

2014년 축산물품질평가 실용화 연구 결과 보고서



발간사

축산물품질평가원은 축산물 수입 자유화에 대응하기 위해 국내산 축산물의 품질을 과학적 기준에 따라 평가하는 공공기관입니다. 축산물에 대한 등급판정업무와 품질공정평가, 소비자 신뢰확보를 위한 이력제사업과 현장중심의 연구조사 사업 등을 추진하고 있습니다.

축산물등급제도를 시행함에 있어 현장에서 발생하는 문제점 해결과 등급판정결과의 객관성 제고를 위해 대학 등 연구기관의 자문을 받아 실용화 연구를 수행하고 있습니다. 2014년도 실용화 연구 과제는 특히, 학계 전문가를 초빙하여 실험설계 자문, 최종연구 결과에 대한 검증을 거치며 현장 활용성과 학술적 가치를 높이고자 노력하였습니다.

본 보고서에는 현장에서 등급판정 업무를 수행하는 축산물품질평가사가 실용화 연구를 통해 축산업 현장의 문제점을 해소하고 등급판정 업무의 객관성을 제고하기 위해 수행한 연구결과가 오롯이 담겨 있습니다. 부족한 부분이 있겠지만 **‘축산물품질평가 실용화 연구 보고서’**가 우리 축산물 품질 향상에 밑거름이 되기를 바라는 마음입니다.

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

감사합니다.

2014년 12월

축산물품질평가원장 허 영

실용화 연구 목적 및 범위

목 적

- ❑ 연구조사 역량기능 강화로 축산물의 가치 창출을 통한 기관 이미지 제고
 - 축산물의 품질에 대한 민원 및 애로사항에 대하여 연구를 통하여 해결함으로써 품질 평가의 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

실용화 연구 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

- ❑ 축산물품질평가 방법·기준 및 요령 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

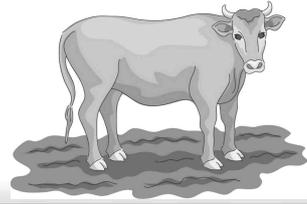
- 1. 소도체 근내지방 입자 크기에 따른 선호도 조사 및 BMS기준 설정연구 3
- 2. 산차수 및 사육 월령에 따른 소 성숙도 구분기준 관계 재조명 23
- 3. 작업장 환경조건(냉장능력 등)이 소도체 육색에 미치는 영향 연구 43

II . 돼지 부문

- 4. 일반사료급여와 잔반급여(waste food) 돼지도체의 품질특성비교 65
- 5. 돼지도체의 결함 중 골절에 따른 돈육의 품질변화 분석 79
- 6. 돼지 온도체 pH에 따른 품질과 도체특징 비교 89

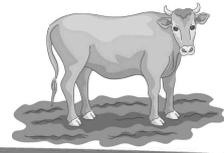
III . 가금 부문(닭·계란·오리)

- 7. 어리장 형태가 닭고기 품질에 미치는 영향 107
- 8. 산란 주령이 가공계란 품질에 미치는 영향 조사 123
- 9. 장기냉동한 저장육과 신선육으로 제조된 훈제오리육 제품의 저장기간별
품질변화 연구 139



I. 소 부문





소도체 근내지방 입자 크기에 따른 선호도
조사 및 BMS기준 설정연구

소도체 근내지방 입자 크기에 따른 선호도 조사 및 BMS기준 설정연구

승종원¹ · 김민기¹ · 이희석¹ · 김병기¹ · 공홍식²

¹축산물품질평가원 경기지원, ²한경대학교 생명유전자학과

초 록

본 실용화 연구에 앞서 강 등(2013)이 소도체 품질평가와 거래가격 지표로써 중요한 등심부위 근내지방도 측정의 객관화를 위해 Digital Image를 활용하여 각 도체의 근내지방의 특성을 분석하고 근내지방도 표준(BMS NO.)별 모형(Model)을 제시하는 연구를 선행하였다. 이번 실험에서는 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness)으로 분류된 근내지방도 번호(BMS NO.)를 입자의 크기 및 형태 등을 조사하고 관능검사를 실시하여 소비자의 구매 다양성과 선호도를 제시하는데 본 연구의 목적이 있다.

실험은 근내지방도 번호(BMS No. 3⁺⁺, 5⁺⁺, 7⁺⁺)를 3구간으로 설정하였으며, 품질평가 전문가 16명을 대상으로 샘플을 설정하기 전 촬영된 사진 18장을 통해 섬세함 및 조잡함에 관련하여 분류 설문을 사전에 실시하였다. 본 실험은 각 BMS NO.별 6두씩 전체 18두를 선발하여 일안반사식(DSLR ; Digital Single Lens Reflx)카메라로 동일한 조건에서 흥추와 요추 사이의 배최장근 단면을 촬영하였다. 촬영 후 18두를 조지방 분석을 실시하였으며, 근내지방도 번호(BMS No. 3⁺⁺, 5⁺⁺, 7⁺⁺)별 섬세함 및 조잡함으로 나누어 6두는 패널테스트를 실시하였다.

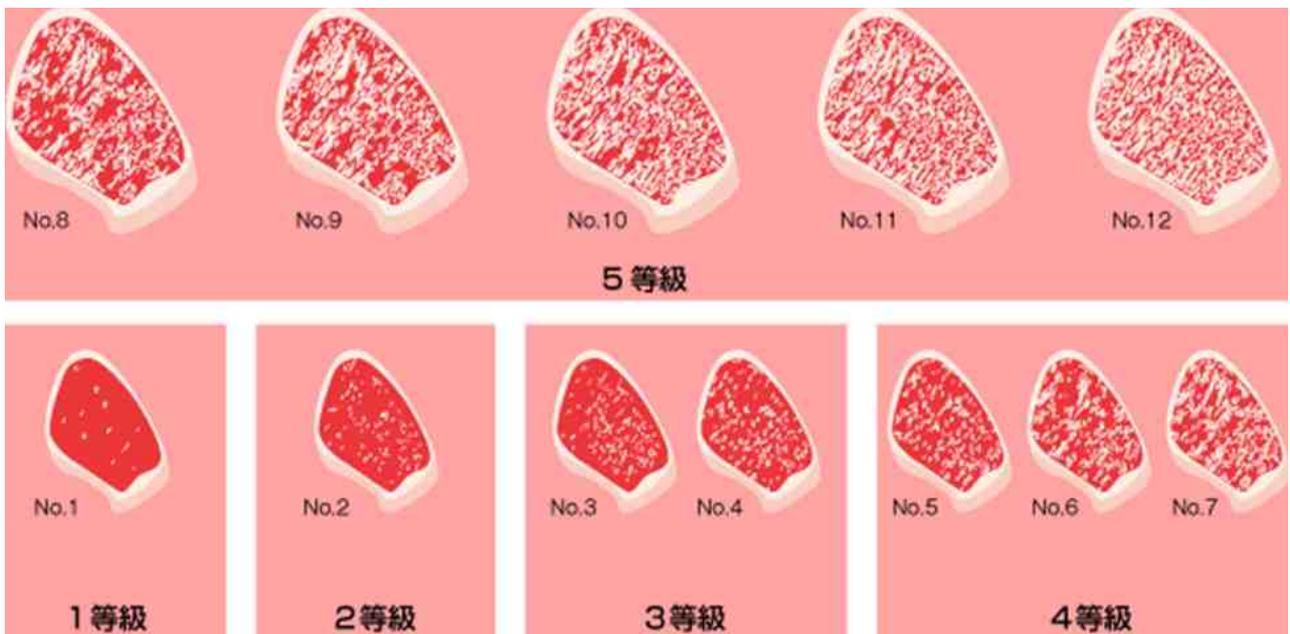
이렇게 촬영한 Digital Image는 분석프로그램(Image-Pro Plus version7)을 이용하여 배최장근의 면적, 근내지방 입자수, 근내지방 입자별 크기(면적), 근내지방 입자의 평균 크기, 배최장근 단면적에 대한 근내지방 입자의 전체면적 비율 등을 조사하였다. 패널 테스트는 관능검사를 위한 교육을 충분히 거친 대학생 및 대학원생 41명을 패널로 설정하여 동일한 조건에서 구워서 제공하였다. 관능검사는 한우고기의 색, 냄새, 이취, 씹힘성, 단백한 맛, 입안에서의 느낌에 대해 리커드(Likert) 척도방식(7점)을 사용하여 실시하였다.

품질평가 전문가를 대상으로 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness)으로 분류한 조사 결과에서는 근내지방도 번호(BMS NO.)가 올라갈수록 구분이 되지 않는 것으로 나타났다. 근내지방 입자크기, 근내지방 입자크기 표준편차, 근내지방 면적비율(%)에서는 차이가 없었으며, 조지방함량(%)에서는 각 근내지방도 구간에서 조잡함(Coarseness)이 섬세함(Fineness)보다 높게 나타났다. 관능검사 결과 풍미에서 섬세함(Fineness)이 높게 나타났다. 입안에서의 느낌은 근내지방도 번호(BMS No.)7⁺⁺조잡함(Coarseness) 가장 높게 나타났다.

key words : 근내지방도 표준(BMS NO.), Digital Image 분석, 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness), 한우고기 관능검사, 근내지방 입자크기

서론

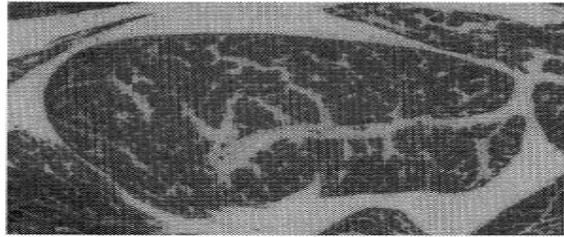
우리나라 1인당 쇠고기 소비량이 '13년 9.7kg으로 육류 총 소비량에 23.95%인 것으로 나타났다(농림축산식품 주요통계). '13년 한우고기에 대한 만족도 지수는 243.6으로 미국산 101.8, 호주산 147.9보다 높게 나타났다. 또한 맛에 대한 만족도 지수가 335.2로 안전성 284.7, 신뢰도 256.9보다 높게 나타났다(한우자조금 관리위원회 한우산업 모니터링 보고서). 소비자들이 맛에 대한 관심과 함께 구매 및 선호도가 다양해지고 있는 추세이다. 근내 지방도 번호(BMS No.)가 같지만 도매시장·공판장의 중도매인은 선호하는 마블링의 형태에 따라서 경락가격 차이가 나타난다. 강 등(2013)이 선행한 연구에서 근내지방도(BMS NO.)와 입자 크기간 경락가격 차이가 나타났다. 소비에서 유통까지 선호도 및 구매가 다양한 만큼 소도체 등급판정 항목 보완이 필요할 것으로 사료된다. 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness)이 높게 나타나는 농가의 사양(거세시기, 사료, 유전 등)을 역으로 조사하여 농가 컨설팅 자료로 이용하는 추가 연구가 선행된다면 축산물 등급판정 요소 확대를 통해 생산에서 유통 소비까지 만족할 수 있는 등급판정 기준이 될 것이다.



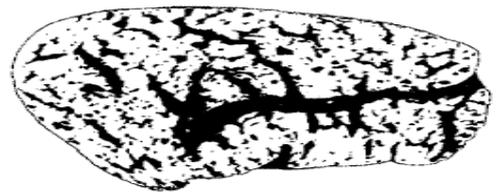
[그림 1] 일본의 디지털 이미지로 분석한 근내지방도(BMS NO.)

일본에서는 이미 고해상도 Digital Image(4,500x3,000픽셀)분석을 통해 마블링 특성과 화학적 구성 사이의 관계를 조사하고 구체적으로 마블링 기능을 평가하였으며, 고화질 도체 단면 이미지를 이용하여 단가포화지방산(MUFA) 비율을 추정하였다(Hamasaki et al., 2005). 포화지방산(SFA) 함량은 1⁺⁺등급이 3등급보다 유의적으로 낮게 나타나며, 반면 단가포화지방산(MUFA) 1⁺⁺등급이 3등급보다 유의적으로 높게 나타났다(Lee et al., 2010). MUFA/SFA 비율은 식육의 맛을 평가하는 지표로 활용되고 있다.

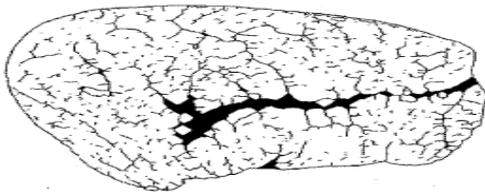
일본에서는 Digital Image 분석을 통해 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness)을 등심 전체 크기(Pixel)에 차지하는 크기의 비율로 그림2와 같이 계산하였다(岡本 et al., 2003). 호주도 Digital Image를 이용하여 종합적으로 평가하는 육질등급 판정을 도입하였고, 개량 및 사양기술에 적용하였다(口田圭吾 et al., 2001).



a) Original image



b) Binary image



c) Image after thinning with 10 rounds



d) Image after removing hairline

[그림 2] 이미지를 통한 마블링의 조잡함(Coarseness)을 계산

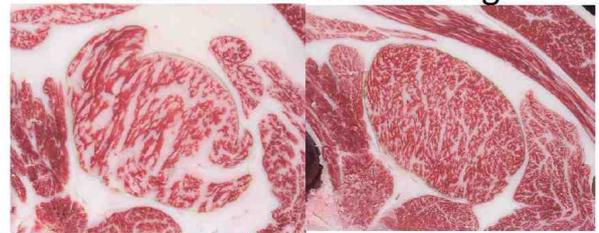
그림3에서 근내지방도(BMS NO.6)에 해당하는 것이 조지방 함량이 가장 높았으나 섬세함(Fineness)이 낮고 조잡함(Coarseness)이 높아 경락 가격을 적게 받는 것으로 나타났다.

Fineness of marbling



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

Coarseness of marbling



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

[그림 3] Digital Image 분석을 통해 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness) 계산하여 비교

재료 및 방법

공시재료

본 연구의 객관성 확보 및 결과에 활용하기 위해 사전 조사로 (주)협신식품 소도체 예냉실에서 좌도체 배최장근 단면을 BMS No. 3⁺⁺, 5⁺⁺, 7⁺⁺ 번호로 설정하여 사진촬영을 하였다. 촬영된 사진을 근내지방 입자개수 및 근내지방 면적 비율(%)를 Digital Image 분석을 실시하였으며, 분석 결과를 제공하지 않은 상태에서 내부 품질평가 전문가 16명에게 촬영된 사진을 보고 리커드(Likert) 척도방식(7점)을 사용하여 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness) 분류 조사를 하였다. 실험은 (주)영진엠앤에프(식육포장처리업체)에서 발골·정형하여 진공포장처리 전에 BMS 3⁺⁺, 5⁺⁺, 7⁺⁺ 번호별 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness)을 3개씩 분류하여 18두 분의 배최장근단면을 촬영(실험)하고, Digital Image를 분석하였으며 200g씩 채취하여 조지방 함량 분석도 같이 실시하였다. 관능검사를 실시하기 위해 BMS 3⁺⁺, 5⁺⁺, 7⁺⁺ 번호별 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness)을 1개씩 분류하여 2Kg씩 채취하였다.

한우 패널 테스트

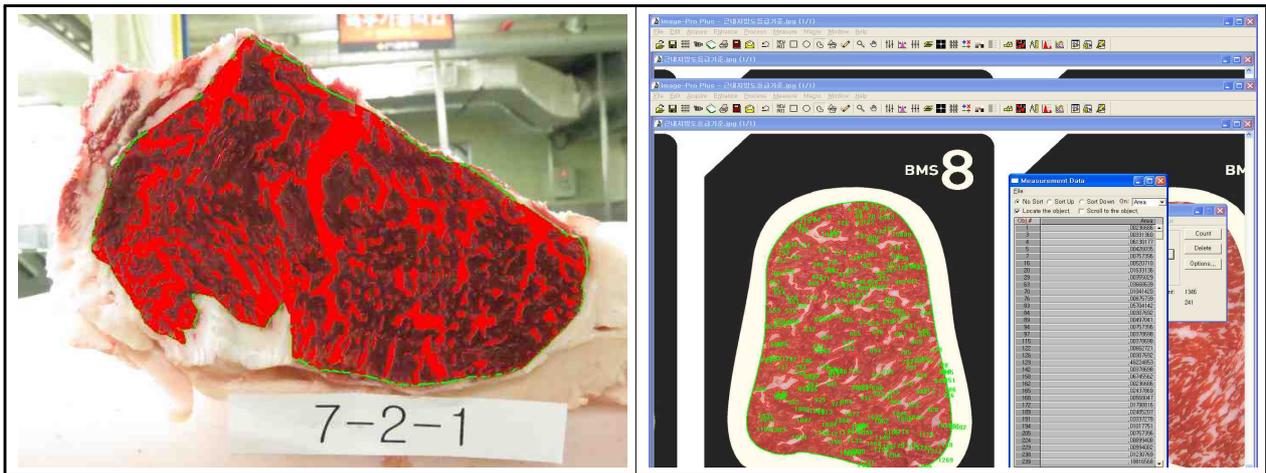
한경대학교 생명공학과 대학생 및 대학원생 41명을 패널로 선정하였고, 이들은 관능검사를 위한 교육을 충분히 거친 뒤 관능검사에 참여하였다. 그리고 동일한 평가 기준을 주기 위하여 패널들에게 6두의 샘플을 동일한 조건에서 구워서 제공하였다. 한우고기 관능검사는 한우고기의 색, 냄새, 이취, 씹힘성, 단백질 맛, 입안에서의 느낌에 대해 척도법을 사용하여 가장 강하다 7, 가장 약하다 1의 점수로 표시하도록 하였다.

| 관능검사표(구이용) | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|
| 아래의 지시문을 읽고 각 시료를 평가한 후 다음의 7단계에 따라 점수를 기록해 주세요. | | | | |
| <p>◆ 1번에서 6번까지는 관능적 특성에 대한 강도를 평가하는 것입니다. 다음 7단계의 강도를 평가기준에 따라 각 빈칸을 채워주세요. 각 시료의 다음 관능적 특성들에 대해서 어떻게 느꼈습니까?</p> | | | | |
| <p>항목 1~6번을 위한 강도 평가기준</p> <p>7 --- 아주 강하다</p> <p>6 --- 보통 강하다</p> <p>5 --- 약간 강하다</p> <p>4 --- 강하지도 약하지도 않다</p> <p>3 --- 약간 약하다</p> <p>2 --- 보통 약하다</p> <p>1 --- 아주 약하다</p> | | | | |
| sample | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. 색 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 2. 냄새 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 3. 이취 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 4. 씹힘성 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 5. 단백질 맛 | _____ | _____ | _____ | _____ |
| 6. 입안에서의 느낌 | _____ | _____ | _____ | _____ |

사진촬영 및 이미지 분석

이미지 분석을 위한 사진촬영은 (주)영진엠앤에프(식육포장처리업체)에서 발골·정형하여 진공포장처리 직전의 좌도체 등심부위를 탁자 위에 수평으로 올려놓고 배최장근 단면이 측면에서 보이도록한 후 삼각대에 고정된 캐논 EOS-1D(Digital Single Lens Reflex) 카메라로 일정한 거리와 조명 유지하면서 배최장근 단면을 촬영하였다.

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



[그림 4] Image pro plus version7의 분석화면

조지방 분석(Crude fat, ether extracts)

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

$$\begin{aligned} \text{Crude fat}(\%) &= \frac{\text{추출전 시료무게(g)} - \text{추출후 시료무게(g)}}{\text{시료량(g)}} \times 100 \\ &= \frac{\text{추출전 무게(g)} - \{\text{추출후 무게(g)} - \text{filerpaper 무게(g)}\}}{\text{시료량(g)}} \times 100 \end{aligned}$$

통계

실험결과는 SAS 9.2 program(2010)으로 ANOVA과정으로 분석하고 Duncan's multiple range test로 유의성 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

사전조사

표1.(그림5.는 조사에 사용된 샘플)은 내부 전문가 16명으로 대상으로 BMS No. 3⁺⁺, 5⁺⁺, 7⁺⁺ 번호의 촬영된 사진을 보고 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness)을 조사한 결과를 나타낸 것이다. BMS No. 3⁺⁺, 5⁺⁺에서는 근내지방 입자개수 및 근내지방 면적비율(%)이 적거나 낮은 샘플이 섬세하다는 조사 결과도 나타났다. 반대로 근내지방 입자개수 및 근내지방 면적비율(%)이 많거나 높은 샘플이 조잡하다는 조사 결과가 나타났다. 같은 근내지방도(BMS NO.)에서는 섬세함과 조잡함은 조사 결과 분류가 되는 것으로 나타났다. 다만 근내지방도(BMS NO.)가 높을수록 조사 결과 섬세한 것으로 나타난 것은 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness)에 관련한 정의가 국내 축산물등급판정기준에 명시 되어있지 않아서 나온 결과로 사례된다. Digital Image 분석을 도입하여 마블링의 섬세함 및 조잡함을 수치로 한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

[표 1] 내부 전문가 대상으로 섬세함(Fineness) 및 조잡함(Coarseness) 분류 조사 결과

| 구 분 | 조잡함(1)-섬세함(7) | 근내지방 입자개수 | 근내지방 입자면적 비율(%) | |
|------------------------|---------------|-------------|-----------------|--------------|
| BMS 3 ⁺⁺ | 1-3-1 | 4.13 | 756 | 21.5 |
| | 1-3-2 | 5.38 | 975 | 16.7 |
| | 1-3-3 | 2.56 | 1,664 | 27.6 |
| | 1-3-4 | 2.63 | 1,585 | 21.2 |
| | 1-3-5 | 2.38 | 2,357 | 24.9 |
| | 1-3-6 | 3.19 | 960 | 24.1 |
| | 평균 | 3.38 | 1,382.83 | 22.7 |
| BMS 5 ⁺⁺ | 1-5-1 | 4.50 | 1,643 | 25.9 |
| | 1-5-2 | 4.25 | 1,660 | 28.0 |
| | 1-5-3 | 4.31 | 840 | 30.9 |
| | 1-5-4 | 4.31 | 1,391 | 24.9 |
| | 1-5-5 | 4.50 | 1,077 | 22.3 |
| | 1-5-6 | 3.13 | 1,200 | 29.9 |
| | 평균 | 4.17 | 1,301.83 | 27.0 |
| BMS 7 ⁺⁺ | 1-7-1 | 4.69 | 2,175 | 26.7 |
| | 1-7-2 | 5.63 | 1,419 | 39.3 |
| | 1-7-3 | 5.25 | 4,302 | 36.3 |
| | 1-7-4 | 4.88 | 998 | 32.7 |
| | 1-7-5 | 5.25 | 1,113 | 28.6 |
| | 1-7-6 | 4.75 | 825 | 34.1 |
| | 평균 | 5.07 | 1,804.83 | 32.95 |



[그림 5] 내부 전문가 대상으로 섬세함(Finness) 및 조잡함(Coarseness) 분류 조사 샘플

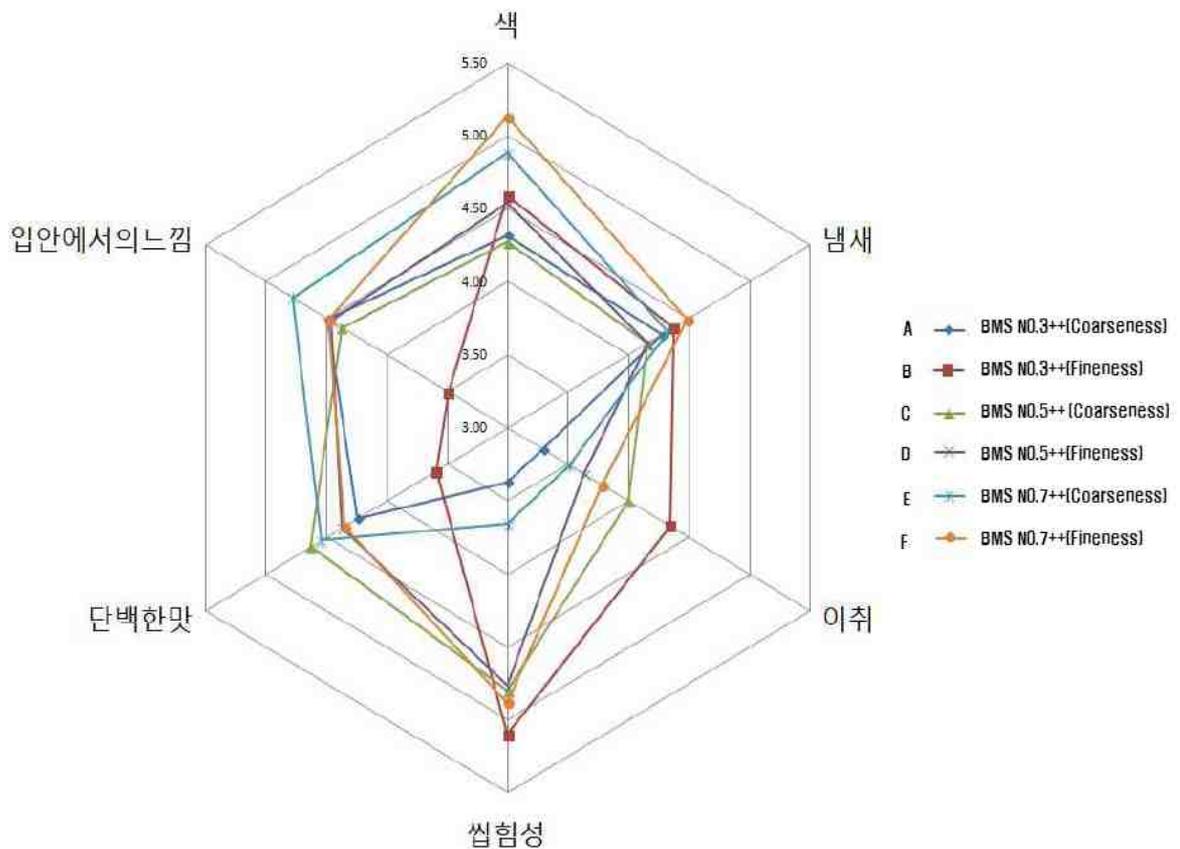
Digital Image 분석(조지방 함량 분석)

[표 2] 소도체 배최장근 단면의 근내지방도 번호(BMS No.)별 근내지방 특성

| 구분 | | BMS NO3 ⁺⁺ | BMS NO3 ⁺⁺ | BMS NO5 ⁺⁺ | BMS NO5 ⁺⁺ | BMS NO7 ⁺⁺ | BMS NO7 ⁺⁺ |
|------------------|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Fineness | Coarseness | Fineness | Coarseness | Fineness | Coarseness |
| 근내지방 입자크기 | 1 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.05 |
| | 2 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.02 | 0.06 |
| | 3 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.03 |
| | 평균 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 |
| 근내지방입자 크기표준편차 | 1 | 0.14 | 0.07 | 0.51 | 0.12 | 0.33 | 0.37 |
| | 2 | 0.12 | 0.11 | 0.12 | 0.21 | 0.08 | 0.23 |
| | 3 | 0.08 | 0.14 | 0.34 | 0.17 | 0.66 | 0.11 |
| | 평균 | 0.11 | 0.11 | 0.32 | 0.17 | 0.36 | 0.24 |
| 근내지방면적 비율(%) | 1 | 19.59 | 23.89 | 37.52 | 27.07 | 34.02 | 27.02 |
| | 2 | 26.76 | 20.53 | 29.78 | 30.28 | 22.49 | 31.74 |
| | 3 | 18.12 | 25.60 | 26.36 | 29.73 | 30.94 | 25.16 |
| | 평균 | 21.49 | 23.34 | 31.22 | 29.03 | 29.15 | 27.97 |
| 조지방함량 (%) | 1 | 13.42 | 14.85 | 11.48 | 15.62 | 14.82 | 19.86 |
| | 2 | 11.10 | 17.37 | 19.79 | 17.56 | 14.81 | 16.80 |
| | 3 | 17.50 | 13.85 | 14.80 | 15.73 | 14.23 | 13.57 |
| | 평균 | 14.01 | 15.36 | 15.36 | 16.30 | 14.62 | 16.74 |

김 등(2013)은 육질등급별 한우의 물리학적 및 관능적 특성 조사에서 조지방 함량이 1⁺⁺등급 19.55%, 1⁺등급 15.71%, 1등급 12.60%, 2등급 8.18%로 나타났다($p < 0.05$). 이 등(2012)은 근내지방도(BMS NO.) 1에서 9까지 조지방 함량 분석 결과 3.07%에서 26.70%로 직선적으로 증가($p < 0.05$)하였다. 표2.에서 조지방 함량은 섬세한 것보다 조잡한 것들이 각 근내지방도(BMS NO.)에서 높게 나타났다. 조잡한 것들은 배최장근 단면에 크게 뭉쳐 있는 근내지방 입자의 영향으로 판단된다. BMS NO.7⁺⁺의 섬세함으로 분류된 것들이 조지방 함량이 낮게 나온 이유는 본 연구조사의 샘플들이 배최장근 단면에 전체적으로 (골고루 섬세하게) 근내지방 입자가 분포된 것이 원인으로 사료된다. 근내지방 입자면 적비율(%) 보다는 섬세함 및 조잡함에 관련한 연구를 통해 공식을 이용하여 구하는 것이 더 적합하다고 판단된다. 일본에서는 조잡한 근내지방 입자를 10회 세션화 처리하고, 선펙 1의 세션을 제거한 후 마블링 전체의 픽셀로 나누어 조잡함을 지수 (Coare(10)/Marbling_Pixel×100)로 연구하였다(岡本 et al., 2003).

관능검사



[그림 6] 근내지방도(BMS NO.)별 샘플에 대한 기호도

색과 냄새에 대한 기호도는 F sample이 가장 높게 나타났으며, C sample이 가장 낮게 나타났다. 고기의 풍미는 조리중 유리아미노산과 유리지방산의 변화와 관련이 있으며, 특히 고기의 풍미는 지방산 조성 및 근내지방도가 가장 중요한 요인으로 작용한다(Lee et al., 1999). 근내지방도(BMS NO.)별 항목에서 섬세한 마블링이 조잡한 마블링 보다 풍미에서 높게 나타났다. 수분 함량이 많을수록 myoglobin 함량이 많아 육색에 영향을 주어 전체적인 기호도가 감소한다(Kim et al., 2013). 근내지방도는 수분 및 단백질함량과 부의 상관관계가 있다(Lee et al., 2012). 조잡함 마블링이 풍미에서 낮게 나타난 이유는 지방들이 과다하게 굵고 뭉쳐 있다 보니 지방 과다 섭취에 대한 반감 및 마블링이 없는 부위의 육색에서 기인 되었다고 사료된다. 이취는 근내지방도(BMS NO.) 및 섬세함 및 조잡함 분류에서 특이한 차이가 나타나지 않았다. 신선육과 달리 조리육에 있어서 이취 평가 결과 육질등급 간 유의적 차이를 보이지 않았다(Kim et al., 2013). A, E sample이 B, F sample보다 씹힘성이 낮게 나타났다. C, D sample은 차이가 나타나지 않았다. 대체적으로 섬세한 마블링이 씹힘성에 좋은 영향을 준 것으로 사료된다. 입안에서의 느낌은 E sample이 가장 높게 나타났다. B sample이 가장 담백하지 못한 것으로 나타났으며 이는 조지방 함량 및 지방산 성분에 의해 낮게 나타난 것으로 사료된다. 색, 이취, 씹힘성, 단백한 맛과 입안에서의 느낌에서 모두 통계적으로 유의하게 나타났다 ($p<0.05$)(그림 6)(표 3). 각 샘플별 문항별 빈도는 Supplement Data에서 보여 주었다.

[표 3] 근내지방도(BMS NO.)별 샘플에 대한 기호도 및 통계분석

| sample | 색 | 냄새 | 이취 | 씹힘성 | 단백한맛 | 입안에서의 느낌 |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| A 3 ⁺⁺ Coarseness | 4.32±1.54 ^b | 4.27±1.50 ^{ns} | 3.29±1.35 ^a | 3.37±1.40 ^a | 4.24±1.32 ^a | 4.49±1.45 ^a |
| B 3 ⁺⁺ Fineness | 4.59±1.26 ^{ab} | 4.37±1.41 | 4.34±1.56 ^c | 5.10±1.37 ^b | 3.59±1.28 ^b | 3.49±1.43 ^b |
| C 5 ⁺⁺ Coarseness | 4.27±1.14 ^b | 4.15±1.15 | 4.00±1.28 ^{bc} | 4.80±1.31 ^b | 4.63±1.13 ^a | 4.37±1.39 ^a |
| D 5 ⁺⁺ Fineness | 4.54±1.36 ^{ab} | 4.15±1.26 | 3.63±1.34 ^{ab} | 4.76±1.36 ^a | 4.37±1.39 ^a | 4.46±1.52 ^a |
| E 7 ⁺⁺ Coarseness | 4.88±1.14 ^{ab} | 4.32±1.31 | 3.51±1.60 ^{ab} | 3.66±1.73 ^a | 4.54±1.40 ^a | 4.78±1.51 ^a |
| F 7 ⁺⁺ Fineness | 5.13±1.20 ^a | 4.48±1.36 | 3.78±1.42 ^{abc} | 4.88±1.49 ^b | 4.35±1.42 ^a | 4.48±1.65 ^a |

a, b, c : Different superscripts within row are significantly differ ($p\leq 0.05$)

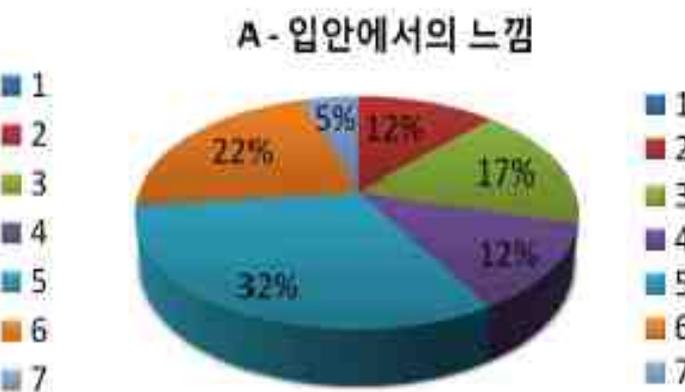
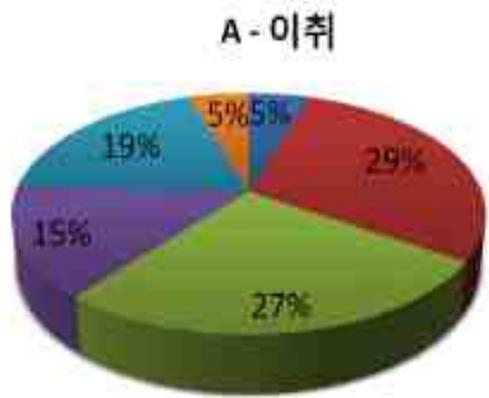
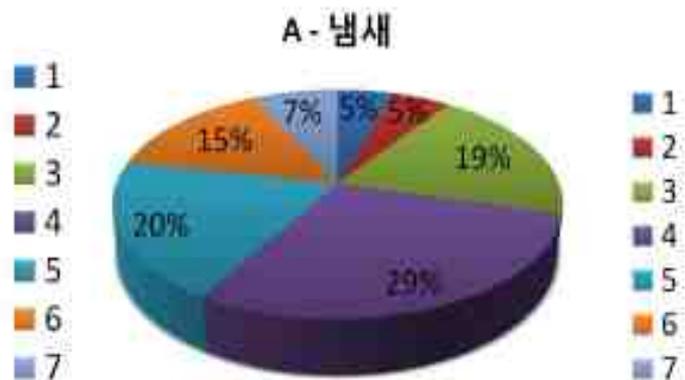
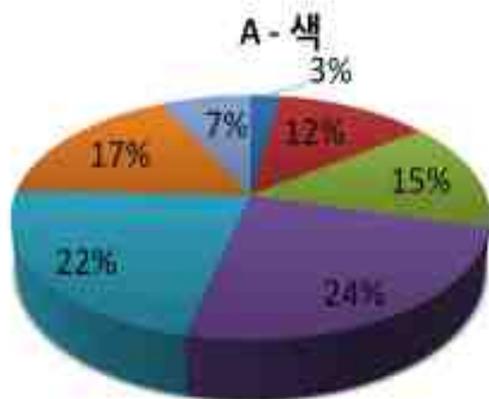
요약

본 연구 조사 결과를 종합하면 섬세함(Fineness)과 조잡함(Coarseness)별 사전 분류조사에서는 3⁺⁺에서는 분류가 가능하였으나 근내지방도(BMS NO.)가 올라갈수록 분류가 되지 않는 것으로 나타났다. 섬세함과 조잡함에 대한 정의 및 지수가 없는 것이 요인으로 판단되는 결과였다. 디지털 이미지 분석결과에서는 섬세함(Fineness)과 조잡함(Coarseness)에서 차이가 없었으며, 조지방함량(%)에서는 조잡함이 섬세함 보다 높게 나타났다. 한우고기 관능검사에서는 풍미에서는 섬세함이 높게 나타났으며, 입안에서의 느낌은 근내지방도(BMS NO.) 7⁺⁺조잡함이 가장 높게 나타났다. 씹힘성은 대체적으로 섬세함이 높게 나타났으며, 단백질맛은 대체적으로 조잡함이 높게 나타났다.

