 난각막은 터지지 않은 것을 파각란(check)이라 하며, 난각막까지 터져 난백이 외부로 유출되는 것을 유출란(leaker)이라고 한다(Lee et al., 1999). 현재 계란의 집란 및 선란 과정의 기계화로 인해 계란이 받는 충격량이 증가하게 되었고, 이로 인해 난각의 파각 발생률이 증가하게 되어 그에 따라 파란 발생률이 증가하게 되었다(Wall et al., 2002; Mertens et al., 2006). 파란의 발생원인은 산란계의 주령, 품종, 사료, 난각의 비정상적인 경화, 집란 및 선란과정중에 나타나는 계란간 마찰, 계란과 계란선별기 부품간의 마찰 등을 들 수 있다(So et al., 2007). 이러한 파각에 의한 미생물 오염 등으로 식품의 안전성에 문제를 일으키거나 좋은 품질의 계란으로 판매할 수 없으므로(Mertens et al., 2006), 파각란을 선별하여 균일한 품질의 계란을 유지하는 것은 매우 중요하다.

실험주령에 따른 파각란 검출을 비교는 Table 1과 같다. Total은 파각라인의 After labor inspection 파각란수와 비파각라인의 Sub total 파각란수의 총합이며, 각 파각란 개수는 계군별 평균값이다.

레벨에 구분 없이 각 주령의 파각란 수를 비교한 결과 파각란 라인으로 선별된 군의 경우 60주령대가 30 및 40주령대에 비해 유의적으로 높은 파각란 수를 보였고, 비파각라인으로 선별된 군의 경우에는 40주령대와 60주령대의 차이는 없이 30주령대 계군에 비해 높은 파각란 수를 보였다. 특히, 본 실험에서 40주령대에서 파각란검출기가 인지하기 어려운 구멍파각(pinholes)이 다른 두 주령대에 비해 높았는데($P < 0.05$), 만일 기기가 구멍파각을 인지하는 것이 어렵다면 이 주령대에서는 특히 기기와 인력측정의 차이가 더 클 수 있음을 인지해야 한다고 본다. Oh 등(2008)은 계란의 난각강도 계측결과 Hy-Line brown 계통 산란계의 경우 주령이 높아지면 파란율이 증가하고, 난각강도는 감소하는 것으로 보고하였다. 본 실험에서 40주령대 계군의 구멍파각이 현저히 증가한 것($P < 0.05$)은 동 계

군이 실험 중 질병에 의한 불균형한 사료섭취가 있었는데 이것이 하나의 원인으로 사료된다. 구멍파각은 노계, 불균형한 사료섭취, 유전적인 원인에 의해서 많이 발생하기 때문이다(Coutts et al., 2007). De Ketelaere 등(2002)은 주령이 높아지면 난각강도가 감소한다는 보고를 하여, 주령이 증가할수록 파각란 수가 증가한 본 연구결과와 일치함을 보였다. 또한 40주령대에서 질병으로 인한 구멍파각의 증가를 고려하지 않는다면 주령이 증가할수록 총 파각률도 증가할 것이라 판단된다. Seo 등(1997)은 계란이 선별기 선란과정에서 발생하는 외력(약 1.0~2.0 kgf)에 의하여 파손되거나 또는 계속 실금(crack)을 유지한 상태로 선란과정을 마치게 되는데 자동파각검출기를 통과한 이후의 시스템 중 이송장치(transfer) 및 포장장치(packing system)에서의 충격이 발생하는 것으로 예상하였다. 또한 포장장치에서 계란이 받는 충격량은 약 2.1~4.0 kgf 정도이고 포장장치에서 계란이 받는 충격량은 약 0.4~0.5 kgf 정도로 최저 난각 파괴강도인 0.2 kgf 이상(Seo et al., 1997)이므로 피로누적 위치 및 정도에 따라 파란의 발생이 예상된다(Seo et al., 2007). 따라서 동 실험은 패키징이 완료된 시점에서 계란을 수거하여 실험을 진행하였으므로 자동파각검출기에서 검출해내지 못하고 인력측정에서의 파각이 다수 출현함을 설명할 수 있다.



Fig 4. K농장 트랜스퍼 및 패키징시스템

2. 파각란검출기 레벨에 따른 신뢰도

Table 2. Number of detected cracked eggs per 1000 eggs from a crack detector and labor inspection by different levels of detector.

Level	Cracked egg line		Uncracked line followed by labor inspection			Total
	Cracked	After labor inspection	Cracked	Hole	Sub total	
4	41.67 ^a	40.56 ^a	47.00 ^b	7.56	54.56 ^c	95.11
5	33.67 ^{ab}	32.56 ^{ab}	54.33 ^{ab}	8.33	62.67 ^{bc}	95.22
6	27.56 ^{bc}	26.89 ^{bc}	58.89 ^a	8.89	67.78 ^{ab}	94.67
7	17.67 ^c	17.11 ^c	63.90 ^a	9.56	73.44 ^a	90.56
SEM ¹⁾	3.927	3.747	3.431	1.198	3.483	5.676

^{a-c} Different letters within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

¹⁾ Standard error of the means.

파각란검출기의 레벨에 따른 파각검출을 비교는 Table 2와 같다. 계군의 주령 구분없이 비교한 결과 레벨이 높아짐(7→4)에 따라 기기에 의해 파각라인으로 분류되는 파각란 수가 유의적으로 증가하며 반대로 비파각라인에서 인력측정에 의해 확인되는 파각란 수는 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 기계적으로 측정된 파각란과 인력으로 추후 확인된 파각란의 수의 합은 1000개 중 90-95개 사이로 유사함을 알 수 있다. 레벨 4의 경우 레벨 7에 비해 두 배 이상의 높은 검출율을 보이고 있다. 파각란검출기를 통과하여 파각라인으로 선별된 계란에 대한 인력측정 확인 결과는 파각란이 97.3%으로 검출되었으며, 레벨 4 이상에서는 기계측정이 인력측정과 유사한 수준의 검란으로 판단할 수 있으며, 레벨 5 이상은 기계측정 후 인력측정으로 검란하는 보완적인 시스템이 효율적이라 추론된다.

파각의 형태 중 구멍모양의 파각은 계란 36,000개 중 단 2개만을 검출하고, 160개를 검출하지 못하였다(Table 3). Choi 등(2002)은 계란의 위치별 음향진동반응에서 중앙부에 충격을 가한 경우 90도 지점인 침부와 둔부의 신호가 미약하여 침부와 둔부의 크랙검사에 어려움이 있을 것으로 판단된다고 보고하여, 침부와 둔부의 구멍파각 검출에는 기계적 측정이 어려움이 있는 것으로 판단된다. 따라서 초음파원리의 파각란검출기는 구멍파각을 검출할 수 있도록 보완해야 한다고 판단된다. 다만, 본 실험에서는 시료 1,000개 중 8개로 미미하게 발생되었으나, 계군의 환경변화에 따라 미미하게 차이가 있을 수 있다.

한편 계란등급판정에서 파각을 허용범위는 1등급이 9%이하이므로, 본 실험에서 사용한 계란의 경우 자동 파각란검출기를 레벨 4에서 레벨 7까지 수준에서 작동하면 총파각율은 비파각라인에서 인력으로 확인한 레벨 4, 5, 6 및 7에서 각각 5.4%, 6.3%, 6.8% 및 7.3%로 모두 1등급 허용범위에 포함된다. 본 실험결과 만일 검출기를 거치지 않고 바로 시장에 출하되었을 경우 9-9.5%의 파각란을 가지게 되므로, 자동 파각란검출기를 통과시킨 후 샘플링 검사를 통한 인력 측정이 병행할 경우 보다 좋은 품질의 계란을 소비자에게 제공할 수 있다고 판단된다.

3. 계란 중량에 따른 파각란 검출을 비교

Table 3. Number of detected broken eggs per 1000 eggs from a detector and labor inspection by weight standard.

Level	Weight standard (g)	Cracked egg line		Uncracked line followed by labor inspection			Total
		Cracked	After labor inspection	Cracked	Hole	Sub total	
4	68 <	12.67 ^b	12.44 ^b	12.06 ^b	2.11 ^b	14.11 ^b	26.56 ^b
	60~68	21.89 ^a	21.00 ^a	26.56 ^a	3.78 ^a	30.33 ^a	51.33 ^a
	52~60	5.78 ^c	5.78 ^c	8.00 ^c	1.67 ^b	9.67 ^c	15.44 ^c
	< 52	1.33 ^c	1.33 ^c	0.44 ^d	0.00 ^c	0.44 ^d	1.78 ^d
	SEM ¹⁾	1.979	1.945	0.973	0.480	1.206	2.587
5	68 <	9.22 ^b	8.89 ^b	12.22 ^b	2.00 ^b	14.22 ^b	23.11 ^b
	60~68	18.67 ^a	18.11 ^a	32.78 ^a	4.89 ^a	37.67 ^a	55.78 ^a
	52~60	5.33 ^b	5.11 ^b	8.89 ^b	1.33 ^b	10.22 ^{bc}	15.33 ^c
	< 52	0.44 ^c	0.44 ^c	0.44 ^c	0.11 ^c	0.56 ^c	1.00 ^d
	SEM ¹⁾	1.507	1.386	1.766	0.485	1.859	2.598
6	68 <	6.44 ^b	6.33 ^b	13.22 ^b	2.56 ^b	15.78 ^b	22.11 ^b
	60~68	15.78 ^a	15.22 ^a	36.22 ^a	5.11 ^a	41.33 ^a	56.56 ^a
	52~60	5.11 ^b	5.11 ^b	9.33 ^b	1.22 ^c	10.56 ^c	15.67 ^c
	< 52	0.22 ^c	0.22 ^c	0.11 ^c	0.00 ^d	0.11 ^d	0.33 ^d
	SEM ¹⁾	0.961	0.909	1.426	0.411	1.487	1.810
7	68 <	4.00 ^b	4.00 ^b	13.89 ^b	2.44 ^b	16.33 ^b	20.33 ^b
	60~68	10.67 ^a	10.11 ^a	38.11 ^a	5.33 ^a	43.44 ^a	53.56 ^a
	52~60	3.00 ^b	3.00 ^b	18.89 ^b	1.78 ^b	13.67 ^b	16.67 ^c
	< 52	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^d
	SEM ¹⁾	0.491	0.420	1.990	0.716	1.983	2.126

^{a-c} Different letters within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

¹⁾ Standard error of the means.

같은 레벨의 파각란검출기 수준에서 각 중량등급별 파각란 검출을 비교는 Table 3와 같다. 실험된 계란 36,000개중 왕란(68 g 이상) 20%, 특란(60 g ~ 68 g) 57%, 대란(52 g ~ 60 g) 19%, 중소란(52 g 미만) 0.6%로 구분되었으며, 각 레벨에서 중량별 파각란 수는 유의적 차이가 있었다($P < 0.05$). 레벨별 전체 파각란수는 특란이 가장 많고 왕란, 대란, 중소란 순으로 나타났다. 이는 단순히 생산량이 많은 중량에서 파각이 많이 발생한 것이며, 특란과 대란은 생산농가와 소비자 모두 선호하는 중량이다. 특란은 레벨 4에서 레벨 7로 조정할수록 총 파각란 수가 파각라인에서의 검출이 감소하였고, 비파각라인의 파각란 수는 증가하였다. 이 결과는 중량 구별 없이 레벨별 실험과 동일한 결과이다. 왕란 또한 특란과 비슷한 수의 파각란이 검출 되었다. 대란은 파각라인에서 평균 3~5개로 검출이 되었으며, 비파각라인에서도 9~13개 정도로 레벨별 차이는 미미하였다. 중소란의 파각란 검출은 평균 0.5개로 미미한 수준이었다.

4. 파각란 기기측정과 인력측정의 비교

Table 4. T-test result between crack detector and labor inspection in cracked egg detection.

T-test	T-value	Pr > | t |
Detector vs Labor inspection	5.22	<0.0001
Detector vs Total	-10.00	<0.0001

파각라인 내에서 기계측정과 인력측정한 파각란의 수는 다르게 나타났으며, 이에 따라 사실상의 총파각란 수와 기계측정으로 확인한 파각란 수는 다르게 나타났다. 따라서, 파각란검출기는 인력측정과 동일한 정확도를 갖는다고 볼 수 없다(Table 4). 기계의 레벨별 수준이 내려감(4→7)에 따라 파각 검출율은 감소하였고 정상란으로 인식하여 정상란인으로 선별된 계란의 파각여부에 대한 인력조사결과는 기계의 검출율과는 유의적으로 차이가 있음을 보였다(Fig. 5). 기계의 레벨 수준이 낮아지면 파각의 정도에 대한 기계의 인식수준이 저하되어 농장에서 파각란의 혼입율을 조절 하는 용도로 이용되며 완전무결한 계란만을 선별 한다면 농장 및 집하장의 경제적 손실이 크므로 어느 정도의 수준조절이 가능 하도록 제작되었기 때문으로 사료된다. 결국 검출기의 레벨 수준이 더욱 높아지면 검출율은 증가 할 것이며 반대로 인력조사로 검증된 파각은 그 출현율이 더욱 낮아질 것으로 판단된다. 그러나 파각선별기를 사용하는 집하장의 기계관리 및 계군의 주령과 사양관리 방법, 그리고 집하된 계란의 난각상태, 운송상태 등에 따라 검출기의 수준은 다를 수 있을 것이다. 실험을 진행한 농장의 경우 레벨 7인 경우에도 1등급란의 허용 파각율 수준을 넘어서지 아니하여 본 농장의 실험계군 계란의 파각 검출율 수준은 우수함을 보였다.

파각란검출기의 레벨수준에 따라 검출된 파각란을 인력으로 전수 확인 후 그 일치 여부를 Fig. 6에서 나타내었다. 그림에서 일치율은 레벨 7일 때 96.9%로 최저를 나타내고 그 외는 97%를 상회 하였다. 검출기의 레벨 수준을 달리 하여도 검출기의 기계적 능력은 변함없이 일정한 선별능력을 나타내고 있음으로 인위적인 수준의 레벨로 전체 파각란의 혼입을 조절하는 기능에는 신뢰성을 보인 것으로 판단된다. 즉, 검출기의 레벨은 단지 파각란의 파각정도가 더하고 덜함을 구분하는 감도 조정의 기능으로, 레벨을 달리하여도 파각라인으로 선별된 계란은 97%가 파각란임을 감안할 때 계란 집하공정에서 파각검출기의 기능은 신뢰할 만 한 것으로 판단된다.

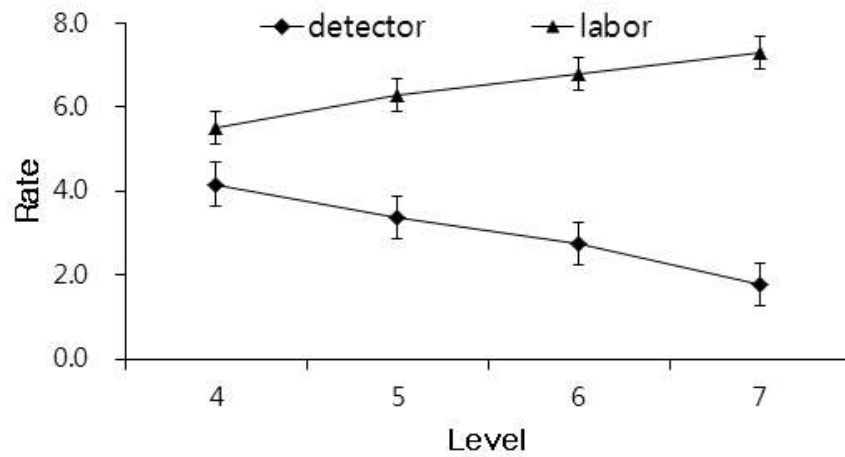


Fig 5. Cracked egg rate by different levels of crack detector and labor inspection

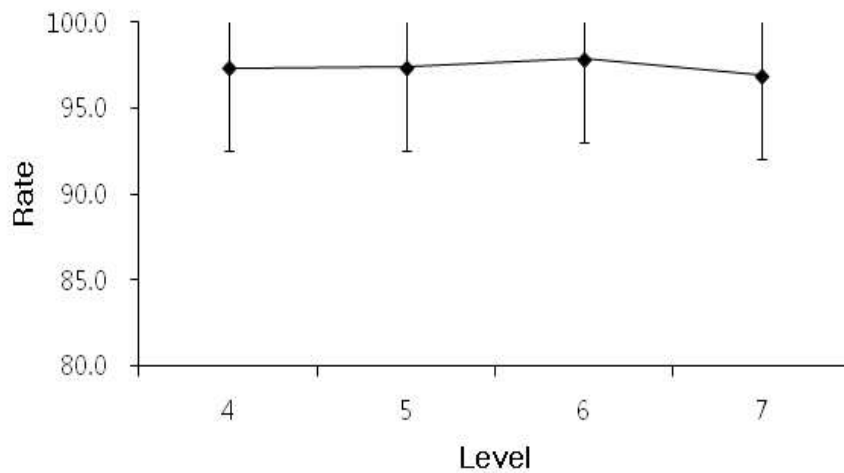


Fig 6. Number of cracked egg in cracked egg line by different levels of crack detector and that after labor inspection

5. 혈란 검출율

Table 5. Number of detected bloody eggs per 1000 eggs from a blood detector and labor inspection by hen's age.

Age (week)	Bloody egg line		Normal egg line followed by labor inspection (100 sample)			Total
	Bloody	After labor inspection	Bloody (under 3mm)	Bloody (over 3mm)	Sub total	
33 ~ 39	0	0	0	0	0	0
44 ~ 48	0	0	0	0	0	0
61 ~ 66	2	2	2	0	2	4

산란계의 주령 및 레벨에 따른 혈란라인과 정상란라인으로 구분하여 혈란 검출을 비교하였다. 전체 실험기간 중 총 36회에 각각 표본 1,000개를 실험한 결과 동 기기의 혈란 검출율은 0.005%로 미미하였다. 인력측정 또한 3 mm 미만이 0.005% 검출되었다. 혈란검출기로 검출된 혈란라인의 계란을 할란한 결과 모두 혈란이었다. 특이한 점은 레벨 300에서 세팅이 안되는 기기적 오류가 발생했는데, 분광기에 투광된 갈색란의 파장값이 혈색소성분의 파장값과 비슷하기 때문일 것이라고 추론되며, Nakano (1997)은 혈란선별을 위한 광투과성 측정결과 갈색란의 경우 혈란이 검출되지 않았다.

동 실험에서는 혈반과 혈란을 구분하여 혈액의 고유한 색을 어느 정도 유지한 경우, 장축의 크기가 3 mm이상과 미만으로 구분하여 분류하였다. Kim 등(2012)의 연구에서 혈반란의 평균 출현율은 59주령 이후에 증가하였고 크기는 60주령에서 가장 크게 나타났다. 따라서 등급란에 주로 사용하는 주령대인 25주에서 50주령까지에서의 혈반란의 출현율은 그리 높지 않다고 할 수 있으며 동 실험에서도 거의 출현되지 않았다.

Table 6. Number of detected bloody eggs per 1000 eggs from a blood detector and labor inspection by different levels of detector.

Level	Bloody egg line		Normal egg line followed by labor inspection (100 sample)			Total
	Bloody	After labor inspection	Bloody (under 3mm)	Bloody (over 3mm)	Sub total	
500	0	0	0	0	0	0
600	0	0	0	0	0	0
700	0	0	1	0	1	1
800	2	2	1	0	1	3

요 약

본 연구는 계란 집하장의 선별기에 부착된 파각란 검출기와 혈란 검출기의 정확도를 산란계 주령과 검출기 레벨 수준에 따라 검증하여 계란등급판정에서 이용가능성을 제시하고 궁극적으로 유통과정에서 고품질의 계란을 소비자에게 제공하기 위해 실시하였다. 총 36,000개의 계란을 산란계 주령별, 검출기의 레벨별로 축산물품질평가사가 매회 1,000개씩을 무작위 추출하여 선별기를 통과시킨 후, 파각란과 혈란, 그리고 정상란으로 선별된 계란들을 직접 인력 측정하여 정확도를 검사하였다. 주령에 따른 파각란검출기의 결과는 주령이 높은 40주령대 이상의 파각란이 30주령대 보다 유의적으로 높았다($P<0.05$). 또한 검출기 레벨이 높아질수록(민감도가 낮아질수록) 파각란 검출율은 떨어졌다. 그러나, 레벨별 차이로 선별한 파각란을 인력으로 확인한 결과 97% 이상의 파각 일치율을 보

여 검출기능에 신뢰할 만한 결과를 보였다. 계란 중량별로는 특란, 왕란, 대란 및 중소란의 순서로 파각란 수가 많았다. 동일방법으로 실시한 혈란 검출기의 혈란 출현율은 0.005%로 미미하여 판단근거로는 부족하나, 검출된 계란을 할란하여 인력 측정된 결과 검출기로 선별된 계란은 모두 혈란이어서 100% 일치율을 보였다. 결론적으로 자동 파각란 검출기와 혈란 검출기는 신뢰할 만한 수준이며 계란등급판정에 이용할 수 있으리라 생각된다. 또한 현재 계란등급판정에서 파각을 허용범위는 1등급이 9%이하임을 감안할 때, 만일 파각란 검출기 4레벨을 통과한 계란이라면 소비자에게 도달할 때 파각란이 5.5% 이내로 관리되게 되어 보다 좋은 품질의 계란을 소비자에게 제공할 수 있다고 판단된다.