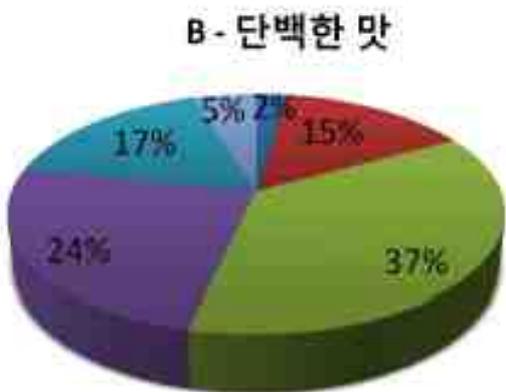
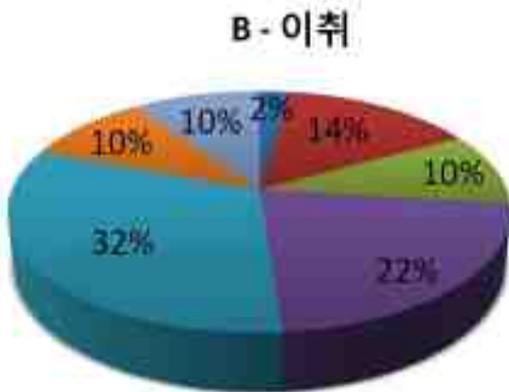
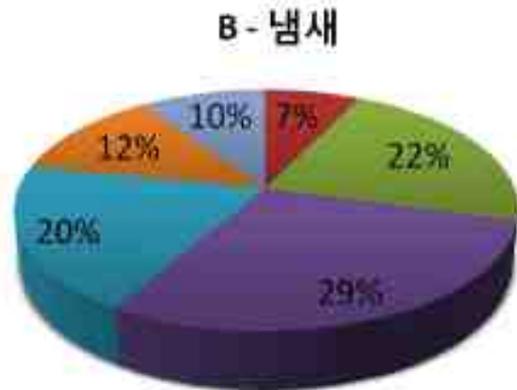
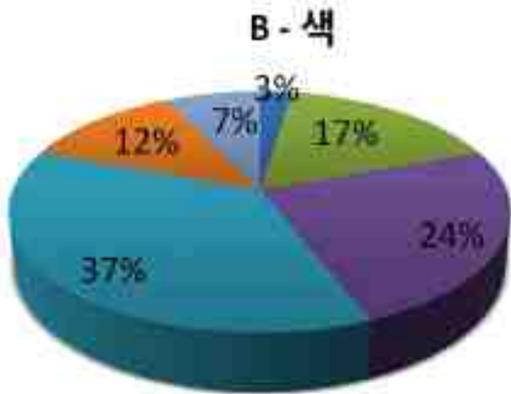
소비자들의 구매가 다양해지고 맛에 대한 관심이 높아지고 있는 시점에서 육질등급의 판정방법 고도화를 위해 Digital Image로 분석한 근내지방도(BMS NO.) 연구가 필요할 것으로 사료되며, 또한 근내지방도(BMS NO.)의 섬세함(Fineness)과 조잡함(Coarseness)을 관능검사, Digital Image 분석, 이화학적 분석 등을 통해 정의를 내려 등급판정 기준 보완 및 육종 자료, 농가 컨설팅 자료로 활용할 수 있도록 추가적인 연구가 필요할 것이다.

◆ Supplement Data

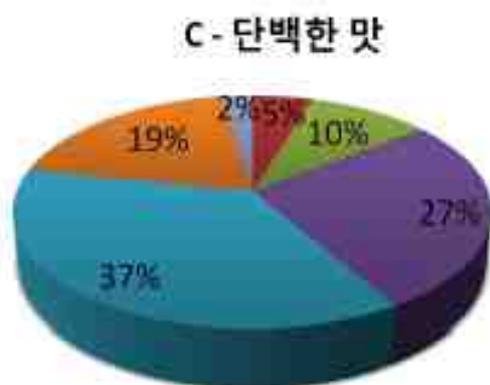
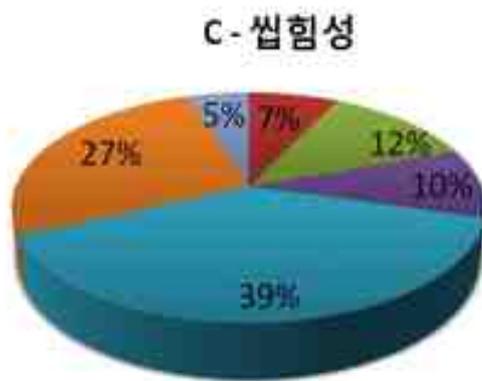
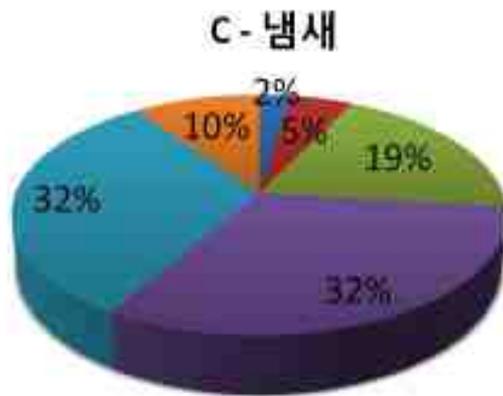
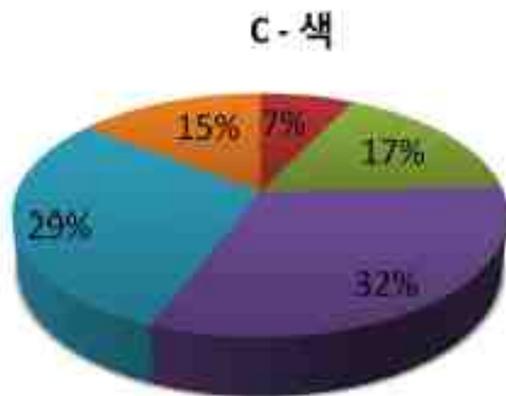
- 분항별 린도(A sample)



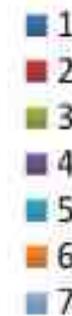
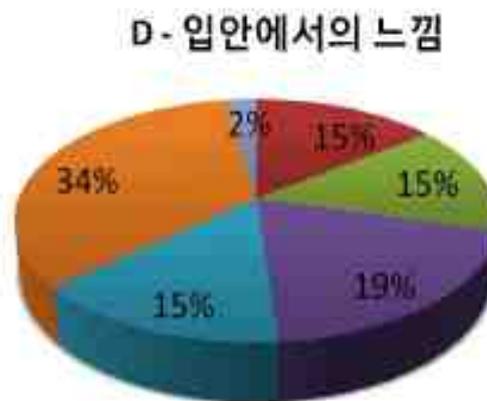
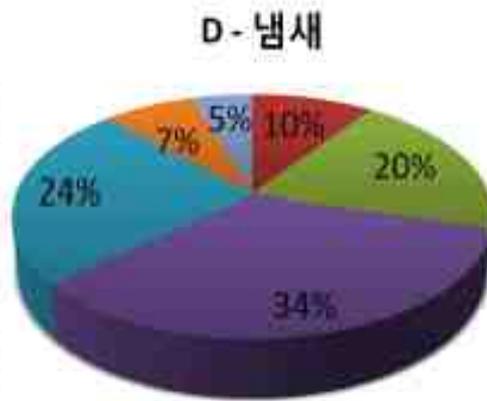
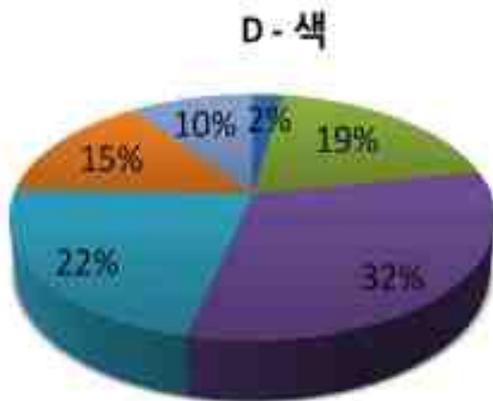
- 분할별 빈도(B sample)



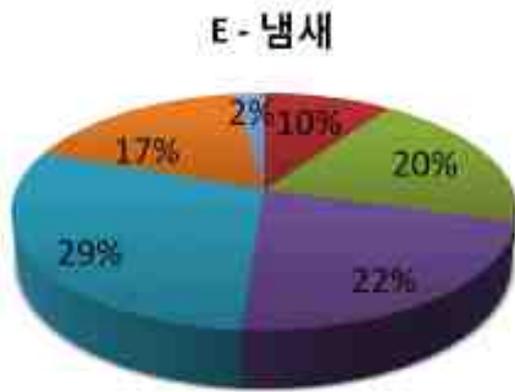
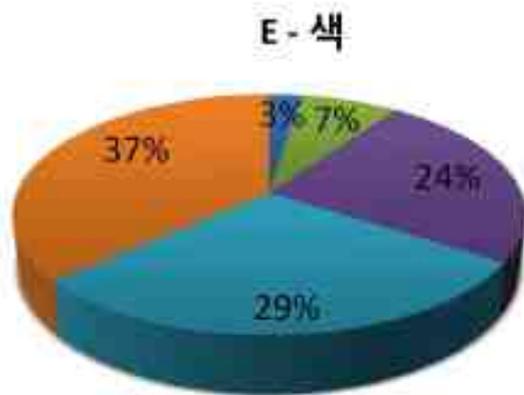
- 분항별 빈도(C sample)



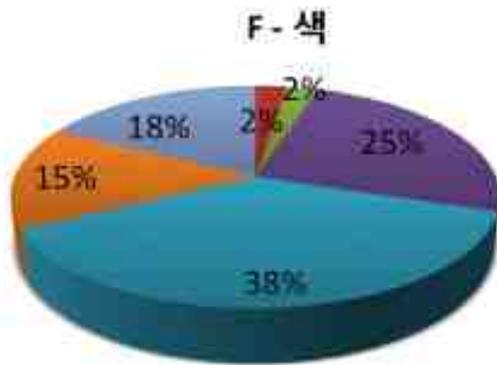
- 문항별 빈도(D sample)



- 분항별 빈도(E sample)

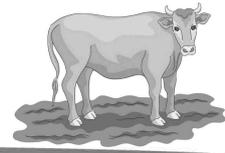


- 문항별 빈도(F sample)



참고문헌

1. 堀井美那 et al. (2009)牛脂肪交雜基準(BSC)と筋肉脂肪含量との關係(1996 から 2004年). 日本畜産學會報. 80(1), 55-61
2. 口田圭吾 et al. (2002) 畫像解析の手法を用いたホルスタイン種去勢牛における牛肉の締まりの客觀的評價法の検討. 日本畜産學會報. 73(1), 9-17.
3. 牛垣 徹 et al. (1997) 牛枝肉の脂肪交雜の評價におけるナンバーの妥当性. 日畜會報. 68(12), 1146-11333.
4. 岡本 et al. (2003) 枝肉形質および畫像解析形質が牛枝肉價格に与える影響. 日本畜産學會報. 74(4)
5. 이연정 등. (2010) 한우육의 육질등급 및 부위 별 지방산 조성 비교. 한국식품과학회지. 30(1), 110-119.
6. 김범근 등. (2013) 육질등급별 한우의 물리화학적 및 관능적 특성. 한국식품과학회지. 33(2), 287-293.
7. 김대곤 등. (1999) 거세한우의 배최장근섬유에 관한 조직화학적 특성과 육질과의 비교. 한국동물자원지. 41(1), 89-100.
8. 이종문 등. (1999) 한우고기의 근내지방도가 육질 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 19(4), 339-345.
9. 이종문 등. (2012) 근내지방도가 한우 도체등급 요인, 이화학적 특성 및 관능적 특성에 미치는 영향. 한국동물자원지. 32(5), 659-668.
10. 농림축산식품부 (2013) 주요통계. 333.
11. 한우자조금 관리위원회 (2013) 한우산업 모니터링 보고서 2012-1. 25-27.



산차수 및 사육 월령에 따른 소 성숙도
구분기준 관계 재조명

산차수 및 사육 월령에 따른 소 성숙도 구분기준 관계 재조명

이진용 · 원광연 · 임상철 · 한효동 · 임헌종

축산물품질평가원 충북지원

초 록

본 연구는 소 성숙도와 산차수 및 실제 사육월령간의 관계를 재조명하기 위해 실시하였다. 실제 사육월령과 산차수는 성숙도 기준의 범위에 따라 일정하지 않으며 최근에는 범위가 더 넓게 분포되어 있어 연도등을 고려하여 성숙도 기준을 재설정하는 것도 필요한 연구로 대두된다. 이를 위해 기초적인 연구로 산차수 및 사육월령에 따라 성숙도 구분 기준과의 관계를 재조명하여 향후 성숙도 기준 재설정에 도움을 주고자 본 연구를 시행하였다. 1999년 제정된 성숙도 구분기준 번호와 실제사육월령과의 관계는 현실과는 맞지 않는 부분이 있으며 특히 성숙도 하락의 기준이 되는 No.7과 No.8의 범위가 현실과 맞지않아 현장 판정에 있어서 어려운 부분이 많아 참고만 하는 수준이었다. 이에 현실에는 어떤 범위가 성숙도 7번과 8번 범위에 포함되는 지와 성숙도 8번이상이 되지 않기 위해서는 농가에서 어떤 노력을 해야하는지, 그리고 구체적으로 얼마정도의 손해가 있을지 대략 알아보았다. 1999년 제정분과 차이는 성숙도 No.2번과 No.8, NO.9는 일치율이 73.3, 63.0, 57.0(%)로 상대적으로 높았으나 No.3~No.7의 일치율은 상대적으로 낮았다. 산차수는 성숙도와 정의 상관관계로 0.80의 높은 상관도를 가졌다. 또한 3산이상에서 60개월령이하로 출하할 경우 평균 35~70만원 정도의 비용을 절약할수 있는 이득이 있었다. 이에 축주의 강한 사육의지와 더불어 종부시기를 12~14개월 250kg이상의 체중등을 지키는등 기본에 충실한 각 단계별 사양관리를 철저하게 수행함으로써 번식우 및 송아지 육성을 확고히 하고 환경 스트레스 요인을 줄여 정상적인 체중으로 성장시켜 사육하여 성숙도로 인해 손해를 안보는 사양관리가 중점적으로 농가에 피드백 되어야 할 것이다.

key words : 한우암소, 사육개월령, 성숙도, 산차수

서 론

소 성숙도는 고기의 연도와 관계되는 육질기준으로서 암소에서 중요한 요인으로 산차수와 사육월령에 따라 1차적으로 결정되며 2차적으로 사육이나 사양환경에 따라 결정되어 진다고 알려져 있다. 소 성숙도 기준은 2001년 6월 처음 완화된 후 지금까지 이어져 오고 있다. 새로운 사육환경이 바뀌고 소의 상태도 좋아졌으며 각종 미네랄등 첨가제가 발전되어 생리적인 월령이 점차 젊어져 지금의 소의 상태는 옛날의 소의 상태와

엄청난 차이를 보이고 있다. 체중이 증가하고 영양이 좋아짐에 따라 성숙도의 관계도 재조명해야 할 필요성이 있다.

한우 경산암소의 경우 만5세(60개월령)전에 출하하면 약 5%의 성숙도 8~9번 판정을 받을수 있고 60개월령이 넘으면 급격히 8~9번의 출현율이 높아져 60개월령 이전에 출하하는 것을 권장하는 축산과학원 정보도 있으며 이의 경우 약 두당 324~648천원의 손실을 막을수 있다고 설명되어진다. 과연 이 60개월령의 선이 성숙도 8번이 맞을것인가 한번쯤 의구심을 가져볼수 있다. (축산과학원 영농활용편)

암소의 경우는 특성상 근섬유 조직이 가늘고 섬세하여 수소보다 부드럽고 근섬유 사이 지방침착이 잘되어 그 맛이 더 뛰어나다는 것을 옛부터 알려져왔다. 소의 경우 나이를 먹으면 일반적으로 고기가 질겨지고 육색도 짙어지며, 지방색도 황색화되는 현상을 나타낸다. (김용곤외, '03년, 암소고기의 육질특성에 관한 연구)

정상적으로 사육된 암소의 경우 최근에는 생후 23~25개월령에 첫 분만을 하는 것으로 알려져 있다. 암소의 임신기간이 평균 280~285일인 만큼 첫 임신개시는 12~14개월령에 한다. 번식우가 사육되면서 고기의 육질면에서는 성숙도가 차지하는 비율이 커졌다. 즉 근내지방도를 키우기 위해서는 약 3산정도의 기간을 육성해야 하면서 성숙도가 하락되지 않아야 경제적인 손실을 보지 않기 때문이다. 이에 성숙도가 중요한 부분이라 할수 있다.

육질평가항목인 성숙도는 생리적인 연령으로 척추 및 가시돌기의 골화정도에 따라 No.1~No.9로 구분하여 판정한다. 생리적인 연령이어서 변수는 많이 있을수 있다. 그러나 가장 밀접한 관계를 가지는 것은 역시 실제월령과 분만 횟수일 것이다.

그렇다면 이렇게 암소 등급에 있어서 가장 중요한 성숙도는 실제 개월령과 산차수와는 어떤 관계를 가지고 있을까? 이를 알아보아 성숙도 기준 개정시 참고가 되도록 이 연구를 진행하게 되었다.

재료 및 방법

도체선정

동아식품에서 2014년 4월~10월 출하된 암소로 정보가 확실한 농가를 확인하여 쇠고기 이력제 홈페이지상 월령과 대조확인후 각 성숙도 구분기준 번호당 30두씩 선정하여 사진을 확보하였다.

사육월령과 산차수

각각의 개체에 대하여 농가에 직접 전화하여 사육월령과 산차수를 확인하여 신뢰성을 확보하였고 정도에 벗어나는 도체는 특이사항을 문의하여 해당도체를 제외하는 등 조치하였다.

사진촬영

소가 도축된후 냉장고에 도축당일 입고된 후 1시간 뒤 사진촬영하였고 사진기는 canon 1000만화소를 사용하였다.

통계처리

본 연구에서의 통계분석은 Pearson's correlation coefficient를 이용하여 상관계수를 구하고 유의성 검정하였으며 proc means를 이용하여 데이터 정리 및 분석을 하였다.

결과 및 고찰

1999년 제정된 생리적월령과 성숙도 구분기준과의 관계는 아래와 같다.

[표 1] 1999년 제정된 생리적 월령과 성숙도 구분기준과의 관계

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

위표의 기본관계를 토대로 그것과의 차이를 구분하여 사육월령과의 관계를 모색하였다. 동아식품에 출하된 암소 성숙도 구분기준 각각의 30두씩을 선정하여 그 개체의 산자수 및 월령을 분석하여 성숙도 구분기준과 생리적인 월령의 관계를 재조명하고자 하였다.

[표 2] 선정된 공시축 240두의 평균내역

| 구분 | 등지방두께 | 배최장근 단면적 | 근내지방도 | 도체중 |
|----|-------|-------------|-------|-------|
| 평균 | 10.03 | 79.24 | 4.18 | 356.0 |

성숙도 1번과 2번의 경우 미경산우로서 개체수 확보가 어렵고 성숙도 8번과 9번도 상대적으로 개체수 확보가 어려운 상황이었으나 추석 성수기등 물량이 많아지는 시기가 도래하면서 확보를 하게되었다. 그러나 성숙도 1번의 경우 14개월이하된 송아지가 도축된 경우가 거의 없어 확보가 힘들었다. 성숙도의 관계에서 1번은 다른요인 즉 질병이나 긴급하게 도살되는 경우에 해당되므로 제외하기로 하였다.

공시축으로 선정된 240두는 등지방두께가 10.03(mm), 배최장근단면적이 79.24(cm²), 근내지방도 4.18(1등급), 도체중 356(kg)의 평균이었다.

생리적인 월령은 뼈의 성질, 연골의 골화상태, 등심근육내의 결 상태 및 육색 등으로

판단이 가능한데 즉 소의 나이가 증가하면 연골의 골화, 뼈의 백색화가 수반되며, 근육내 마이오글로빈의 함량이 증가하여 육색이 어둡고 근섬유의 결 상태가 엉성해지며 거칠어지게 된다. 또한 척추의 골화과정은 연령이 증가되면서 천추에서 경추방향으로 진행되므로 척추의골화상태를 보고 생리적 성숙도를 평가하게 된다.

성숙도는 소의 나이로서 나이가 많아질수록 근섬유의 직경이 커져 고기를 씹을 때 섬유간 유착이 강하여 연도가 좋지 않게되고 열안정성이 높은 콜라겐의 비율이 높아져 고기가 질겨지게 된다. 24개월령의 수소는 같은 월령의 거세 수소에 비해 연도와 풍미가 떨어지는 것으로 보고되고 근내지방도를 동일하게 했을시 연령에 따른 연도의 차이는 없으나 연령이 동일시 거세우나 미경산우보다 수소에서 근내지방도가 고기의 품질에 더 밀접한 관계를 나타낸다고 한다.

2014년 4월부터 10월까지 동아식품(주) 작업장에서 도축된 암소의 성숙도와 실제사육 월령의 관계를 살펴보면 아래와 같다.

[표 3] 성숙도 구분기준 번호와 확보된 개체수, 실제사육월령 범위

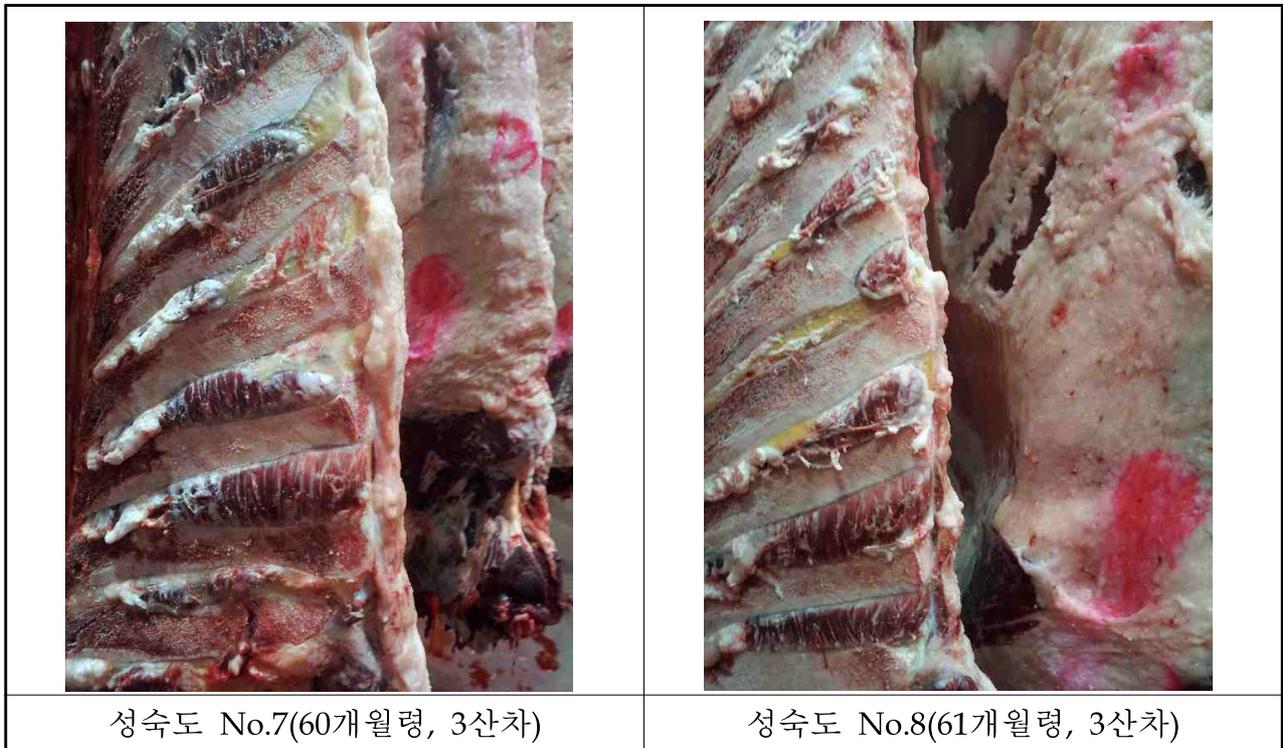
| 성숙도 번호 | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.8 | No.9 |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| 개체수 (두) | 미확 보 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 실제사 육월령 범위 | ~15 개월 미만 | 15~39 개월령 | 14~39 개월령 | 15~65 개월령 | 23~62 개월령 | 34~59 개월령 | 27~68 개월령 | 40~93 개월령 | 49~ 187개 월령 |

개체수의 한계도 있지만 전혀 생리적 월령범위와 성숙도는 1999년 제정된 권장된 생리적 개월과는 많은 괴리를 보였다. 어떤 패턴을 찾기는 힘들었다. 생리적인 월령 범위는 정말 참고사항일 뿐이었다. 각각의 일치율은 다음과 같다.

[표 4] 1999년 제정된 성숙도 번호별 생리적 개월과의 일치율

| 성숙도 번호 | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.8 | No.9 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 일치율 (%) | 미확보 | 73.3 | 23.0 | 20.0 | 13.0 | 43.0 | 40.0 | 63.0 | 57.0 |

성숙도 No.2번과 No.8, NO.9는 일치율이 73.3, 63.0, 57.0(%)로 상대적으로 높았으나 No.3~No.7의 일치율은 상대적으로 낮았다. 즉 범위가 굉장히 넓어 활용도가 떨어졌다. 이는 2011년도에 했던 조사되었던 성숙도별 사육개월령의 유의적 증가는 보여주었으나 평균적인 실제사육월령의 범위를 설정하는 것은 위험부담이 커 보인다. 여전히 범위가 넓기 때문이다.



[그림 1] 비슷한 사육개월령 및 산차수의 성숙도 No.7과 성숙도 No.8 사진 비교

사육월령이 비슷한데 성숙도는 극명하게 차이나는 것을 볼수 있다. 현장에서 흔히 볼수 있는 상황으로 사육월령과 성숙도상의 괴리라고 할수 있다.

다음은 산차수와 성숙도상의 관계이다. 산차수는 실제사육월령 보다 성숙도와 더 밀접한 관계가 있음을 지금까지 연구에서 나타나 있다. 산차수는 골화에 월령보다 3배 정도 영향을 준다고 2012년 연구결과에 있듯이 산차수는 240두 모두에 골고루 영향을 준 것으로 볼수 있다. 허나 명확히 구분되는 부분은 아니었다. 위의 사진1에서도 볼수 있듯이 같은 3산차라 하더라도 성숙도, 즉 뼈의 골화에 있어서는 차이가 있을수 있다.

산차수는 2012년 연구결과에도 실제사육월령보다 3배정도 상관관계가 있다고 하였다. 아래에도 이와 비슷한 결과를 확인할수 있었다.(2012년 현장연구결과 보고서)

[표 5] 성숙도 구분기준별 산차수의 출현두수

(두수, 산차)

| 구분 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.8 | No.9 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 13 | 4 | 3 | | | | | |
| 1산 | 17 | 23 | 13 | 7 | 1 | 1 | | |
| 2산 | | 3 | 12 | 18 | 14 | 4 | | 1 |
| 3산 | | | 2 | 4 | 15 | 23 | 9 | 6 |
| 4산이상 | | | | 1 | | 2 | 21 | 23 |

산차수는 성숙도와 정의 상관관계를 가진다. 성숙도는 산차수와 비례하여 증가한다고 할수 있다. 각각을 대입해보면 상관계수는 0.80이 나올정도로 상관도가 높다.

3산 이상에서 아래와 같은 축산과학원 연구결과는 주목해 볼만하다.

[표 6] 한우 암소 출하월령별 성숙도(8~9번) 발생율

(2006~2011, P지역)

| 구 분 | 조사두수 | 발생두수 | 발생율(%) |
|---------|-------|------|--------|
| 36개월령이하 | 239 | 2 | 0.84 |
| 48개월령이하 | 465 | 5 | 1.08 |
| 60개월령이하 | 460 | 21 | 4.57 |
| 72개월령이하 | 404 | 59 | 14.60 |
| 84개월령이하 | 337 | 85 | 25.22 |
| 96개월령이하 | 240 | 133 | 55.42 |
| 96개월령이상 | 435 | 342 | 78.62 |
| 계 | 2,580 | 647 | 25.1 |

즉 60개월령이하에서 성숙도 8~9번 비율이 5%이하의 발생율을 보인다는 점은 3산이상에서 적어도 60개월령 이전에 현재 출하를 해야만 경제성이 있다는 것으로 판단된다. 본 결과에서도 성숙도 8~9번 60두중 11두가 60개월 미만으로 18%의 발생율을 보였다.

덧붙여 경제성을 따져 본다면 평균 도체중에 따라 다르겠지만 356kg으로 암소 평균 도체중을 산정할 때 1등급 하락시 등급간 가격 1000원/kg * 356kg(암소 평균도체중) 해서 356,000원, 2등급 하락시(1⁺⁺에서 하락) 등급간 가격 2000원/kg * 356kg(암소 평균도체중)해서 712,000원의 농가 손해를 볼수 있으므로 현 성숙도 기준에서는 적어도 8~9번의 범주에 안들어가도록 사양하는 법을 농가에서 알아야 할 것이다.

농가에 전화로 확인하면서 느낀 것은 역시 축주의 사육의지 부분이 강하게 작용한다는 사실이었다. 암송아지의 첫 발정이 오는 월령은 유전과 환경에 따라 영향을 받는데 대부분 암송아지는 7~8개월령, 평균체중이 180kg내외가 될 때 첫 발정이 시작되는 것으로 알려져 있고 첫 종부월령은 생후 12~14개월 이후 250kg이상일 때 적당한데(농협중앙회, 2006), 이를 안지켜 종부가 빠르거나 늦으면 송아지 난산율이 높아지고 발정재귀가 늦어져

분만간격이 길어져서 똑같은 월령이라도 성숙도가 높아질수 있는 부분이 있었다.

물론 능력이 좋은 암소의경우엔 3산이상에서 우수한 송아지를 가능한 많이 생산하는 것이 농장에 유리하고 국내 한우산업의 보호 및 품종개량 측면에도 유리한 면이 있다.

다만 위에서 서술한 부분은 정상적인 단계를 밟아온 암소 사육에서 3산이후 송아지 상태를 보아 출하를 결정한 경우에 해당한다. 이때는 종부시기 및 산후의 BMS관리등 종합적 판단을 하여 출하시기를 결정해 성숙도하락을 방지하도록 농가에 적극 계도를 해야 할 것이다.

역시 중요한 것은 각 단계별 사양관리의 철저함으로 번식우 및 송아지 육성을 확고히 하고 환경 스트레스 요인을 줄여 정상적인 체중으로 성장시키는 축주의 세심하고도 강한 사육의지가 농가 경제에 크게 이바지한다는 점이다.

이에 우리 성숙도 기준은 현 결과를 바탕으로 실제 사육개월령은 참고사항으로 산차수는 많은 고려대상으로, 사양등 컨설팅분야에서는 축주의 사육의지등을 강화하는 방향으로 더 많은 연구가 필요할 것이다.

적 요

1999년 제정분과 차이는 성숙도 No.2번과 No.8, NO.9는 일치율이 73.3, 63.0, 57.0(%)로 상대적으로 높았으나 No.3~No.7의 일치율은 상대적으로 낮았다. 산차수는 성숙도와 정의 상관관계로 0.80의 높은 상관도를 가졌다.

또한 3산이상에서 6개월령이하로 출하할 경우 평균 35~71만원 정도의 비용을 절약할수 있는 이득이 있을 확률이 82%이상 높았다. 그러나 능력이 좋은 암소의경우엔 3산이상에서 우수한 송아지를 가능한 많이 생산하는 것이 농장에 유리하고 국내 한우산업의 보호 및 품종개량 측면에도 유리한 면이 있음을 주의해야한다.

정상적인 단계를 밟아온 암소 사육에서 3산이후 송아지 상태를 보아 출하를 결정한 경우에는 종부시기 및 산후의 BMS관리등 종합적 판단을 하여 출하시기를 결정해 성숙도하락을 방지하도록 농가에 적극 계도를 해야 할 것이다.

또한 축주의 강한 사육의지와 더불어 종부시기를 12~14개월 250kg이상의 체중등을 지키는등 기본에 충실한 각 단계별 사양관리를 철저하게 수행함으로써 번식우 및 송아지 육성을 확고히 하고 환경 스트레스 요인을 줄여 정상적인 체중으로 성장시켜 사육하여 성숙도로 인해 손해를 안보는 사양관리가 중점적으로 농가에 피드백 되어야 할 것이다.

성숙도 기준은 실제 사육개월령은 참고사항으로, 산차수는 고려대상으로, 사양등 컨설팅 분야에서는 축주의 사육의지등을 강조하는 방향으로 더욱 많은 연구를 필요로 한다.

참고문헌

1. Boleman, S.J., Boleman, S.L., Miller, R.K.,and Savell, J.F.(1997) Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness, J. Anim Sci. 75, 1521-1524
2. 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
3. Shorthose, W.R., Harris, P.V.(1990) Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. J Food sci. 55, 1-8
4. 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
5. 김용곤외 7명, 2003, 암소고기의 육질 특성에 관한 연구, 농촌진흥청 국립축산과학원, 1-10
6. 축산과학원 홈페이지, 영농활용편, www.nias.go.kr
7. 축산물품질평가원, 2012, 2012년 현장연구조사 결과보고서, 23-26
8. 축산물품질평가원, 2012, 축산물등급판정 요령집, 101-104

(참고자료)

소 성숙도 구분기준별 사진 화보

2014년 축산물품질평가
실용화 연구 중복1반

성숙도 구분기준 No.2



한우 암 20개월령 미경산



한우 암 24개월령 미경산

성숙도 구분기준 No.3



한우 암 29개월령 1산차



한우 암 32개월령 1산차

성숙도 구분기준 No.4



한우 암 29개월령 1산차



한우 암 28개월령 1산차

성숙도 구분기준 No.5



한우 암 39개월령 2산차



한우 암 51개월령 2산차

성숙도 구분기준 No.6



한우 암 61개월령 3산차



한우 암 54개월령 2산차

성숙도 구분기준 No.7



한우 암 63개월령 3산차



한우 암 64개월령 3산차

성숙도 구분기준 No.8



한우 암 61개월령 3산차



한우 암 69개월령 4산차

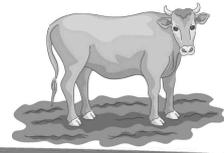
성숙도 구분기준 No.9



한우 암 71개월령 4산차



한우 암 56개월령 2산차



작업장 환경조건(냉장능력 등)이 소도체
육색에 미치는 영향 연구

작업장 환경조건(냉장능력 등)이 소도체 육색에 미치는 영향 연구

이나영¹ · 이용기¹ · 임재동¹ · 양한솔² · 김갑돈³

¹축산물품질평가원 대구경북지원, ²경상대학교 응용생명과학부, ³경남대학교 식품생명학과

초 록

육색은 육류의 신선함을 판단하는 가장 중요한 요소이며, 소비자들의 구매지표이다. 본 연구는 작업장 환경조건(냉장능력 등)이 소도체 육색에 미치는 영향을 연구하기 위하여, 농협고령공판장에서 2014년 7월에서 9월까지 도축된 한우 거세우 중 사육기간이 27개월~34개월이며, 생체중 651kg~827kg인 103두를 대상으로 온도·습도와 육색을 측정하였고, 그 중 17두의 시료를 채취하여, 조수분 및 조지방 함량과 마이오글로빈 함량 및 화학적 조성을 분석하였다.