[참고 1]

□ INNOVA 400 파각검출기와 혈란검출기의 원리

1) 파각검출기(crack detector)

일반적으로 파각검출기(crack detector)는 크리스탈 발진기(piezoelectric crystals)를 활용하는 초음파 방식과 음향을 이용한 진동파 방식이 주로 사용되는데 본 실험의 기기는 초음파 방식을 사용한다.

초음파는 사람의 귀로 감지할 수 없는 영역인 20kHz(킬로헤르츠) 이상의 주파수 범위의 소리로 파장이 짧으며 강한 진동을 만들 수 있기 때문에 보통의 소리에서 나타나지 않는 성질을 갖는다. 초음파는 일종의 탄성파로 서로 다른 물질의 경계에서 반사율이 다르기 때문에, 매질의 경계면에서는 반사되거나 투과되고 흡수로 인해 진폭 감쇠가 일어나기도 한다. D사의 파각검출기는 초음파를 발생하는 크리스탈 발진기를 가진 15개의 버튼(buttons)으로 구성되어 있다.

계란이 15개의 버튼(buttons)을 지나면서 일정영역의 면에 파각이 생기면, 수신되어지는 파동의 폭, 길이, 전압곡선을 측정하여, 그 횟수 및 정도에 따라 파각을 측정한다(George N. Bliss, George N. Bliss, 1973). 파각의 측정은 총 2회에 16번 측정하며, 계란은 4회 굴러간다. 난각(eggshell)은 진동 대부분을 반환 할 수 있는 효율적인 탄성 때문에, 짧은 기간 동안의 날카로운 전기 진동을 발생하는 크리스탈 발진기(piezoelectric crystal) 장치로 파동을 수신할 때 금이 간 계란의 검란이 확장된다. 계란이 금이 간 경우 인접 영역의 탄성이 심각하게 손상되며, 이 영역에서 수신된 파동은 낮고 큰 폭의 지루한 펄스를 발생한다. 그 진동의 수는 파각의 결정에 정확한 기본 자료로 제공 된다.

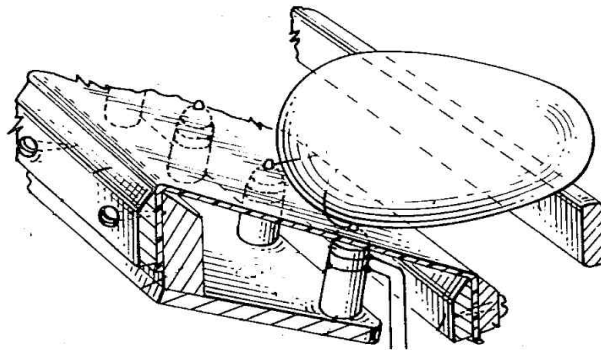


Fig 7. crack detector buttons위의 계란(George N. Bliss, George N. Bliss, 1973)

2) 혈란검출기(blood detector)

계란에 일정한 가시광선(파장)을 투광하여 수신된 빛을 두 개의 channel A " $500\text{nm} \pm 5$ "와 channel B " $600\text{nm} \pm 5$ "로 분광하여 그 차이가 기준치 보다 낮게 나오면 혈란으로 판정하는데, 일반적으로 기준치 비를 900-960레벨을 세팅하면 0.1mm의 혈란을 검출하며, 500 정도의 레벨 세팅시 10mm 정도의 혈란을 검출한다. 레벨 세팅은 1~999로 가능하다. 이승주(2008) 등은 갈색란의 난각을 분리하여 측정셀에 담아 난각의 가시광선 분광투과율 실험결과 난각의 경우 파장값 600nm이상, 난백의 경우 파장값 300nm이상, 그리고 난황의 경우 파장값 600nm에서 투과율이 높은 것으로 나타났으며, 혈란은 정상란에 비해 700~800nm의 파장대에서 분광투과율이 높게 나타났다.

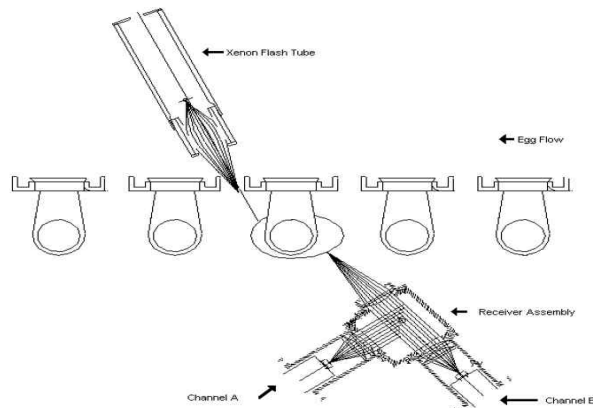


Fig 8. blood detector 구조(Diamond Systems Technical & Operations Manual)

Table 8. Diamondsystem INNOVA 400 자동검란기의 사양

구 분	파 각 검 출 기	혈 란 검 출 기
사양모델명	INNOVA400 crack detector	INNOVA400 blood detector
용 도	파란검출	혈란검출
제조 연도	2006.5	2006.5
시간당 처리속도	144,000개	144,000개
탈 부착 용이성	당회사 제품호환	당회사 제품호환
추가 부속품 필요유무	무	무
도입 가격	1억	1억
1년 평균 수리비용	5년간 2천만원	5년간 2천만원
고장시 서비스 지역	pas 국내에이전트	국 외
검출 원리	초음파센서 원리	가시광선 혈색소 투과량
레벨 설정	1 ~ 15 단계	100~ 999 단계
관리 비용	월 200만원	

Table 9. Diamondsystem INNOVA 400 (메뉴얼)

- 제품명 : INNOVA 400 (Diamond system, 미국)
- 시간당 144,000개 선별 능력 보유
- 전 기기의 Stainless steel처리
- In-line 또는 off-line 농장에서 모두 동작 가능
- 계란 세척 기능(선택사항임)
- 매일 선별 및 효율적인 유지관리 보고서 제공
- 자동 축광 및 파각란, 누출란, 오염란, 혈란 자동 제거하는 시스템 포함
- 디지털 계측기의 유지 관리 및 물에 의한 세척 용이
- 전기 전자제어 장비함의 방수 처리
- servo motor에 의한 계란의 깔끔하고 단순한 이송
- 터치스크린 사용에 따른 간단한 소프트웨어 조작
- Microsoft사의 Windows XP채택으로 완벽한 소프트웨어 및 하드웨어 통제

인용문헌

1. Choi WK, Cho HK 2002 The acoustic vibration properties of chicken eggs. J Korean Soc Agric Machine 27(4):293-300.
2. Cho HK, Kwon Y, Cho SK 1995 Crack detection and sorting of eggs by image processing. Korean J Poul Sci 22:233-238.
3. Coutts JA, Wilson GC, Fernández S, Rosales E, Weber G, Hernández JM 2007 Optimum egg quality – A practical approach. Lavoisier. Cachan, France.
4. De ketelaere B, Govaerts T, Coucke P, Dewil E, Visscher J, Decuypere E, DeBaerdemaeker J 2002 Measuring the eggshell strength of 6 different genetic strains of laying hens: Techniques and comparisons. Br Poult Sci 43:238-244.
5. Elster RT, Groodrum JW 1991 Detection of cracks in eggs using machine vision. Transact Am Soc Agricl Eng 34:307-312.
6. Ewen CD, Todd 1996 Risk assessment of use of cracked eggs in Canada. Int J Food Microbiol 30:125-143.
7. George N, Bliss, Franklin, Mich 1973 Crack detector. U.S. Patent 3,744,299. July. 10.
8. Jones DR, Lawrence KC, Yoon SC, Heitschmidt GW 2010 Modified pressure imaging for egg crack detection and resulting egg quality. Poultry Sci 89:761-765.
9. Kim HS, Kim SM, Noh JJ, Lee JI 2012 Effect of age of laying hens and grade of egg shell abnormality on internal egg quality. J Anim Sci Technol 54:43-49.
10. Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation 2011a Animal products grading statistical yearbook. KIAPQ. Gunpo, Korea.
11. Korea Institute for Animal Products Quality Evalution 2011b Marketing Livestock and Meat in the Korea. KIAPQ. Gunpo, Korea.
12. Lawrence KC, Yoon SC, Jones DR, Heitschmidt GW, Park B, Windham WR 2009 Modified pressure system for imaging egg cracks. Transact Am Soc Agric Eng 52:983-990.
13. Lee KH 1998 Comparison of performances between brown and white egg layers. Korean J Poul Sci 25:119-128.
14. Lee SJ, Chang DI, So JK, Lee YB, Park SH 2008 Determination of transillumination on brown egg for sorting blood-spotted eggs. J Korean Soc Agric Machine 13:421-426.
15. Lee SK 1999 Chicken and egg science. Yuhanmunhwasa Seoul.

16. Mertens K, Bamelis F, Kamers B, Verhoelst E, Ketelaere B, Bain M, Decuyper E, De DeBaerdemaeker J 2006 Monitoring of eggshell breakage and strength in different production chains of consumption eggs. *Poultry Sci* 85:1670–1677.
17. Nakano K 1997 Application of neural networks to the color grading of apples. *Comput Elect Agric* 18:105–116.
18. Nakano K, Mizutani J, Ohtsuka Y 1998 Studies on nondestructive detection of abnormal eggs (Part1) Detection of blood spots in eggs using image processing. *Jap J Soc Agric Struct* 29:17–23.
19. Oh KY, Ruy BG, Noh JS, Choi DS, Choe KJ 2008 Analyses on the status of breakage in the step of egg conveyer system of the laying hen house. *J Lives Hous Env* 14:47–52.
20. Seo LH, Kim KD 1997 Development of gripper for damaged egg selection – Location of broken point and measurement of egg shell strength for damaged eggs. *J Korean Soc Agric Machin* 13:421–426.
21. So JK, Chang DI, Lee SJ, Lee YB, Yun TJ 1997 Study on reducing technology of cracked-egg for egg sorter –Measurement of vibration levels at expectation point of cracked-egg produced. *J Korean Soc Agric Machin* 12(2):293–301.
22. Wall H, Tauson R 2002 Egg quality in furnished cages for laying hens effects of crack reduction measure and hybrid. *Poultry Sci* 81:340–348.

오리도체 처리유형별 저장기간에 따른 품질변화 연구

성상현¹⁾, 오석환¹⁾, 이재청²⁾, 조철훈³⁾

¹⁾축산물품질평가원 전북지원, ²⁾축산물품질평가원 연구개발팀, ³⁾충남대학교 동물자원생명공학과

ABSTRACT

This study was performed to investigate the possibility of instrumental differentiation of duck breast meat treated with different processing and storage conditions for industrial application. Duck breast meats, which were 1) only refrigerated (fresh) after slaughter, 2) fresh but applied torching process for removing remained feathers (fresh-torched), and 3) frozen and thawed (frozen-thawed), were prepared and torrymeter value and other quality factors were assessed. The torrymeter values of both duck breast meat and skin showed the lowest in frozen-thawed breast meat during whole storage period while no difference was found between fresh and fresh-torched ones, except for the skin at day 3. Drip loss of frozen-thawed duck breast meat was higher than those of fresh or fresh-torched ones. The number of total aerobic bacteria was lower in the breast meat of fresh-torched than fresh but both were not different from frozen-thawed at day 1. However, there was no difference found in microbial growth at day 3 and 7. TBARS value was increased during storage without difference among treatments. Sensory scores of frozen-thawed duck breast meat were the lowest in all sensory parameters evaluated. The results indicate that once the duck breast meat was frozen then thawed, drip loss and sensory quality can be significantly affected and the torrymeter value could differentiate a frozen-thawed from fresh and fresh-torched duck breast meat.

Key words : Duck, breast, fresh, frozen-thawed, drip loss

서론

가금육은 소고기 등 다른 육류와는 달리 포화지방산과 콜레스테롤 함량이 낮고 보양식으로 널리 인식되면서 소비자들로부터 최근 꾸준한 인기를 얻고 있다(Liu et al., 2012). 최근 가금육 중에서 오리고기가 새로운 외식메뉴로서 각광을 얻으며 소비량도 증가하고 있는 추세이다. 국내 오리 산업은 외형적인 팽창을 거듭하여 2010년 기준 농림어업 품목 중 7대산업으로 발돋움하였으며, 축산업 생산액 중 오리 산업비중이 7.5%에 해당될 정도로 비약적인 성장을 이루었다(MIFAFF, 2011). 또한 외형적인 성장과 함께 2010년 농림수산식품부 통계자료에 의하면 1인당 소비량이 2000년 0.9 kg에서 2011년 2.4 kg으로 약 3배가량 증가하였고, 향후 소비량도 꾸준히 증가하여 2022년에는 3.3 kg으로 증가할 것으로 예상하고 있다(KREI, 2012).

이렇듯 국내 오리 산업은 최근 20년 사이에 급격하게 외형적 성장을 거듭해 오면서 생산에서 도압, 가공, 유통에 이르기까지 과정별 지표로서의 역할을 해 줄 수 있는 제도적인 장치가 필요하게 되었다. 현재 오리 유통은 품질 및 규격 단위로 유통되는 것 보다는 물량 단위로 유통되고 있고, 고급육과 저급육이 구분되지 않은 상태로 원료육으로 이용 및 판매되고 있다. 여기에 오리고기 수요가 많은 여름철에는 냉동육을 해동하여 신선육과 함께 혼용하여 유통시키는 사례도 발생하고 있다. 또한 한·미, 한·EU, 한·중 등 여러 국가와의 자유무역협정 체결로 냉동 및 냉장 오리고기의 수입이 증가되고 있는데, 수입 오리고기가 유통과정에서 국내산으로 둔갑하여 유통되고 있으나 이에 대한 뚜렷한 대비책이 없는 실정이다. 오리소비가 주로 "탕"위주의 문화에서 최근 백화점 및 식품 전문점 등을 기반으로 통오리 및 부분육 소비가 조금씩 활성화 되고 있다는 점을 감안한다면 오리육의 품질 고급화가 매우 필요한 시점으로 사료되며(Chae et al., 2006), 이에 따른 유통질서 확립 방법도 필요하다고 판단된다.

최근에 이러한 이유로 오리 등급제 도입 등을 통한 생산, 유통, 소비단계 전 부분에서 품질 차별화 및 유통 투명화를 위한 노력이 진행되고 있다. 이미 소, 돼지, 닭, 계란 등의 축산물은 등급제 도입을 통한 품질향상 및 유통의 투명화를 통해 수입육과의 경쟁력을 확보하는 등 상당한 효과를 나타내고 있기도 하다(KREI, 2008). 그에 반해 오리육은 2011년 11월에 시범사업으로 등급제를 도입하고, 2012년 7월 1일부터 본 사업으로 시행하여 오리육의 품질고급화 및 차별화를 위한 노력을 시작하였다. 최근 들어 오리 관련 연구들이 과거 사양관리에서 유통과 소비에 관계된 품질관리 방면으로 많이 이루어지고 있으나, 유통과정에서 냉동 후 해동육이나 저장기간이 오래된 원료육을 손쉽게 구별하는 방법 등에 대한 연구는 부족하였다. 그러므로 오리도체 등급판정 방법에서 원료육의 신선도 평가 시 기계적인 방법으로 효과적이고 간단하게 신선도를 측정할 수 있다면 좋은 대

안이 될 것으로 사료된다.

토리미터(torrimeter)는 본래 생선 근육 조직의 변형된 전기적 성질을 측정하여 생선의 신선도를 판별하는데 처음 사용되었으며(Dufloset al., 2002; Lougovoiset al., 2004), 닭고기의 신선육과 냉동 후 해동육의 기계적 판별법에 대한 연구에서 닭고기에서의 적용가능성을 확인하였다(Jung et al., 2011). 그러나, 어종에 따라 표피 구조가 다르기 때문에 토리미터 값의 차이가 있을 수 있기 때문에(Pivarnik et al., 1990) 모든 식육에 통용될 수 있다고 보기는 어렵다.

따라서 본 연구는 오리 가슴육 도체의 기계적인 신선도 측정에 대한 객관적인 기준 및 근거를 제시하여 일반 식당이나 식육포장처리업체 등에서 오리고기 원료육을 이용할 때 기계적 방법으로 신선도 판별을 손쉽게 할 수 있도록 하기 위한 기초연구의 일환으로 수행하였다. 이를 위해서 오리 가슴육 중 냉장 신선육, 냉장 신선육 중 잔털제거를 위해 화염을 사용한 육(현장에서 토치육으로 불림), 그리고 냉동 후 해동육으로 나누어 토리미터 값과 함께 드립감량, 미생물, 육색, 지방산패도 및 관능검사를 실시하여 처리별 품질변화를 확인하고 손쉬운 기계적 판별법의 가능성을 평가하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에 사용된 오리 가슴육은 오리도체 등급판정 기준 및 방법에 의거 전북 남원 소재 도압장에서 생산된 중량규격 23호, 품질기준 A급인 오리 도체 총 90수의 가슴육을 선별, 발골하여 준비하였다. 신선육(fresh)과 가공 중 잔모 제거를 위해 화염 처리한 토치육(fresh-torched), 그리고 냉동 후 해동육(frozen-thawed)으로 처리를 구분하였고, 총 3번의 실험을 따로 진행하였으며, 반복 당 30수를 이용하였다.

신선육(fresh)은 당일 도압장에서 계류, 현수, 방혈, 당적, 탈모, 왁싱, 내장제거, 냉각 등의 과정을 거쳐 생산된 도체에서 가슴살을 분할 발골한 시료를 사용하였고, 토치육(fresh-torched)은 당일 오리의 도압 과정에서 잔모 제거를 위하여 화염을 처리한 도체에서 가슴살을 분할, 발골한 시료였다. 이때 화염처리 수준은 7 kgf/cm²의 압력으로 분출되는 액화석유가스(LPG)가 좌, 우에 설치된 30개의 연소구멍으로 이루어진 화염처리 시스템 2기를 연속적으로 오리 도체가 지나가도록 구성되어 있으며, 화염처리 시간은 화염처리 시스템 1기를 통과 할 때 3~4초간 이루어졌다. 냉동 후 해동육(frozen-thawed)은 실험 시작 5일전 같은 도압장에서 도압된 신선육 시료를 선별, 발골하여 가슴살을 처리구별로 polyethylene 포장지에 포장하여 즉시 -40℃ 급냉창고에서 24시간 보관 후, -20℃에서 다

시 24시간 보관한 뒤 꺼내어 냉수(10℃이하)에 침지하여 10시간 해빙 후 2±2℃ 예냉실에 보관하였다. 이 방법은 현재 관련 업체에서 냉동 및 해동할 때 이용하는 방법을 준용한 것이다.

실험항목 중 토리미터 값(torr-meter value)과 드립감량은 도압장 예냉실에서 1, 2, 3, 4, 5 및 7일차에 실험을 진행하였고, 육색, 지방산패도, 일반 호기성 미생물 및 관능검사는 처리구별 시료를 polyethylene 포장지에 포장한 후 아이스박스에 넣고 당일 실험실로 이송하여 1, 3 및 7일차로 구분하여 냉장저장(2±2℃)하면서 실험을 실시하였다.

토리미터 값 측정

처리구별로 포장을 열고 가슴육의 껍질(skin)과 반대쪽 가슴육(meat) 중앙부위를 신선도 측정기(TorryFreshness Meter, Distell, Scotland)로 측정하였고 각각의 측정값은 한 가슴육을 3회 측정한 평균값을 이용하였다. 이는 가슴육의 껍질 부분을 측정하는 것도 실제 현장에서 차이가 있는지 판단하기 위해 실시하였다.

드립 감량(Drip Loss)

포장된 시료구별로 가슴육 시료채취 후 즉시 무게를 측정(1일차)하였고, 저장일별로 잉여 수분을 제거한 후 다시 무게를 측정하여 초기무게의 백분율(%)로 나타내었다.