실험결과 조사기간 동안 예냉실의 가장 높은 평균온도는 1.7℃였으며, 가장 낮은 평균온도는 -4.3℃로 6℃의 차이를 보였다. 육색항목 측정결과 각 항목별 위치의 평균값은 비슷하게 나타났으며, 등급판정 부위인 배최장근단면 절개후 30분(홍색화 과정) 동안은 육색의 변화가 뚜렷이 나타났다. 그리고 절개 후 시간별 육색항목과 온도, 습도 및 도체 특성과의 상관관계를 살펴보면, 육색의 경우 온도와 습도보다는 근내지방에 더 큰 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

이 연구를 통하여, 예냉실의 온도가 1.7℃~-4.3℃를 사이에서는, 소등급판정시 판정항목인 육색에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 밝혀냈으며, 이는 육색판정에 대한 객관적인 기초자료로 이용되어 질 것이다.

key words : 육색, 육색변화, 온도, 냉장능력, 홍색화

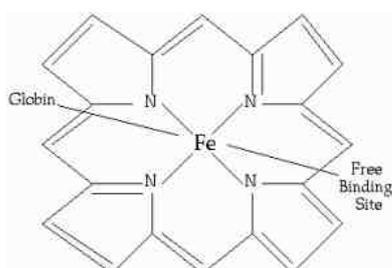
서 론

구이문화가 발달한 우리나라는 육류 구매 시 신선도를 중요시 여기며, 소비자가 신선도를 위해 가장 많이 고려하는 것이 육색이다. 육질판정의 한 항목인 육색은 소비자에게 있어 그 어떤 식육의 품질 항목 보다 중요하며, 소도체 배최장근(*Longissimus dorsi. m*)의 육색 안정성은 소등급판정 시 육질을 결정하는 중요한 영향 요인이다.

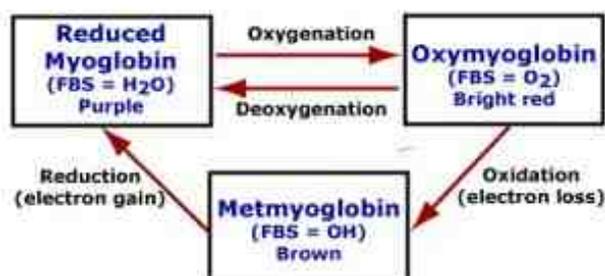
육색은 구매로 이어지는 주요 요인으로 아주 중요하다. 특히 쇠고기 소비가 높은 미국의 경우, 육색저하로 인한 피해는 연간 전체 판매액의 15%인 1억달러(2000년 기준, 한화

약1,000억)가 생산자 및 판매자가 손해를 보는 것으로 보고되고 있다(Smith, Belk, Sofos, Tatum & Williams, 2000).

쇠고기의 육색을 나타내는 가장 중요한 것은 육색소인데 그중 myoglobin의 화학적 상태와 함량에 의해 육색 표면이 크게 좌우된다. 식육내의 myoglobin(Mb)은 힘링의 한 가운데 있는 철원자가 2가(Fe^{2+} , 환원철)로 존재하면 deoxymyoglobin(deoxyMb)이라 부르고 육색은 자적색을 보이며, myoglobin에 산소가 결합하면 oxymyoglobin(OxyMb)이라 부르고 육색은 밝은 선홍색을 보인다. 살아있는 근육의 내부에는 Mb가 환원상태인 DeoxyMb상태로 존재한다. 따라서 식육을 칼로 절단하면 절단면이 자적색을 보이며, 절단된 식육을 공기 중에 방치하면 절단면의 DeoxyMb의 철원자의 여섯 번째 결합위치에 공기 중의 산소가 부착되어 OxyMb으로 변하며 밝은 선홍색으로 변하게 된다. 이를 홍색화(blooming)라고 부른다.



[그림1] myoglobin



[그림2] myoglobin의 화학적 변화

또한 육색안정성은 축종별, 성별, 사양, 사육 및 근육의 종류에서도 영향을 미치지만 도축이후의 조건에 의해서도 식육의 육색 안전성에 영향을 미친다.

현재 우리나라에서는 도축 후 냉도체 등급판정을 적용하며, 냉도체 등급판정을 위해 도체 내부의 온도가 5℃이하가 되도록 냉장실에서 예냉 후, 도축 다음날 등급판정을 하게된다. 이때 도축 후 처음 24시간 동안 사후근육에서 발생하는 생화학적 과정 및 구조적 변화는 식육의 품질과 기호성에 크게 영향을 미치므로, 도축 후 적용되는 냉장환경에 의해 식육의 품질은 영향을 받는다(J.W. Savell *Corresponding et al* 2004). 따라서 소도체의 개체별 특성(육색소 함량, 지방함량 등), 냉장실의 온도 및 습도, 노출시간 등에 의해 육색에 영향을 받을 것이라 예상되어진다. 육색은 빛의 반사 정도를 나타내는 명도(Lightness), 붉은 색을 나타내는 적색도(Redness), 황색을 나타내는 황색도(Yellowness), 색의 강약을 보여주는 채도(Chroma) 및 색상을 결정하는 색조(Hue) 등으로 세분화하여 측정할 수가 있다. 본 연구는 작업장 환경조건(냉장능력 등)에 따른 소도체 배최장근의 육색(홍색화) 변화를 연구함으로써 환경조건과 등급판정결과(육량·육질항목)과의 상관관계를 규명하며, 작업장 환경조건에 따른 소등급판정기준(육색항목)에 대한 객관성 확보의 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 조사기간 및 공시 동물

1) 예냉실 온도·습도와 육색 측정

농협고령공판장에서 2014년 7월에서 9월까지 도축된 한우 거세우 중 사육기간이 27개월~34개월이며, 생체중 651kg~827kg인 103두를 대상으로 온도·습도와 육색을 측정하여 유의성을 조사하였다.

2) 예냉실 온도·습도와 도체 심부온도 측정

농협고령공판장에서 2014년 9월 19일, 25일, 10월 8일, 22일에 도축된 한우 거세우 중 사육기간이 27개월~34개월이며, 생체중 651kg~827kg인 9두를 대상으로 측정하였다.

3) 이화학 특성 실험

농협고령공판장에서 2014년 9월 19일, 23일, 25일에 도축된 한우 거세우 중 사육기간이 27개월~34개월이며, 생체중 651kg~827kg인 17두를 대상으로, 판정부위 절개 시, 절개 후 10분, 30분, 1시간 간격으로 등심 약 100g 정도의 시료를 채취하여 실험하였다.

2. 조사장소

본 조사는 농협고령공판장의 우지육 예냉실(4곳중 3번 우예냉실)을 이용하였다. 해당 냉장고의 면적은 223.8m²이며, 왕복동식 스크류 압축방식으로 냉매는 암모니아(NH₃)를 사용하고 있다. 예냉실에는 총 4대의 UNIT COOLER가 설치되어 있으며, UC02는 11RT(365M²), UC06은 15RT(310M²)의 냉동능력¹⁾(refrigerating capacity 또는 cooling capacity)가지므로, 예냉실 냉동능력(refrigerating capacity 또는 cooling capacity)은 52RT이다.

3. 조사항목

1) 우예냉실의 온도·습도 측정

온습도계(TR-72U, T&D Co. Japan)을 이용하였다. 이 온·습도계는 온도는 -60℃~+15℃, 습도는 10%~95%까지 측정된다. 소가 도축 후 예냉실에 입고되면 채끝부위에 고정시키며, 1분단위로 측정하였다. 측정시간은 예냉실 입고 후부터 배최장근 절개 후 1시간까지 측정하였다.

1) 냉동능력 : 냉동기가 단위시간 동안 증발기에서 흡수할 수 있는 열량으로서 kcal/h, Btu/h 또는 냉동톤(refrigeration ton, RT)으로 표현한다.

2) 색차계를 이용한 표면육색측정

기계적 육색은 등급판정부위인 배최장근(*Longissimus dorsi. m.*, 흉추 13번와 요추 1번 사이 절개면) 부위에서 절개시, 절개후 10분, 30분, 1시간 간격으로 색차계를 이용하여 측정하였다. 이 때 사용된 색차계는 Minolta Chromaneter(CR-400, Minolta Co. Japan)을 사용하였으며, 측정항목은 명도(L*, lightness), 적색도(a*, redness), 황색도(b*, yellowness), 채도(ΔC, Chroma) 및 색조(Δh, hue)였다. Minolta Chromaneter는 백색표준색판(Y=86.9, x=0.3153 y=0.3227)을 사용하여 표준화한 후 사용하였으며, 동일한 시료에 4회 반복하여 측정하였다.

3) 도체 심부온도 측정

채널 온도계(GT309, GILTRON, Taiwan)를 이용하였다. 이 온도계는 -200℃~+1370℃ 범위의 온도에서 ±3%의 정확도를 보여주며, 0.1℃ 단위로 측정된다. 도축 후 예냉실에 입고되면 등급판정 시 온도측정부위에 고정시켜, 5분단위로 측정하였으며, 측정시간은 예냉실 입고 후부터 배최장근 절개 후 1시간까지 측정하였다.

4) 조수분 및 조지방 함량

도축 후 24시간 냉각 후 등심근(*longissimus thoracis m.*)을 절개하여 조수분 및 조지방 함량을 각각 측정하였으며, 조수분은 AOAC(1995)의 방법으로 분석하였고, 조지방 함량은 Folch 등(1957)의 방법으로 분석하였다.

5) 마이오글로빈 함량 및 화학적 조성

도축 후 24시간에 채취한 등심근을 phosphate buffer (pH 6.8, ionic strength 0.04)를 20ml 넣은 후 13,000rpm에서 10초간 균질화(IKA model T-25Basic, Malaysia) 하였다. 이때 마이오글로빈 추출은 Warriss(1979)의 방법으로 추출하였고, 균질액을 냉암소에서 1시간 방치한 후 5,000g에서 30분간(4℃) 원심분리(Hanil Union 5kr, Korea)시켰다. 상층액을 Whatman No. 1 여과지로 여과한 후 추출한 상층액 1ml에 potassium ferricyanide(0.6 mM) 100μl과 potassium cyanide(0.8mM) 900μl를 넣은 뒤 540nm에서 흡광도(O.D.)를 측정하였다. 측정값은 다음과 같은 계산식에 의해서 나타내었다(Kranen, 1999).

$$Mg. (mg/g) = \frac{O.D.}{11300} \times \frac{17000 \times 0.25 \times 1000}{Sample(g)}$$

한편, 마이오글로빈 화학적 조성은 시료에 phosphate buffer(pH 6.8, ionic strength 0.04) 25ml을 넣은 후 13,000rpm에서 10초간 균질화(IKA model T-25Basic, Malaysia) 하였다. 균질액을 냉암소에서 1시간 방치한 후 5,000g에서 30분간 원심분리(Hanill Union5kr, Korea)시켰다. 상층액을 Whatman No. 1 여과지로 여과한 후 spectrophotometer(Spectronic

model Genesys 5, USA) 572, 565, 545, 525nm에 각각 흡광도를 측정하여 Krzywicki, 1982의 방법으로 산출하였다.

$$[\text{Deoxy Mb}] = C_{\text{Myp}}/c = 0.369R_1 + 1.140R_2 - 0.941R_3 + 0.015$$

$$[\text{Oxy Mb}] = C_{\text{Ox}}/c = 0.882R_1 - 1.267R_2 + 0.809R_3 - 0.361$$

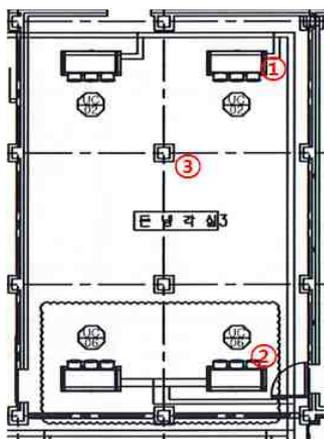
$$[\text{Met Mb}] = C_{\text{Met}}/c = -2.514R_1 + 0.777R_2 + 0.800R_3 + 1.098$$

(R_1, R_2, R_3 는 각각 $A^{572}/A^{525}, A^{565}/A^{525}, A^{545}/A^{525}$)

6) 통계분석

분석 결과 값은 모두 평균값으로 나타내었으며, SAS(2002)를 이용하여 각 분석 항목별 냉장실 위치에 따른 유의적 차이를 확인하였다. 처리구간의 유의성을 검증하기 위해 분산 분석을 실시한 후 Duncan의 다중검정으로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다. 한편, 냉장실 위치별 등급성적은 육질등급 및 육량등급을 구분하여 SAS(2002)의 Freq procedure를 이용하여 빈도수를 조사하고, Chi-square(χ^2) 검정을 통해 처리구간 유의성($p < 0.05$)을 조사하였다. 냉장실 온도, 습도 및 도체 특성과 각 육색항목과의 상관관계는 Pearson correlation coefficients 분석을 실시하였다.

결과 및 고찰



[그림 3] 예냉실 설계도

예냉실의 위치별 온도 차이를 알아보기 위하여, 예냉실 구조 및 UNIT COOLER 위치를 고려하여 3곳의 온도와 습도를 측정하였다. 예냉실에는 총 4대의 UNIT COOLER가 설치되어 있으며, UC02는 11RT(365M²), UC06은 15RT(310M²)의 냉동능력을 가진다. 6월 25일 냉동기 능력에 따라 3곳의 위치를 정하여 온도와 습도를 측정한 결과 3위치에서 유의적인 차가 나타나, 3곳의 위치를 정하였다.

[표 1] 위치별 온도 및 습도 차이

| 날짜 | 위치 | 온도(°C) | 습도(%) |
|------|----|-----------------------|------------------------|
| 6/25 | P1 | -1.5±4.5 ^a | 80.6±13.3 ^b |
| | P2 | -3.2±4.6 ^c | 83.7±12.8 ^a |
| | P3 | -2.2±4.3 ^b | 83.6±13.3 ^a |

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

[표 2] 냉장실 위치별 온도 및 습도 비교

| | P1 | P2 | P3 | p-value |
|--------|------------|------------|------------|---------|
| 온도(°C) | 0.73±1.62 | -0.25±1.59 | -0.03±1.54 | 0.4019 |
| 습도(%) | 96.17±7.64 | 96.9±6.31 | 96.58±7.25 | 0.9767 |

2014년 7월~9월 예냉실 온도와 습도 측정 결과, 예냉실의 온도는 계절과 현장상황에 등에 영향을 받아 편차의 범위가 크게 나타났다. P2와 P3보다는 P1이 항상 온도가 높게 측정되었다. 습도는 따로 관리되지 않으며, 세 위치 모두 비슷한 경향을 보였다.

[표 3] 날짜 및 냉장실 위치별 도체 심부 온도 5°C 도달 시간(min)

| 날짜 | 위치 | 외부평균온도(°C) | 시간(min) |
|-------|----|------------|---------|
| 9/19 | 1 | -2.64 | 840 |
| | 2 | -4.76 | 725 |
| | 3 | - | - |
| 9/25 | 1 | -0.72 | 865 |
| | 2 | -2.65 | 695 |
| | 3 | -2.60 | 620 |
| 10/08 | 1 | -0.27 | 765 |
| | 2 | -1.63 | 930 |
| | 3 | -0.95 | 920 |
| 10/22 | 1 | - | - |
| | 2 | - | - |
| | 2 | -1.43 | 905 |

[표 4] 냉장실 위치별 도체 심부 온도 5°C 도달 시간(min) 비교

| | P1 | P2 | P3 | p-value |
|---------|------------|-------------|-------------|---------|
| 시간(min) | 823.3±52.0 | 813.8±120.9 | 770.0±212.1 | 0.3742 |

표3을 보면 10월 8일을 제외하고서는 외부평균온도가 낮을수록 도체 심부 온도가 5°C에 빨리 도달하는 것을 알 수 있다. 냉장실 위치별 도체 심부 온도 5°C 도달 시간(min)은 표 4와 같이 조사되었다. 평균적으로 P3위치에서 770분으로 가장 빨리 도달했으며, P2, P1위치순으로 이어졌다.

[표 5] 냉장실 위치별 온도, 습도, 도체특성 및 등급성적 비교

(한우 거세우 103두(27개월~34개월령, 생체중 651kg~827kg) 공시)

| | P1 | P2 | P3 |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 온도(℃) | 0.4±1.3 ^A | -0.6±1.5 ^C | 0.1±1.3 ^B |
| 습도(%) | 96.6±6.2 ^A | 96.2±6.4 ^A | 94.8±6.7 ^B |
| 개월령 | 29.8±1.8 ^B | 29.7±1.6 ^B | 30.6±1.7 ^A |
| 생체중(kg) | 733.3±47.5 | 737.4±49.0 | 734.3±42.3 |
| 도체중(kg) | 435.3±32.4 | 437.0±32.6 | 438.1±27.8 |
| 등심단면적(cm ²) | 91.3±7.9 ^B | 94.2±10.5 ^A | 89.4±9.3 ^C |
| 등지방두께(mm) | 11.6±3.2 ^B | 12.0±4.1 ^B | 12.8±3.4 ^A |
| 근내지방도 | 5.34±1.50 ^A | 4.92±1.76 ^B | 5.25±1.85 ^A |
| 육색 | 5.1±0.3 | 5.1±0.5 | 5.1±0.5 |
| 지방색 | 3.0±0.2 | 3.0±0.0 | 3.0±0.1 |
| 조직감 | 1.05±0.22 ^C | 1.33±0.47 ^A | 1.28±0.45 ^B |
| 성숙도 | 2.00±0.00 ^B | 2.00±0.00 ^B | 2.02±0.14 ^A |
| 육량지수 | 65.6±2.4 ^A | 65.7±3.3 ^A | 64.5±2.8 ^B |

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

[표 6] 등심 절개 후 시간에 따른 냉장실 위치별 육색 변화

(한우 거세우 103두(27개월~34개월령, 생체중 651kg~827kg) 공시)

| | 시간(min) | P1 | P2 | P3 |
|---------|---------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 명도(L*) | 0 | 39.0±4.0 | 39.0±3.7 | 38.5±2.8 |
| | 10 | 38.4±2.4 ^B | 39.7±3.5 ^A | 39.0±2.9 ^{AB} |
| | 30 | 39.4±2.8 | 40.0±3.5 | 39.4±3.1 |
| | 60 | 38.8±2.2 ^B | 40.1±3.4 ^A | 39.2±3.0 ^B |
| 적색도(a*) | 0 | 16.2±2.0 ^{Ad} | 15.7±1.2 ^{Bd} | 16.3±1.3 ^{Ad} |
| | 10 | 19.9±1.6 ^{Ac} | 19.1±2.0 ^{Bc} | 19.4±1.6 ^{Bc} |
| | 30 | 21.7±2.1 ^{Ab} | 21.1±1.7 ^{Bb} | 21.3±1.5 ^{Ab} |
| | 60 | 23.7±2.4 ^{Aa} | 22.9±1.7 ^{Ba} | 22.4±1.7 ^{Ba} |
| 황색도(b*) | 0 | 4.6±2.3 ^d | 4.3±1.7 ^d | 4.3±1.0 ^d |
| | 10 | 8.5±2.2 ^c | 8.2±2.3 ^c | 8.0±1.3 ^c |
| | 30 | 10.1±2.2 ^b | 9.9±2.4 ^b | 9.6±1.6 ^b |
| | 60 | 11.4±2.4 ^{Aa} | 11.1±2.5 ^{Aa} | 10.4±1.3 ^{Ba} |
| 채도(C) | 0 | 16.6±2.1 ^{Ad} | 16.1±1.3 ^{Bd} | 16.8±1.4 ^{Ad} |
| | 10 | 21.4±2.0 ^{Ac} | 20.4±2.6 ^{Bc} | 21.0±1.9 ^{Ac} |
| | 30 | 23.7±2.5 ^{Ab} | 23.0±2.1 ^{Bb} | 23.2±1.7 ^{ABb} |
| | 60 | 26.1±3.0 ^{Aa} | 25.1±2.1 ^{Ba} | 24.7±1.9 ^{Ba} |
| 색도(Δh) | 0 | 14.4±3.6 ^c | 14.0±3.6 ^c | 14.5±2.5 ^d |
| | 10 | 22.0±3.0 ^{Ab} | 20.8±5.6 ^{Bb} | 22.2±2.4 ^{Ac} |
| | 30 | 23.8±3.2 ^a | 23.6±3.5 ^a | 23.8±1.9 ^b |
| | 60 | 24.5±3.1 ^a | 24.5±3.3 ^a | 24.8±1.4 ^a |

^{A-B}Means with different superscript in the same row are significantly different (p<0.05).

^{a-d}Means with different superscript in the same column are significantly different (p<0.05).

표 4를 보면 P1>P3>P2 순으로 각 위치별 온도에서 유의적인 차이가 나타났다($p<0.05$). 육색항목별로 등심 절개 후 시간에 따른 냉장실 위치별 육색 변화를 살펴보면, 명도는 시간에 따른 차이는 크게 나타나지 않지만, 10분과, 60분대에 위치별 차이를 볼 수 있다. 전체적으로 P2위치에서 가장 높으며, P1과 P3는 비슷한 경향을 보인다. 적색도와 채도는 시간대별로 뚜렷한 변화를 볼 수 있었다.(유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.) 세 위치 모두 절개시보다 60분 후 높은 수치가 나타났으며, 적색도, 황색도, 채도, 색도 모두 절개 시에서 절개 후 10분 사이에 가장 큰 변화가 나타났다. 이러한 결과는 Rentfrow 등(2004)의 보고와도 일치하였다.

일반적으로 홍색화의 속도는 30~40분이면 충분히 일어나는 것으로 보고되고 있으나 일부 외부환경(온도 및 습도), 축종의 근육상태 및 사후 pH에 의해서 홍색화 속도가 최대 75분 까지 달라지는 것으로 보고되고 있다(Wulf & Wise, 1999; Yong et al., 1999; Brewer et al., 2001; Rentfrow et al., 2004).

본 연구의 결과 예냉실의 위치와 온도와의 상관관계에서는 유의적인 차이가 나타내지만 ($p<0.05$), 육색측정 결과 위치별 유의적인 차는 나타나지 않았다. 즉, 각 위치에 따른 온도의 편차는 육색안정성에 영향을 미칠 정도의 편차는 나타나지 않은 것으로 나타났다. 따라서 온도의 따른 육색의 차이는 보다는 절개 후 시간에 따른 육색의 차이를 알 수 있었다.

[표 7] 절개 후 시간별 육색항목과 온도, 습도 및 도체 특성과의 상관관계

(한우 거세우 103두(27개월~34개월령, 생체중 651kg~827kg) 공시)

| | 온도 | 습도 | 연령 | 생체중 | 도체중 | 등심 단면적 | 등지방 두께 | 근내 지방도 | 육색 | 지방색 | 조직감 | 성숙도 | 육량 지수 |
|-----------------|---------|---------|----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|----------|---------|----------|
| <i>절개 후 0분</i> | | | | | | | | | | | | | |
| 명도(L*) | -0.03 | -0.10 | -0.13* | -0.13* | -0.15** | 0.10 | -0.01 | 0.59*** | -0.25*** | 0.08 | -0.36*** | -0.02 | 0.08 |
| 적색도(a*) | 0.03 | -0.05 | 0.07 | 0.13* | 0.17** | 0.00 | 0.16** | -0.30*** | -0.23*** | 0.02 | 0.16** | 0.00 | -0.17** |
| 황색도(b*) | 0.04 | 0.01 | -0.07 | -0.04 | 0.02 | 0.10 | -0.07 | -0.08 | -0.14** | 0.06 | -0.03 | -0.01 | 0.09 |
| 채도(C) | 0.03 | -0.08 | 0.09 | 0.14** | 0.17** | 0.01 | 0.16** | -0.27*** | -0.23*** | 0.03 | 0.16** | -0.01 | -0.17** |
| 색도(Δh) | 0.07 | -0.07 | 0.11* | -0.01 | 0.01 | -0.03 | 0.03 | 0.18** | -0.12* | 0.09 | -0.05 | -0.01 | -0.04 |
| <i>절개 후 10분</i> | | | | | | | | | | | | | |
| 명도(L*) | -0.17** | -0.15** | -0.12* | -0.03 | -0.06 | 0.14** | 0.03 | 0.54*** | -0.19** | 0.02 | -0.35*** | -0.03 | 0.05 |
| 적색도(a*) | 0.09 | -0.07 | -0.06 | 0.22*** | 0.25*** | 0.04 | 0.24*** | -0.10 | -0.31*** | 0.13* | 0.09 | -0.03 | -0.24*** |
| 황색도(b*) | 0.08 | 0.03 | -0.20*** | 0.07 | 0.11* | 0.13* | 0.03 | -0.01 | -0.22*** | 0.12* | -0.07 | -0.05 | 0.00 |
| 채도(C) | 0.09 | -0.07 | -0.04 | 0.24*** | 0.26*** | 0.01 | 0.27*** | -0.03 | -0.30*** | 0.13* | 0.05 | -0.04 | -0.27*** |
| 색도(Δh) | 0.06 | -0.07 | -0.03 | 0.13* | 0.09 | 0.00 | 0.11* | 0.20*** | -0.23*** | 0.08 | -0.02 | -0.02 | -0.11* |
| <i>절개 후 30분</i> | | | | | | | | | | | | | |
| 명도(L*) | -0.05 | -0.05 | 0.02 | -0.14** | -0.16** | 0.09 | -0.01 | 0.57*** | -0.26*** | 0.11* | -0.40*** | 0.01 | 0.09 |
| 적색도(a*) | 0.04 | -0.06 | -0.10* | 0.31*** | 0.34*** | 0.09 | 0.29*** | -0.04 | -0.15** | 0.06 | 0.04 | 0.02 | -0.28*** |
| 황색도(b*) | 0.08 | 0.04 | -0.17** | 0.09 | 0.13* | 0.17** | 0.00 | 0.04 | -0.08 | 0.07 | -0.11* | 0.20*** | 0.04 |
| 채도(C) | 0.05 | -0.07 | -0.07 | 0.32*** | 0.34*** | 0.07 | 0.30*** | 0.02 | -0.17** | 0.07 | 0.02 | -0.04 | -0.30*** |
| 색도(Δh) | 0.09 | -0.05 | 0.11* | 0.10 | 0.10 | -0.01 | 0.09 | 0.21*** | -0.08 | 0.07 | -0.06 | -0.16** | -0.11* |
| <i>절개 후 60분</i> | | | | | | | | | | | | | |
| 명도(L*) | -0.22** | -0.13* | -0.15** | -0.08 | -0.10 | 0.09 | 0.02 | 0.54*** | -0.25*** | 0.11* | -0.35*** | 0.00 | 0.05 |
| 적색도(a*) | 0.02 | 0.04 | -0.08 | 0.29** | 0.29** | 0.07 | 0.14** | -0.04 | -0.19** | 0.05 | 0.02 | -0.01 | -0.16** |
| 황색도(b*) | 0.06 | 0.05 | -0.18** | 0.11* | 0.14** | 0.19** | -0.04 | 0.05 | -0.13* | 0.07 | -0.11* | -0.03 | 0.08 |
| 채도(C) | 0.03 | 0.01 | -0.06 | 0.31*** | 0.31*** | 0.05 | 0.16** | 0.02 | -0.17** | 0.07 | 0.01 | -0.01 | -0.18** |
| 색도(Δh) | 0.05 | -0.08 | 0.08 | 0.12* | 0.10 | -0.01 | 0.11* | 0.26*** | -0.04 | 0.07 | -0.07 | -0.01 | -0.12* |

*, p<0.05; **, p<0.01; ***, p<0.0001.

육색항목과 온도, 습도 및 도체 특이성과의 상관관계를 분석해본 결과 온도 및 습도에 있어서 명도와는 낮은 유의적 부의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며 각 시간별 명도와 근내지방도에서 다른 요인들에 비해 유의적(p<0.0001)인 차이가 큰 것으로 나타났다.

육색과 온도, 습도 및 도체 특이성과의 상관관계를 종합해 보면 홍색화에 의한 표면 Mb 화학적 상태와 근내지방함량이 도체판정에 영향이 미칠 것으로 판단된다.

[표 8] 등심 절개 후 시간에 따른 냉장실 위치별 마이오글로빈 화학적 상태 변화

(한우 거세우 17두(27개월~34개월령, 생체중 651kg~827kg) 공시)

| | 시간(min) | P1 | P2 | P3 |
|--------------|---------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Deoxy Mb (%) | 0 | 5.3±4.9 ^a | 2.1±1.9 ^b | 4.0±0.5 ^{ab} |
| | 10 | 3.4±3.6 ^{ab} | 2.6±1.7 ^b | 5.2±1.9 ^a |
| | 30 | 2.9±1.7 ^{Aab} | 1.2±0.6 ^{Bb} | 2.9±1.7 ^{Ab} |
| | 60 | 1.8±1.4 ^{Bb} | 4.8±2.7 ^{Aa} | 5.5±1.4 ^{Aa} |
| Oxy Mb(%) | 0 | 82.9±12.8 | 90.0±4.8 | 89.3±1.9 ^{bc} |
| | 10 | 91.9±6.2 | 89.6±3.8 | 86.4±6.1 ^c |
| | 30 | 87.8±6.5 ^B | 91.9±3.9 ^{AB} | 93.4±3.1 ^{Aa} |
| | 60 | 88.8±6.3 | 87.1±5.3 | 91.6±2.1 ^{ab} |
| Met Mb(%) | 0 | 11.8±8.6 ^a | 8.0±6.1 | 6.8±2.4 ^{ab} |
| | 10 | 4.7±5.6 ^b | 7.8±4.5 | 8.4±4.4 ^a |
| | 30 | 9.2±5.6 ^{Aab} | 6.9±4.0 ^{AB} | 3.6±2.2 ^{Bbc} |
| | 60 | 9.4±5.5 ^{Aab} | 8.2±4.7 ^A | 2.9±3.2 ^{Bc} |

^{A-B}Means with different superscript in the same row are significantly different (p<0.05).

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

등심 절개 후 시간에 따른 냉장실 위치별 마이오글로빈의 화학적 상태 변화는 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다(유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.) 이는 측정시료의 수가 적고, 각각의 개체에 따른 시료내 함유된 근내지방 및 육색소 함량 차이의 영향인 것으로 사료된다.

요 약

작업장 환경조건(냉장능력 등)은 소도체등급판정에 영향을 미치는 필수적인 외부요인이다. 본 연구는 예냉실의 냉장능력이 소도체등급판정 육질항목(육색)에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 조사기간 동안 예냉실의 가장 높은 평균온도는 1.7℃였으며, 가장 낮은 평균온도는 -4.3℃로 6.4℃의 차이를 보였다. 위치별 도체 심부온도에서도 5℃도달 시간이 외부온도에 따라 차이를 보였다. 육색항목 측정결과 명도는 시간에 따른 차이는 크게 나타나지 않지만, 10분과, 60분대에 위치별 차이를 볼 수 있다. 전체적으로 P2위치에서 가장 높으며, P1과 P3는 비슷한 경향을 보인다. 적색도와 채도는 시간대별로 뚜렷한 변화를 볼 수 있었다.(유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.) 세 위치 모두 절개시보다 60분 후 높은 수치가 나타났으며, 적색도, 황색도, 채도, 색도 모두 절개 시에서 절개 후 10분 사이에 가장 큰 변화가 나타났다. 이러한 결과는 Rentfrow 등(2004)의 보고와도 일치하였다.

본 연구의 결과 예냉실의 위치와 온도와의 상관관계에서는 유의적인 차이가 나타내지만 ($p<0.05$), 육색측정 결과 위치별 유의적인 차는 나타나지 않았다. 즉, 각 위치에 따른 온도의 편차는 육색안정성에 영향을 미칠 정도의 편차는 나타나지 않은 것으로 나타났다. 따라서 온도의 따른 육색의 차이는 보다는 절개 후 시간에 따른 육색의 차이를 알 수 있었다.

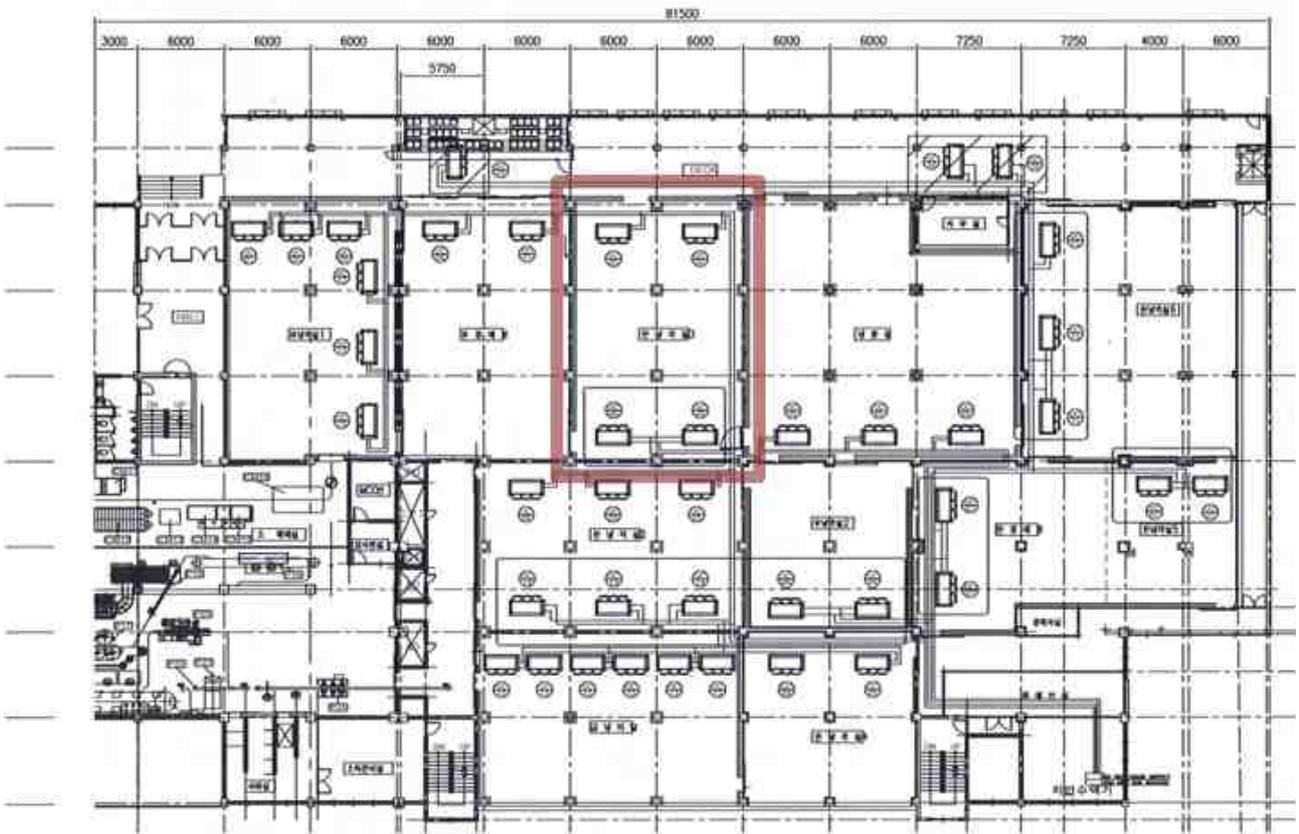
그리고 절개 후 시간별 육색항목과 온도, 습도 및 도체 특이성과의 상관관계를 분석해 본 결과 온도 및 습도에 있어서 명도와 낮은 유의적 부의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며 각 시간별 명도와 근내지방도에서 다른 요인들에 비해 유의적($p<0.0001$)인 차이가 큰 것으로 나타났다.

본 연구의 결과로 볼 때, 예냉실의 온도가 1.7℃~4.3℃를 사이에서는, 소등급판정시 판정항목인 육색에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 밝혀냈으며, 이는 육색판정에 대한 객관적인 기초자료로 이용되어 질 것이다.