육색

오리 가슴육 및 껍질 시료 부위를 석영셀(30 mm diameter)에 넣고 색차계(Spectrophotometer, CM-3500d, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter L*(명도), a*(적색도) 및 b*(황색도)값을 측정하였고, 결과값은 Spectra Magic Software(Minolta, Japan)로 자동 분석하였다. 색차계는 시료 측정 전 표준 흑판과 백판으로 표준화하였으며, 시료의 서로 다른 3부분을 측정하여 그 평균값을 하나의 반복값으로 처리하였다.

지방산패도 측정 [2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value]

지방산패도는 Kruk 등(2011)의 방법을 준용하여 TBARS값을 측정하였다. 즉, 오리 가슴육 시료 3 g에 50 µL의 butylatedhydroxyanisole(7.2% in ethanol)와 증류수 15 mL을 넣은 후 균질기(T25b, IKA Werke GmbH & Co., Germany)로 30초 동안 균질화 하였다. 균질물 1 mL에 TBA-TCA 용액(20 mM 2-thiobarbituric acid in 15% trichloroacetic acid) 2 mL을 넣은 후 90℃ 수욕상에서 30분간 가열하였다. 냉각 후 원심분리(3,000 rpm, 10분, 4℃)한 후, 상층액 1 mL을 취하여 532 nm에서 흡광도를 분광광도계(DU 530, Beckman

Instruments Inc., USA)로 측정된 후, 검량선을 이용하여 malondialdehyde의 농도를 구하였다. 이때 얻어진 결과는 mg malondialdehyde/kg meat로 표시하였다.

일반 호기성 미생물

오리 가슴육의 미생물 오염도를 측정하기 위하여 25 g의 껍질과 육이 혼합된 시료를 멸균된 기구를 이용하여 세절한 후, 5 g을 취하여 멸균된 식염수(0.85%, NaCl) 45 mL를 첨가하고 Bag mixer(Model 400, Interscience, France)를 사용하여 30분 동안 균질하였다. 균질액은 10진 희석법으로 희석하여 희석액을 total plate count agar(Difco Laboratories, USA)에 도말하였다. 미생물의 증식은 표준한천 배양방법으로 37℃에서 48시간 배양한 후 집락을 계수하여 Log CFU/g으로 나타내었다.

관능검사

관능검사는 식육 및 육제품 관련 관능검사 경험이 1년 이상인 관능검사요원 7명을 선발하여 신선한 오리육시료를 이용하여 기초적인 훈련을 2회 실시하고, 실제 실험에서는 9점 척도법을 이용하여 색, 풍미, 맛, 연도, 다즙성, 그리고 종합적 기호도를 조사하였다. 점수는 1점이 매우 좋지 않음, 9점이 매우 좋음으로 하여 검사를 하였다. 검사를 위해 시료는 크기를 가로 1 cm × 세로 3 cm가 되도록 일정하게 절단한 후 각 시료를 전기 그릴을 이용하여 심부 온도가 72℃ 되게 조리하고, 흰색 일회용 접시에 3자리 숫자 번호로 표시한 후 관능검사요원에게 제시하였다. 관능검사 중 구강세척을 위하여 음용수를 제공하였으며, 관능검사는 저장 1, 3, 및 5일차에 3번에 걸쳐 실시하고 결과는 pooling하여 분석하였다.

통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SAS(2010)를 이용하여 분산분석을 실시하고, Duncan의 다중검정법을 통해 5%수준에서 처리구 평균값 간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

육색

오리 가슴육의 육색은 가슴육 껍질(skin)과 가슴육(meat)색을 저장 1, 3 및 7일차에 측정하였다(Table 1). 껍질색은 신선육 및 토치육에서 저장일별로 큰 차이가 없으나, 냉동 후 해동육의 경우 L*값(명도)이 저장기간 동안 지속적으로 낮아지며 a*값(적색도)이 높아지는 변화가 발생하였다($p < 0.05$). 가슴육 껍질의 명도는 저장 7일차 결과를 보면 냉동 후 해동육이 가장 낮게 나타난 반면 신선육이 가장 높게 나타났다.

적색도의 경우 저장 7일차에 냉동 후 해동육이 가장 높고 토치육이 가장 낮았다. 황색도의 경우 토치육이 가장 높게 나타나고 있다. 일반적으로 지방산화와 육색소 사이에는 높은 상관관계가 있는 것으로 알려져 있는데(Lynch and Faustman, 2000), 토치육의 경우 화염으로 인해 껍질의 색이 약간 노란색으로 변형된 것과 화염으로 인한 온도 변화로 육색소의 산화에도 영향을 미칠 것으로 보인다(Chae *et al.*, 2006). 처리구간 가슴육(meat)색의 차이는 단지 7일차 적색도에서 토치육이 다른 처리구에 비해 높게 나타나고, 1일차 황색도에서는 냉동 후 해동육이 가장 낮게 나타났다(Table 2). 명도의 경우 토치육에서 저장기간에 따라 낮아지는 결과를 보였으며, 적색도의 경우 모든 처리구에서 저장기간에 따라 증가하는 것으로 보이는데, 이는 수분 증발에 의한 육색소 농축 현상으로 볼 수 있다. 결과적으로 냉동 후 해동육의 색 변화, 특히 껍질색의 변화가 다른 처리구에 비해 심하다고 판단할 수 있다.

토리미터 값(Torrimeter value)

오리 가슴육(meat)의 토리미터 값은 냉동 후 해동육이 신선육과 토치육에 비해 전체 저장 기간에서 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$, Table 3). 신선육과 토치육은 저장 초기에는 차이가 없었으나 후기에는 토치육이 신선육에 비해 낮아졌다. 가슴육 껍질(skin)의 신선도 값은 가슴육(meat)에 비해 낮았으며, 전반적으로 냉동 후 해동육이 신선육 및 토치육에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$).

일반적으로 육이 냉동과 해동을 거치면서 빙결정이 형성, 발달하여 생화학적 및 물리적 변화를 일으키게 된다. 이 중 물리적 변화는 세포 소기관의 붕괴와 함께 그 내용물들이 육즙으로 유리되게 된다. Okazaki와 Uddin (2004)은 근적외선을 이용하여 냉장된 신선한 생선육과 냉동 후 해동 생선육의 육즙을 비교한 결과 흡광도가 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. 토리미터는 본래 생선육 조직의 변형된 전기적 성질을 측정하여 생선의 신선도를 판별하기 위해 개발되어 사용되었는데(Dufloset *al.*, 2002; Lougovoiset *al.*, 2004), 육조직의 전도도(conductivity)와 유전율(permittivity)이 냉동을 통한 세포의 손상이나 저장기간이 증가할수록 감소하는 것을 전기적으로 측정하는 장치이다(Ghatasset *al.*, 2008). Pivarnik 등(1990)과 Townley와 Lanier(1981)은 토리미터를 이용하여 생선육의 신선도 판별이 가능하다고 보고하였다. 다만 표피 부위에서 토리미터를 이용하여 신선도를 측정할 경우 값의 변화가 다르게 나타나는데, 이는 생선의 종류에 따라 표피조직의 구조가 다르기 때문이라고 설명하고 있다. 최근에 Jung등(2011)은 계육에서 토리미터를 신선도 측정 및 신선육과 냉동 후 해동육의 판별에 이용이 가능하다고 보고하였는데, 본 실험결과에서 오리 가슴육 또는 껍질의 토리미터값 측정은 오리의 냉동 후 해동육 판별에도 효과적인 것으로 나타났다.

드립감량

냉동 후 해동된 우육과 돈육에서 냉동과정에서 형성된 빙결정이 식육의 구조적인 변화를 발생시켜 드립감량이 증가하는 것이 관찰 되었으며(Amvrosiadis *et al.*, 1994; Hansen *et al.*, 2003), 이 현상은 일반적으로 알려진 사실이다. 게다가 드립의 대부분이 단백질을 포함하고 있어서 드립감량의 증가는 육의 품질을 저하시킬 수 있다 (Fisher, 2007). 본 연구에서 7일간 냉장저장 후 처리구별 드립감량은 Fig. 1에서와 같이 신선육과 토치육의 차이가 나타나지 않은 반면 냉동 후 해동육은 유의적인 차이를 나타내었고($p < 0.05$), 이는 신선도 평가를 보충하는 자료로 쓰일 수 있을 것으로 판단된다.

일반 호기성 미생물

저장기간에 따른 모든 처리군에서의 일반 호기성 미생물 변화는 Table 4에서와 같이 저장기간이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 저장 기간 중에 미생물의 변화는 초기 미생물 상태에 따라 결정되는데(Yun *et al.*, 2012), 본 연구에서는 1일 차에 오히려 신선육이 높게 나타나고 토치육이 가장 낮았으며, 저장 3일 이후부터는 모든 처리군에서 차이를 보이지 않았다. 토치육에서 다른 처리군에 비해 약간 더 낮은 값을 나타낸 것은 화염처리에 의해 피부에 오염된 미생물이 영향을 받아 일부 감소된 것으로 생각된다(Chae *et al.*, 2006). 그러나, 모든 처리군에서 냉장 상태 ($2 \pm 2^{\circ}\text{C}$)에서 7일 저장 후 10^6CFU/g 이상의 미생물이 검출되어 냉장 오리육의 미생물 관리에 대한 주의가 요망되었다.

지방산패도 측정[2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value]

일반적으로 식육의 저장기간이 경과할수록 TBARS값도 증가하는 경향을 나타내는데(Witte *et al.*, 1970), 본 연구에서도 TBARS값이 저장기간에 따라 증가하는 결과를 나타냈다(Table 5). 그러나 처리군 간의 유의적인 차이는 없었다. Brewer 등(1992)은 TBARS값이 $0.2\text{ mg malondialdehyde(MA)/kg}$ 이하의 범위에서는 신선한 상태이며, 4.0 mg MA/kg 이상은 완전 산패된 것으로 평가하였는데, 본 연구에서는 저장 7일째에도 모든 처리구에서 1.0 mg MA/kg 이하의 값을 나타내어 처리형태에 따른 지방산화의 차이는 없는 것으로 보인다. Jeong 등(2011)도 식육의 냉동과 해동은 지방산화에는 영향을 미치지 않았다고 보고하여 본 실험 결과와 일치한다. TBARS값의 변화는 식육의 지방산 조성, pH, 미생물 수준, 시료의 크기, 온도 등에 많은 영향을 받는다고 보고되었고(Keskine *et al.*, 1964), Chae 등(2006)도 화염 처리에 따른 오리 고기의 도체 표면 온도가 변화를 받아 TBARS값이 증가한다고 보고하였는데, 본 실험에서는 Chae 등(2006)의 실험환경에 비해 화염처리 시간이 짧아 영향이 적었던 것

으로 판단된다.