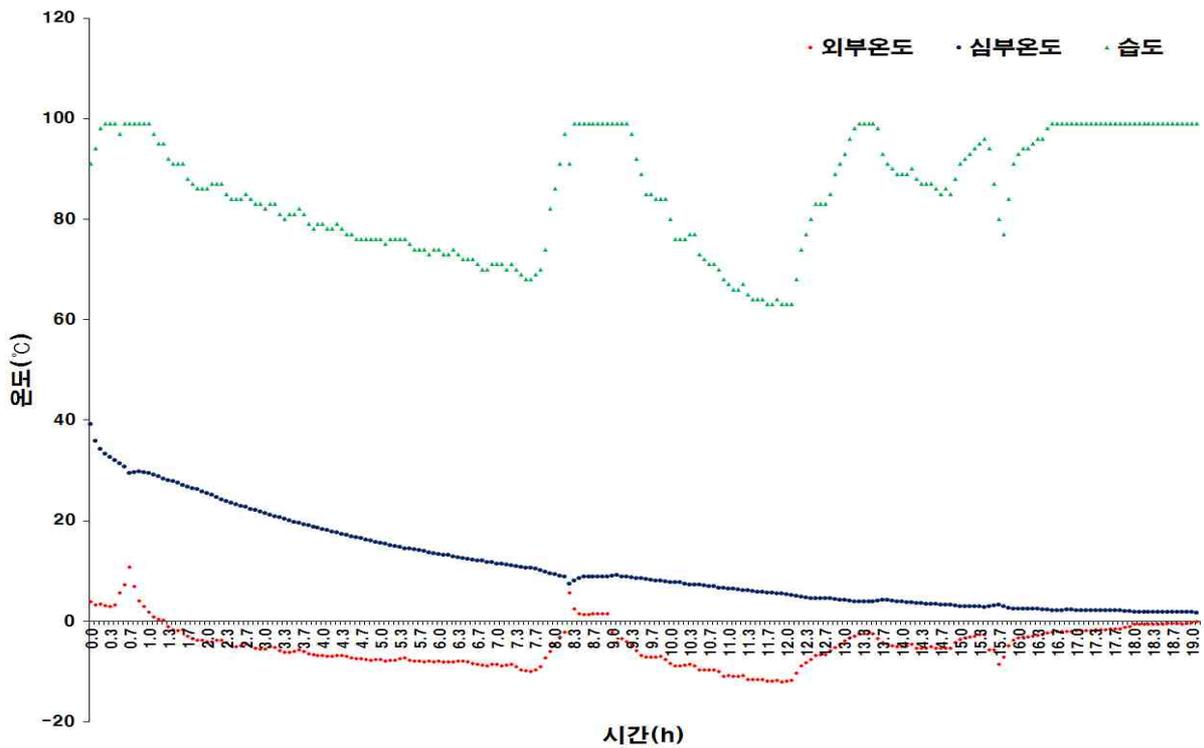
<참고자료>

[표 9] 날짜별 냉장실 위치에 따른 온도 및 습도

| 날짜 | 위치 | 온도(℃) | 습도(%) |
|------|----|-------|-------|
| 7/03 | 1 | 1.51 | 99.0 |
| | 2 | 1.16 | 99.0 |
| | 3 | 1.44 | 99.0 |
| 7/09 | 1 | 2.54 | 97.8 |
| | 2 | -0.07 | 99.0 |
| | 3 | -0.58 | 99.0 |
| 7/15 | 1 | 1.70 | 99.0 |
| | 2 | 0.55 | 99.0 |
| | 3 | 0.62 | 99.0 |
| 7/23 | 1 | 0.77 | 97.9 |
| | 2 | -0.39 | 99.0 |
| | 3 | -0.41 | 99.0 |
| 7/25 | 1 | -0.35 | 99.0 |
| | 2 | 0.26 | 99.0 |
| | 3 | -0.08 | 99.0 |
| 7/30 | 1 | 1.14 | 99.0 |
| | 2 | -0.03 | 99.0 |
| | 3 | 0.87 | 99.0 |
| 8/05 | 1 | 1.32 | 99.0 |
| | 2 | 0.37 | 99.0 |
| | 3 | 1.06 | 99.0 |
| 8/07 | 1 | 1.00 | 99.0 |
| | 2 | 0.19 | 99.0 |
| | 3 | 0.55 | 99.0 |
| 8/13 | 1 | -3.08 | 75.8 |
| | 2 | -4.33 | 80.1 |
| | 3 | -3.73 | 77.3 |
| 8/20 | 1 | 0.37 | 99.0 |
| | 2 | -0.50 | 99.0 |
| | 3 | 0.40 | 99.0 |
| 8/27 | 1 | -0.20 | 96.0 |
| | 2 | -1.10 | 99.0 |
| | 3 | 0.90 | 99.0 |
| 8/29 | 1 | -0.60 | 92.0 |
| | 2 | -1.30 | 93.0 |
| | 3 | 1.30 | 90.0 |
| 9/19 | 1 | -0.60 | 99.0 |
| | 2 | -1.20 | 99.0 |
| | 3 | -0.70 | 99.0 |
| 9/23 | 1 | -0.40 | 96.0 |
| | 2 | -0.70 | 99.0 |
| | 3 | 1.50 | 90.0 |
| 9/25 | 1 | -0.40 | 98.0 |
| | 2 | -0.80 | 99.0 |
| | 3 | -1.00 | 99.0 |



[그림 4.]농협고령공판장 도축현장 설계도



[그림 5] 시간에 따른 외부온도 · 심부온도 · 습도 변화

[표 10] 냉장실 위치별 육색변화 분석

(한우 거세우 103두(27개월~34개월령, 생체중 651kg~827kg) 공시)

| | Mean | SD | Minimum | Maximum |
|-------------------------|-------|------|---------|---------|
| 온도(℃) | 0.0 | 1.4 | -4.3 | 2.5 |
| 습도(%) | 95.7 | 6.5 | 75.8 | 99.0 |
| 개월령 | 30.1 | 1.7 | 27.0 | 34.0 |
| 생체중(kg) | 734.8 | 45.8 | 651.0 | 827.0 |
| 도체중(kg) | 436.9 | 30.6 | 376.0 | 503.0 |
| 등심단면적(cm ²) | 91.2 | 9.4 | 68.0 | 115.0 |
| 등지방두께(mm) | 12.2 | 3.6 | 5.0 | 24.0 |
| 근내지방도 | 5.2 | 1.7 | 2.0 | 9.0 |
| 육색 | 5.1 | 0.4 | 4.0 | 6.0 |
| 지방색 | 3.0 | 0.2 | 2.0 | 4.0 |
| 조직감 | 1.2 | 0.4 | 1.0 | 2.0 |
| 성숙도 | 2.0 | 0.1 | 2.0 | 3.0 |
| 육량지수 | 65.1 | 2.9 | 56.3 | 72.8 |
| 명도(L*) | 39.2 | 3.1 | 28.8 | 58.9 |
| 채도(C) | 21.5 | 3.9 | 9.8 | 33.0 |
| 색도(Δh) | 21.1 | 5.1 | 2.0 | 30.6 |
| 적색도(a*) | 20.0 | 3.1 | 9.2 | 29.6 |
| 황색도(b*) | 8.3 | 3.1 | 1.9 | 24.0 |

[표 11] 냉장실 위치별 육질 등급 출현율 비교

(한우 거세우 103두(27개월~34개월령, 생체중 651kg~827kg) 공시)

| Position | | Quality grade | | | | Total |
|----------|-----------|-----------------|----------------|------|------|-------|
| | | 1 ⁺⁺ | 1 ⁺ | 1 | 2 | |
| 1 | Frequency | 5 | 13 | 20 | 2 | 40 |
| | % | 4.3 | 11.1 | 17.1 | 1.7 | 34.2 |
| | Row % | 12.5 | 32.5 | 50.0 | 5.0 | |
| | Column % | 27.8 | 38.2 | 42.6 | 11.1 | |
| 2 | Frequency | 5 | 6 | 13 | 7 | 31 |
| | % | 4.3 | 5.1 | 11.1 | 6.0 | 26.5 |
| | Row % | 16.1 | 19.4 | 41.9 | 22.6 | |
| | Column % | 27.8 | 17.7 | 27.7 | 38.9 | |
| 3 | Frequency | 8 | 15 | 14 | 9 | 46 |
| | % | 6.8 | 12.8 | 12.0 | 7.7 | 39.3 |
| | Row % | 17.4 | 32.6 | 30.4 | 19.6 | |
| | Column % | 44.4 | 44.1 | 29.8 | 50.0 | |
| Total | Frequency | 18 | 34 | 47 | 18 | 117 |
| | % | 15.4 | 29.1 | 40.2 | 15.4 | 100.0 |

Chi-Square p -value = 0.2269

[표 12] 냉장실 위치별 육량 등급 출현율 비교

(한우 거세우 103두(27개월~34개월령, 생체중 651kg~827kg) 공시)

| Position | | Carcass grade | | | Total |
|------------|-----------|-----------------------|------|------|-------|
| | | A | B | C | |
| 1 | Frequency | 10 | 24 | 6 | 40 |
| | % | 8.6 | 20.5 | 5.1 | 34.2 |
| | Row % | 25.0 | 60.0 | 15.0 | |
| | Column % | 34.5 | 38.7 | 23.1 | |
| 2 | Frequency | 10 | 15 | 6 | 31 |
| | % | 8.6 | 12.8 | 5.1 | 26.5 |
| | Row % | 32.3 | 48.4 | 19.4 | |
| | Column % | 34.5 | 24.2 | 23.1 | |
| 3 | Frequency | 9 | 23 | 14 | 46 |
| | % | 7.7 | 19.7 | 12.0 | 39.3 |
| | Row % | 19.6 | 50.0 | 30.4 | |
| | Column % | 31.0 | 37.1 | 53.9 | |
| Total | Frequency | 29 | 62 | 26 | 117 |
| | % | 24.8 | 53.0 | 22.2 | 100.0 |
| Chi-Square | | p -value = 0.0.3761 | | | |

[표 13] 냉장실 위치별 육색변화 분석

(한우 거세우 17두(27개월~34개월령, 생체중 651kg~827kg) 공시)

| | Mean | SD | Minimum | Maximum |
|-------------------------|-------|-------|---------|---------|
| 온도(°C) | -0.6 | 0.3 | -1.0 | -0.3 |
| 습도(%) | 98.4 | 0.8 | 96.8 | 99.0 |
| 개월령 | 36.9 | 25.0 | 25.0 | 116.0 |
| 생체중(kg) | 719.1 | 108.3 | 484.0 | 882.0 |
| 도체중(kg) | 420.4 | 69.9 | 249.0 | 521.0 |
| 등심단면적(cm ²) | 85.5 | 11.6 | 63.0 | 106.0 |
| 등지방두께(mm) | 10.4 | 4.9 | 5.0 | 19.0 |
| 근내지방도 | 5.28 | 2.23 | 1.0 | 9.0 |
| 육색 | 5.1 | 0.4 | 5.0 | 6.0 |
| 지방색 | 3.1 | 0.3 | 3.0 | 4.0 |
| 조직감 | 1.27 | 0.44 | 1.0 | 2.0 |
| 성숙도 | 2.8 | 2.0 | 2.0 | 9.0 |
| 육량지수 | 66.0 | 3.5 | 60.7 | 70.5 |
| 조수분(%) | 65.2 | 7.1 | 45.3 | 72.0 |
| 조지방(%) | 8.9 | 3.7 | 2.8 | 13.9 |
| 마이오글로빈 (mg/g) | 7.9 | 1.0 | 5.4 | 9.4 |
| Deoxy Mb(%) | 3.9 | 3.6 | 0.8 | 13.8 |
| Oxy Mb(%) | 86.9 | 9.2 | 67.4 | 97.5 |
| Met Mb(%) | 9.2 | 6.9 | 0.3 | 22.9 |
| 명도(L*) | 37.2 | 3.8 | 30.3 | 43.9 |
| 채도(C) | 16.2 | 2.0 | 12.8 | 20.2 |
| 색도(Δh) | 13.8 | 2.6 | 9.3 | 20.0 |
| 적색도(a*) | 15.8 | 1.9 | 12.6 | 19.2 |
| 황색도(b*) | 3.9 | 1.1 | 2.1 | 6.1 |

[표 14] 냉장실 위치별 온도, 습도, 도체특성 및 등급성적 비교

(한우 거세우 17두(27개월~34개월령, 생체중 651kg~827kg) 공시)

| | P1 | P2 | P3 |
|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 온도(°C) | -0.4±0.1 ^A | -0.8±0.0 ^B | -0.9±0.3 ^B |
| 습도(%) | 97.6±0.7 ^B | 99.0±0.0 ^A | 99.0±0.0 ^A |
| 개월령 | 48.7±35.5 | 27.8±1.8 | 29.9±0.8 |
| 생체중(kg) | 732.9±156.7 | 699.0±51.4 | 725.1±37.1 |
| 도체중(kg) | 421.6±103.0 | 412.8±22.2 | 429.6±32.7 |
| 등심단면적(cm ²) | 88.6±15.7 | 86.8±3.3 | 78.1±6.4 |
| 등지방두께(mm) | 11.6±6.1 ^A | 7.5±2.6 ^B | 12.4±2.2 ^A |
| 근내지방도 | 5.08±1.93 | 5.07±2.80 | 5.63±1.84 |
| 육색 | 5.1±0.4 | 5.3±0.4 | 5.0±0.0 |
| 지방색 | 3.2±0.4 | 3.0±0.0 | 3.0±0.0 |
| 조직감 | 1.19±0.40 | 1.32±0.47 | 1.28±0.45 |
| 성숙도 | 3.5±2.9 | 2.5±0.5 | 2.0±0.0 |
| 육량지수 | 65.5±4.3 ^{AB} | 68.1±1.7 ^A | 63.5±1.5 ^B |
| 조수분(%) | 62.1±9.0 ^B | 65.3±4.0 ^{AB} | 70.6±1.0 ^A |
| 조지방(%) | 8.9±2.7 | 8.8±5.2 | 9.2±2.5 |
| 마이오글로빈 (mg/g) | 7.9±1.4 | 8.2±0.6 | 7.4±0.5 |

^{A,B}Means with different superscript in the same row are significantly different (p<0.05).

[표 15] 등심 절개 후 시간에 따른 냉장실 위치별 육색 변화

(한우 거세우 17두(27개월~34개월령, 생체중 651kg~827kg) 공시)

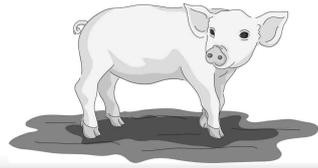
| | 시간(min) | P1 | P2 | P3 |
|---------|---------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 명도(L*) | 0 | 37.1±1.6 ^b | 35.9±5.8 | 39.3±1.8 |
| | 10 | 37.6±2.4 ^b | 36.9±6.1 | 39.7±2.3 |
| | 30 | 39.7±2.7 ^{Aa} | 35.9±4.9 ^B | 41.2±2.5 ^A |
| | 60 | 38.6±1.4 ^b | 37.0±4.2 | 40.7±3.7 |
| 채도(C) | 0 | 17.0±1.1 ^{Ad} | 14.1±0.7 ^{Bd} | 18.0±1.9 ^{Ac} |
| | 10 | 21.2±1.6 ^{Ac} | 17.6±1.6 ^{Bc} | 22.8±2.8 ^{Ab} |
| | 30 | 22.8±1.9 ^{Ab} | 19.5±1.8 ^{Bb} | 23.7±2.0 ^{Aab} |
| | 60 | 24.7±2.3 ^{Aa} | 23.0±2.7 ^{Ba} | 25.7±1.1 ^{Aa} |
| 색도(Δh) | 0 | 13.7±1.5 ^{Bc} | 12.6±3.1 ^{Bc} | 15.9±2.6 ^{Ab} |
| | 10 | 21.9±1.0 ^{Ab} | 20.2±2.6 ^{Bb} | 23.5±2.0 ^{Aa} |
| | 30 | 24.3±1.3 ^{Aa} | 21.5±2.0 ^{Bab} | 24.8±1.4 ^{Aa} |
| | 60 | 23.5±4.4 ^b | 23.3±1.7 ^a | 25.3±1.2 ^a |
| 적색도(a*) | 0 | 16.6±1.2 ^{Ad} | 13.7±0.6 ^{Bd} | 17.3±1.7 ^{Ac} |
| | 10 | 19.6±1.4 ^c | 16.4±1.3 ^c | 18.3±6.7 ^c |
| | 30 | 20.8±1.6 ^{Ab} | 18.1±1.4 ^{Bb} | 21.5±1.6 ^{Aab} |
| | 60 | 22.7±1.5 ^{Aa} | 21.1±2.3 ^{Ba} | 23.2±0.8 ^{Aa} |
| 황색도(b*) | 0 | 4.0±0.7 ^{Bc} | 3.1±0.8 ^{Cd} | 5.0±1.1 ^{Ac} |
| | 10 | 7.9±0.9 ^{Bb} | 6.1±1.1 ^{Cc} | 9.2±1.8 ^{Ab} |
| | 30 | 9.4±1.2 ^{Ab} | 7.2±1.3 ^{Bb} | 10.0±1.4 ^{Aab} |
| | 60 | 11.4±3.6 ^a | 9.1±1.5 ^a | 11.0±0.9 ^a |

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

^{a-d}Means with different superscript in the same column are significantly different (p<0.05).

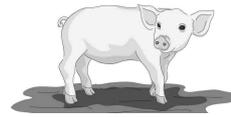
참고문헌

1. AOAC (1995) Official methods of analysis, Sec. 950.46 A. Association of Office Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA.
2. Brewer, M. S., Zhu, L. G., Binder, B., Meisinger, D. J. and McKeith, F. K. 2001. Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. 57:169-176.
3. J.W. Savell Corresponding, S.L. Mueller, B.E. Baird (2004), The chilling of carcasses. Meat Sci. Volume 70, Issue 3, July 2005, pp. 449 - 459.
4. Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226, pp. 497-509.
5. Kranen, R.W., Van Kuppevelt, T. H., Goedhart, H. A., Veerkamp, C. H. and Veerkamp, J. H. 1999. Hemoglobin and myoglobin content in muscles of broiler chickens. Poultry Sci. 78:467-476.
6. Krzywicki K. (1982): The determination of haem pigment in meat. Meat Science, 7: 29 - 35.
7. Meat Color, <http://meat.tamu.edu/ansc-307-honors/meat-color/SAS> (2002) SAS/STAT Software for PC. SAS Institute Inc., Cary, NC.
8. Rentfrow, G., Linville, M. L., Stahl, C. A., Olson, K.C. and Berg, E. P. 2004. The effects of the antioxidant lipoic acid on beef longissimus bloom time. J. Anim. Sci. 82:3034-3037.
9. Smith, G. C., Belk, K. E., Sofos, J. N., Tatum, J. D. and Williams, S. N. 2000. Economic implications of improved color stability in beef. In E. A. Decker, C. Faustman, and C. J. Lopez-Bote(Eds.). Antioxidants in muscle foods; Nutritional strategies to improve quality(pp.397-426). New York: Wiley Interscience.
10. Young, O. A., Priolo, A., Simmons, N. J. and West, J. 1999. Effects of rigor attainment temperature on meat blooming and colour on display. Meat Sci. 52:47-56.
11. Warriss, P. D. (1979) The extraction of haem pigments from fresh meat. J. Food Sci. Tech. 14, pp. 75-80.
12. Wulf, D. M. and Wise, J. W. 1999. Measuring muscle color on beef carcasses using the $L^*a^*b^*$ color space. J. Anim. Sci. 77:2418-2427.
13. 박구부 등. (2004)식육과학. 선진문화사, 서울, 대한민국
14. 서울대학교. (2010)한우육의 냉장 저장 프로파일 및 냉장 시스템 개발, pp. 60-68



Ⅱ. 돼지 부문





**일반사료급여와 잔반급여(waste food)
돼지도체의 품질특성비교**

일반사료급여와 잔반급여(waste food) 돼지도체의 품질특성비교

이수경¹ · 정진형¹ · 이원복¹ · 정희용¹ · 고광웅² · 최지환³

¹축산물품질평가원 서울지원, ²국민대학교, ³고려대학교

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of food waste feed on growth, carcass traits, price and pork quality. A total of 2,948 swine were analyzed to determine the effect of feed types on performances and prices. In addition, a total of twenty swine were employed to determine the meat quality and characteristics of fatty acid composition. Compared with the control feed, heated food wastes mainly consisting of human foods had higher triglyceride and NaCl ($p < 0.05$). The drip loss, shear force, and pH values of pork loin (24 hr) were not affected by feed types. However, cooking loss value ($p < 0.05$) were higher, and the CIE L* values and b* of loin and back-fat surface, Thiobarbituric acid reactive substance (TBAR) and poly unsaturated fatty acid (PUFA) were found to be increased in heated food wastes compared with the control feed ($p < 0.05$). The results indicated that dietary food wastes affected rancidity and fatty acid composition of the meat, and lowered water hold capacity (WHC).

Key words : food wastes; meat quality; Thiobarbituric acid reactive substance (TBAR); Fatty acid composition

서론

음식물 부산물을 제거하기 위한 매립 및 소각 등의 방법은 토양 및 식수의 오염을 유발하기 때문에 대체 방법으로 이를 가공 및 재처리하여 사용할 수 있는 방법이 여러 나라를 중심으로 시도되어 왔다(Kim et al., 2006; Sasaki et al., 2007). 부산물을 이용한 사료는 높은 수분함량(Westendorf, 2000), 빈번한 영양적 가치의 변화(Chae et al., 2000), 영양적 불균형(Chung, 2001), 낮은 영양소 소화율(Chae et al., 2000)로 증체율을 저하시키고, 마블링 저하 및 지방 조직을 연하게 한다고 보고되고 있으나(So, 1999), 한편으로는 대체 물질을 활용한 돼지의 사양이 돈육의 품질에 크게 영향을 미치지 않는다고 보고되기도 한다(Bryhni et al., 1999; Nam et al., 2000; Park et al., 2004).

사료의 원료를 전적으로 수입에 의존하고 있는 우리나라에서의 사료비 절감문제와 분뇨 처리문제는 국내 양돈농가의 가장 큰 경영압박 요인이 되고 있으며, 축산물의 생산비 절감을 위한 대체사료개발 여부가 향후 우리나라 양돈 산업에서의 중요한 과제로 남아 있다. 이에 식품 부산물이나 남은 음식물 및 곡류를 활용한 사료 개발연구가 매우 중요하다고 할 수 있다(Nam et al., 2000; Park et al., 2004).

본 연구에서는 사료급여 종류에 따른 돼지도체의 상품적 가치를 파악하고자 도체등급 판정자료를 토대로 경락가격을 비교분석하였다. 이후 음식물 부산물 급여가 돈육의 품질에 미치는 영향을 규명하기 위해 일반배합사료만을 급여하여 출하한 돼지고기와 육성-비육기 동안 잔반사료를 급여 후 출하 전 1개월 가량 배합사료를 급여하여 출하한 돼지고기의 품질 및 저장특성 등을 비교하였다. 또한 돈육의 pH, 지방산 함량을 분석하고, 육질에 미치는 영향을 조사함으로써 잔반급여돼지의 육질특성을 파악해보고자 한다. 잔반사료는 정기적으로 성분 분석을 하여 사료 관리를 하고 있는 전문 잔반처리업체에서 제조된 사료를 사용하였다.

재료 및 방법

공시시료

2014. 1월1일부터 6월30일까지 부천농협공판장에서 도축된 박피 도체 중에서 등외등급을 제외한 2,948두를 대상으로 사료급여 종류에 따른 출하체중, 도체등급, 경락가격을 조사하였다. 출하체중은 사료급여 종류에 따른 편차를 줄이기 위해 1⁺등급 체중(74~82kg)으로 범위를 한정하여 등급판정 출현율을 파악하였다.

육질 및 지방산 분석을 위해 상업적으로 이용되는 삼원 교잡종 돼지를 육성기 동안은 잔반사료를 급여하고 출하 전 1개월 동안은 배합사료를 급여하여 출하한 돼지와 일반배합사료만을 급여하여 출하한 돼지 각 10두씩, 총 20두를 공시동물로 선택하였다. 즉 정상돈은 시중에서 판매되는 사료를 사육일령에 맞춰 입붙임 사료 (출생~이유 전까지), 슈퍼이유 2단계 사료 (이유~40일령), 세이프원이라는 사료도 먹임 (40~50일령), 젓먹이돼지3호 (50kg까지, 자돈에서 육성돈 사이), 육성돈3호 (육성돈~출하까지)를 급여하여 사육한 돼지를 공시축으로 하였다. 한편, 잔반 급여돼지는 출생 후 30kg까지 정상사료를 급여한 자돈을 구입하여, 처음 1주일 정도는 잔반과 정상사료 급여하다가 이후 약 3-4개월간 잔반사료로 급여하고, 출하 1개월 전에는 시중에서 판매되는 사료를 급여한 돼지를 실험에 공시하여 동일 도축장에서 함께 도축하였다. 도축 35-45분에 약 80g의 등심근을 채취하여 지방산 분석을 위한 시료로 이용하였다. 육질평가를 위한 공시시료는 저온실(4℃)에서 24시간 보관된 돼지도체의 등심부위를 2분할하여 소분할 부위는 관능평가에, 대분할 부위는 저온실(4℃)에 저장하면서 저장실험에 이용하는 한편 각각의 육색, PH, 전단력 및 보수력 등 특성을 조사하였다.

실험사료

도체에 급여된 사료종류는 농가에서 부천농협공판장에 신고한 자료를 토대로 잔반사료 (T1: 구입 후 잔반으로만 사육), 후기잔반사료(T2: 잔반+배합사료, 구입 후 잔반으로 3-4개월 사육 후 출하 전 1개월 가량 일반배합사료 급여), 일반배합사료(T3: 구입 후 배합사료 프로그램에 따라 급여)로 파악하였다.

남은 음식물로 제조된 잔반사료의 화학적 조성은 수분 75.82%, 조단백 6.42%, 조지방 6.25%, 조섬유 0.95%, 조회분 4.37%, 염분, 0.03%, 휘발성 염기태 질소 0.08%이다.

실험 방법

일반성분 분석. 실험사료와 돈육의 일반성분 분석은 AOAC (1995) 방법에 따라서 분석하였다. 조지방은 조지방을 추출하는 방법 중 Folch 등 (1957)의 방법을 일부 변형한 방법으로 지방을 추출하여 측정하였다. 조회분 함량은 Gravimetric 방법을 이용하여 측정하였다.

유기성분 분석. 돈육 지방산과 콜레스테롤은 Morrison and Smith의 방법으로 gas chromatography (GC)를 이용하여 분석하였다.

온도 및 pH. 도축 후 40분에 휴대용 pH 측정기(model tesco Inc., Germany)를 등심근에 삽입하여 측정하였으며 사후 1, 4, 7, 14, 21일에 pH는 등심근의 배측면에서 측정하였다. pH 탐침기는 실온에서 pH 4.00 와 6.88에서 보정하였다.

육색. 육색은 도축 후 24시간동안 냉장실(4°C)에 저장 후 Minolta 색도계 (CR-400, Minolta Co., Japan)로 명도 (L*), 적색도 (a*)와 황색도 (b*)를 측정하였다. 육색은 백색판으로 표준화된 후 3반복의 평균값으로 표현되었다.

육즙감량. 보수력을 측정하기 위하여 여과지 흡수량과 유리 육즙량을 측정하였다. 여과지 흡수량은 Kauffman 등(1986)의 방법을 변형하여 측정하였다. 등심근의 표면을 잘라내어 외부에 노출시켜 20분간 냉장실(4°C)에 방치시킨 후 건조시킨 지름 4.25cm의 여과지 (Whatman #2)를 이용하여 여과지에 묻어나는 수분량을 측정하였다. 유리 육즙량은 Hoinkel(1987)의 방법을 변형하여 실시하였다. 사후 24시에 일정한 크기(4×7× 2.5cm)로 등심근을 잘라내어 즉시 무게를 측정하고, 냉장저장 48^h 후 잉여수분을 제거한 후 다시 무게를 측정하여 유리된 육즙량을 초기 무게에 대한 백분율로 계산하였다.

가열감량. 진공포장한 시료를 항온수조에 넣고 80°C 항온수조에서 시료의 심부온도가 70°C에 도달할 때까지 가열한 후 상온에서 20분간 방냉시킨 다음 가열전후의 중량차를 이용하여 다음식에 의해 계산가열전후 중량 차를 백분율로 계산하였다.

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

전단력 Warner-Bratzler shear force(WBS)법 진공포장한 시료를 항온수조에 넣고 약 40분간 가열 후 포장을 뜯은 후 고기의 내부온도를 70°C에서 10분간 가열하여 직경 0.5 inch 코아(타실험 2*2*1cm)로 근섬유 방향으로 샘플을 채취한 다음, 전단력 측정기로 측정한다.

Thiobarbituric acid value(TBA) 측정 냉장 저장 중 지방산화는 Salih 등(1987)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료는 냉장저장(4°C) 1, 4, 7, 14, 21일에 등심근을 각각 채취한 후 세절하여 2 g을 혼합하였다. 혼합용액에 (BHT)을 98% ethanol에 3.75로 녹인 용액을 첨가하여 균질(5,000 rpm, 1 min, AM-8, Nissel Co., Japam)하였다. 균질 후 저온실(4°C)

에서 Whatman #1 으로 여과시킨 후 여과액 2 와 20 를 혼합하여 22°C 암실에서 17시간 정치한 후 분광광도계를 이용하여 531 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 mg malonadehyde/ kg tissue로 환산하여 나타내었으며, standard는 1.1-3,3-tetra-ethoxy propane을 이용하였다.

지방산조성

도체의 지방산은 도체 시료에서 Morrison 등의 방법을 사용하여 추출한 다음, methylation 시킨 후 gas chromatography (Agilent 7820 GC, FID, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 3회 반복하여 분석하였다. 즉, 약 0.1 g의 총지방 추출물을 취하여 0.5 N KOH 가 첨가된 MeOH 1 mL 에 혼합하여 10분간 항온수조에서 가열하였다. 실온에서 냉각 후, 14% BF₃ in MeOH (w/v) 1ml가 샘플에 첨가한 후 70°C 수조에서 30분간 가열 후 실온에 두었다. 1 N methanolic sodium methoxide 3 mL를 가한 후, 100°C에서 30분 동안 흔들며 반응시킨 후 완전하게 냉각시킨 다음 분액깔대기에 옮겨서 6 N HCl을 가하여 위아래로 격렬히 흔들어 주었다. 그 다음 5 mL의 n-hexane를 가하여 혼합 및 방지하여 분리시킨 후, H₂O를 가하여 중성화 시키고 용액 중 수분을 제거하기 위해서 건조시킨 sodium sulfate를 이용하여 여과한 다음 40°C 수조에서 감압 농축하고 남아있는 용매를 질소로 제거하였다. 그 다음 14% methanolic boron trifluoride를 3 mL 가하여 다시 80°C에서 5분 동안 가열하였다. 가열이 끝나면 냉각시켜 NaCl 포화용액 3 mL과 n-hexane 3 mL을 가하여 혼합 및 분리하여 상층액을 sodium sulfate가 들어있는 시험관에 옮겨 일정량을 취하여 GC 분석용 샘플 바이알에 담아서 GC 분석용 시료로 이용하였다.

관능평가

피하지방 및 결체조직을 제거한 후 공기와 수분이 통과하지 않도록 밀봉한 후 수온 80°C의 수조에서 심부온도 70°C까지 가온하여 시료를 조리한 후 시료를 10mm X 10mm X 20mm 크기로 절단하였다. 시료번호가 기록된 작은 종이컵에 시료를 담아 배부하여 평가하였으며 미각 잔상을 없애기 위해 각 시료 평가 후 2분간의 시간차를 두었다. 총 10명의 관능평가 전문패널이 관능평가 항목의 정의 및 배점표를 숙지하고 시료를 평가한 후 평가기록지에 기록하였다.

통계처리

분석된 자료에 대한 통계분석은 IBM SPSS Statistics 19를 이용하여 기술통계량, 상관분석, 교차분석, 회귀분석을 실시하였다. 분산분석은 SAS(1999)의 에 의해 분석하였으며, 처리 평균 간의 유의성 검정은 F-test를 사용하여 유의성 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

[Table 1] Carcasses characteristics and price for feed types

| | T1 n=260 | T2 n=586 | T3 n=2,102 |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Carcass weight (kg) | 85.56 ^b ± 8.75 | 89.56 ^a ± 5.69 | 83.18 ^c ± 5.83 |
| Back fat thickness (mm) | 12.60 ^a ± 6.80 | 17.92 ^c ± 5.38 | 18.05 ^b ± 4.62 |
| Price (won/kg) | 3,524 ^c ± 1,019 | 3,989 ^b ± 850 | 4,809 ^a ± 906 |

^{a-c}Means in a row with no common superscript differ significantly ($p < 0.05$).

비육사료 종류에 따른 돼지도체 성적 결과를 보면 T1, T2, T3에서 각각 3,524원/kg, 3989.05원, 4809.91원으로 경락되었다(Table 1). 즉 일반사료(T1)의 경락가격을 기준으로 T2는 131.83%, T3는 136.47%가 높게 경락됨을 알 수 있었다.

[Table 2] Percentage distribution of quality grades within feed types

| | T1 n=260 | T2 n=586 | T3 n=2,102 |
|----------------------------|-------------|-------------|---------------|
| 1⁺ Grade | 3.07 % | 4.43 % | 20.64 % |
| 1 Grade | 14.61 % | 22.69 % | 43.05 % |
| 2 Grade | 83.32 % | 72.88 % | 36.31 % |

비육사료 종류에 따른 1⁺등급 출현율은 T1, T2, T3에서 각각 3.07%, 4.43%, 20.64%로 나타났다(Table 2). 즉 잔반을 급여한 경우는 1⁺등급 출현율이 낮게 나타났다.

[Table 3] Approximate chemical composition of pork loin in pigs fed control diet or food waste (n=20)

| | Control (n=10) | Food waste (n=10) | <i>P</i> -value | Significance |
|------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|--------------|
| Water (%) | 76.54 ± 0.89 | 76.10 ± 1.28 | 0.4132 | NS |
| Ash (%) | 1.18 ± 0.12 | 1.24 ± 0.15 | 0.2955 | NS |
| Triglyceride (%) | 3.47 ± 0.65 | 2.80 ± 0.32 | 0.0168 | * |
| Crude protein (%) | 19.66 ± 3.17 | 19.29 ± 1.79 | 0.5810 | NS |
| NaCl (arbitrary unit) | 1.00 ± 0.10 | 1.14 ± 0.14 | 0.0265 | * |

mean±SEM, Levels of significance: * $p < 0.05$; NS, not significant

비육 사료에 대한 성분분석결과는 Table 3에서 보는바와 같이 수분, 회분, 조단백질 성분에서는 시험구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 염분함량은 잔반급여 돼지에서 유의성 있게 높게 나타났다($p < 0.05$).

[Table 4] Effect of feed on growth and carcass traits (n=20)

| | Control (n=10) | Food waste (n=10) | Significance |
|-------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| Carcass weight (kg) | 80.20 ± 0.67 | 79.7 ± 0.63 | NS |
| Back fat thickness (mm) | 21.00 ± 0.54 | 18.1 ± 0.50 | NS |

mean±SEM, Levels of significance: * p <0.05; NS, not significant

비육 사료에 따른 온도체중, 등지방 두께 및 온도체 배최장근의 온도에 대한 분석결과 시험구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다(Table 4).

[Table 5] Meat quality traits of pigs fed food waste.