관능 검사

Savell 등(1987)은 고기조직 내에 수분의 함량과 분포상태는 고기의 연도와 다즙성, 조직 및 외관에도 영향을 미치고, 이는 식육을 선택하는데 주요 결정요인이라고 하였다. Table 6에서와 같이 저장기간에 따른 처리구별 관능검사에서는 육색, 풍미, 맛, 연도, 다즙성 및 종합적 기호도에서 신선육과 토치육 간 차이가 없었으나 냉동 후 해동육이 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다($p<0.05$). 따라서 냉동 후 해동육은 관능적으로 신선육이나 토치육에 비해 열등하다고 판단되며, 이는 소비자가 오리육의 신선도가 다를 때 관능적으로 구별하여 품질의 차이를 느낄 수 있을 것으로 예상할 수 있다.

이상의 결과에서 냉동 후 해동된 오리가슴육은 신선육이나 토치육에 비해 육색의 변화나 드립감량 증가가 더 빠르게 이루어짐을 알 수 있었고, 토리미터 값의 측정은 오리 가슴육 중 냉동 후 해동육을 신선육이나 토치육으로부터 구별하는 신속한 방법으로 이용이 가능할 것으로 사료된다.

요 약

본 오리 신선육과 냉동 후 해동육의 구별을 손쉽게 할 수 있는 방법을 제시하고, 오리육의 처리형태별 저장기간에 따른 미생물, 드립감량, 관능검사 등 품질변화를 연구하여 기계적 방법(토리미터)을 이용한 신선도 측정 시 객관적인 등급판정 기준을 제시하기 위해 실시되었다. 오리가슴육 중 냉동 후 해동육 껍질(skin)색에서 신선육이나 토치육에 비해 명도가 낮아지고, 적색도가 증가하였으며, 드립감량은 냉동 후 해동육이 다른 처리구에 비해 유의적으로 높았다($p<0.05$). 일반 호기성 미생물은 1일차에서 토치육이 신선육에 비해 낮았으나 3 및 7일차에는 모든 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. TBARS값은 저장기간 동안 증가하였으나 처리구간 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 관능검사결과 냉동 후 해동육이 관능검사의 모든 항목에서 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다($p<0.05$). 토리미터 값은 오리 가슴 껍질(skin)과 육(meat) 모두에서 냉동 후 해동육이 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났었다($p<0.05$). 이상의 결과에서 냉동 후 해동된 오리 가슴육은 신선육이나 토치육에 비해 육색의 변화나 드립 감량 증가가 빠르게 이루어짐을 알 수 있었고, 토리미터 값의 측정은 냉동 후 해동육을 신선육이나 토치육으로부터 구별하는 신속한 방법으로 이용이 가능할 것으로 사료된다.

Figure Caption

Table 1. Surface color of duck breast skin with different processing and storage conditions during storage for 7 days.

Treatment	Storage (day)			SEM ¹
	1	3	7	
	L*			
Fresh	74.82	73.20	72.69 ^x	1.316
Fresh-torched	70.67	70.84	70.24 ^{xy}	1.326
Frozen-thawed	73.30 ^a	72.03 ^{ab}	68.93 ^{yb}	0.975
SEM ²	1.610	1.031	0.888	
	a*			
Fresh	3.44	2.96 ^{xy}	3.94 ^{xy}	0.925
Fresh-torched	3.21	2.01 ^y	2.75 ^y	0.548
Frozen-thawed	2.58 ^b	3.85 ^{abx}	5.28 ^{ax}	0.530
SEM ²	1.049	0.407	0.413	
	b*			
Fresh	13.32 ^y	12.95 ^z	13.56 ^y	0.893
Fresh-torched	20.27 ^x	18.79 ^x	18.86 ^x	0.632
Frozen-thawed	13.55 ^y	15.15 ^y	15.96 ^{xy}	1.031
SEM ²	1.062	0.636	0.853	

¹Standard error of means (n =9), (n =9)².

^{a, b}Different letters within the same row differ significantly (p<0.05).

^{x, y, z}Different letters within the same column differ significantly (p<0.05).

Table 2. Surface color of duck breast meat with different processing and storage conditions during storage for 7 days.

Treatment	Storage (day)			SEM ¹
	1	3	7	
	L*-value			
Fresh	36.88	36.63	35.36	2.301
Fresh-torched	39.47 ^a	35.11 ^{ab}	34.19 ^b	1.284
Frozen-thawed	36.20	32.72	35.44	1.546
SEM ²	2.520	1.200	1.244	
	a*-value			
Fresh	12.38b	14.24 ^a	13.46 ^{abx}	0.418
Fresh-torched	11.86b	14.36 ^a	14.40 ^{ay}	0.464
Frozen-thawed	11.65b	13.24 ^a	13.46 ^{ax}	0.318
SEM ²	0.532	0.425	0.165	
	b*-value			
Fresh	9.22 ^{xy}	12.38	10.79	0.912
Fresh-torched	9.75 ^{bx}	11.56 ^a	10.79 ^{ab}	0.456
Frozen-thawed	8.86 ^{by}	11.46 ^a	11.60 ^a	0.700
SEM ²	0.244	1.057	0.591	

¹Standard error of means (n =9), (n =9)².

^{a, b}Different letters within the same row differ significantly (p<0.05)

^{x, y}Different letters within the same column differ significantly (p<0.05)

Table 3. Torrymeter value of duck breast meat and skin with different processing and storage conditions during storage for 7 days.

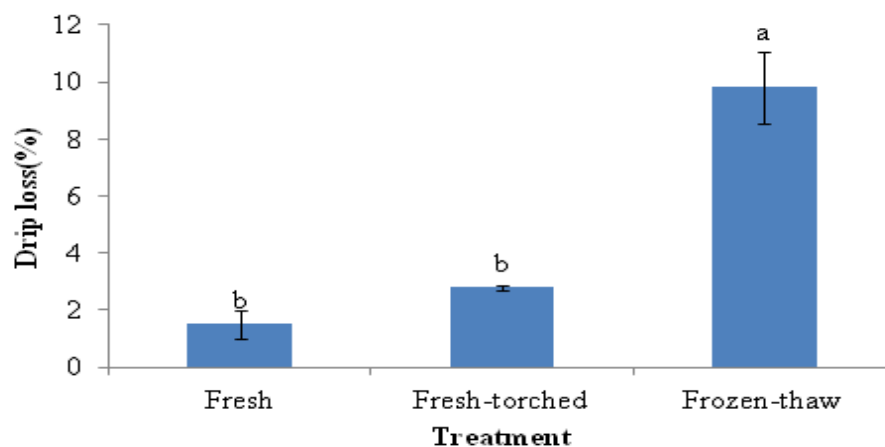
Treatment	Storage (day)			SEM ¹
	1	3	7	
Meat				
Fresh	12.26 ^{ax}	8.71 ^{bx}	5.11 ^{cx}	0.230
Fresh-torched	12.09 ^{ax}	7.81 ^{bx}	3.97 ^{cy}	0.258
Frozen-thawed	0.9 ^{ay}	0.98 ^{ay}	0.64 ^{az}	0.212
SEM ¹	0.178	0.265	0.250	
Skin				
Fresh	8.18 ^{ax}	5.64 ^{bx}	2.24 ^{cx}	0.316
Fresh-torched	8.48 ^{ax}	4.57 ^{by}	2.27 ^{cx}	0.250
Frozen-thawed	0.51 ^{ay}	0.31 ^{az}	0.10 ^{ay}	0.135
SEM ²	0.328	0.198	0.183	

¹Standard error of means (n =3), (n =9)².

^{a-c} Different letters within the same row differ significantly (p<0.05).

^{x-z} Different letters within the same column differ significantly (p<0.05).

Figure 1. Drip loss (%) of duck breast meat with different processing and storage conditions during storage for 7 days



^{a,b} Different letter within the treatments significantly (p<0.05)

Table 4. Number of total aerobic bacteria (log CFU/g) of duck breast meat with different processing and storage conditions during storage for 7 days

Treatment	Storage (day)			SEM ¹
	1	3	7	
Fresh	4.30 ^{xb}	4.67 ^b	6.74 ^a	0.196
Fresh-torched	3.43 ^{yb}	4.10 ^b	6.44 ^a	0.248
Frozen-thawed	3.84 ^{xyb}	4.23 ^b	6.97 ^a	0.141
SEM ¹	0.139	0.230	0.217	

¹Standard error of means (n = 9), (n = 9)².

^{a,b} Different letters within the same row differ significantly (p<0.05).

^{x,y} Different letters within the same column differ significantly (p<0.05).

Table 5. 2-Tiobarbituric acid reactive substances (TBARS) of duck breast meat with different processing and storage conditions during storage for 7 days

(unit : mgMA/kg)

Treatment	Storage (day)			SEM ¹
	1	3	7	
Fresh	0.63 ^b	0.66 ^b	0.86 ^a	0.050
Fresh-torched	0.62 ^b	0.67 ^b	0.78 ^a	0.030
Frozen-thawed	0.64 ^c	0.76 ^b	0.93 ^a	0.027
SEM ¹	0.255	0.032	0.050	

^{a-c}Different letters within the same row differ significantly (p<0.05)

Table 6. Sensory evaluation of duck breast meat with different processing and storage conditions.

Treatment	Sensory parameter					
	Color	Flavor	Taste	Tenderness	Juiciness	Overall acceptability
Fresh	5.05 ^{x,y}	4.91 ^x	5.09 ^x	5.00 ^x	4.73 ^x	4.77 ^x
Fresh-torched	5.14 ^x	5.45 ^x	5.41 ^x	5.45 ^x	5.45 ^x	5.36 ^x
Frozen-thawed	4.68 ^y	3.55 ^y	3.64 ^y	3.91 ^y	3.50 ^y	3.55 ^y
SEM ¹	0.132	0.250	0.241	0.310	0.283	0.266

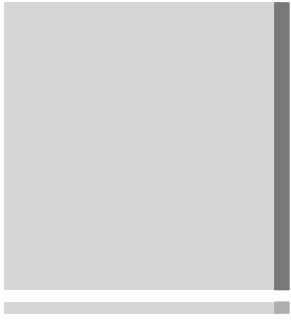
¹Standard error of means (n =21).