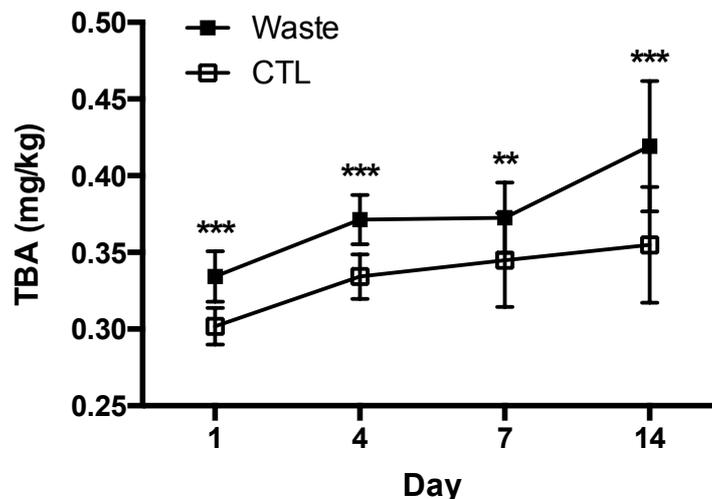
| | Control | Food waste | P-value | Significance |
|-------------------------------|--------------|--------------|---------|--------------|
| <i>Muscle pH</i> | | | | |
| pH at 45 min | 6.05 ± 0.17 | 6.03 ± 0.15 | 0.7183 | NS |
| pH at 24 h | 5.58 ± 0.10 | 5.50 ± 0.05 | 0.0429 | * |
| <i>Meat color</i> | | | | |
| Lightness (L*) | 49.99 ± 3.18 | 53.15 ± 3.37 | 0.0443 | * |
| Redness (a*) | 4.90 ± 1.05 | 5.78 ± 0.98 | 0.0682 | NS |
| Yellowness (b*) | 1.51 ± 0.86 | 2.91 ± 1.37 | 0.0176 | * |
| <i>Water holding capacity</i> | | | | |
| FFU (mg) | 85.39 ± 26.2 | 94.46 ± 22.2 | 0.4149 | NS |
| Drip loss (%) | 5.79 ± 2.69 | 7.84 ± 1.91 | 0.0658 | NS |
| Cooking loss (%) | 28.36 ± 1.65 | 31.33 ± 1.91 | 0.0020 | ** |
| WBS (N) | 33.69 ± 5.30 | 39.23 ± 7.41 | 0.0705 | NS |

Abbreviations: FFU, Filter paper fluid uptake; WBS, Warner-Bratzler shear force.

mean±SEM, Levels of significance: * p <0.05, ** p <0.01, *** p <0.001; NS, not significant

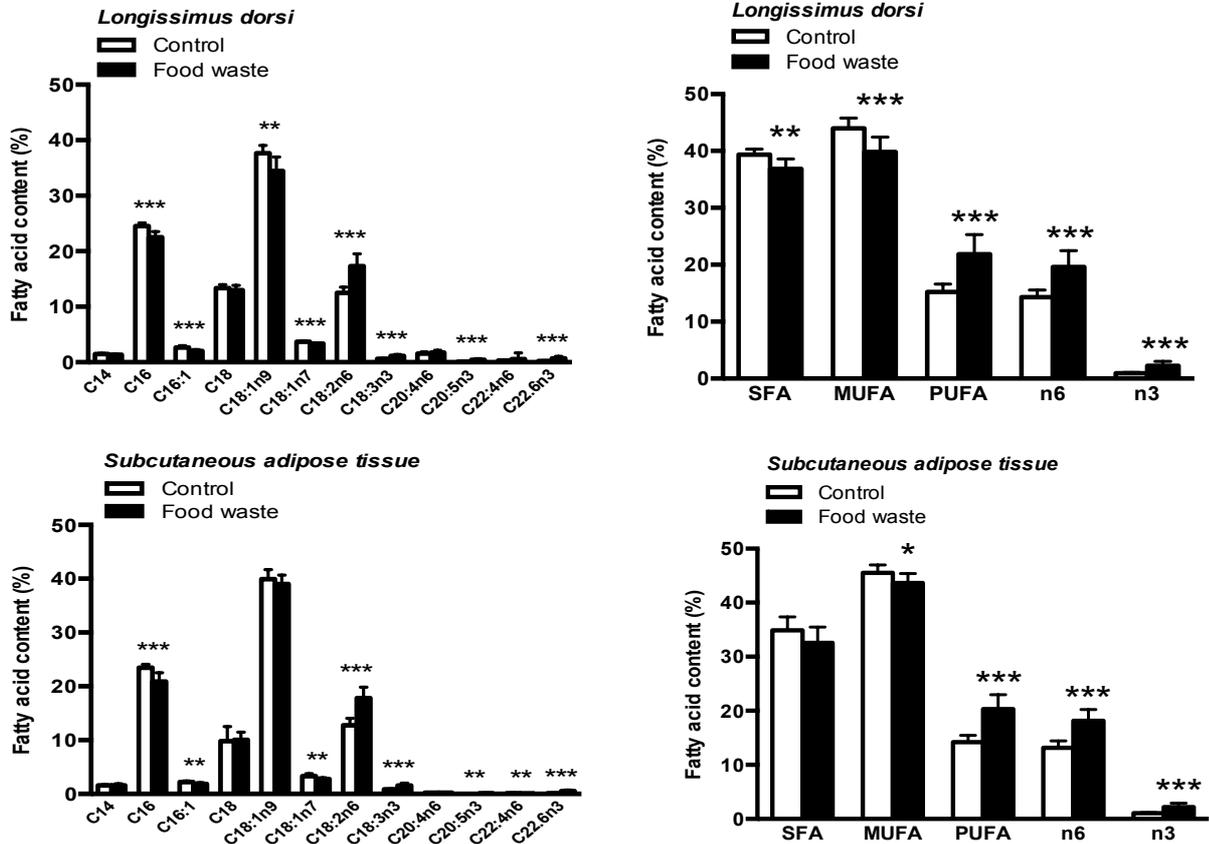
본 연구에서 육질특성을 비교한 결과 대조구에 비해 비육~육성기동안 잔반을 급여한 처리구의 백색도(CIE L*), 황색도(CIE b*)가 높게 나타났다(p <0.05). 하지만, 적색도(CIE a*)는 시료 간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 잔반 급여가 돈육의 육질특성 및 저장성에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 5에 나타내었다. 돈육의 pH (4hr), 드립감량, 전단력의 특성은 시험구간 유의적인 차이를 나타내지 않았다(p > 0.05). 그러나 사후 24hr에 측정된 pH는 대조구에 비해 상당한 감소를 보였고(p <0.05), 드립감량은 잔반 급여돈에서 상당한 증가를 보였다(p <0.05).

돈육의 육색은 내부인자(종, 성, 나이, 근육형태) 및 외부인자(사료, 도축전 처리, 도축)의 상호작용에 의해 영향을 받는다. 특히, 이러한 요인들은 도축과정 중 초기의 pH, 온도 처리에 의해 신선육의 육색이 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Lindahl et al., 2006). 본 실험의 근육의 pH의 변화는 잔반 사료를 급여한 돈육의 사후 45분에는 pH 감소에는 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다. 사후 24 시간에 측정된 pH의 경우 처리구가 대조구보다 낮은 pH를 나타내었다. 즉, 대조구에 비해 잔반 급여 처리구가 도축 후 24시간 이후의 pH가 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 일반적으로 돼지는 도축과정 중 발생하는 도체열과 사후 45분에 나타나는 pH 하락이 식육의 단백질 변성에 영향을 미쳐 보수력 및 육색에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Lindahl et al., 2006; Rosenvold et al., 2001; van der Wal et al., 1988). 드립감량은 시험구간 유의적으로 유의적인 차이가 없었으나, 가열감량에는 유의적인 차이가 나타나 육보수력에 영향을 끼치는 것으로 조사되었다($p < 0.05$). 이상의 연구결과로 볼 때 정상사료 급여에 비해 잔반사료 처리구는 사후 24 시간에 pH가 유의적으로 낮게 나타나고, 육색의 백색도는 유의적으로 높게 나타났다. 이는 돈육의 PSE에 해당하는 육색구간으로 가열감량 결과에서도 유의적인 차이를 보임으로 전반적인 육보수력에 영향을 끼칠 수 있음을 확인할 수 있었다. 육색의 황색도는 잔반사료 처리구에서 유의적으로 더 노란 것으로 나타났다. 또한 드립로스의 경우에도 정상 5.79%, 잔반 7.84%로 잔반처리구가 높게 나타났으나, 유의적인 차이는 없었다.



[Figure 1] Effect of food waste supplementation on lipid peroxidation in pork loin fed normal corn based diet or food waste added diet (n=10 per group). Data are shown mean \pm SD. **, $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

지방산패도에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험 결과는 figure 1.에 나타내었다. 시료의 산가 변화를 보면, 저장기간 동안 잔반급여 처리구에서 전반적으로 더 높은 thiobarbituric acid reactive substances (TBAR)값을 나타냈다($p < 0.01$). 특히 냉장 2주째에는 0.42 mg/kg 으로 유의하게($p < 0.001$) 높은 차이를 나타냄으로 잔반처리 급여돈의 육질이 저장성에 있어 현저히 떨어짐을 시사하였다.



[Figure 2] Fatty acid composition and characteristics of its composition in pigs fed normal corn based diet or food waste supplemented diet (n=10 per group).

Data are shown mean \pm SD. *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; *** $P < 0.001$

지방산 조성은 잔반급여 돈육에서 다가불포화지방산(PUFA)이 확연히 증가하였으며 이는 지방산패와도 밀접한 연관이 있음을 나타내었다(Figure 2). 특히 오메가 6와 오메가 3의 비율이 높게 나타나 돈육의 산패를 촉진시킨 것으로 판단되며 도축 후 유통기간이 길어질수록 산패도가 진행되어 소비자 선호도를 떨어뜨리는 원인이 되는 것으로 나타났다. 다가불포화지방산의 증가는 연도에 영향을 미쳐 지방이 많은 삼겹살 같은 부위에서는 조직이 흐물거림으로 가공적성 또한 떨어지는 것으로 나타났다.

[Table 6] Comparison of sensory property of pork loin and pork belly between pigs fed control diet or food waste

| | Control (n=10) | Food waste (n=10) | Significance |
|-------|-------------------|----------------------|--------------|
| 이취 | 2.17 \pm 1.01 | 2.63 \pm 1.06 | * |
| 다즙성 | 2.36 \pm 0.84 | 2.54 \pm 0.98 | NS |
| 연도 | 2.97 \pm 0.85 | 2.75 \pm 0.82 | * |
| 풍미 | 2.76 \pm 0.78 | 2.63 \pm 0.86 | NS |
| 종합기호도 | 2.88 \pm 0.87 | 2.51 \pm 0.90 | NS |

mean \pm SEM, Levels of significance: * $p < 0.05$; NS, not significant

시료를 가열하여 관능평가를 한 결과, 정상육과 잔반 급여 돈육 간 다즙성, 풍미, 종합 기호도에서의 관능적 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 4). 그러나, 이취는 잔반 사료를 급여한 돈육에서 유의적으로 높게 나타났으며 연도 또한 잔반급여 돈육에서 더 흐물거리는 것으로 나타났다($p < 0.01$).

결론

잔반 등 대체사료를 활용한 다양한 연구들이 진행되어 왔으나, 대부분 공시동물의 도체 특성과 육질평가에만 초점이 맞추어져 연구되어 왔다(Myer et al., 1999; Nam et al., 2000). 이에 본 연구는 공판장에서 도축된 박피 도체 2,948두를 대상으로 급여사료 종류에 따른 도매시장의 도체등급성적 및 경락가격과 연계하여 도체의 육질 및 저장성에 대한 분석을 시도하였다.

잔반급여(T2)로 인한 돼지의 도체특성은 이번 조사에 공시된 도체 판정결과에서는 잔반 급여로 인한 차이가 나타나지 않았다. 이취 역시 판정단계에서는 구분하기가 쉽지 않았는데 이러한 결과는 농가에서 사양관리를 약 3개월간 잔반급여를 하다가, 출하 전 1개월 기간 정도를 정상사료를 급여함으로써 잔반 특유의 특성이 상쇄되는 효과 때문인 것으로 사료된다. 그러나 관능평가 결과에서는 가열 전 부분육 상태에서의 등심, 삼겹살에 대한 이취 여부 조사에서 잔반특유의 이취가 나타났으며, 가열 후 관능검사에서도 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다.

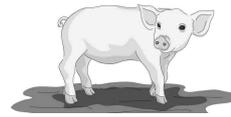
잔반급여(T2) 돈육의 육질특성은 가열감량, 지방산패 및 지방산 조성에 차이를 보이면서 잔반급여돈은 저장성이 확연히 떨어짐을 나타냈다. 이는 유통과정 중에 지방산패 등이 발생하면서 산패취가 발생하거나 보수력 저하 등으로 육질이 저하될 가능성이 정상 급여돈보다 현저히 높을 것임을 시사한다.

결과를 종합해 볼 때 잔반사료(T1과 T2)로 급여한 돈육은 도체등급성적 및 경락가격이 떨어지고, 가공과정에서 가공적성이 저하되고 유통과정에 따라 산패가 진행되므로 향후 소비자 선호도가 하락하는 방향으로 진행되어 가공, 유통, 소비 단계에 걸쳐 전반적으로 안 좋은 영향을 끼칠 것으로 나타났다. 따라서 잔반을 활용한 사료 급여돈에서는 품질저하를 최소화할 수 있는 사료배합비 조정을 통한 품질제고 방안을 강구해야 할 것으로 여겨진다. 또한 이러한 돼지고기를 등급판정시점 단계에서 선별할 수 있도록 현 돼지도체 등급판정 기준의 추가적인 연구보완과 함께 잔반사료 급여농가의 정확한 정보제공이 필요하다고 하겠다.

참고문헌

1. AOAC (1998) Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p.931.
2. Bryhni, E. A., Kjos, N. P., Overland, M., and Sorheim, O. (1999) Food waste products in diets for growing-finishing pigs: Effect on growth performance, carcass characteristics and meat quality. Proceed. 45th Int. Congress of Meat Sci. and Technol., Yokohama, Japan, pp. 82-83.
3. Chae, B. J., Choi, S. C., Kim, Y. G., Kim C. H., and Sohn, K. S. (2000) Effects of feeding dried food waste on growth and nutrient digestibility in growing-finishing pigs. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 13, 1304-1308.
4. Chung, J. C. (2001) Strategy for active recycling of food waste. J. Kor. Solid Wastes Eng. Soc. 18, 22-29.
5. Kornegay, E. T., G. W. Vander Noot, K. M. Barth, G. Graber, W. S. MacGrath, R. L. Gilbreath, and F. J. Bielk. 1970. Nutritive evaluation of garbage as a feed for swine. Bull. No. 829. N.J. Agric. Exp. Sta., Rutgers, State Univ. of New Jersey, New Brunswick.
6. Folch, J., M. Lee and G. H. Sloan-Stanley. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226, 497~504.
7. Kim, H. Y., Song, Y. M., Jin, S. K., Kim, I. S., Kang, Y. S., Lee, S. D. Chowdappa, R. C., Ha, J. H., and Kang, S. M. (2006) The effect of change in meat quality parameters on pig *Longissimus dorsi* muscle by the addition of fermented persimmon shell diet. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19, 286-291.
8. Lindahl, G., Enfalt, A. C., Andersen, H. J., Lundström, K. (2006) Impact of RN genotype and storage time on colour characteristics of the pork muscles *longissimus dorsi* and *semimembranosus*. Meat Sci. 74, 746-755.
9. Nam, B. S., Chung, I. B., Kim, Y. H., Moon, H. K., Kim D.H., Hur, S. M., Bae, I. H., and Yang, C. H. (2000) Effect of recycled food waste on the growth performance and carcass characteristics in growing-finishing pigs. Korean J. Anim. Sci. Technol. 42, 279-288.
10. Park, H. Y., Park, K. K., Jung Y. C., Lee, E. S., and Yang S. Y. (2004) Effect of feeding fermented food wastes on consumer acceptability on pork belly. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 24, 386-392.

11. Peterson, L. A.. 1967. Growth and carcass comparisons of swine fed a concentrate ration, cooked garbage and additional protein, vitamin and mineral supplements. M.S. thesis. Univ. of Connecticut, Storrs.
12. Rosenvold, K., Lærke, H. N., Jensen, S. K., Karlsson, A. H., Lundström, K., and Andersen, H. J. (2001). Strategic finishing feeding as a tool in the control of pork quality. *Meat Sci.* 59, 397-406.
13. Rosenvold, Katja, and Henrik J. Andersen. (2003) Factors of significance for pork quality – a review. *Meat science* 64. 3, 219-237.
14. Sasaki, K., Nishioka, T., Ishizuka, Y., Saeki, M., Kawashima, T., Irie, M., and Mitsumoto, M. (2007) Comparison of sensory traits and preferences between food co-product fermented liquid (FCFL)-fed and formula-fed pork loin. *Asian- Aust. J. Anim. Sci.* 20, 1272-1277.
15. So, M. H. (1999) Current drive and counterplan for recycling of food waste as animal feed. Symposium on Recycling of Food Waste as Feed, 1999. 7. 2., National Livestock Research Institute, Suwon, Korea.
16. Westendorf, M. L. (2000) Food waste as animal feed: An introduction, Food Waste to Animal Feed, Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
17. Van der Wal, P. G., Bolink, A. H., and Merkus, G. S. M. (1988) Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. *Meat Sci.* 24, 79-84.



**돼지도체의 결함 중 골절에 따른 돈육의
품질변화 분석**

돼지도체의 결함 중 골절에 따른 돈육의 품질변화 분석

이한현¹ · 김창호¹ · 황희태¹ · 김경백¹ · 이왕열¹ · 고유민¹ · 정사무엘²
축산물품질평가원¹, 충남대학교 동물자원생명공학과²

Abstract

본 연구는 도축 전 실신장치 및 유도방법 등으로 발생한 골절도체가 비골절도체와 어떤 육질적 차이가 있는지에 대한 연구였다. pH₂₄, 육색, 가열감량의 분석을 통해 비교 분석하였으며, 골절도체가 비골절도체에 비해 pH₂₄의 결과가 낮고, 가열감량은 골절도체가 비골절도체에 비해 많은 수치를 나타낸 것으로 나타났다(P<0.05). 육색은 골절도체와 비골절도체가 서로 차이가 없는 것으로 나타났다(P<0.05). 이 연구를 통하여 도축방법의 선진화가 고품질의 돈육 생산에 중요한 역할을 할 것이라고 사료된다.

서 론

일반적으로 돼지고기의 품질에 영향을 주는 요인은 보수성, 다즙성, 육색, 연도, 풍미, 사후 pH 저하 등이며(Joo 등, 1999; Van der Wal 등, 1997), 육색은 신선도와 관련하여 소비자의 구매의욕에 많은 영향을 미친다고 보고되었다(Zhu와 Brewer, 1998). 돈육산업은 경제적 생산과 최고의 육질생산을 위하여 육즙감소(drip loss)와 육색향상에 관심을 기울이고 있으며, 이들 특성들은 근육 pH의 기능에 의해 조절되어진다.(Maribo 등, 1998) pH 감소는 돼지가 사후 24시간동안 나타나는 근육 내 변화이며, 정상적인 근육에서 pH는 도축당시 7.0 또는 중성으로 나타나며, 근육 내 젖산의 축적으로 사후 24시간동안 점차 감소하여 최종 pH가 5.4~5.6이 된다. 최종 pH는 육질에 큰 영향을 미치며(Maribo 등, 1998), pH가 낮을 경우 보수력이 낮아지며(Joo 등, 1999), 드립발생이 많아진다고 보고되었다(Warner 등, 1997). 아울러 개체에 대한 스트레스 요인은 다른 집단과의 혼합, 승하차, 수송 등과 같은 장기 요인은 DFD육의 발생과 관련이 있으며, 계류조건이나 실신 장치로의 유도 방법과 같은 단기 요인은 PSE육 발생과 관련이 있다(Rosenvold 등, 2003). 돼지도체의 골절은 돼지도체 2분할 절단면에 뼈의 골절로 피멍이 근육 속에 침투되어 손실이 확인되는 것을 말하며, 이는 수송 중 생축의 과격한 취급과 도축 시 전살기 잘못된 사용에 의해 빈번히 발생하고 있다. 위와 같은 이유로 발생한 골절은 정도에 따라 등급판정 시 1개 등급 혹은 2개 등급 하향을 하고 있다. 골절은 도체의 상품 가치를 하락시키게 함으로써 농가와 유통에 있어 부정적인 영향을 미치고 있다. 따라서 골절로 인한 돼지도체의 상품적 가치가 하락되는 정도와 범위를 알아보고자 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

본 연구는 돼지도체의 결함 중 골절이 돈육품질에 미치는 영향을 비교하고자, 1등급 이상에 해당하는 골절결함개체 총 20두, 비골절결함개체 25두의 시료를 사용하였다. 등급 판정 항목 결함 중 골절에 해당되는 도체를 선별하여 결함의 상태를 기록하고 24시간 냉장 저장 후 반막모양근 200~300g의 시료를 채취하여 가열감량(Cooking loss), 육색 및 pH측정을 실시하였다. 실험결과는 pH를 3구간(PH5.50이하, 5.51~5.70, 5.71 이상)으로 나누어 비교 분석하였다. 실험기간은 2014년 5월~10월 사이에 실시하였다.

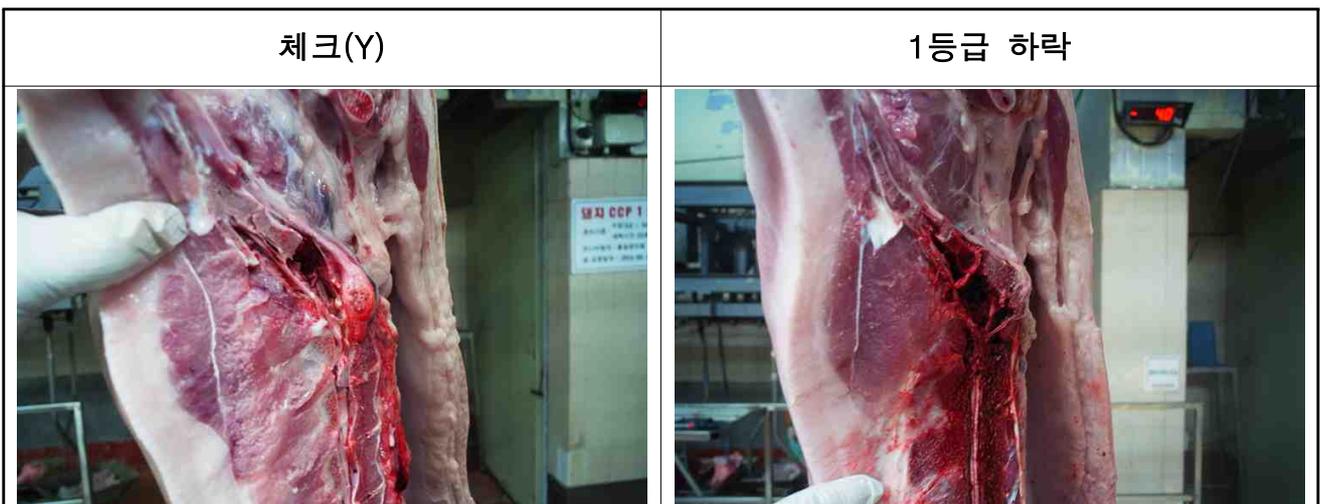
가열감량 분석은 채취 한 시료 중 30g~40g를 절단하여 진공팩에 넣어 진공포장 한 뒤 70℃의 항온수조에서 30분간 가열하였다. 가열 전 시료의 무게와 가열 후 시료의 감량차이를 비교하여 가열감량(Cooking loss)을 분석하였다.

육색분석은 분광광도계(CM-3500d, Minolta Co., LTD)를 이용하여 측정하고, 시료의 각 지점을 지정하여 세 번씩 측정하여 평균을 기록하였다. 감지부 위에 cover glass를 놓고 시료의 색을 측정하였다. 분광광도계는 CIE 3자극치 X, Y, Z값을 얻은 후 수학적 변형에 의하여 CIE L*, a*, b*값으로 표현한다. 흰색-검은색(L*), 적색-녹색(a*), 황색-청색(b*)으로 나타내게 된다.

pH분석을 위해 실험용 50ml튜브에 시료 3.0g과 증류수 27.0g을 혼합하여 믹서기에서 균질 후 원심분리기를 이용하여 상층액을 분리 하였다. 상층액은 paperfilter에 여과 후 pH Meter를 이용하여 pH측정을 하였으며 각 시료별 3반복씩 측정하여 평균값을 사용하였다. 통계분석은 SAS9.1(1989) 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

[Fig 1] 돼지 골절육의 형태



[Table 1] A, B 도축장의 결함육 및 골절육 출현비율

| | A 도축장 | B 도축장 |
|-----------------------|---------|---------|
| 도축수(두) | 305,079 | 388,726 |
| 결함육(두) | 3,352 | 7,513 |
| 골절육(두) | 1,144 | 2,184 |
| 결함육 중 골절육이 차지하는 비율(%) | 34.12 | 29.06 |

이번 실험에서 나타나는 돼지도체에서의 골절은 Fig 1과 같은 형태로 나타난다. 아울러 Fig 1과 같은 골절도체의 출현비율은 Table 1과 같다. 두 곳의 도축장의 2013년 11월~2014년 10월까지 등급판정결과를 토대로 조사한 결과 각 골절육의 비율은 1.93%, 1.10%로 나타났다. 하지만 전체 결함육 중 골절육이 차지하는 비율은 각 34.12%, 29.06%로 결함의 종류 중 가장 많은 빈도를 보이고 있는 것으로 나타났다.

[Table 2] 골절 개체시료의 pH₂₄, 육색 및 가열감량

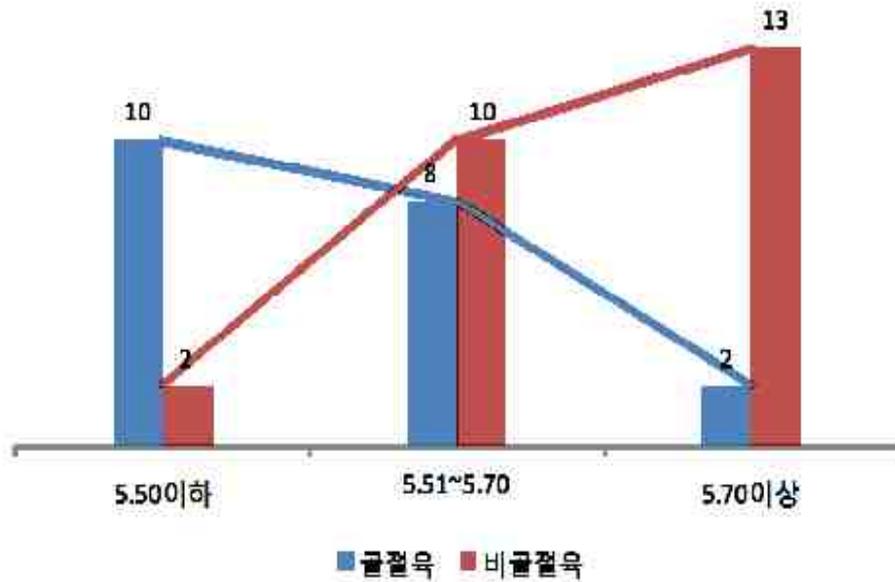
| No. | Traits | | | | |
|-----|------------|-----------|------------|------------------|-----------------|
| | L* | a* | b* | pH ₂₄ | cooking loss(%) |
| 1 | 42.86 | 11.97 | 16.20 | 5.63 | 24.57 |
| 2 | 47.85 | 11.14 | 17.52 | 5.49 | 23.18 |
| 3 | 47.58 | 10.84 | 17.11 | 5.50 | 26.39 |
| 4 | 50.57 | 11.05 | 17.74 | 5.49 | 27.19 |
| 5 | 51.38 | 12.80 | 18.30 | 5.49 | 31.19 |
| 6 | 51.63 | 9.25 | 16.74 | 5.66 | 14.69 |
| 7 | 57.40 | 8.27 | 18.27 | 5.48 | 12.19 |
| 8 | 51.85 | 5.25 | 13.60 | 5.60 | 12.21 |
| 9 | 51.12 | 9.28 | 16.40 | 5.80 | 12.65 |
| 10 | 54.30 | 8.68 | 15.86 | 5.46 | 14.32 |
| 11 | 53.79 | 6.58 | 14.57 | 5.70 | 13.63 |
| 12 | 55.16 | 9.64 | 16.78 | 5.43 | 11.18 |
| 13 | 51.28 | 8.09 | 14.04 | 5.51 | 13.85 |
| 14 | 55.09 | 7.06 | 15.44 | 5.43 | 7.56 |
| 15 | 54.33 | 7.01 | 14.44 | 5.44 | 14.14 |
| 16 | 53.89 | 6.55 | 15.43 | 5.45 | 16.91 |
| 17 | 49.21 | 9.02 | 16.76 | 5.67 | 14.15 |
| 18 | 53.87 | 7.81 | 15.52 | 5.59 | 21.01 |
| 19 | 46.72 | 9.88 | 15.34 | 5.64 | 17.58 |
| 20 | 48.03 | 11.56 | 17.15 | 5.86 | 12.46 |
| 평균 | 51.40±3.54 | 9.09±2.05 | 16.16±1.36 | 5.57±0.13 | 17.05±6.34 |

[Table 3] 비골절 개체시료의 pH₂₄, 육색 및 가열감량

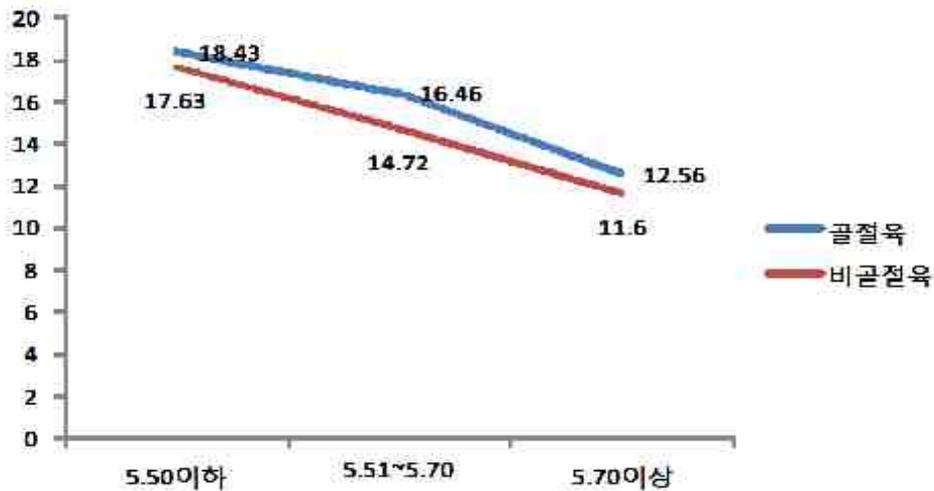
| No. | Traits | | | | |
|-----|------------|-----------|------------|------------------|-----------------|
| | L* | a* | b* | pH ₂₄ | cooking loss(%) |
| 1 | 43.31 | 10.09 | 15.64 | 5.68 | 26.39 |
| 2 | 47.78 | 8.07 | 14.92 | 5.60 | 26.80 |
| 3 | 52.22 | 8.06 | 15.49 | 5.48 | 16.83 |
| 4 | 55.59 | 4.82 | 14.11 | 5.49 | 18.42 |
| 5 | 50.27 | 8.24 | 14.76 | 6.02 | 10.24 |
| 6 | 53.52 | 10.48 | 16.55 | 5.80 | 16.06 |
| 7 | 50.07 | 8.95 | 14.72 | 6.08 | 13.67 |
| 8 | 48.22 | 9.17 | 15.13 | 5.56 | 12.61 |
| 9 | 50.51 | 9.76 | 16.11 | 5.72 | 11.18 |
| 10 | 49.24 | 10.07 | 16.66 | 5.65 | 8.89 |
| 11 | 53.57 | 7.90 | 15.70 | 5.58 | 12.72 |
| 12 | 51.33 | 9.88 | 15.75 | 5.63 | 10.41 |
| 13 | 51.33 | 9.88 | 15.75 | 5.72 | 10.48 |
| 14 | 50.67 | 9.32 | 16.08 | 5.94 | 14.95 |
| 15 | 49.33 | 10.17 | 14.61 | 5.73 | 15.85 |
| 16 | 51.28 | 7.89 | 15.48 | 5.68 | 14.84 |
| 17 | 46.07 | 8.73 | 14.44 | 6.01 | 8.54 |
| 18 | 40.88 | 8.99 | 15.69 | 5.85 | 10.83 |
| 19 | 50.99 | 8.18 | 14.59 | 5.65 | 11.34 |
| 20 | 50.63 | 8.85 | 16.15 | 6.14 | 7.45 |
| 21 | 50.55 | 6.8 | 14.34 | 5.98 | 7.58 |
| 22 | 49.95 | 7.28 | 14.30 | 5.95 | 12.59 |
| 23 | 47.02 | 7.11 | 13.7 | 6.15 | 11.33 |
| 24 | 51.04 | 9.94 | 16.44 | 5.66 | 11.72 |
| 25 | 49.82 | 10.59 | 16.18 | 5.66 | 11.43 |
| 평균 | 49.61±3.15 | 8.78±1.37 | 15.32±0.83 | 5.78±0.20 | 13.33±4.88 |

골절육과 비골절육의 pH₂₄, 육색 및 가열감량 조사 결과는 Table 2, 3 와 같다. L*, a*, b* 값 모두 골절육 쪽이 비골절육 보다 높은 수치를 나타내었다. pH₂₄는 골절육이 비골절육 보다 낮고, 가열감량은 골절육에서 높은 수치를 나타내었다. 골절육에서 pH₂₄는 평균 5.57 이며 최저 5.43부터 최고 5.86까지 나타났다. 비골절육에서의 pH₂₄는 평균 5.78이며 최저 5.48부터 최고 6.15까지 골절육보다 높고 넓은 범위를 보였다. 비골절육 중에서도 골절육 보다 pH₂₄가 낮거나 가열감량이 높은 개체도 있었으며, 골절육이지만 pH₂₄가 비골절육보다 높고 가열감량도 낮은 개체들도 존재하는 것으로 나타났다. 이는 모든 골절육이 PSE육처럼 pH₂₄가 낮거나, 가열감량이 높지 않다는 것을 의미하며 도축전 전살기 및 돼지풀이 등으로 인해 골절이 발생했지만 정상적인 해당작용(Glycolysis)으로 육질에는 영향을 미치지 못한 것으로 사료된다.

[Fig 2] pH₂₄ 범위에 따른 골절육, 비골절육의 출연분포



[Fig 3]. pH₂₄ 범위에 따른 골절육, 비골절육의 Cooking loss(%)비교



골절육 및 비골절육의 pH₂₄ 범위에 따른 pH₂₄와 Cooking loss는 Fig 2, 3과 같다. 골절육에서는 pH₂₄가 낮아질수록 개체수가 증가한 반면, 비골절육에서는 pH₂₄가 높아질수록 개체수가 증가했다. Van der wal 등(1998)도 최종 pH 범위에 따른 돈육의 물리적 특성을 측정된 결과, pH 5.50 이하의 돈육의 보수력을 측정된 결과 매우 낮았으며, 가열감량과 드립로스는 높았다고 보고했다. 본 실험에서도 유사하게 pH₂₄ 5.31~5.50 범위에서 가열감량이 가장 높게 나타났지만 골절육 및 비골절육 모두 5.50 이하의 그룹과 그 외의 그룹간에는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다(P<0.05). 가열감량 분석에서 골절육 및 비골절육은 pH₂₄가 낮아질수록 가열감량은 증가하는 것으로 나타났다.

[Table 4] pH₂₄ 범위에 따른 육색분석 결과

| Traits | | pH ₂₄ | | |
|------------------|----|------------------|------------|------------|
| | | ≤5.50 | 5.51~5.70 | ≥5.71 |
| CIE | L* | 52.76±3.27 | 50.15±3.77 | 49.58±2.18 |
| | a* | 9.30±2.12 | 8.48±2.06 | 10.42±1.61 |
| | b* | 16.69±1.33 | 15.35±1.20 | 16.78±0.53 |
| CIE (control) | L* | 53.91±2.38 | 49.16±2.90 | 49.29±3.12 |
| | a* | 6.44±2.29 | 9.20±1.09 | 8.81±1.18 |
| | b* | 14.80±0.98 | 15.62±0.66 | 15.17±0.91 |

pH₂₄ 범위에 따른 육색측정결과는 Table 4와 같다. 이전 연구결과에서 van der Wal 등 (1988)은 세가지 최종 pH범위(<5.5, 5.5~6.0, >6.4)에 대해 육색특성을 조사한 결과, pH<5.5 범위의 육은 다른 두 범위에서 보다 CIE L*, a*, b*값이 유의적으로 더 높았다고 보고했다. 하지만 a*값에서는 일정한 경향이 나타나지 않는다고 보고하였다. 이번 연구에서 이와 비슷한 결과로 골절육은 pH₂₄가 낮아짐에 따라 L*는 증가하지만 a*와 b*는 일정한 경향을 확인 할 수 없었다. a*의 경우 육색소인 myoglobin 함량에 따라 차이가 나는데 myoglobin 함량은 식육동물의 연령, 성별, 근육의 종류 및 근육의 운동상태 등에 따라 차이가 나타나며, 그 차이에 의해 식육의 붉은 색의 정도가 달라진다고 보고하였다(박구부, 2004). 비골절육에서도 pH₂₄가 낮아짐에 따라 L*가 증가했지만 a* 및 b*는 일정한 방향성을 보이지 않는 것으로 나타났다.

[Table 5] 골절육 및 비골절육의 육질 통계분석

| | Traits | | | | |
|---------|------------------------|-------------------------|------------|-----------|-------------------------|
| | pH ₂₄ | Cooking loss% | L* | a* | b* |
| group 1 | 5.57±0.13 ^b | 17.05±6.34 ^a | 51.40±3.54 | 9.09±2.05 | 16.16±1.36 ^a |
| group 2 | 5.78±0.20 ^a | 13.33±4.88 ^b | 49.51±3.15 | 8.78±1.37 | 15.32±0.83 ^b |

* group1(골절육), group2(비골절육)

골절육과 비골절육에서의 육질의 특성을 조사 후 통계처리한 값은 Table 5와 같다. group1(골절육)과 group2(비골절육) 간의 pH₂₄ 와 가열감량 차이에서 골절육 5.57 과 비골절육 5.78 으로 조사되었으며, 이 두 그룹 사이에서는 유의적으로 골절육의 pH₂₄가 낮은 결과가 나타났다(P<0.05). 육색은 L*값이 골절육 51.40 비골절육 49.51으로 골절육이 다소 높은 결과가 나왔지만 두 그룹간의 유의적 차이는 없는 것을 나타났다(P<0.05). a* 또한 골절육 9.09 비골절육 8.78로 골절육이 높은 결과로 나왔지만 유의적 차이는 없었다(P<0.05). b* 에서는 골절육 16.16 비골절육 15.32로 골절육이 비골절육에 비해 유의적으로 높은 결과를 나타내었다(P<0.05).

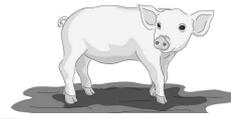
요 약

도축 후 돈육의 육질의 평가에 있어서 중요한 요인인 pH_{24} 및 가열감량을 측정하여 조사한 결과 사후 pH_{24} 가 낮을수록 가열감량이 증가했다($P<0.05$). 또한 골절육 일수록 pH_{24} 가 비골절육에 비해 낮은 결과를 나타냈다($P<0.05$). 이는 PH가 낮을 경우 보수력이 낮아진다(Joo 등, 1999)는 연구결과와 유사한 결과이며, 계류조건이나 실신 장치로의 유도 방법과 같은 요인이 PSE육과 관련이 있다(Rosenvold 등, 2003)는 연구결과를 뒷받침 하는 결과이다. 따라서 실신장치 및 유도방법이 골절육 발생을 야기시키며 최종돈육의 pH를 강하시키는 원인이 될 수 있을 것이다. 또한 보수력의 저하로 조리시에 과도한 육즙 방출로 인해 관능적 품질에 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 아울러 L^* , a^* 은 골절육과 비골절육 사이에 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다($P<0.05$). 이는 실신장치 및 유도방법으로 발생한 골절육은 돈육의 육색변화에는 영향을 끼치지 않는다는 것을 나타낸다.

본 연구 결과 골절육과 비골절육이 사후 pH 및 가열감량에 차이를 보이지만 육색에서는 b^* 를 제외한 결과에서 차이를 보이지 않고 있다. 때문에 사후 pH를 적정한 수준으로 조절 할 수 있도록 도축 전 실신장치 및 돼지 유도방법을 개선하는 것이 고품질 돈육생산에 있어서 중요한 역할을 할 것이라 사료된다.

참고문헌

1. Joo, S. T., Kauffman, R. L. J. M., van Laack, S. and Kim, B. C. 1999. Variation in rate of water loss as related to different types of post-rigor porcine musculature during storage. *J. Food Sci.* 64:865.
2. Kerth, C. R., Carr, M. A., Ramsey, C. B., Brooks, J. C., Johnson, R. C., Cannon, J. E. and Miller, M. F. 2001. Vitamin-mineral supplementation and accelerated chilling effects on quality of pork from pigs that are monomutant or the halothane gene. *J. Animal Sci.* 79:2346.
3. Long, V. P. and Tarrant, P. V. 1990. The effect of pre-slaughter showering and post-slaughter rapid chilling on meat quality in intact pork sides. *Meat Sci.* 27:1815.
4. Maribo, H., Olsen, E. V., Barton-Gade, P., Moller, A. J. and Karlsson, A. 1998. Effect of early post-mortem cooling on temperature, PH fall and meat quality in pigs. *Meat Sci.* 50:115.
5. Milligan, S. D., Ramsey, C. B., Miller, M. F., Kaster, C. S. and Thompson, L. D. 1998. Resting of pigs and hot-fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. *J. Anim. Sci.* 76:74.
6. Rosenvold, K. and Andersen, H. J. 2003. Factors of significance for pork quality-a review. *Meat sci.* 64:219.
7. Van der Wal, P. G., Engel, B. and Hulsegge, B. 1997. Causes for variation in pork quality. *Meat Sci.* 46:319.
8. Van de Wal, P. G., Bolink, A. H. and Merkus, G. S. M. 1998. Research note; Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. *Meat Sci.* 24:79.
9. Warner, R. D., Kauffman, R. G. and Greaser, M. L. 1997. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. *Meat Sci.* 45:339.
10. Zhu, L. G. and Brewer, M. S. 1998. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J. Food Sci.* 63:763.
11. 농림부고시 제 2011 - 171호.
12. 박구부 (2004) *식육과학*. 선진문화사. pp. 185-194.



돼지 온도체 pH에 따른 품질과 도체특징 비교

돼지 온도체 pH에 따른 품질과 도체특징 비교

김동준¹ · 정의현¹ · 김학재¹ · 이영호¹ · 박제정¹ · 안미홍¹ · 우충근¹ · 양한솔² · 정은영² · 김지민²
· 김갑돈³ · 박주형⁴ · 이정일⁴ · 이상백⁴

축산물품질평가원¹, 경상대학교 응용생명과학부², 경남대학교 식품생명학과³, (주)해드림⁴

초 록

본 실험에서는 돼지 온도체 상태에서 pH와 심부온도 측정 통해 돼지등급판정 육질기준을 설명할 수 있는 기초 데이터 조사 및 사후 경과 시간에 따른 근육의 pH, 심부온도 변화 조사와 품질비교, 돼지 온도체판정 항목 중 이상육을 구분할 수 있는 육질항목 조사를 위해 본 실험을 실시하였다. 도축후 30분의 pH 값에 따라 A: pH value<6.0, B: 6.0≤pH value≤6.4, C: pH value>6.4 3그룹으로 분류하였고 A그룹에서 L*, Drip loss, 전단력, 관능평가에 유의적인 차이를 보이며 품질이 떨어지게 나타났으며, 이상육 출현률 46%로 가장 높게 나왔다. 본 결과를 종합하였을 때 향후 등급판정시점에 pH값을 통한 등급판정 시 pH<6.0일 때 등급을 하락하는 것이 타당할 것으로 사료된다. 돼지도체등급판정육질 항목 중 도체 pH와 상관관계(p<0.0001)가 높은 항목으로는 경직도 항목으로 r-value가 -0.48으로 높은 상관관계를 보였으며, 냉도체 측정항목인 육색, 수분삼출도, 탄력성 항목과도 높은 상관관계(p<0.0001)를 나타냈다. 그리고 경직도 정도에 따라 pH값이 유의적인 차이(p<0.05)를 나타내며 품질 차이를 보였다.

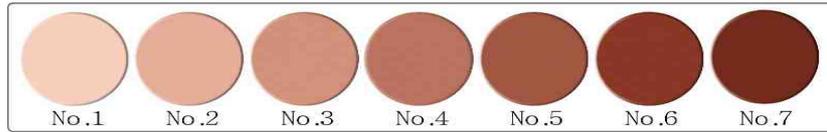
Key Words : 돼지등급판정육질기준, pH, 심부온도, 경직도

서 론

고품질의 돼지고기는 육색이 미홍색이고, 지방색은 우유빛의 흰색이며, 광택이 있고, 근내지방도가 고르게 분포하고 있으며, 육즙분리가 적고 근육의 결이 가늘고 탄력이 좋은 고기를 고품질 돼지고기라고 한다(박, 2010) 반대로 돼지고기의 대표적인 이상육은 PSE육과 DFD육 두 가지 있다. PSE(Pale, Soft and exudative)육은 육색이 창백하고 육즙분리가 많으며, 근육조직이 흐물흐물한 고기를 말한다. PSE육은 pH가 급격히 강하한 결과 육단백질들이 변성되는 것이 주요인이다(Briskey, 1964), 급속한 pH 강하는 빠른 해당작용에 기인되며, 해당작용이 빠르게 진행됨에 따라 발생하는 대사열은 도체의 온도를 높이게 한다. PSE육은 보수력이 떨어져 가공수율이 낮고, 조리감량이 많고 다즙성이 좋지 않는 특성을 가진다. DFD(dark, firm and dry)육은 육색이 어둡고 단단하며 표면에 물기가 없는 특징을 가진다. DFD육은 도축 전 가축이 장시간 스트레스를 받을 경우 발생하며, 이 경우 근육 내 glycogen 함량이 낮은 수준으로 감소하며, 도축 후 사후대사 과정 중 분해할 glycogen이 충분치 않아 최종 pH 값이 6.0~6.8이상 높은 pH를 유지하여 DFD육이 된다. 육색이 진하면 신선도가 떨어져 보이며, 높은 pH로 미생물 증식이 빠르게 일어나 소매단계에서 금전적 손실이 발생할 수 있다(박, 2004).

그리하여 도축 후 도체의 pH 측정 등으로 빠른 시간 내에 육질을 추정할 수 있는 방법으로 이용되었으며 많은 연구가 진행 되었다(Briskey, 1964; Henckel 등 2002).

Honikel and Fischer(1977)에 따르면 도축 후 45분의 pH에 따라(fast: $pH_{45min} < 5.8$, normal: $pH_{45min} \geq 5.8$)분류하거나 도축 후 1시간 때 pH(fast: $pH_{1hr} \leq 5.6$)으로 구분(Channon, Payne,& Waner, 2002)하고 있으며, 대부분의 논문에서는 pH 측정시기가 45분 또는 1시간으로 도축 후 25~30분 사이에서 실시되는 돼지 온도체 품질평가 시점의 pH_{30min} 값의 그룹 분류가 필요하다.



[그림 1] 돼지도체 육색기준



[그림 2] 육조직감 탄력도

그리고 선행 연구에서 이상육 분류 기준을 Drip loss 6%이상 그리고 L^* 값이 50이상일 때 PSE(Ryu, choi & Kim, 2005), 혹은 Drip loss가 5%이상, L^* 값이 55이상일 때 PSE육으로 분류(Channon, Payne,& Waner, 2002)하고 있다. 하지만 위와 같은 기계적인 육색값과 Drip loss 측정의 경우 많은 시간이 소요되며 특히 육색 L^* 값이 55이상과 같은 경우 실제 돼지고기가 어떤 색으로 표현되는지에 대해 이해하기 힘들고 냉장시설, 습도 등 환경적인 요인에 의해 값의 편차가 발생된다. 그러므로 그림1,2와 같이 축산물등급판정세부기준의 돼지도체 육색·육조직감 기준에 의해 시각적으로 표현된 이상육 분류 기준으로 도축 후 이상육의 pH 범위 설정도 필요하다.

본 실험에서는 돼지 온도체 상태에서 pH와 심부온도 측정을 통해 돼지등급판정 육질기준을 설명할 수 있는 기초 데이터 조사 및 사후 경과 시간에 따른 근육의 pH, 심부온도 변화 조사와 품질비교, 돼지 온도체판정 항목 중 이상육을 구분할 수 있는 육질항목 조사를 위해 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

창녕 H식육가공장 계열농장에서 사육된 H농가의 돼지 320두를 이용 하였고 영남 LPC에서 상업적 방법으로 도축하였으며, 도축 후 30분, 1시간, 3시간, 24시간 시점에서 pH와 온도를 측정하였고, 영남 LPC에서 24시간 냉장보관 후 냉도체 등급판정 및 등심부위 육색을 측정하였다. pH변이에 따라 정상육과 이상육의 개체를 2그룹으로 분류하여 20두에 관하여 일반성분, drip loss, 가열감량, 전단력, 관능검사 실험을 실시하였다.

2. 조사항목

(1) pH, 심부온도(°C)

도축 후 30분, 1시간, 3시간, 24시간 시점에서 도축 후 이분할 부위 흉추 11 ~ 마지막 흉추 사이의 등심부위(longissimus dorsi)를 pH meter(NWKbinar, pH-K21, Germany)와 온도계(Summit, SDT8A, Korea)이용하여 pH와 심부온도(°C)를 측정하였다.

(2) 육색

육색은(CIE value) 등심근을 절단 후 30분간 홍색화 시킨 후, Minolta Chromameter(CR-410, Minolta Co, Japan)을 이용하여 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)를 측정하였다. 이때 Minolta Chromameter는 $Y=86.9$, $x=0.3153$, $y=0.3227$ 인 백색표준색판을 사용하여 표준화한 후 사용하였으며, 동일한 시료를 2회 반복하여 측정하였다.

(3) 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 후 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 산출 하였다.

$$\text{Crude fat(\%)} = \{[(c-b) \times a / 10] / \text{시료(g)}\} \times 100.$$

(4) drip loss

육즙손실은 시료를 직경 3.5cm의 Core로 뚫고 무게를 측정하고, 밀폐용기에 매달아 4℃에서 24시간 동안 저장 후 육즙감량을 백분율(%)로 산출하였다. 이때 육즙손실은 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Drip loss(\%)} = [(\text{시료무게} - 24\text{시간 후 시료무게}) / \text{시료무게}] \times 100.$$

(5) 가열감량 (Cooking loss)

가열감량은 시료를 직경 3.5cm의 Core로 뚫고 무게를 측정하고, 비닐팩으로 밀봉한 뒤, 항온수조에서 시료의 심부온도를 70℃로 하여 30분간 가열한 다음, 냉각시켜 감량된 무게를 측정하여 가열감량의 백분율(%)을 산출하였다. 이때 가열감량은 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Cooking loss(\%)} = [(\text{시료무게} - \text{가열 후 시료무게}) / \text{시료무게}] \times 100.$$

(6) 전단력

전단력은 내부 온도가 70℃가 되도록 가열한 다음 실온에서 15분간 방치한 후 지름 1.5 cm의 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.

(7) 관능평가

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, 조직감, 전체적인 기호성의 항목으로 관능검사를 실시하였다.

(8) 통계분석

실험에서 얻은 값들은 SAS(2009)를 이용하여 GLM 분석법을 통해 pH 그룹별 육질측정 항목의 평균값간 유의적 차이(p<0.05)를 Duncan의 multiful range test를 이용하여 분석하였고, pH, 심부온도, 돼지등급판정 항목, 육색값의 상관관계를 Pearson correlation 분석을 통하여 확인하였다.

결과 및 고찰

[표 1] 도체중, 등지방, pH, 심부온도, 육색값 평균, 편차, 최소값, 최대값 (n=320)

| | Mean | SD | Minimum | Maximum |
|---------------------------|-------|------|---------|---------|
| Carcass weight (kg) | 88.74 | 5.27 | 67.00 | 104.00 |
| Back fat (mm) | 22.49 | 4.96 | 8.00 | 37.00 |
| pH _{30min} | 6.23 | 0.21 | 5.44 | 6.80 |
| pH _{1hr} | 6.06 | 0.27 | 5.38 | 6.55 |
| pH _{3hr} | 5.81 | 0.20 | 5.38 | 6.26 |
| pH _{24hr} | 5.63 | 0.13 | 5.38 | 6.06 |
| temp(°C) _{30min} | 40.32 | 0.80 | 38.10 | 42.20 |
| temp(°C) _{1hr} | 37.14 | 1.36 | 34.00 | 40.60 |
| temp(°C) _{3hr} | 25.08 | 2.20 | 18.10 | 30.10 |
| temp(°C) _{24hr} | 1.20 | 0.99 | -0.40 | 4.80 |
| L* | 54.95 | 4.38 | 44.62 | 66.26 |
| a* | 11.54 | 2.10 | 6.16 | 16.61 |
| b* | 9.83 | 1.91 | 4.57 | 14.47 |

표1은 공시돈 320마리의 도체중, 등지방, 시간대별 사후 pH·심부온도(°C), 육색을 측정 한 값을 나타낸 것이다. 각 측정치의 평균값은 정상범위에 있지만 최소·최대값은 큰 차이를 나타내고 있다. 이는 동일 품종·농장·도축장에서 사육 또는 도축된 돼지일지라도 사후pH 하락속도, 온도 등의 도체 특성에 따라 돈육의 품질 차이를 크게 나타낼 수 있다 (kauffman 등1993). 일반적으로 사후대사 속도에 따라 본 실험에서는 pH_{30min} 평균값인 6.23에서 표준편차 0.21을 뺀 **pH value<6.0** 그룹과 표준편차 0.21을 더한 **pH value>6.4** 그리고 **6.0≤pH value≤6.4**으로 3그룹으로 분류하였다. Kim 등(2013)에 의하면 도축 후 45분 시점의 pH에 따라 PSE와 RSE와 같은 이상육 그룹을 pH value<5.8, 정상육을 pH value>6.0 이상, DFD그룹을 6.3<pH value으로 구분 한 선행연구를 참고하였을 때 도축 후 30분 시점에 A, B, C와 같이 분류한 것이 적절한 것으로 사료된다.

[표 2] 도축 후 30분 pH 그룹에 따른 체중, 등지방, pH, 심부온도, 육색값 비교(n=320)

| | A* (n=37) | B** (n=223) | C*** (n=60) |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Carcass weight (kg) | 88.95±5.99 | 88.81±5.16 | 88.35±5.30 |
| Back fat (mm) | 21.95±6.07 | 22.79±4.95 | 21.72±4.15 |
| pH _{30min} | 5.87±0.13 ^C | 6.23±0.11 ^B | 6.48±0.08 ^A |
| pH _{1hr} | 5.72±0.17 ^C | 6.08±0.15 ^B | 6.26±0.16 ^A |
| pH _{3hr} | 5.57±0.11 ^C | 5.80±0.18 ^B | 5.98±0.16 ^A |
| pH _{24hr} | 5.58±0.12 ^B | 5.63±0.13 ^A | 5.64±0.13 ^A |
| temp(°C) _{30min} | 40.45±0.82 | 40.33±0.82 | 40.20±0.71 |
| temp(°C) _{1hr} | 37.30±1.25 | 37.15±1.33 | 37.01±1.54 |
| temp(°C) _{3hr} | 25.02±2.09 | 25.16±2.21 | 24.84±2.24 |
| temp(°C) _{24hr} | 1.67±1.37 ^A | 1.11±0.94 ^B | 1.24±0.81 ^B |

A* : 도축 후 30분의 pH value<6.0, B** : 도축 후 30분의 6.0≤pH value≤6.4, C*** : 도축 후 30분의 pH value>6.4

이상육**** : 축산물등급판정세부기준 돼지육색기준 NO1.~NO2, NO6~NO7 또는 육조직감기준 : 탄력도, 수분삼출도 기준 3(나쁨)해당

^{A,B,C}Means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표2는 도축 후 30분의 pH에 따라 다음과 같이 분류하여 나타낸 표이다. 도체중과 등지방 두께는 그룹별 유의적인 차이가 나타나지 않았다(p>0.05). 시간별 pH 값의 경우 3시간까지는 각 그룹별 유의적인 차이(p<0.05)를 나타냈으며, 24시간이 경과한 후에는 A그룹만 B, C그룹과 유의적인 차이(p<0.05)를 나타내며 낮은 값을 나타냈다.

육색값에 있어서 L* 값의 경우 그룹별 유의적인 차이(p<0.05)를 나타냈으며, A그룹이 유의적인 차이(p<0.05)를 보이며 가장 높은 L*값을 나타냈다. L*값은 Drip loss와 보수력에 상관관계가 있고 육의 품질을 예측 가능한 신뢰할 수 있는 값으로, L*값이 높아질수록 Drip loss가 많고, 보수력은 떨어져 육의 품질이 떨어진다고 보고(Kim 등 1997; Moon 등 2009) 되었고 본 실험에서 A그룹의 L* 값이 유의적인 차이(p<0.05)를 보이며 높은 값을 나타냈으며, 또한 이상육 출현도 46%로 가장 높게 나타므로 B, C 그룹에 비해 pH 하락 속도가 빠르고 그로인하여 보수력이 떨어져 고기의 품질이 떨어지는 것으로 사료 된다. 반면 C 그룹의 경우 이상육 출현율이 5%로 매우 낮은 출현율을 보였다.

[표 3] 육색기준에 따른 도체중, 등지방, pH, 심부온도(°C), 육색값 비교

| | NO.1 (n=3) | NO.2 (n=39) | NO.3 (n=112) | NO.4 (n=135) | NO.5 (n=31) |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Carcass weight (kg) | 87.67±2.52 | 90.03±5.04 | 89.15±4.72 | 88.44±5.71 | 87.07±5.49 |
| Back fat (mm) | 18.67±3.06 ^B | 21.41±5.54 ^{AB} | 23.06±4.97 ^A | 22.71±4.78 ^A | 21.48±4.70 ^{AB} |
| pH _{30min} | 6.15±0.13 | 6.14±0.19 | 6.22±0.19 | 6.25±0.22 | 6.31±0.15 |
| pH _{1hr} | 6.04±0.11 | 5.96±0.23 | 6.08±0.19 | 6.10±0.21 | 6.10±0.19 |
| pH _{3hr} | 5.69±0.26 ^B | 5.72±0.20 ^{AB} | 5.79±0.19 ^{AB} | 5.84±0.12 ^{AB} | 5.88±0.19 ^A |
| pH _{24hr} | 5.45±0.03 ^C | 5.54±0.11 ^{BC} | 5.61±0.13 ^{AB} | 5.65±0.13 ^{AB} | 5.71±0.13 ^A |
| temp(°C) _{30min} | 40.90±0.40 ^A | 40.51±0.79 ^{AB} | 40.19±0.77 ^B | 40.34±1.38 ^{AB} | 40.37±0.79 ^B |
| temp(°C) _{1hr} | 36.20±1.04 | 37.13±1.54 | 37.07±1.30 | 37.29±2.30 | 36.85±1.20 |
| temp(°C) _{3hr} | 24.93±1.76 | 25.48±1.91 | 25.14±2.09 | 24.99±0.96 | 24.74±2.50 |
| temp(°C) _{24hr} | 1.37±0.51 | 1.64±1.05 | 1.18±1.01 | 1.56±0.96 | 0.90±0.97 |
| L* | 61.03±2.29 ^A | 59.47±2.97 ^A | 56.81±3.34 ^B | 53.30±3.31 ^C | 49.40±3.56 ^D |
| a* | 15.36±1.29 ^A | 12.16±2.15 ^B | 11.75±2.15 ^B | 11.35±1.96 ^B | 10.62±2.08 ^B |
| b* | 12.99±1.02 ^A | 11.13±1.45 ^B | 10.46±1.64 ^{AB} | 9.40±1.65 ^C | 7.63±1.79 ^D |

^{A,B,C}Means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표3은 냉도체 육색기준에 따른 도체중, 등지방, pH, 심부온도, L*, a*, b* 값을 나타낸 표이다. 도체중의 경우 육색번호에 따라 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 등지방의 경우 육색 1번만 유인적인 차이(p<0.05)를 보이며, 등지방 두께가 얇게 나왔으며, 출현두수가 많은 육색 3번과, 4번의 평균 등지방 두께가 두껍게 나타났다. 도축 후 30분의 도체 pH 값은 육색기준별로 유의적인 차이를 보이지 않았지만(p>0.05) 육색번호가 높아짐에 따라 pH의 평균값이 커지는 경향을 나타냈다. 유의적인 차이를 보이지 않은 이유로는 육색과 보수성의 상관관계는 있지만 두 형질이 독립적으로 발생되어 육색이 꼭 창백하다고 하여 보수력이 나쁘지 않을 수 있다(Meldoy 등 2004)는 연구와 같이 pH가 빨리 하락하여 보수력이 떨어져 창백한 육색의 개체도 발생되지만 반대로 정상육색의 개체도 발생된 것으로 사료된다.

도축 후 3시간 이후에서는 육색 1번이 유의적인 차이(p<0.05)를 보이며 가장 낮은 pH 값을 나타내며 육색번호가 증가함에 따라 pH 값이 역시 증가하는 경향을 나타냈다. 도축 후 24시간 이후 pH 값의 경우 육색 번호별 유의적인 차이(p<0.05)를 보이며, 육색 결정에 도축 후 24시간 이후의 즉 최종 pH가 가장 상관관계가 높은 것으로 사료된다.

도축 후 30분의 심부온도 값의 육색 1번이 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 가장 높은 값을 나타냈지만 번호가 증가하거나 감소함에 따라 값이 변화되는 경향을 나타내지 않았다.

육색기준과 육색 기계값의 경우 L^* 값에서는 육색 1번과, 2번 사이를 제외하고는 모든 육색 번호별 유의적인 차이($p<0.05$)를 보였다. 육색번호가 증가함에 따라 L^* 값이 낮아지는 경향을 보이며, 이는 종전에 연구결과와 비슷한 경향을 나타냈다. 김 등(2012)에 따르면 육색번호가 증가함에 따라 육색 기계값이 낮아지는 경향을 나타내며, 육색기준과 가장 상관관계가 높은 값이 L^* 이라고 하였다.

a^* 값의 경우 육색 1번을 제외한 모든 육색번호에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$). b^* 값은 각 육색별 유의적인 차이($p<0.05$)를 나타냈지만 창백한 육색과 정상육색의 경계인 육색 2번과 3번 사이에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p>0.05$).

표2와 표3의 실험결과를 종합하여보면 도축 후 30분 시점에 pH 값이 낮은 A그룹의 경우 B, C 그룹과 비교해서 L^* 값이 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 높은 값을 나타냈고 pH_{24hr} 값 역시 B 그룹보다 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 낮은 값을 나타냈다. 특히 이상육의 출현율 역시 B그룹보다 높은 46%를 나타냈다. 반면 도축 후 pH 값이 높은 C그룹의 경우 L^* 값, 최종 pH 값이 B그룹과 유의적인 차이가 나타나지 않았으며($p>0.05$), 특히 이상육 출현율이 5%로 매우 낮게 나타났다. 특히 320두의 실험도체에서 표3과 같이 육색 번호로 분류하였을 때 육색6번(진한육색)이상의 도체가 한 마리도 출현하지 않았다는 점에서 C그룹과 같이 도축 후 30분후 pH가 높다고 하여 최종 적으로 생산된 돼지고기의 품질이 나쁘다고 판단하는 것은 어려울 것으로 사료된다.

[표 4] 도축 후 30분 pH그룹에 따른 이화학적 특성 비교(n=20)

| | A ¹⁾ (pH value<6.0) | B ¹⁾ (6.0≤pH value) | Level of significance |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Moisture (%) | 73.15±1.83 | 73.40±0.88 | |
| Crude fat (%) | 2.17±0.68 | 2.06±0.42 | |
| Crude ash (%) | 1.23±0.07 | 1.26±0.14 | |
| Cooking loss (%) | 39.96±1.63 | 39.17±1.69 | |
| Drip loss (%) | 4.07±1.48 | 3.10±1.43 | * |
| WBS (kg/cm²) | 3.23±0.79 | 2.92±0.74 | * |

1) A : 도축 후 30분의 pH value<6.0, B : 도축 후 30분의 6.0≤pH value

* $p<0.05$

표4는 도축 후 30분의 pH 값이 6.0이하인 A그룹과 6.0 이상인 B그룹의 일반성분 및 보수력, 전단력 실험결과를 나타낸 것이다. A,B 두 그룹의 일반성분 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았지만($p>0.05$) 보수력 관련 실험인 Drip loss의 경우 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 A그룹의 값이 높게 나타났다. 그리고 전단력 값의 경우 A그룹이 유의적인 차이($p<0.05$)를 보이며 높은 값을 나타냈고 이는 pH 강하로 인해 근장단백질 변성을 유발하여 연도가 질겨진 것으로 보인다(Pearson 과 Young, 1989)

[표 5] 도축 후 30분 pH그룹에 따른 가열육 관능검사 결과 비교(n=20)

| | A ¹⁾ (pH value<6.0) | B ¹⁾ (6.0≤pH value) | Level of significance |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Surface color | 3.29±1.16 | 3.52±1.37 | |
| Flavor | 3.10±1.23 | 3.07±1.12 | |
| Off-odor | 2.06±0.89 | 2.16±0.92 | |
| Juiciness | 3.31±1.37 | 3.96±1.52 | * |
| Tenderness | 4.11±1.17 | 4.23±1.34 | |
| Overall acceptability | 4.08±1.16 | 4.56±1.22 | * |

1) A : 도축 후 30분의 pH value<6.0, B : 도축 후 30분의 6.0≤pH value

* p<0.05

표5는 도축 후 30분 pH그룹에 따른 가열육 관능검사 결과이다. 육색, 향, 산패취의 경우 유의적인 차이를 나타내지 않았지만 보수력 항목인 다즙성의 경우 유의적인 차이(p<0.05)를 나타내며 B그룹에서 높은 값을 나타냈다. 저작감의 경우 유의적인 차이는 없었지만(p>0.05) B그룹이 높은 값을 나타냈다. 가열육 관능검사 결과 육색, 향, 산패취, 저작감에서 유의적인 차이를 보이지 않았지만(p>0.05) 역시 B그룹이 다즙성 즉 고기의 보수력이 뛰어나 종합적인 기호도가 높게 나타난 것으로 보인다.

도축 후 30분 시점의 pH 값에 따라 A(pH value<6.0)그룹, B(6.0≤pH value≤6.4)그룹, C(pH value>6.4)그룹으로 나눠 시간별 pH, 심부온도(°C), 육색측정 결과, 이상육 출현율 비교결과 A그룹에서 유의적인 차이(p<0.05)를 나타내며 육질이 떨어지는 값을 나타냈다. 특히 이화학적 특성 및 관능평가에서도 A그룹의 경우 Drip loss와 같은 보수력 관련 측정 항목에 유의적인 차이(p<0.05)를 보이며 보수력이 떨어지는 경향을 나타냈고, 물리적인 연도 측정값인 전단력 역시 유의적으로 차이(p<0.05)를 나타내며, A그룹이 높은 값을 나타냈다. 가열육 관능평가에서도 A그룹은 다즙성이 떨어지고, 저작감이 좋지 않아 종합적인 기호도에서 유의적인 차이(p<0.05)를 보였다.

반면 C(pH value>6.4)그룹의 경우에 B그룹과 육질 측정 항목에서 유의적인 차이를 보이지 않았으며(p>0.05), 이상육 출현율 역시 5%로 매우 낮은 출현율 나타냈으며, 돼지등급판정 기준에서 진한 육색 즉 DFD로 보는 육색 6번 이상의 돼지도체가 1마리도 출현하지 않았다는 점에서 도축 후 30분 시점에서 6.4이상 높다고 하여 품질이 떨어진다는 결론을 내리는 것은 힘들 것으로 사료된다.

본 결과를 종합해본 결과 도축 후 30분 시점에 pH를 통한 품질 예측 시 pH <6.0일 경우 품질이 떨어지는 것으로 사료 되며 향후 등급판정시점에 pH값을 통한 등급판정 시 pH <6.0일 때 등급을 하향하는 기준을 만드는 것이 타당할 것으로 사료된다.

[표 6] 돼지 온도체 측정 값과 육질측정값 간의 상관관계

| | 도체중(kg) | 등지방(mm) | 경직도 ¹⁾ | 호물거림 ¹⁾ | 지방질 ¹⁾ | pH _{30min} | temp(°C) _{30min} |
|---------------------------|---------|---------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| 성별 | 0.04 | 0.31*** | 0.08 | -0.08 | 0.03 | 0.01 | 0.17* |
| 도체중 (kg) | | 0.38*** | 0.22*** | -0.04 | 0.01 | -0.09 | 0.34*** |
| 등지방 (mm) | | | 0.13* | -0.12* | -0.01 | -0.05 | 0.15* |
| 경직도 ¹⁾ | | | | -0.09 | -0.02 | -0.48*** | 0.25*** |
| 호물거림 ¹⁾ | | | | | -0.02 | -0.08 | -0.07 |
| 지방질 ¹⁾ | | | | | | 0.07 | 0.05 |
| pH _{30min} | | | | | | | -0.15 |
| pH _{1hr} | -0.09 | -0.02 | -0.47*** | -0.03 | 0.02 | 0.78*** | -0.26*** |
| pH _{3hr} | -0.10 | 0.14* | -0.34*** | -0.25 | 0.06 | 0.67*** | -0.16* |
| pH _{24hr} | 0.10** | -0.04 | -0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.14* | 0.14* |
| temp(°C) _{30min} | 0.34*** | 0.15* | 0.25*** | -0.07 | 0.05 | -0.15* | |
| temp(°C) _{1hr} | 0.42*** | 0.18* | 0.15* | -0.05 | 0.02 | -0.15* | 0.61*** |
| temp(°C) _{3hr} | 0.28*** | 0.43*** | 0.16* | -0.06 | -0.01 | -0.10 | -0.03 |
| temp(°C) _{24hr} | 0.16* | 0.24*** | 0.11* | -0.70 | 0.06 | -0.09 | 0.02 |
| L* | 0.20** | 0.20** | 0.18* | -0.06 | -0.08 | -0.14* | 0.06 |
| a* | 0.14* | 0.10 | 0.11* | -0.04 | 0.01 | -0.10 | 0.05 |
| b* | 0.13* | 0.13* | 0.08 | -0.01 | -0.03 | -0.12* | -0.04 |
| 근간지방(mm) ²⁾ | 0.35*** | 0.63*** | 0.17* | -0.12* | 0.04 | -0.08 | 0.19** |
| 육색 ²⁾ | 0.13* | 0.01 | 0.20** | 0.03 | 0.04 | 0.20** | -0.01 |
| 근내지방도 ²⁾ | 0.05 | 0.20** | -0.02 | 0.01 | 0.09 | 0.12* | 0.06 |
| 수분삼출도 ²⁾ | 0.07 | -0.10 | 0.19** | 0.06 | -0.04 | 0.25*** | 0.04 |
| 탄력성 ²⁾ | 0.12 | -0.08 | 0.24*** | 0.01 | 0.01 | 0.22*** | 0.09 |
| 이상육 | 0.08 | -0.09 | 0.24*** | 0.05 | 0.02 | 0.28*** | 0.06 |

1) 축산물등급판정세부기준 돼지온도체판정 측정 항목, 2) 축산물등급판정세부기준 돼지냉도체판정 측정 항목

* p<0.05, ** p<0.001, *** p<0.0001

표6은 도축 후 30분 시점의 돼지 온도체에서 측정할 수 있는 돼지온도체판정 항목, pH, 도체심부온도와 돼지고기 육질을 나타내는 값 기계적 육색값 및 냉도체 육질측정값 등의 상관관계를 나타낸 표이다.

도체중과 등지방의 경우 도축 후 심부온도와는 매우 높은 양의 상관관계(p<0.0001)를 나타냈다. 이는 도체중이 커지고 등지방의 두께가 두꺼워짐에 따라 심부온도가 천천히 하락한 결과로 보인다. 도체중의 경우 육색 항목과 양의 상관관계(p<0.05)를 나타내며 도체중이 커짐에 따라 육색이 진해졌고 등지방의 경우 근내지방도 항목과 양의 상관관계(p<0.001)를 나타냈다. 김 등(2006)에 의하면 등지방, 도체중의 경우 도체수율 뿐만 아니라 육질적인 측면과 상관관계를 가진다는 결과와 같이 나왔다.

각 측정 항목 중 pH와 가장 상관관계가 높은 항목은 r-value가 -0.48인 경직도이다. 경직도 항목과 pH_{30min}의 상관관계(p<0.0001)가 높은 값을 나타냈다. 돼지온도체 육질측정 항목 중 pH와 같이 돼지고기육질의 추정할 수 있는 항목은 경직도로 사료되고 L*, a* 값과도 상관관계(p<0.05)를 나타냈으며, 돼지냉도체 측정 항목 중 육색과 보수력과 관련 있는 수분삼출도, 탄력성 항목에서 매우 높은 상관관계(p<0.0001)를 나타냈다.