^{x,y}Different letters within the same column differ significantly (p<0.05)

참고문헌

1. Aaslyng, M. D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H. C., and Andersen H. J. (2003) Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Qual. Prefer.* **14**, 277–288
2. Ambrosiadis, I., Theodorakakos, N., Georgakis, S., and Lekkas, S. (1994) Influence of thawing methods on the quality of frozen meat and the drip loss. *Fleischwirtschaft* **74**, 284–287.
3. Brewer, M. S., Ikins, W. G., and Harbers, C. A. Z. (1992) TBA values, sensory characteristics, and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packing. *J. Food Sci.* **57**, 558–563.
4. Chae, H. S., Yoo, Y. M., Ahn, C. N., Jeong, S. G., Ham, J. S., Lee, J. M., and Singh, N. K. (2006) Effect of singeing time on physico-chemical characteristics of duck meat. *Korean J. Poult. Sci.* **33**, 273–281.
5. Duflos, G., Le Fur, B., Mulak, V., Becel, P., and Malle, P. (2002) Comparison of methods of differentiating between fresh and frozen-thawed fish or fillets. *J. Sci. Food Agric.* **82**, 1341–1345.
6. Fisher, K. (2007) Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. *J. Anim. Breed Genet.* **124**, 12–18.
7. Ghatass, Z. F., Soliman, M.M., and Mohamed, M. M. (2008) Dielectric technique for quality control of beef meat in the range 10 kHz–1 kHz. *Am. Eur. J. Sci. Res.* **3**, 62–69.
8. Hansen, E., Trinderup, R. A., Hviid, M., Darre, M., and Skibsted, L. H. (2003) Thaw drip loss and protein characterization of drip from air-frozen, cryogen-frozen, and pressureshift-frozen pork longissimus dorsi in relation to ice crystal size. *Eur. Food Res. Technol.* **218**, 2–6.
9. Jeong, J. Y., Kim, G. D., Yang, H. S., Joo, S. T. (2011) Effect of freeze-thaw cycles on physicochemical properties and color stability of beef semimembranosus muscle. *Food Res. Int.* **44**, 3222–3228.
10. Jung, S., Lee, J. C., Jung, Y., Kim, M. K., Son, H. Y., and Jo, C. (2011) Instrumental methods for differentiation of frozen-thawed from fresh broiler breast fillets. *Korean J. Food Sci. An.* **31**, 27–31.
11. Keskinel, A., Ayres, J. C., and Snyder, H. E. (1964) Determination of oxidative changes in raw meats by the 2-thiobarbituric acid method. *J. Food Technol.* **18**, 223–229.
12. Kruk, Z. A., Yun, H., Rutley, D. L., Lee, E. J., Kim, Y. J., and Jo, C. 2011. The effects of high pressure on microbial population, meat quality and sensory characteristics of chicken breast fillet. *Food Control* **22**, 6–12.

13. KREI (2008) Agricultural Outlook 2008. Korea Rural Economic Institute.
14. KREI (2012) Agricultural Outlook 2012. Korea Rural Economic Institute.
15. Liu, X. D., Jayasena, D. D., Jung, Y., Jung, S., Kang, B. S., Heo, K. N., Lee, J. H., and Jo, C. (2012) Differential proteome analysis of breast and thigh muscle between Korean native chickens and commercial broilers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **25**, 895–902.
16. Lougovois, V. P., Kyranas, E. R., and Kyrana, V. R. (2004) Comparison of selected methods of assessing freshness quality and remaining storage life of iced gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Res. Int.* **36**, 551–560.
17. Lynch, M. P. and Faustman, C. (2000) Effect of aldehyde lipid oxidation products on myoglobin. *J. Agr. Food Chem.* **48**, 600–604.
18. MIFAFF (2011) Major Statistics indices. Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries.
19. Pivarnik, L. F., Kazantizis, D., Karakoltsidis, P. A., Constantinides, S., Jhaveri, S. N., and Rand, A. G. Jr. (1990) Freshness assessment of six New England fish species using the torrymeter. *J. Food Sci.* **55**, 79–82.
20. SAS (2010) Release 9.1, SAS institute Inc., SAS User's Guide, Cary, NC, USA.
21. Savell, J. W., Branson, R. E., Cross, H. R., Stiffler, D. M., Wise, J. W., Griffin, D. B., and Smith, G. C. (1987). National consumer retail beef study: palatability evaluations of beef loin steaks that differed in marbling. *J. Food Sci.* **52**, 517–519.
22. Townley, R. R. and Lanier, T. C. (1981) Effect of early evisceration on the keeping quality of Atlantic Croaker (*Micropogonundulatus*) and grey trout (*Cynoscionregalis*) as determined by subjective and objective methodology. *J. Food Sci.* **46**, 863–867.
23. Uddin, M. and Okazaki, E. (2004) Classification of fresh and frozen-thawed fish by near-infrared spectroscopy. *J. Food Sci.* **69**, C665–C668.
24. Witte, V. C., Krause, G. F., and Bailey, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582–585.
25. Yun, H., Lee, H. J., Lee, K. H., Lee, J. W., Ahn, D. U., and Jo, C. 2012. Effect of high-dose irradiation on quality characteristics of ready-to-eat chicken breast. *Radiat. Phy. Chem.* **81**, 1107–1110.



9. 말도체 연령추정을 위한 사육개월령별 흉추골 골화상태 비교



말도체 연령 추정을 위한 사육 개월령별 말도체 흉추골의 골화상태 비교

김용준· 이상근· 김승곤· 이세형· 장기환· 김미나· 김초희
축산물품질평가원

서 론

말은 오래전부터 사육되어 왔으며, 농경이나 교통수단으로 이용되었고, 현재 80여개 나라에서 말고기의 생산과 소비가 이루어지고 있다. 말고기를 즐겨 소비하는 나라로는 일본과 프랑스, 오스트리아, 이탈리아, 벨기에, 루마니아, 스페인, 카자흐스탄, 슬로베니아, 아이슬란드, 노르웨이, 네덜란드, 몽골, 캐나다의 퀘벡주 등이다. 이들 나라와 지역에서 식용말고기가 생산되고 있고 말고기는 소세지로도 2차 가공되어 소비되고 있다.

1990년 10월에는 제주경마장이 개장되어 제주도에서 생산한 제주마와 제주산마(제주마와 더러브렛 교잡)를 이용하여 경주를 시작하면서 말 사육두수는 크게 증가하였다. 제주도내 년도별 말사육 동향을 보면 '90년 295호에서 2,439두, '00년 298호 7,348두, '05년 587호 14,689두, '07년 807호 18,634두, '11년 1,119호 21,797두로 크게 증가하였다(제주특별자치도, 2012). 사육두수 증가에 따라 경마용으로 선발되지 못한 말, 경주마로 이용 후 퇴출된 말은 일정기간 비육을 거친 후 도축하여 식용으로 이용하고 있으며, 제주도내 말도축두수는 2002년도 209두이던 것이 2011년도 777두로 증가하였다. 제주도내 말고기 전문 식당은 50여 곳이 운영 중에 있다. 말고기는 영양가는 높으나 저칼로리 식품이어서 새로운 식육자원으로 인기를 얻고 있으며, 말고기의 연간 소비량은 약 300여톤으로 추정되고 있다. 그러나, 말고기를 접해본 대부분의 소비자가 말고기는 '질기다', '퍽퍽하다', '고기 색이 질다' 등의 반응을 보이는데 이는 말고기 육질향상을 위한 충분한 비육이 이루어지지 않은데 기인한다. 말고기가 새로운 식육자원으로 자리매김하기 위해서는 많은 노력이 필요하다. 고품질의 말고기 생산과 위생적인 도축, 냉장유통 체계 구축, 등급판정, 등급에 따른 차별화된 유통 등이 이루어졌을 때 소비자에게 말고기의 장점을 이야기할 수 있게 될 것이다.

2011년 3월 축산물품질평가원에서 말도체 등급판정 기준 및 방법을 제정하여 공고하였고, 2011년 제주특별자치도 내에서 말도체 등급판정 시범사업을 실시하여 207두를 등급판정 하였다 육질등급별 출현율을 살펴보면, 1⁺등급은 11두(5.3%), 1등급은 28두(13.5%), 2등급은 165두(79.7%), 등외등급은 3두(1.4%)로 나타났다. 성숙도 출현율은 No.1 3두

(1.4%), No.2 24두(11.6), No.3 31두(15.0), No.4 40두(19.3), No.5 62두(30.0), No.6 34두(16.4), No.7 5두(2.4%), No.8 4두(1.9), No.9 3두(1.4)로 나타났다.

본 연구조사는 말고기의 연도와 밀접한 연관이 있는 성숙도를 조사하여 말도체 성숙도 판정기준 및 방법의 객관적인 근거를 제시하고자 수행하였다. 시험축은 제주축협공판장에서 2012년 4월부터 8월까지 도축된 말 중 출생월이 정확히 조사된 87두에 대해 흉추골의 골화 정도를 조사하였다.

재료 및 방법

도체선발

제주축협공판장에서 2012년 4월부터 8월 까지 도축된 말 336두 중 출생년월이 정확히 조사된 87두를 조사하였다.

사육개월령 조사

사육개월령은 말 윗입술 안쪽에 새겨진 문신을 확인하는 방법과 목부위 갈기 아래 근육에 내장된 RFID칩의 번호를 바코드 리더기로 확인하여 생년월일을 추적하는 방법으로 조사하였다.

성숙도 판정

사육개월령이 조사된 87두에 대하여 왼쪽반도체의 흉추골 사진을 촬영 및 인쇄하여 말도체등급판정기준(축산물품질평가원 공고 제2011-11호)의 성숙도 판정기준(Table 1.) (그림1.)에 따라 축산물품질평가사가 판정하였다.