[표 7] 온도체 육조직감에 따른 도체중, 등지방, pH, 심부온도(°C), 육색 값 비교

| | 정상 (n=234) | 경직도*** (n=75) | 흐물거림*** (n=11) |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Carcass weight (kg) | 88.14±5.20 ^{AB} | 90.78±5.07 ^A | 87.46±4.80 ^B |
| Back fat (mm) | 22.33±4.88 ^A | 23.41±5.19 ^A | 19.64±3.85 ^B |
| pH _{30min} | 6.29±0.17 ^A | 6.08±0.19 ^C | 6.19±0.19 ^B |
| pH _{1hr} | 6.13±0.18 ^A | 5.91±0.22 ^C | 6.09±0.21 ^B |
| pH _{3hr} | 5.85±0.20 ^A | 5.68±0.17 ^B | 5.83±0.22 ^A |
| pH _{24hr} | 5.63±0.13 | 5.61±0.15 | 5.65±0.08 |
| temp(°C) _{30min} | 40.22±0.78 ^B | 40.71±0.74 ^A | 39.80±0.78 ^C |
| temp(°C) _{1hr} | 37.04±1.39 | 37.50±1.28 | 36.80±0.98 |
| temp(°C) _{3hr} | 24.95±2.19 | 25.68±2.00 | 23.81±2.76 |
| temp(°C) _{24hr} | 1.17±1.04 | 1.34±0.89 | 0.80±0.64 |
| L* | 54.60±4.29 | 56.11±4.33 | 54.51±5.66 |
| a* | 11.46±2.10 | 11.87±2.08 | 11.22±2.15 |
| b* | 9.77±1.90 | 10.01±1.88 | 10.01±2.54 |
| 이상육** (%) | 17% | 43% | 37% |

이상육** : 축산물등급판정세부기준 돼지육색기준 NO1~NO2, NO6~NO7 또는 육조직감기준 : 탄력도, 수분삼출도 기준 3(나쁨) 해당
 경직도***, 흐물거림*** : 축산물등급판정세부기준 돼지도체 2차 판정기준 육조직감 항목
^{A,B,C}Means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표7은 돼지온도체 육조직감 항목에 따른 도체중, 등지방, pH, 심부온도, 육색값, 이상육 출현율을 나타낸 표이다. 도축 후 30분의 pH는 경직된 도체, 흐물거리는 도체, 정상 도체 별로 유의적인 차이(p<0.05)를 나타냈다. 특히 경직된 도체의 pH값이 가장 낮게 나타났으며 도축 3시간 때까지 유의적인 차이(p<0.05)를 나타냈다. 심부온도 측정값의 경우 경직도체, 정상도체, 흐물거리는 도체별로 유의적인 차이(p<0.05)를 나타냈으며, 경직된 도체에서 가장 높은 심부온도 값을 나타냈다. 돼지고기 육의 보수성과 가장 관련 높은 L* 값의 경우 유의적인 차이(p>0.05)를 나타내지는 않았지만 경직된 도체에서 가장 높은 값을 나타냈다. 이상육 출현율에서는 정상도체에서는 17%, 경직된 도체 43%, 흐물거리는 도체 37% 출현율을 나타냈으며, 경직된 도체에서 가장 높은 이상육 출현율을 보였다. 경직된 도체의 경우 품질에 영향을 미치는 사후 pH, 심부온도에서 유의적인 차이(p<0.05)를 나타냈다. 이는 동일 품종과 동일한 방법에 의해 사육되고 도축된 개체의 경우 경직도 항목이 품질에 중요한 영향을 미치는 것으로 사료된다.

[표 8] 정상도체와 경직된 도체 상태에 따른 사진 비교 및 설명

| 구 분 | 정 상 | 경 직 도 | | |
|-----|---|---|--|---|
| | | 약 함 | 중 간 | 심 함 |
| 사 진 |  |  |  |  |
| 설 명 | -도체 전구와 후구에 경직이 없고 탄력 있는 도체 | - 후구 부위가 경직된 도체 | -후구 부위의 경직과 함께 전구(앞다리)가 들려있는 도체 | - 후구 부위에 심한 경직과 함께 전구(앞다리)가 심하게 들려있는 도체 |

[표 9] 경직도 정도에 따른 도체중, 등지방, pH, 심부온도(°C), 육색 값 비교

| | 경 직 도 *** | | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | 정 상 (n=245) | 약 함 (n=31) | 중 간 (n=35) | 심 함 (n=9) |
| Carcass weight (kg) | 88.11±5.18 ^B | 89.94±4.58 ^{AB} | 91.23±5.58 ^{AB} | 92.00±3.12 ^A |
| Back fat (mm) | 22.21±4.87 ^B | 22.48±4.74 ^B | 23.66±5.52 ^{AB} | 25.66±5.07 ^A |
| pH _{30min} | 6.28±0.17 ^A | 6.14±0.18 ^B | 6.06±0.19 ^B | 5.93±0.16 ^C |
| pH _{1hr} | 6.12±0.18 ^A | 5.98±0.22 ^B | 5.90±0.19 ^B | 5.71±0.21 ^C |
| pH _{3hr} | 5.85±0.20 ^A | 5.70±0.19 ^B | 5.68±0.16 ^B | 5.62±0.15 ^C |
| pH _{24hr} | 5.63±0.12 | 5.61±0.13 | 5.61±0.16 | 5.63±0.21 |
| temp(°C) _{30min} | 40.20±0.79 ^B | 40.66±0.74 ^{AB} | 40.73±0.76 ^A | 40.79±0.76 ^A |
| temp(°C) _{1hr} | 37.03±1.37 ^A | 37.42±1.33 ^{AB} | 37.47±1.21 ^{AB} | 37.93±1.42 ^A |
| temp(°C) _{3hr} | 24.13±1.92 | 25.31±2.15 | 25.94±1.78 | 25.97±2.28 |
| temp(°C) _{24hr} | 1.16±1.02 | 1.16±0.85 | 1.39±0.94 | 1.81±0.71 |
| L* | 54.60±4.34 | 55.51±4.77 | 56.83±3.94 | 57.14±3.80 |
| a* | 11.45±2.10 | 11.57±2.25 | 11.93±2.01 | 12.69±1.69 |
| b* | 9.78±1.92 | 9.56±2.05 | 10.36±1.69 | 10.25±1.89 |
| 이상육*(%) | 18% | 45% | 34% | 67% |

이상육** : 축산물등급판정세부기준 돼지육색기준 NO1~NO2, NO6~NO7 또는 육조직감기준 : 탄력도, 수분삼출도 기준 3(나쁨)해당
 경 직 도*** : 축산물등급판정세부기준 돼지도체 2차 판정기준 육조직감 항목

^{A,B,C}Means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표9는 경직도 정도를 표8와 같이 구분하여 도체중, 등지방, pH, 심부온도, 육색값, 이상육 출현을 비교한 표이다. 도축 후 30분의 pH는 경직도 정도에 따른 그룹에 따라 유의적인

차이($p < 0.05$)를 보이며 낮은 값을 나타냈다. 하지만 표7과 마찬가지로 정상 그룹이나 경직도가 심한 그룹이나 pH_{24hr} 값에서 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 육색값 역시 유의적인 차이($p > 0.05$)를 나타내지 않았지만 경직도가 심해짐에 따라 값이 커지는 경향을 나타냈다. 마찬가지로 L^* 값이 커질수록 Drip loss 및 보수력이 떨어진다는 연구 결과를 참고하였을 때 경직도가 심해질수록 돼지고기 품질이 떨어질 것으로 사료되며 특히 이상육 출현율에서 경직도가 심함으로 속한 그룹의 출현율이 67%임을 감안하면 경직도 상태별 분류가 필요할 것으로 사료된다.

[표 10] 돼지등급판정기준 기존 육조직감의 경직도 항목과 개선안 비교

| | 상 태 | 입 력 | 등 급 |
|-----|------------------|---|--------------------------------|
| 기 준 | 전구, 후구 중 한곳 경직 | Y(체크) | 등급하락 없음 |
| | 전구, 후구 모두 경직 | 1 ⁺ 등급 : 1 1등급 : 2 2등급 : Y | 1개 등급 하향 |
| 개 선 | 체크 ¹⁾ | Y | 등급하락 없음 |
| | 약함 ²⁾ | 1 | 1 ⁺ , 1 등급 → 1등급 |
| | 중간 ²⁾ | 2 | 2등급 → 2등급 |
| | 심함 ²⁾ | 3 | 1 ⁺ , 1, 2 등급 → 2등급 |

1) 후구부위에 약간의 경직도가 있는 도체

2) 표8의 경직도 구분 참조

표10은 돼지등급판정의 육조직감 항목의 경직도 상태에 대한 입력 방법과 등급 하향 기준을 본 실험의 결과를 통해 도출한 개선안을 제시한 것이다. 본 실험결과를 종합하였을 때 pH 하락 속도에 따라 돼지고기의 품질의 차이가 발생하였으며, 돼지육질기준 중 pH 값과 가장 상관관계가 높은 항목은 경직도이다. 또한 경직도 항목의 경우 표7과 같이 경직도가 없는 정상도체와 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타내며 품질이 떨어지므로 경직된 도체에서는 등급을 하향하는 것이 옳은 것으로 사료된다.

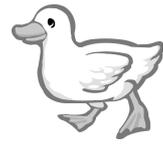
특히 표9와 같이 도체의 경직 정도에 따라 품질의 차이를 나타내었다. 표9의 결과는 pH값 기준으로 정상도체와 경직된 도체와 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보였으며, 경직도가 약함과, 중간 그룹 간에서는 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 하지만 심하게 경직된 개체 그룹과 약함, 중간정도로 경직된 그룹 간에는 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타내며 품질의 차이를 나타냈다.

기존의 경직도 판정은 도체에 후구 또는 전구에 경직도가 있을지라도 등급을 하향하지 않으며, 경직도 정도의 입력할 경우 체크 혹은 하락으로만 입력하여 특히 2등급에서는 경직 정도를 구분 할 수 없다. 그러므로 표10의 개선안과 같이 경직 정도별로 구분하여 입력하고 등급을 하향하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Briskey, E. J. 1964 Etiological status and associated studies of Pale, Soft, exudative porcine musculature. *Adv. Food Res.* 13: 89-178
2. Channon, H.A., Payne, A.M., & Warner, R.D. (2002) Comparison of CO₂ stunning with manual electrical stunning (50Hz) of pigs on carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 63-68
3. Honikel, K. O. and C. Fischer. 1997 A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscle. *J. Food Sci.* 42: 1633-1636.
4. Henckel, P., Karlsson, A. H., Jensen, M. T., Oksbjerg, N. and Petersen, J. S. 2002. Metabolic condition in Porcine longissimus muscle immediately pre-slaughter and its influence on peri- and post mortem energy metabolism. *Meat Sci.* 62:145.
5. Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulders, F. J. M., Eikelenboom, G., Engle, B., van aack, R. L. J. M., Hoving-Bolink, A. H., Sterrenburg, P., Nordheim. E. V., Walstra, P. and Van der Wal. P. G. 1993. The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. *Meat Sci.* 34:283.
6. Kim, G. D., Ryu, Y. C., Jeong, J. Y., Yang, H. S., Joo, S. T. (2013) Relationship between pork quality and characteristics of muscle fibers classified by distribution of myosin heavy chain isoforms. *J. Anim. Sci.* 91, 5525-5534
7. Meldoy, J. L., Lonergan, S. M., Rowe, L. J., Huiatt, T. W., Mayes, M. S. and Huff-Lonergan, E. 2004 Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *Journal of Animal Science*, 82;1195-1205.
8. Pearson. A.M and Young, R. B. 1989. *Muscle and meat biochemistry.* p422-433, Academic Press, San Diego.
9. Ryu, Y.C., Choi. Y.M., Kim, B.C. (2005) Variation in metabolite contents and protein denaturation of the longissimus dorsi muscle in various porcine quality classifications and metabolic rates.
10. Tomasz Lesiow., Youling L., Xiong. (2013). A simple, reliable and reproducible method to obtain experimental pale, soft and exudative (PSE) pork. *Meat Science*, 93, 489-494
11. 김계웅, 임병순 (2006) 돼지의 도체중과 등지방 두께에 따른 도체 등급 및 도체 특성. *한국축산식품학회지* 26(2) : 183~188

12. 김동준, 이도현, 이용기, 박동원, 김갑돈, 정은영, 서현우, 정진연, 주선태, 양한술.(2012) 돼지도체 등급판정기준 육색등급과 기계적 측정값간의 상관관계. 농업생명과학연구. 46, 133-139
13. 김천제, 박홍양, 정영철, 강종옥, 이창영, 이의수(1997) PSE, RSE, RFN, DFD 돈육의 육색과 보수력에 관한연구. KOREAN J. FOOD SCI. 26, 1138-1143
14. 문상훈, 정진연, 김갑돈, 조인철, 전진태, 주선태, 박구부.(2009) 돈육 등심의 육색과 보수력 측정치 사이의 상관관계에 관한 연구. 한국동물자원과학회지. 51(4), 329-336
15. 주선태, 이준섭, 이석, 이민석, 고경철, 김병철.(1994)돈육의 사후대사속도에 따른 육질의 변화와 육질추정에 관한 연구. 한국축산식품학회. 14권,1~4.
16. 박구부. (2004)식육과학. 선진문화사, 대한민국, pp 175-179. (서적)
17. 박범영. (2010)돼지고기 품질 및 위생관리 지침서. 농촌진흥청 국립축산과학원, 대한민국, pp 20-21. (서적)
18. 농림축산식품부 고시 제2013-109호, 축산물등급판정세부기준



Ⅲ. 가금 부문





어리장 형태가 닭고기 품질에 미치는 영향

어리장 형태가 닭고기 품질에 미치는 영향

이진석¹ · 김영신¹ · 유호선¹ · 이경우²

¹축산물품질평가원 충북지원, ²건국대학교

초 록

본 연구는 육계 이동 형태에 따라 닭도체 품질에 영향을 주는 어리장 형태, 적재수수, 이동거리 등을 조사하여 등급판정 기준 및 품질공정관리 방법을 제시하기 위해 수행되었다. 상자형과 컨테이너형 어리장을 사용하는 업체에 대해 농가별 100수 씩 도축 후 각 중량대별(8호, 11호, 15호)로 선별대에 낙하된 닭도체를 선별이 이루어지기 전 품질기준을 적용하고, 출하 후 관리실태는 각 도축장별 전산시스템(ERP)의 자료를 활용하여 사육지, 이동거리, 사계, 명계, 파계, B급 등에 대해 분석하였다.

상자형과 컨테이너형 이상육 출현(B급 이하)은 상자형 9.14%, 컨테이너형 23.52%로 컨테이너형이 2.57배 더 높게 하자가 유의적으로 증가하였고, 상자형이 외관, 변색(날개, 다리, 가슴) 상태가 컨테이너형보다 출현율이 낮고 유의차가 있었다. 어리장 형태에 따라 닭도체의 외관상태 및 변색 출현에서는 어리장 형태에 따라 유의차가 발생하였으나, 뼈의 상태는 유의차가 없었다. 또한 적재수수가 많을수록 A급 출현율은 [그림 1]과 같이 음(-)의 상관관계가 뚜렷하나, 이동거리는 상관관계가 낮았다.

닭의 신선도를 측정하는 토리메타(Torrymeter, DISTELL, England) 측정값은 상자형과 컨테이너형을 t-test 처리결과 유의차가 발생하였으나, 이러한 신선도 측정값 차이는 어리장 형태 보다 도축처리 방법에 따른 차이 발생으로 볼 수 있다.

상자형은 제작 및 유지보수 비용이 컨테이너형 보다 많이 소요되었으나 A급 닭도체를 많이 생산하여 운영적 측면에서는 경제적으로 우수하며, 컨테이너형을 사용하는 도축장은 매년 닭도체 품질하락으로 발생하는 손실비용이 상자형보다 많이 발생하는 것으로 나타났다.

서 론

출하 이후 육계의 폐사율은 0.06~3%에 이르며(Bayliss and Hinton, 1990; Knowless and Broom, 1990; Nicole and Scott, 1990; Kranen et al., 2000), 우리나라도 출하 닭의 폐사 및 하자 발생률이 3~6%로 이로 인한 피해액은 연간 약 100억원 수준으로 추정된다(Livestock Reseach Instiute, 2003). 닭고기 품질에 영향을 줄 수 있는 원인은 크게 사육, 상하차 및 수송, 도계로 구분할 수 있는데, 사육(농장)에서는 주로 질병에 의한 폐사, 피부에 상처, 사육환경에 따른 무릎 및 배에 딱지 등이 품질에 영향을 미치며, 도계의 경우는 도축 공정상의 문제로 인한 골절, 깃털 및 잔털제거, 내장 미제거 등이 발생한다. 주로 변색이 발생하는 원인으로 생계 상처, 이송, 하차 시 충격으로 인해 멍 또는 골절이 이루진다고 볼 수 있다.

현재 세계적으로 사용되는 어리장은 케이지, 그물형, 컨테이너형, 상자형, 다중칸 상자형 등이 있다(Kettlewell and Turner, 1985). 우리나라는 주로 상자형 및 컨테이너형을 사용하고 있으며(Kim et al., 2004), 이러한 어리장 형태에 따라 도축장에 도착한 육계의 폐사율이 유의적인 차이가 발생하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2005).

출하 이후 육계의 품질에 영향을 주는 요인으로 어리장 형태에 따라 상하차 방법이 상이하고 수송거리 및 이동 스트레스에 의한 하자 및 폐사가 발생하므로, 본 연구에서는 주요 하자 발생부위 및 발생률을 어리장 형태에 따라 비교 조사하여 닭고기 품질 향상과 등급 판정 기준 설정 근거 및 품질공정관리 방법을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

조사방법

출하 후 관리 실태는 각 도축장별 전산시스템(ERP)의 자료를 활용하여 사육지, 이동거리, 사계, 명계, 파계, B급 등을 분석하였다.

상자형 어리장은 플라스틱 재질로 수송차량에 8단×11칸×2대로 이루어져 있으며 규격은 96×58×25cm 이었고, 컨테이너형은 철 구조물로 수송차량에 9단(10단)×3칸×4대로 이루어져 있으며, 한칸의 규격은 83×99×21cm(9단), 83×99×19cm(10단) 이다. 컨테이너형의 경우 9단, 10단 구분 도축이 어려워 닭도체 품질기준 적용은 통합하여 적용하였다.

품질기준 적용은 농가별 100수 씩 도축 후 각 중량대별(8호, 11호, 15호)로 선별대에 낙하된 닭도체를 선별이 이루어지기 전 품질기준을 적용하였다.

조사항목

축산물등급판정 세부기준의 품질기준 중 출하 이 후에 발생할 수 있는 품질기준 항목인 외관, 변색, 뼈의 상태, 신선도를 판정하였고 신선도 측정기(Torrymeter)를 이용하여 10수 이상 측정하였다.

외관은 닭도체의 전체 상태를 보고 판정하였으며, 변색은 날개, 다리, 가슴으로 뼈의 상태는 날개와 다리로 구분하여 품질기준 A급, B급, C급, F급(품질기준 외 항목)으로 품질평가를 하였다.

수송 및 상하차 현황

육계 수송차량은 5톤 또는 5.5톤을 이용하고 있다. 우리나라에서 주로 사용하는 수송차량의 어리장 형태는 상자형과 컨테이너형 어리장으로 상자형은 분리형으로 구성되어 있으며, 크기는 96×58×25cm로 적재수수는 평균 13.54수이다. 차량에 적재할 수 있는 상자형 크기는 8층×11칸×2대로 총 176개로 차량 평균 적재 수수는 2,608수이다. 또한 어리장 입구의 크기는 34(가로)×22.5cm(세로)이다.

[Table 1] 상자형 수송 및 생계걸이 유형

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 수송차량 | 상자분리 | 생계걸이 |

Table 1과 같이 생계를 농장에서 적재하여 이송을 하는데 상자형 어리장에 생계 적재 시 컨테이너형과 같은 방법으로 적재를 한다. 이 과정에서 변색, 골절, 상처가 발생하는데 상자형 박스를 한 칸씩 내려 생계를 담는 것이 아닌 컨테이너형과 같이 차량에 적재된 상자형의 입구를 열고 생계를 넣거나 던져 적재하는 형태이다. 도축장으로 운송된 상자형 어리장을 한 칸씩 분리하여 이송하는 기기에 이동 후 상자형 덮개를 열어 작업자가 한 마리씩 생계 걸이를 한다.

상자형 어리장 형태에서 하자육이 발생할 수 있는 과정은 농장에서 생계를 담는 과정과 운송차량 내에서 외부의 충격 등으로 인해 변색, 골절, 상처 등이 발생하고, 기타 상자분리 및 생계걸이 과정에서는 하자육 발생 빈도가 낮게 발생할 수밖에 없는 형태이다.

[Table 2] 컨테이너형 수송 및 생계걸이 유형

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 수송차량 | 생계 하차 | 생계걸이 |

Table 2의 컨테이너형 어리장의 크기는 83×99×21cm(9단), 83×99×19cm(10단) 철재구조로 상자형에 비해 크며 평균 적재수수가 25.03(9단), 22.35(10단)수로 상자형에 비해 10수정도 더 적재하고 있다. 차량에 적재할 수 있는 어리장 형태는 9단(10단)×3칸×4대로 108칸(120칸)으로 평균 2,682수로 적재하여 상자형 보다 74수정도 더 적재한다. 또한 어리장 입구의 크기는 9단의 경우 48(가로)×21cm(세로), 10단은 43(가로)×19cm(세로) 이다.

농장에서 생계적재 방법은 어리장의 입구를 열어 생계를 던져 적재하는 방법으로 하자육 발생의 주요 원인이 되며, 운송 중에도 철재구조 등에 의한 외부충격으로 하자육이 발생할 수 있다. 또한 생계하차 시 어리장을 기울여 생계를 떨어뜨리는 방법으로 인한 충격과 어리장과 기기 사이에 끼는 현상으로 인한 하자육 발생빈도가 상자형에 비해 높다고 볼 수 있다.

닭도체 품질기준

| 항목 | 품질 기준 | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|------|
| | A급 | | B급 | | C급 | |
| 외관 | 날개, 등뼈, 가슴뼈 및 다리가 굽지 않고 좋은 외형과 피부병 등 질병의 흔적에 따른 도체외관의 손상이 없는 것 | | 날개, 등뼈, 가슴뼈 및 다리가 외관을 손상시키지 않는 범위에서 약간 휘거나 피부병 등 질병의 흔적에 따른 도체외관의 손상이 약간 있는 것 | | 날개, 등뼈, 가슴뼈 및 다리가 비정상적으로 휘거나 피부병 등 질병의 흔적에 따른 도체외관의 손상이 많이 있는 것 | |
| 변색 | 가벼운 상처나 멍, 피부의 변색은 허용하나 색이 분명한 것은 총면적에 대해 장축의 지름이 아래의 허용치를 초과해서는 안 된다 | | 가벼운 상처나 멍, 피부의 변색은 허용하나 색이 분명한 것은 총면적에 대해 장축의 지름이 아래의 허용치를 초과해서는 안 된다 | | 가벼운 상처나 멍, 피부의 변색은 허용하나 색이 분명한 것은 총면적에 대해 장축의 지름이 아래의 허용치를 초과해서는 안 된다 | |
| 중량구격 | 가슴과 다리부위 | 기타부위 | 가슴과 다리부위 | 기타부위 | 가슴과 다리부위 | 기타부위 |
| 13호미만 | 1.5cm | 3cm | 2.5cm | 5cm | 3.5cm | 7cm |
| 13호이상 | 2.5cm | 4cm | 4cm | 6cm | 6cm | 8cm |
| | 상처로 인한 응혈이 있어서는 안된다 | | | | | |
| 뼈의 상태 | 골절 및 탈골된 것이 없어야 한다 | | 골절된 것이 없어야 하고, 1개의 탈골된 뼈는 허용한다 | | 1개이하의 골절 및 2개이하의 탈골은 허용한다 | |
| F급 | C급 미만의 닭도체를 말한다. | | | | | |
|  | |  | |  | | |
| 다 리 | | 가 슴 | | 날 개 | | |
|  | |  | |  | | |
| 등 | | 윗날개 변색(절개 전) | | 윗날개 변색(절개 후) | | |

※ 품질기준 중 외관 항목 적용은 본 연구에 해당되는 피부상처만 적용하였다.

결과 및 고찰

어리장 형태에 따른 품질수준

중량을 8호(751~850g), 11호(1,051~1,150g), 15호(1,451~1,550g)로 구분하여 총 19,000수를 조사하였다. 어리장 형태 및 운송거리가 닭고기 품질에 영향을 미치는 품질기준 항목을 외관, 변색(날개, 다리, 가슴), 뼈의 상태(날개, 다리), 그리고 신선도로 구분하여 품질평가를 실시하였다.

[Table 3] 중량별 품질 수준

| 품질항목 | 어리장형태 | 8호 | | | | 합계 | 11호 | | | | 합계 | 15호 | | | | 합계 |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|
| | | A | B | C | F | | A | B | C | F | | A | B | C | F | |
| 외관 | 상자형 | 3,052 | 45 | 2 | 1 | 3,100 | 3,868 | 28 | 3 | 1 | 3,900 | 2,477 | 20 | | 3 | 2,500 |
| | | 98.45% | 1.45% | 0.06% | 0.03% | 100% | 99.18% | 0.72% | 0.08% | 0.03% | 100% | 99.08% | 0.80% | 0.00% | 0.12% | 100% |
| | 컨테이너형 | 2,643 | 107 | 50 | | 2,800 | 3,563 | 233 | 103 | 1 | 3,900 | 2,576 | 163 | 61 | | 2,800 |
| | | 94.39% | 3.82% | 1.79% | 0.00% | 100% | 91.36% | 5.97% | 2.64% | 0.03% | 100% | 92.00% | 5.82% | 2.18% | 0.00% | 100% |
| 날개(변색) | 상자형 | 2,991 | 69 | 30 | 10 | 3,100 | 3,718 | 110 | 43 | 29 | 3,900 | 2,408 | 46 | 28 | 18 | 2,500 |
| | | 96.48% | 2.23% | 0.97% | 0.32% | 100% | 95.33% | 2.82% | 1.10% | 0.74% | 100% | 96.32% | 1.84% | 1.12% | 0.72% | 100% |
| | 컨테이너형 | 2,600 | 97 | 90 | 13 | 2,800 | 3,576 | 157 | 136 | 31 | 3,900 | 2,568 | 98 | 103 | 31 | 2,800 |
| | | 92.86% | 3.46% | 3.21% | 0.46% | 100% | 91.69% | 4.03% | 3.49% | 0.79% | 100% | 91.71% | 3.50% | 3.68% | 1.11% | 100% |
| 다리(변색) | 상자형 | 3,066 | 20 | 8 | 6 | 3,100 | 3,866 | 14 | 15 | 5 | 3,900 | 2,486 | 6 | 4 | 4 | 2,500 |
| | | 98.90% | 0.65% | 0.26% | 0.19% | 100% | 99.13% | 0.36% | 0.38% | 0.13% | 100% | 99.44% | 0.24% | 0.16% | 0.16% | 100% |
| | 컨테이너형 | 2,621 | 96 | 73 | 10 | 2,800 | 3,766 | 61 | 61 | 12 | 3,900 | 2,707 | 49 | 38 | 6 | 2,800 |
| | | 93.61% | 3.43% | 2.61% | 0.36% | 100% | 96.56% | 1.56% | 1.56% | 0.31% | 100% | 96.68% | 1.75% | 1.36% | 0.21% | 100% |
| 가슴(변색) | 상자형 | 3,048 | 26 | 11 | 15 | 3,100 | 3,854 | 27 | 6 | 13 | 3,900 | 2,482 | 7 | 1 | 10 | 2,500 |
| | | 98.32% | 0.84% | 0.35% | 0.48% | 100% | 98.82% | 0.69% | 0.15% | 0.33% | 100% | 99.28% | 0.28% | 0.04% | 0.40% | 100% |
| | 컨테이너형 | 2,698 | 38 | 59 | 5 | 2,800 | 3,779 | 60 | 49 | 12 | 3,900 | 2,707 | 52 | 35 | 6 | 2,800 |
| | | 96.36% | 1.36% | 2.11% | 0.18% | 100% | 96.90% | 1.54% | 1.26% | 0.31% | 100% | 96.68% | 1.86% | 1.25% | 0.21% | 100% |
| 날개(뼈) | 상자형 | 3,066 | 28 | 6 | | 3,100 | 3,822 | 65 | 11 | 2 | 3,900 | 2,451 | 38 | 10 | 1 | 2,500 |
| | | 98.90% | 0.90% | 0.19% | 0.00% | 100% | 98.00% | 1.67% | 0.28% | 0.05% | 100% | 98.04% | 1.52% | 0.40% | 0.04% | 100% |
| | 컨테이너형 | 2,792 | 1 | 3 | 4 | 2,800 | 3,859 | 5 | 23 | 13 | 3,900 | 2,769 | 1 | 19 | 11 | 2,800 |
| | | 99.71% | 0.04% | 0.11% | 0.14% | 100% | 98.95% | 0.13% | 0.59% | 0.33% | 100% | 98.89% | 0.04% | 0.68% | 0.39% | 100% |
| 다리(뼈) | 상자형 | 3,073 | 2 | 25 | | 3,100 | 3,884 | 1 | 14 | 1 | 3,900 | 2,492 | | 8 | | 2,500 |
| | | 99.13% | 0.06% | 0.81% | 0.00% | 100% | 99.59% | 0.03% | 0.36% | 0.03% | 100% | 99.68% | 0.00% | 0.32% | 0.00% | 100% |
| | 컨테이너형 | 2,799 | | | 1 | 2,800 | 3,900 | | | | 3,900 | 2,800 | | | | 2,800 |
| | | 99.96% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 100% | 100.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100% | 100.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100% |

[Table 3]과 같이 닭도체 크기에 따라 품질 수준 평가결과 B급 이하의 출현율에서 외관은 상자형의 경우 8호가 1.55%로 가장 낮고, 11호와 15호는 거의 차이가 없으며, 컨테이너형은 8호가 5.61%로 가장 낮고, 11호가 8.44%로 가장 높았다.

날개 변색 출현율은 컨테이너형이 상자형보다 높게 조사되었으나, 컨테이너형과 상자형 모두 중량별 차이는 발견되지 않았다. 다리 변색은 상자형(1.10%), 컨테이너형(6.39%) 모두 8호가 가장 높았고, 가슴 변색은 상자형보다 컨테이너형이 3%정도 높았으며 두 가지 형태 모두 호수별로는 차이는 거의 없었다.

뼈의 상태는 상자형과 컨테이너형간에 큰 차이 없이 비슷하게 출현하였다.

상자형과 컨테이너 어리장 동일하게 날개변색 출현이 가장 많았으며 뼈의 상태는 가장 낮았다. 상자형과 컨테이너형 모두 생계 상차 시 날개가 어리장과 충격에 의해 발생하며,

컨테이너형은 하차 시에도 생계와 서로 충돌하거나 기기에 끼이는 현상으로 인해 발생하는 것으로 추측되었다. 중량별로 보면 11호 이하가 하자육 출현빈도가 높고, 15호가 가장 낮았다.

[Table 4] 전체품질 출현율

| 구분 | | A | B | C | F | 총합계 |
|------------|----------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 상자형 | 개수 | 8,632 | 535 | 215 | 118 | 9,500 |
| | 출현율(%) | 90.86 | 5.63 | 2.26 | 1.24 | 100 |
| 컨테이너형 | 개수 | 7,266 | 1,206 | 880 | 148 | 9,500 |
| | 출현율(%) | 76.48 | 12.69 | 9.26 | 1.56 | 100 |
| chi square | χ^2 | 64.0 | 237.2 | 382.3 | 3.34 | |
| | P value | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.068 | |

상자형과 컨테이너형 이상육 출현(B급 이하)은 상자형 9.14%, 컨테이너형 23.52%로 컨테이너형이 2.57배 더 높고 유의적으로 증가하였다(Table 4). 이는 상차 시 상자형과 컨테이너형 적재 방법이 동일하므로 운송 및 하차 시 발생하는 하자가 컨테이너형이 많이 출현하여 어리장 형태에 따라 하자 발생이 차이가 있는 것으로 나타났다.

[Table 5] 외관 출현율

| 구분 | | A | B | C | F | 총합계 |
|------------|----------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 상자형 | 개수 | 9,397 | 93 | 5 | 5 | 9,500 |
| | 출현율(%) | 98.92 | 0.98 | 0.05 | 0.05 | 100 |
| 컨테이너형 | 개수 | 8,782 | 503 | 214 | 1 | 9,500 |
| | 출현율(%) | 92.44 | 5.29 | 2.25 | 0.01 | 100 |
| chi square | χ^2 | 10.6 | 273.6 | 197.2 | 2.67 | |
| | P value | 0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.102 | |

중량별 구분 없이 외관의 품질수준이 상자형과 컨테이너형이 현격하게 차이가 발생하였다(Table 5). 상자형의 경우 생계의 등 부위에 상처가 거의 발생하지 않으며, 컨테이너형의 경우 철재 재질 및 일체형 구조이며, 하차 시 서로 엉키거나 기기(덤핑)에 부딪치는 등 생계의 등 부위 상처가 자주 발생하는 것으로 나타났다.

[Table 6] 날개 변색 출현율

| 구분 | | A | B | C | F | 총합계 |
|------------|----------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 상자형 | 개수 | 9,117 | 225 | 101 | 57 | 9,500 |
| | 출현율(%) | 95.97 | 2.37 | 1.06 | 0.60 | 100 |
| 컨테이너형 | 개수 | 8,744 | 352 | 329 | 75 | 9,500 |
| | 출현율(%) | 92.04 | 3.71 | 3.46 | 0.79 | 100 |
| chi square | χ^2 | 4.02 | 27.1 | 118.2 | 2.44 | |
| | P value | 0.045 | <0.001 | <0.001 | 0.118 | |

날개 변색은 상자형이 컨테이너형보다 변색이 낮게 출현하였는데, 이는 컨테이너형이 상자형보다 어리장 입구의 높이가 낮고, 운송 및 상·하차 시 날개에 충격이 더 가해지며, C급 출현율은 통계적 유의성이 발견되었다(Table 6). 또한 부위별 변색 출현이 날개부위가 가장 높았다.

어리장 입구의 크기는 상자형이 작고 컨테이너형이 크며, 높이는 상자형이 높고, 컨테이너형이 낮아 날개의 아랫날개와 윗날개의 관절부위에 하자가 발생한다. 또한 하차 시 날개에 충격이 가해져 닭도체에 변색이 발생할 수 있다.

[Table 7] 다리 변색 출현율

| 구분 | | A | B | C | F | 총합계 |
|------------|----------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 상자형 | 개수 | 9,418 | 40 | 27 | 15 | 9,500 |
| | 출현율(%) | 99.14 | 0.42 | 0.28 | 0.16 | 100 |
| 컨테이너형 | 개수 | 9,094 | 206 | 172 | 28 | 9,500 |
| | 출현율(%) | 95.73 | 2.17 | 1.81 | 0.29 | 100 |
| chi square | χ^2 | 2.87 | 110.6 | 104.6 | 3.92 | |
| | P value | 0.090 | <0.001 | <0.001 | 0.048 | |

다리 변색은 상자형보다 컨테이너형이 하자 출현이 높게 조사되었다. A급 출현율은 통계적 유의성은 발견되지 않았지만(Table 7), B급과 C급의 출현율은 어리장에 따라서 차이가 발생한 것으로 조사되었다. 상자형과 컨테이너형의 입구의 크기 차이로 인한 다리에 하자 발생이 적게 출현한 것으로 볼 수 있다.

[Table 8] 가슴 변색 출현율

| 구분 | | A | B | C | F | 총합계 |
|------------|----------|-------|--------|--------|-------|--------|
| 상자형 | 개수 | 9,384 | 60 | 18 | 38 | 9,500 |
| | 출현율(%) | 98.78 | 0.63 | 0.19 | 0.40 | 100.00 |
| 컨테이너형 | 개수 | 9,184 | 150 | 143 | 23 | 9,500 |
| | 출현율(%) | 96.67 | 1.58 | 1.51 | 0.24 | 100.00 |
| chi square | χ^2 | 1.09 | 38.2 | 96.2 | 3.68 | |
| | P value | 0.297 | <0.001 | <0.001 | 0.055 | |

가슴 변색은 컨테이너형이 상자형 보다 하자 발생율이 높았다.(Table 8). 특히, B급과 C급의 출현율이 컨테이너형에서 유의적으로 증가하였다. 상자형의 경우 하자 발생 원인이 상차 시 던져서 적재하는 방법이 주요 원인인 반면, 컨테이너형은 상차 시에도 상자형과 같은 유형으로 하자가 발생하지만 하차 시 주로 발생하는 것으로 볼 수 있다. 또한 상차 시 닭의 가슴 부위 하자 발생할 수 있는 원인이 다른 부위보다 적게 나타났다.