Table 1. 말도체 성숙도 구분기준

번호	흉추골격의 특성
1	흉추의 가시돌기는 매우 붉은색이고 다공성조직이 부드러우며 연골이 선명하고 뚜렷함
2	가시돌기는 붉고 다공성조직이 부드러우며 연골은 골화가 시작됨
3	가시돌기는 붉고 연골은 1/5정도가 골화됨
4	가시돌기는 약간 붉고연골은 2/5정도가 골화되었으나 연골의 윤곽은 뚜렷함
5	가시돌기는 약간 붉고 연골은 3/5정도가 골화되었으나 연골의 윤곽은 뚜렷함
6	가시돌기는 약간 붉고 연골은 4/5정도가 골화되었으나 연골의 윤곽은 뚜렷함
7	가시돌기는 붉은색이 거의 없고 연골은 완전히 골화되었으나 가시돌기와 구분흔적이 남아 있음
8	가시돌기는 붉은색이 없고, 연골은 완전히 골화되어 가시돌기와 구분 흔적이 없음
9	완전히 골화되어 연골 조직의 형태마저 구분이 불가능하고, 가시돌기와 구분이 없음

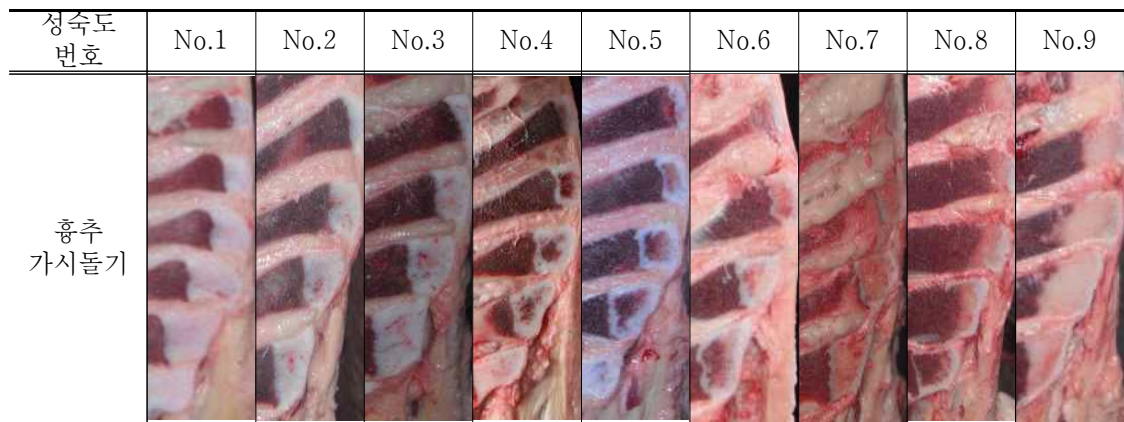


그림 1 말도체 성숙도 번호별 홍추가시돌기 골화 상태

결 과

본 연구는 사육개월령이 정확하게 확인된 말도체 87두를 조사하였다. 조사된 말도체의 품종과 성별은 table 2과 같이 나타났다. 품종은 제주산마가 76두로 가장 많이 조사되었고, 제주마는 5두, 더러브렛은 6두 조사되었다. 제주산마의 성별은 수말이 37두 이고, 암말은 36두였으며, 거세는 3두 었다. 이는 제주산마를 경주용으로 활용 후 퇴역 시키는 경우가 많은 데 기인한 것으로 사료된다.

Table 2. 품종·성별 조사두수

	N	암	수	거세
제주산마	76	36	37	3
제주마	5	0	3	2
더러브렛	6	3	2	1
계	87	39	41	7

성숙도구분 번호 별 평균 사육개월은 52.56개월로 나타났다. 성숙도 구분번호 5번이 20두로 가장 많이 나타났으며, 성숙도 No.3은 17두, No.2과 No.6번이 각각 13두, 4번이 12두로 나타났다. 성숙도 No.9는 3두로 가장 낮게 나타났으며, No.8은 4두, No.7은 5두로 나타났다. 성숙도 No.5 이상에서 표준편차가 크게 나타났다(Table 3.)(Table 4). 이는 홍추골의 골화정도는 사육 개월령이 증가하면서 말 개체에 따른 변이가 큼을 알 수 있다. 개체에 따른 골화정도의 변이는 사육환경과 혈통에 따른 개체 차이에서 기인되는 것으로 사료된다.

Table 3. 성숙도구분 번호 별 사육개월령 조사결과

maturity no.	mean	n	표준편차	범위	최소값	최대값
2	28.54	13	8.978	24	14	38
3	33.47	17	7.993	26	21	47
4	39.58	12	5.518	16	36	52
5	46.75	20	16.335	73	35	108
6	57.77	13	23.371	76	33	109
7	76.40	5	25.530	68	51	119
8	137.00	4	11.916	26	122	148
9	180.67	3	44.636	81	151	232
합계	52.56	87	37.090	218	14	232

Table 4. 성숙도 구분 번호별 사육개월령 조사두수

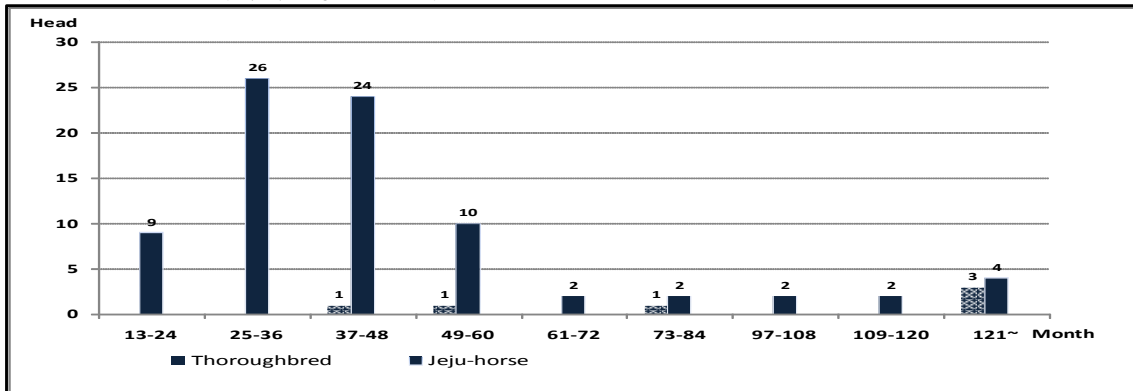
	N	≤24	25-36	37-48	49-60	61-72	73-84	97-120	121≤
2	13	4	6	3					
3	17	5	6	6					
4	12		5	6	1				
5	20		6	8	5			1	
6	13		3	2	4	1	1	2	
7	5				1	1	2	1	
8	4								4
9	3								3
합계	87	9	26	25	11	2	3	4	7

품종별 사육개월령 출현두수는 Table 5, Table 6.과 같이 조사되었다. 사육개월별로 살펴보면, 25-36개월령이 26두로 가장 많이 조사되었으며, 37-48개월령이 25두, 49-60개월령이 11두로 나타났다. 제주산마 25개월령에서 48개월령의 말의 출현율이 높게 나타나는 이유는 경주마로 활용 후 비육으로 전환하여 식용으로 이용되기 때문이다.

Table 5. 품종별 사육개월령 출현두수

	N	24<	25-36	37-48	49-60	61-72	73-84	97-108	109-120	>121
제주산마	76	9	26	22	9	2	1	2	1	4
제주마	5			2	1		1		1	
더러브렛	6			1	1		1			3
합계	87	9	26	25	11	2	3	2	2	7

Table 6. 품종별 사육개월령 출현두수



결 론

본 연구조사는 사육개월령에 따른 흥추골의 골화 정도를 규명하여 말도체 등급판정 항목 중 성숙도 판정기준 설정을 위한 기초자료를 도출하고자 수행하였다.

말도체의 품종은 제주산마가 76두로 가장 많이 조사되었고, 제주마는 5두, 더러브렛은 6두 조사되었다. 성별은 암말이 41두이고, 숫말이 39두였으며, 거세는 7두 였다. 평균 사육개월은 52.56개월로 나타났다. 성숙도는 No.5가 20두로 가장 많이 나타났으며, No.3 17두, No.2와 No.6이 각각 13두, NO.4가 12두로 고르게 나타났고, NO.8 4두, NO.7 5두로 나타났으며, No.9는 3두로 가장 낮게 나타났다. 성숙도 NO.5 이상에서 표준편차가 크게 나타났다. 사육개월은 25-36개월령이 26두로 가장 많이 조사되었으며, 37-48개월령이 25두, 49-60개월령이 11두로 나타났다. 제주산마는 25개월령에서 48개월령의 출현율이 높게 나타났다.

제주도내 말은 경주마로 활용할 목적으로 생산된다. 출생 후 18개월이 되면 체고가 성마의 95%, 체중은 80% 정도 성장하여 만 2세때의 경마출주에 대비하여 경주를 위한 조교가 시작된다(장 등, 2000). 경주 성적이 좋지 못하거나, 체고제한인 137cm를 넘는 말은 퇴역되게 된다. 퇴역된 말의 일부는 번식과 승마용으로 활용되고, 대부분은 비육마로 전환하여 3개월에서 6개월 비육 후 식용으로 활용된다. 24개월령 미만에 도축된 말은 경마에 선발되지 못한 것으로 추정되고, 25-48개월령에 도축된 말은 경마에 활용 후 비육을 통해 출하된 것으로 사료된다. 49개월 이상의 말은 경마에 오랜기간 활용되었거나, 경마장에서 퇴역된 후 번식 또는 승마에 활용되었을 것으로 추측된다.

조사 결과 말은 24개월령에서 골화가 시작되는 것으로 추정되며, 개체에 따른 골화 속도 차이는 큰 것으로 나타났다. 특히, 성숙도구분기준 5번에서 사육개월령의 차이가 73개월이고, 성숙도구분기준 6번의 사육개월령 차이는 76개월로 나타남으로서 현재 말도체등

급판정기준의 성숙도번호별 판정기준 및 방법이 실제 사육개월령과 차이를 보였다. 연구 결과를 종합하면, 말고기 특성에 따른 객관적 성숙도 구분기준 설정을 위하여 성숙도번호별 물리적 특성 및 관능평가 등 추가 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 장덕지 조승철.(2000)말의 이해, 도서출판 늘, 제주, 대한민국, pp. 75-79
2. 제주특별자치도,(2012), 축산사업추진계획. pp. 1-2

2012년 현장연구조사 결과 보고서

- 발행인 : 최형규
- 편집인
 - (총괄) R&BD센터장 황도연
 - (자문) 정진형, 김학성, 선창완, 이재청, 권기문, 김호선
 - (현장조사) 축산물품질평가원 현장연구조사 연구반원
- 발행일 : 2012년 12월
- 발행처 : 축산물품질평가원(www.ekape.or.kr)
(435-010) 경기도 군포시 용호1로 46번길 9
Tel : 031-390-5508
Fax : 031-390-5599
- 인쇄처 : 비전기획(02-504-1555)

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