[Table 9] 적재 수수에 따른 품질수준

(단위 : 수, 이상~미만)

| 품질수준 | 상자형 | | | 컨테이너형 | | | | | | 총합계 |
|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 14미만 | 14-16 | 16-18 | 20-22 | 22-24 | 24-26 | 26-28 | 28-30 | 30-32 | |
| A | 90.5 | 90.2 | 89.3 | 74.3 | 75.2 | 75.1 | 74.8 | 79.2 | 80.0 | 83.0 |
| B | 5.7 | 5.9 | 6.8 | 11.5 | 14.2 | 13.3 | 14.1 | 11.3 | 9.0 | 9.6 |
| C | 2.4 | 2.5 | 2.8 | 11.3 | 9.0 | 10.1 | 10.0 | 8.4 | 8.0 | 6.0 |
| F | 1.3 | 1.4 | 1.2 | 2.8 | 1.7 | 1.5 | 1.1 | 1.1 | 3.0 | 1.4 |

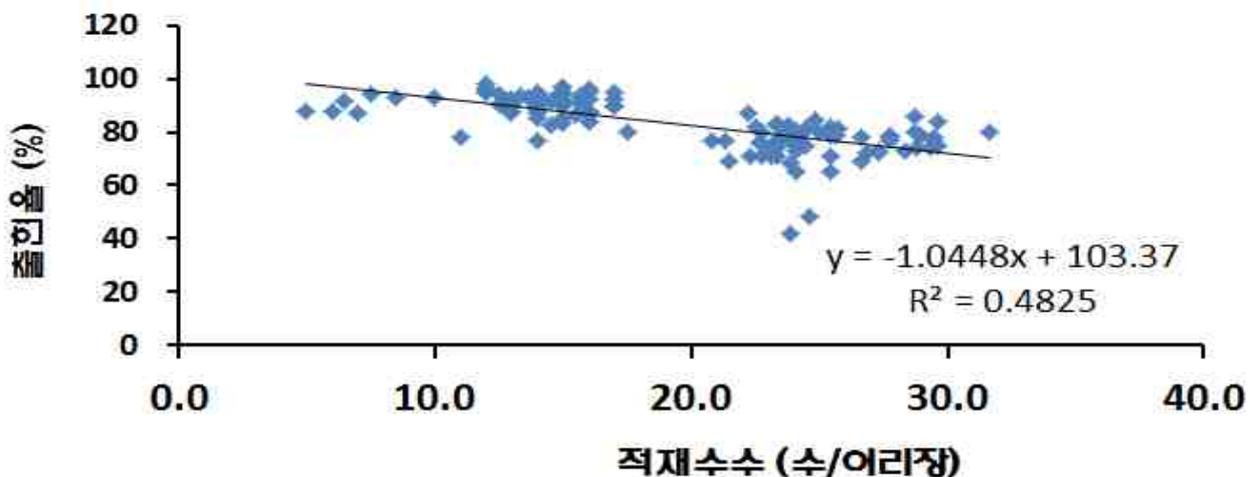
어리장 한 칸의 적재 수수가 많아질수록 하자 출현율이 높아졌으며 (A급 출현율, $r=0.807$, $p=0.009$), 특히 경미한 하자(B급 수준)가 증가($r=0.836$, $p=0.005$)하는 것으로 나타났다 (Table 9). 또한 30수 이상 적재하는 것은 작은 호수(8호)를 운송할 때 주로 이용한다.

[Table 10] 적재 수수에 따른 하자출현율

| 출현율 | 상자형 | | | 컨테이너형 | | | | | | 총합계 |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 14미만 | 14-16 | 16-18 | 20-22 | 22-24 | 24-26 | 26-28 | 28-30 | 30-32 | |
| 사계 | 1.03 | 0.80 | 0.96 | 0.30 | 0.67 | 0.95 | 0.41 | 0.19 | 0.35 | 0.78 |
| 파계 | 0.20 | 0.23 | 0.21 | 1.21 | 0.50 | 0.85 | 0.98 | 1.36 | 0.45 | 0.50 |
| 명계 | 1.86 | 1.44 | 1.60 | 14.65 | 7.25 | 6.25 | 6.37 | 7.83 | 8.57 | 4.47 |
| B급 | 1.38 | 1.79 | 2.73 | 1.98 | 2.12 | 3.90 | 2.17 | 2.43 | 2.72 | 2.22 |
| 합계 | 4.47 | 4.26 | 5.50 | 18.15 | 10.54 | 11.95 | 9.94 | 11.81 | 12.10 | 7.97 |

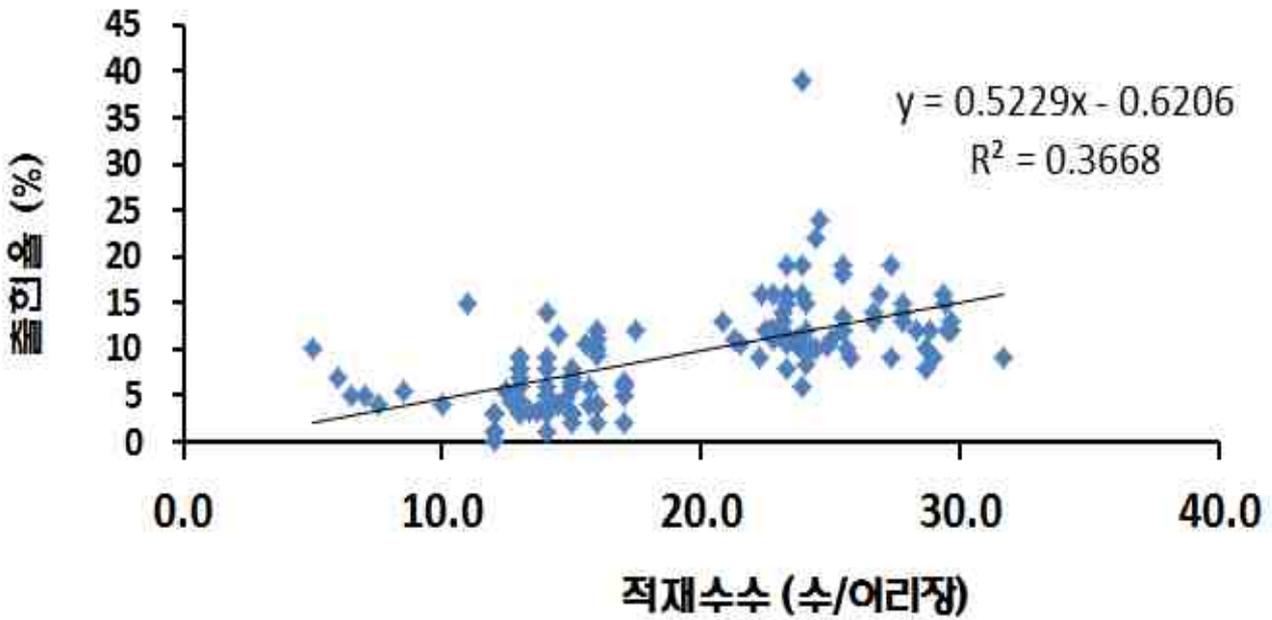
작업장 자체 품질선별 결과 상자형이 컨테이너형 보다 하자 출현이 낮게 조사되었으며 (Table 10), 전체적인 품질상태도 어리장 형태에 따른 닭고기 품질에 미치는 영향과 같이 상자형이 컨테이너형보다 유리한 것으로 나타났다.

[그림 1] 적재 수수에 따른 A급 품질수준.



적재수수에 따른 A급 출현율은 [그림 1]과 같이 부의 상관관계가 뚜렷하다. 즉, 적재수수가 많을수록 A급 출현율이 낮다는 것을 의미한다.

[그림 2] 적재 수수에 따른 B급 품질수준.



적재수수에 따른 B급 출현율은 [그림 2]와 같이 정의 상관관계가 뚜렷하다. 즉, 적재수수가 많을수록 B급 출현율이 증가한다는 것을 의미한다.

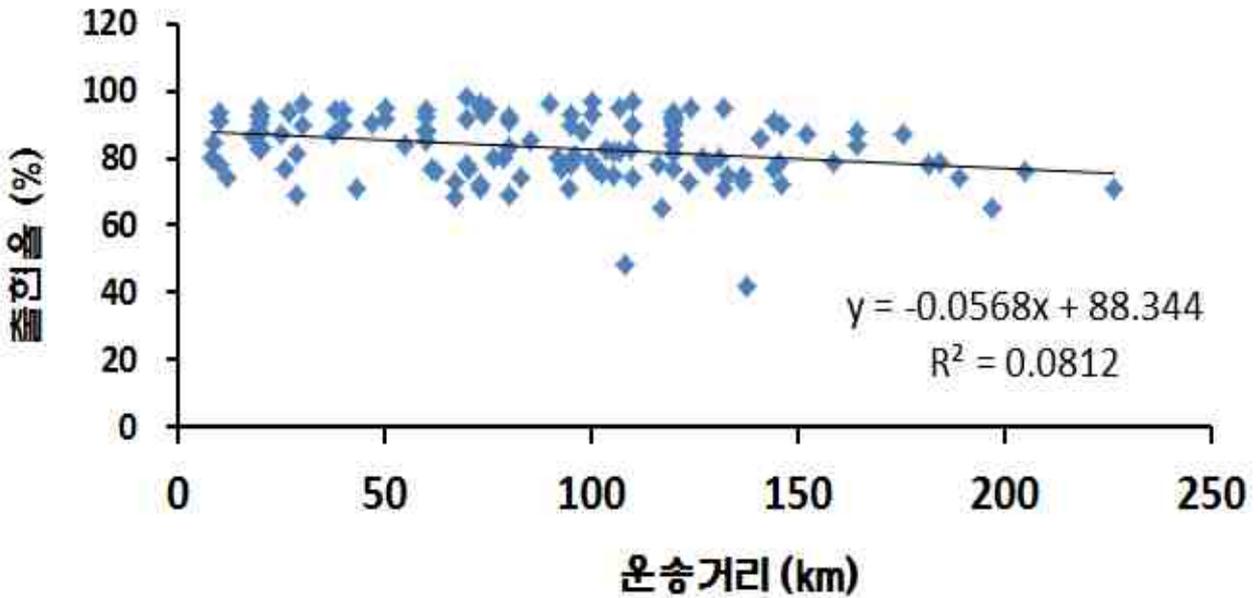
[Table 11] 이동거리 구간별 품질 수준

(단위 : km, %)

| 품질수준 | 10미만 | 10-40 | 40-70 | 70-100 | 100-130 | 130-160 | 160-190 | 190-220 | 220-250 | 총합계 |
|------|------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| A | 79.4 | 87.0 | 84.9 | 83.9 | 83.2 | 78.1 | 81.6 | 70.5 | 71.0 | 83.0 |
| B | 12.0 | 7.4 | 8.9 | 8.5 | 9.5 | 12.5 | 10.5 | 19.0 | 16.0 | 9.6 |
| C | 7.2 | 4.3 | 4.7 | 6.0 | 6.3 | 7.7 | 5.9 | 9.0 | 11.0 | 6.0 |
| F | 1.4 | 1.3 | 1.6 | 1.6 | 1.0 | 1.8 | 2.0 | 1.5 | 2.0 | 1.4 |

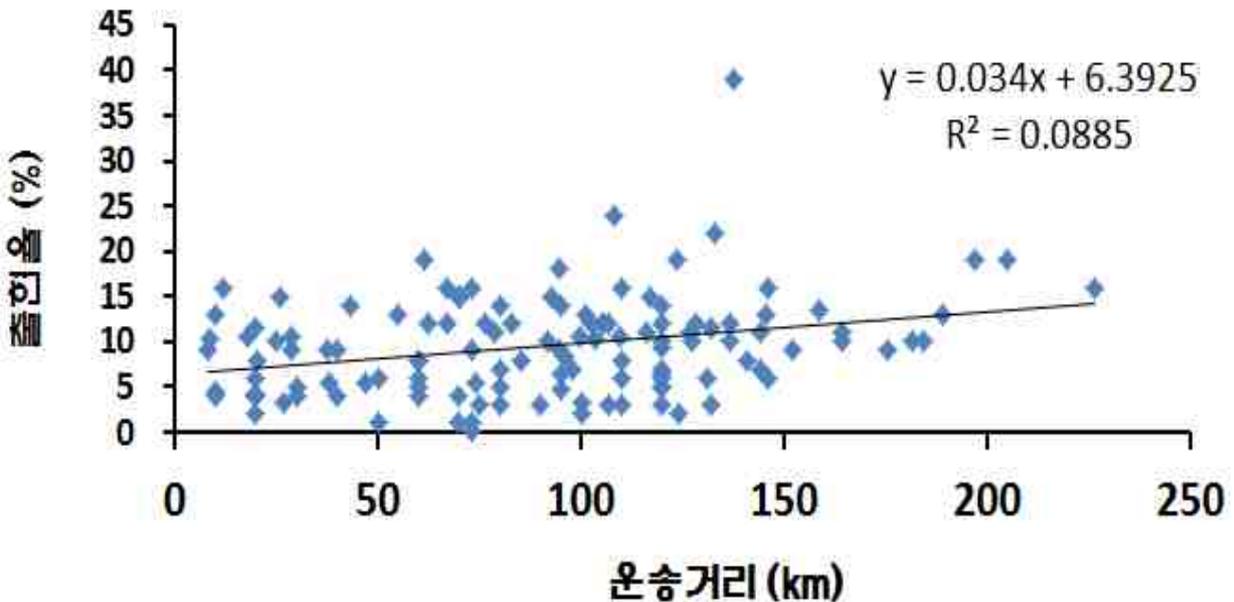
운송거리가 먼 경우 하자 출현율이 가까운 거리보다 2배 정도 더 출현되는 것으로 나타나, 운송 시 어리장 내에서도 충격 및 스트레스를 받는 것으로 나타났다(Table 11). A급 출현율은 운송거리에 영향을 받는 것으로 조사되었으며 ($r=0.744$, $P=0.04$), B급 출현율도 운송거리가 증가할수록 증가하는 것으로 조사되었다 ($r=0.640$, $p=0.046$).

[그림 3] 이동거리 구간별 A급 품질 수준



[Table 11]과는 달리 운송거리에 따른 A급 출현율의 상관성은 다소 낮으며, B급, C급, F급은 반대로 출현율이 다소 증가하는 것으로 나타났다(그림 3). 즉 A급 품질수준 차이는 보이지만, 뚜렷한 상관성은 없는 것으로 조사되었다.

[그림 4] 이동거리 구간별 B급 품질 수준.



[Table 11]과는 달리 운송거리에 따른 B급 출현율의 상관성은 다소 낮게 조사되었다 ($r=+0.297$)(그림 3).

[Table 12] 종량별 토리메타 측정치

| 구분 | 8호 | 11호 | 15호 | 합계 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 상자형 | 13.05 | 13.70 | 14.02 | 13.57 |
| 컨테이너형 | 14.04 | 14.29 | 14.34 | 14.23 |
| 합계 | 13.58 | 14.02 | 14.20 | 13.93 |

닭의 신선도를 측정하는 토리메타(Torrymete) 측정값은 상자형과 컨테이너형을 t-test 처리결과 유의차가 발생하였으나(Table 12), 이러한 신선도 측정값 차이는 어리장형태 보다 도축처리 방법에 따른 차이 발생으로 볼 수 있다. (상자형 어리장을 이용하는 도축장은 water chilling 방식이며, 컨테이너형 사용 도축장은 air chilling 방식)

어리장 형태에 따른 경제적 분석

[Table 13] 어리장 형태별 운영비

| 구분 | 상자형 | 컨테이너형 |
|--------------|---------------------------|------------|
| 사용년수 | 3년 | 10년 이상 |
| 수선비용 | 48,500×2,000개=97,000,000원 | 차주 자체수리 |
| 교체비용(차량 1대분) | 48,500×176개=8,536,000원 | 8,500,000원 |

[Table 13]과 같이 차량 한 대에 적재할 수 있는 어리장 제작 비용은 두 형태가 8,500천원 정도로 비슷하였으나 상자형이 운영비가 더 많이 소요되며, 사용연한 또한 컨테이너형보다 짧아 비용적인 측면에서 상자형이 불리하다 볼 수 있으며, 도축시설에서 생계를 하차 할 수 있는 시설 설치비용은 상자형이 컨테이너형 보다 더 많이 소요되나, 도축 시설의 형태에 따라 비용이 달라 정확한 가격 산출이 어렵다.

[Table 14] 명·과계, B급(비정상계) 도체 상품화한 수율

| 구분 | 정상 | | 명·과계, 비정상계 | |
|---------------|--------|--------|------------|--------|
| | 정선 전 | 정선 후 | 정선 전 | 정선 후 |
| 명·과계 제품화(kg) | 60,791 | 57,275 | 64,095 | 45,226 |
| 명·과계 제품화 수율 | 94.21% | | 70.56% | |
| 구분 | 상자형 | | 컨테이너형 | |
| 일평균 도축수수(10월) | 70,000 | | 180,000 | |
| 명·과계 출현율* | 1.88% | | 8.12% | |

* 업체 자체 선별하여 제공한 명·과계 비율

통상적으로 명·과계 수율을 65%정도 적용되고 있으나 식육가공 시 명·과계, B급을 동시에 사용하여 따로 구분하지 않고 통합하여 수율을 측정하였다(Table 14). 이 때 수율은 부위별 발골 정형 수율이 아닌 제품화하기 수월한 절단육 수율을 측정하였다.

정상육을 사용한 절단육 제품을 제조할 경우 94.21% 제품화 할 수 있어 loss가 6%정도 발생하고, 명·파계를 사용할 경우 70.56%로 정도 제품화 할 수 있어 정상육과 23.65%정도 차이가 발생하였다.

정상 닭도체 1수 가격이 A업체 11호 평균 3,710원(10월)이고 명·파계 가격이 2,990원(10월)으로 산정할 경우 컨테이너형 작업장이 상자형 작업장보다 일평균 3백만원 정도 손실(7만수로 환산)이 발생하는 것으로 추정된다.

상자형이 컨테이너형보다 초기 시설투자 비용이 많이 소요되었으나 A급 닭도체를 많이 생산하여 운영적 측면에서는 경제적으로 우수하며, 컨테이너형을 이용하는 도축장은 매년 닭도체 품질하락으로 발생하는 손실비용이 상자형보다 많이 발생하는 것으로 나타났다.

상자형을 이용하는 것이 경제적 가치 및 운용적인 측면에서 유리하며 생계하차 시 닭에 충격을 적게 줄 수 있는 상자형이 동물복지 측면에서도 유리하다 볼 수 있다.

[Table 15] 상자형과 컨테이너형 어리장 비교

| 구분 | 비교 |
|-----------|-------------|
| 사용년수 | 상자형 < 컨테이너형 |
| 유지보수 비용 | 상자형 > 컨테이너형 |
| A급 출현율 | 상자형 > 컨테이너형 |
| 명·파계 비율 | 상자형 < 컨테이너형 |
| 생산인력 투입 | 상자형 = 컨테이너형 |
| 품질하락 손실비용 | 상자형 < 컨테이너형 |
| 초기투자비용 | 상자형 > 컨테이너형 |
| 어리장 입구크기 | 상자형 > 컨테이너형 |

요 약

상자형과 컨테이너형의 어리장 재질 및 크기 차이가 존재하며 또한 적재 및 하차 시 어리장 입구의 높이가 상자형이 컨테이너형보다 1.5cm ~ 3.5cm 정도 높아 닭도체 품질에 적게 영향을 받으며, 하차 시 상자형은 상자를 분리하여 작업자가 상자에서 생계를 꺼내어 생계걸이를 실시하고 있으나, 컨테이너형의 경우는 차량의 어리장에서 직접 생계를 낙하시켜 생계를 거는 작업을 실시하는데 이러한 도축공정의 차이가 닭도체 품질에 영향을 주는 것으로 조사되었다.

상자형과 컨테이너형 이상육 출현(B급 이하)은 상자형 9.14%, 컨테이너형 23.52%로 컨테이너형이 2.57배 더 높게 하자가 유의적으로 증가하였고, 상자형이 외관, 변색(날개, 다리, 가슴) 상태가 컨테이너형 보다 출현율이 낮았으며 유의차가 있었다. 어리장형태에 따라 닭도체의 외관상태 및 변색 출현율에서는 유의차가 발생하였으나, 뼈의 상태는 유의차가 없었다. 또한 적재수수가 많을수록 A급 출현율은 [그림 1]과 같이 부의 상관관계가 뚜렷하나, 이동거리와는 상관관계가 적었다.

닭의 신선도를 측정하는 토리메타(측정값은 상자형과 컨테이너형을 t-test 처리결과 유의차가 발생하였으나, 이러한 신선도 측정값 차이는 어리장 형태보다 도축처리 방법에 따라 발생한 것으로 볼 수 있다.

상자형 제작 및 유지보수 비용이 컨테이너형 보다 많이 소요되었으나 A급 닭도체를 많이 생산하여 운영적 측면에서는 경제적으로 우수하며, 컨테이너형을 사용하는 도축장은 매년 닭도체 품질하락으로 발생하는 손실비용이 상자형보다 많이 발생하는 것으로 나타났다. 상자형이 초기 투자비용은 많이 소요되나 경제적 측면, 닭도체 품질, 동물복지 측면에서 컨테이너형보다 우수하다 할 수 있다.

어리장 형태에 따라 외관 및 변색 발생에 대한 유의차가 발생하므로 상자형을 이용하는 도축장의 경우 등급판정 원료육 품질이 일정하게 유지될 수 있어 등급판정 기준 적용이 수월하여 등급판정 적용 범위를 확대 및 품질공정관리 시 가산점을 부여하는 등 어리장 형태에 따라 차별화 적용이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Bayliss, P. A, and Hilton, M. H.(1990) Transportation of poultry with special reference to mortality rates. *applied Animal Behaviour Science* 28. 9-118.
2. Kim, D. H, Yoo, Y. M., Cho, S. H., Park B. Y., Kim, Y. K., Lee, J. M. (2004) Handling of harvested broiler. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 24, 424-432
3. Knowles, T. G. and Broom, D. M. (1990) The handling and transport of broilers and spent hens. *Applied Animal Behaviour Science* 28, 75-91
4. Krannen, G., Heath, J. L., Wabeck, C. J., and Mench, J. A. (1997) Shackling of broilers: effects on stress responses and breast meat quality. *British Poultry Science* 38, 323-332.
5. Livestock Research Institute (2003) Annual Report 334-340.
6. Mitchell, M. A., Kettlewell, P. J., and Maxwell, M. H. (1992) Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. *Animal Welfare* 1, 92-103.
7. Nicole, C. J. and Scott, G. B. (1990) Transport of broiler chicken. *Applied Animal Behaviour Science* 28, 57-73.
8. Nicole, C. J. and Weekc, C. S. (1993) Poultry handling and transport. In: Grandin, T. (Ed.), *Livestock handling and transport*, 1st Edition. CABI Publishing, Wallingford.
9. SAS (1988) SAS/TAt Software for PC. Release 6.03, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
10. Suzuki, E. Y., Early, R. J., and Patterson, P. H. (1994) Energy metabolism in isolated chick (*Gallus domesticus*) gastrocnemius and tilapia (*Tilapia mossambica*) epaxial muscle at various temperatures in vitro. *Comparative Biochememistry and Physiology* 109, 139-150.
11. Warriss, P. D., Bevis, E. A., Brown, S. N., and Edwards, E. (1992) Longer journeys to processing plants are associated with higher mortality in broiler chickens. *British Poultry Science* 33, 201-206.
12. Webster, A. J. F., Tuddenham, A., Salville, C. A., and Scott, G. A. (1993) Thermal stress on chickens in transit. *British Poultry Science* 34, 267-277.



산란 주령이 가공계란 품질에 미치는 영향 조사

산란 주령이 가공계란 품질에 미치는 영향 조사

이수홍¹ · 김성태¹ · 임태환¹ · 김지명² · 이지웅² · 노준희² · 임전순² · 박지혜² ·

김현진² · 박사라² · 장재인² · 신말식²

¹축산물품질평가원 광주전남지원, ²전남대학교

초 록

산란 주령이 가공용 계란 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 20주령부터 60주령까지 Hy-Line Brown 품종에서 생산된 12,400개의 계란을 대상으로 2주에 한번 씩 계란의 외관 품질, 내부품질과 가공품질을 조사하였다. 외관품질은 48주령까지 A급 계란의 비율이 85% 수준을 유지하다가, 산란 주령 50주부터 75% 이하로 유의하게 하락하였고($p<0.001$), Haugh Units(HU)는 산란 주령 56주부터 80 이하로 급격하게 하락하였다. 그러나 산란 주령 60주까지 외관품질과 내부품질 모두 B급 이상 80%와 HU 60 이상으로 계란 품질평가 1등급 기준을 충족하였다. 난백과 난황의 pH와 난백의 점도는 산란 주령에 따른 유의차가 없었으며, 난백의 거품형성력, 난황의 점도, 유화력과 유화안정도는 유의차는 있었지만 산란 주령에 따른 경향은 보이지 않았다. 산란 주령이 경과함에 따라 난백의 겔 조직 특성 중 경도, 검성, 씹힘성, 응집성 및 회복력이 개선되었다($p<0.05$). 50 g의 반죽을 이용하여 엔젤푸드 케이크를 제조한 결과, 반죽의 무게는 43.01 g에서 44.77 g으로 차이를 보였으나 부피와 비체적은 유의차가 없었으며, 굽기 손실율과 비중은 유의차는 있으나($p<0.05$), 산란 주령과의 연관성은 낮았다.

Key words : egg, age, layer, grade, quality, angel food cake

서 론

계란 산업은 2013년 16,394억원의 시장으로 계속해서 양적으로 성장하고 있음에도 불구하고(농림축산식품부 보도자료, 2014), 현재까지도 냉장시설의 미비와 비위생적인 계란유통으로 인해 품질이 저하된 계란이 소비자에게 판매되어 계란산업의 발전을 가로막고 있다. 소비자들의 먹거리에 대한 관심이 높아지고, 위생과 품질 및 안전을 생각하게 된 1980년대 후반 이후에는(정, 1986), 소비자들이 직접 유통기한 표시와 냉장유통 시스템의 도입을 요구하게 되었다(한국소비자원, 1998).

2000년대 들어 장(2000)과 채 등(2000)에 의해 소비자의 신뢰회복과 계란산업 발전을 위해 계란 등급제의 도입 필요성이 제기되었고, 이러한 의견들이 반영되어 2001년 계란 등급제가 시행되었으며, 이후 등급계란은 일반란보다 높은 품질 수준을 유지하면서 시장을 확대하고

있다(유, 2003, 등급판정통계, 2013). 소비자의 높아진 건강과 안전에 대한 눈높이를 맞추기 위해 2011년 7월부터 배합사료의 항생제 첨가가 금지되고, 2012년 1월에 계란의 유통기간과 생산자 표시가 의무화되었으며, 2013년 8월에는 동물약품 수의사 처방제가 시행되었다. 그러나 소비자들의 높아진 동물복지에 대한 관심 속에서도 산란계에 대한 강제환우는 경제성 등의 이유로 산란계 농장에서 여전히 시행중에 있으며, 강제환우를 하지 않는 농가는 2.8%에 불과한 실정이다(장, 2006).

장 등(2006)은 산란계의 강제환우는 60주령에서 65주령 사이에 실시하는 것이 산란기간 연장에 유리하다고 보고하였는데, 2013년 축산물품질평가원에서 등급판정을 받은 계란의 97.7%는 60주령 이하인 것으로 나타나 등급판정을 받은 계란은 동물복지 측면에서 문제가 되고 있는 강제환우에서 자유롭다는 것이 확인되었다. 그러나 60주령 이하에서 생산되는 계란이라 할지라도 산란 주령이 경과함에 따라 외관품질이 저하되고(Garlich 등, 1984), 내부품질을 나타내는 HU도 함께 저하되는 것으로 보고되었다(이 등, 2013).

등급판정통계에 따르면 산란 주령별로 등급판정을 받은 계란에서 차지하는 비율은 33주령에 4.23%로 최고치에 이른 뒤 이후 산란 주령이 증가하면서 감소하며, 44주령에 2.97%, 49주령에 1.94% 그리고 52주에는 1.0%로 하락하고, 60주령에는 0.25%까지 하락하는 것으로 나타났다(축산물품질평가원, 2013). 산란 주령이 경과하면서 등급판정을 받는 계란이 감소하는 이유는 등급계란이 요구하는 외관품질 수준 조건을 충족하기 못하기 때문이다. 그러나 이러한 외관품질의 하락에도 불구하고 하이라인 브라운 실용계 성적(Hy-Line, 2011)과 등급판정통계(축산물품질평가원, 2013)에 따르면 산란 주령 60주령에서 HU는 각각 82.6과 86.0으로 조사되어 내부품질은 A급을 유지하고 있는 것으로 나타났다.

그러나 등급판정통계에 따르면 전체 등급계란의 93.1%가 A급으로 나타나고 있는데(축산물 품질평가원, 2013), 이는 신청인이 중량과 품질별로 계란을 선별한 후에 등급판정을 실시하는 등급판정 제도에 기인한다. 이로 인해 선별되기 이전의 계란에 대한 산란 주령에 따른 외관품질 수준에 대한 연구가 부족하고, 계란의 산란 주령에 따른 가공계란 품질에 미치는 영향조사도 거의 이루어지지 않은 실정이다. 따라서 본 연구는 산란 주령에 따른 계란의 내·외관 품질과 가공품질의 변화를 비교하여, 외관품질이 하락하여 일반란으로 판매되는 계란들을 등급계란으로 활용할 수 있는지 알아보고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시계란 및 재료

본 실험에 사용된 계란은 한국양계 무안유통센터에 출하하는 농가 중에서 동일한 사료와 사육환경을 가진 5개 농가의 HY-Line Brown 품종 7개 계군의 20주령부터 60주령 사이에서 생산된 계란 12,400개를 대상으로 하였다. 본 실험에 사용한 재료는 식용유(해표, 한국), 설탕((주)백설, 한국), 박력분((주)큐원, 한국)과 sodium phosphate (Yakuri pure chemicals

co., LTD, Kyoto, Japan), sodium phosphate monobasic (Yakuri pure chemicals co., LTD, Kyoto, Japan), sodium dodecyl sulfate 등을 사용하였다.

2. 실험설계

본 실험은 오프라인 집하장인 한국양계 무안유통센터로 출하된 계란을 대상으로 하였다. 실험은 3월부터 8월까지 20주령~42주령 그리고 44주령~60주령 2그룹으로 구분하여 2주에 한번 씩 3농가에서 당일 생산된 계란 200개씩을 랜덤으로 추출하여 외관품질을 측정하고, 이 중 외관품질이 A급인 20개씩을 추출하여 내부품질을 측정하였다. 가공계란의 품질조사는 외관품질을 측정한 20주령부터 58주령까지의 A급 계란을 대상으로 실시하였으며, 산란당일 아이스박스에 냉매와 함께 넣고 전남대학교로 운반하여 4°C의 냉장고에 보관한 후, 다음날 난백과 난황의 pH와 점도, 난백의 거품 형성력, 난황의 유화력과 유화안정도 그리고 앤젤 케이크의 품질에 미치는 영향 등을 3반복하여 조사하였다.

3. 조사항목 및 방법

1) 외관품질

원란에서 표본으로 추출한 200개의 계란을 축산물등급판정 기준에 따라 A급, B급, C급, D급으로 구분하여 조사하였다.

2) 내부품질

산란 주령별로 외관품질이 A급인 계란 20개씩을 TSS(Technical Services and Supplies) Set와 Eggware 프로그램을 이용하여 난중, 난백높이, HU를 측정하였다.

HU를 구하는 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Haugh Unit} = 100 \times \log(H + 7.57 - 1.7W^{0.37})$$

[H = 난백높이(mm), W = 달걀의 무게(g)]

3) 난백과 난황의 pH 및 점도

난백과 난황의 pH와 점도를 측정하기 위하여 계란을 난황과 난백으로 분리하였다. 분리한 난황과 난백은 균질기(Homogenizer, M133/1281-O, Bartiesville, Switzerland)를 이용하여 난백은 1분, 난황은 30초 동안 균질화 시켰고, 이후 pH meter (AB15, Fisher Scientific, Leicestershire England)를 이용하여 pH를 측정하였다. 난백과 난황의 점도는 점도기(Brookfield viscometer, LVF, Brookfield engineering laboratories Inc., USA)를 이용하여 30 rpm으로 각각의 점도를 측정하였다. 이때 난백은 spindle no. 1, 난황은 spindle no. 3을 이용하였다.

4) 난백의 거품형성력

계란 난백의 거품형성력을 실험하기 위해서 난백과 증류수를 1:1(v/v)로 각각 15 mL를 100 mL의 비커에 혼합한 다음에 균질기(Homogenizer, M133/1281-O, Bartiesville, Switzerland)로 1분간 균질화를 시켰다. 이후 25°C에서 균질기(DAIHAN WiseTis Homogenizer)를 이용하여 12000 rpm로 1분간 균질화를 한 다음에 30분간 방치하고 실험하였다.

5) 난황의 유화력과 유화안정도

Chen H 등(2013)의 방법을 변형하여 실험하였다. 100 mM sodium phosphate buffer pH7.4에 0.1%(w/v) 난황 0.1 g을 100 mL로 정용하여 혼합용액 3 mL과 식용유 1 mL를 균질기(DAIHAN WiseTis Homogenizer) 12,000 rpm으로 1분 동안 균질화 시켰다. 균질화된 용액 100 µL를 피펫으로 취해 0분, 10분후 0.1% sodium dodecyl sulfate(SDS) 5 mL을 넣어준 다음 500 nm 분광광도계(UV-Vis spectrophotometer, Optizen pop, Mecasys Co., Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

- Emulsifying activity index(EAI, 유화력)
- Emulsion stability index(ESI, 유화안정도)

계산식은 다음과 같다.

$$EAI (m^2/g) = \frac{2 \times 2.303 \times A_{500}}{0.25 \times \text{protein concentration}}$$

$$ESI (min) = A_0 \times \Delta t / \Delta A$$

$$\Delta A = A_0 - A_{10} \text{ and } \Delta t = 10 \text{ min}$$

6) 난백의 겔 형성력

Tan 등(2012)의 방법을 변형하여 실험하였다. 난백을 균질화 시킨 다음에 50 g을 50 mL의 비커에 넣었고, 미리 85°C 예열된 water bath에 넣고 30분간 가열한 다음에 얼음으로 냉각 시켰다. 계란을 1 × 1 × 1 cm³로 잘라서 텍스처를 측정하였으며, 계란 겔의 텍스처를 측정하기 위하여 Texture analyzer (TA-XT plus, Surrey, England)를 이용하여 반복 압축 시험을 실시하여 TPA(texture profile analysis)를 구했다. 측정 조건은 20 mm cylinder를 이용하여 40%의 deformation으로 pre-test speed, test speed, post-test speed를 각각 1.0 mm/sec로 측정하여, 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess) 그리고 회복력(resilience)의 특성치를 비교하였다.

7) 산란 주령에 따른 앤젤푸드케이크의 제조

앤젤푸드케이크는 난황을 제거한 난백 330 g을 반죽기(SPAR MIXER 800-J, SPAR FOOD MACHINERY MFG, Co., LTD. Taipei, Taiwan)에 넣고 2단으로 15초 동안 교반하여 계란을 풀어주었다. 풀어진 계란에 230 g의 설탕((주)백설, 한국)을 넣고 3단으로 3분 동안 혼합하여 머랭을 만들었다. 머랭에 체에 친 박력분((주)큐원, 한국) 200 g을 넣고 1단으로 10초동안 혼합한 후 2단으로 20초 동안 혼합하였다. 반죽을 컵에 넣고 180°C/150°C로 예열된 오븐(Turbofan Back Bar Co, New Zealand)에 넣고 22분 동안 구웠다. 구워진 빵은 오븐에서 꺼내 실온에서 방냉 시킨 후 실험에 사용하였다.

8) 산란 주령에 따른 앤젤푸드케이크의 무게, 부피, 비체적, 비중 및 굽기손실률

앤젤푸드케이크의 중량은 구운 후 1시간 동안 냉각시킨 후 측정하였으며, 부피는 종자치환법(AACC method 72-10)으로 측정하였다. 먼저 앤젤푸드케이크가 들어갈 수 있는 상자를 만들어 좁쌀을 채우고 그 좁쌀을 메스플라스크에 옮겨 부피를 측정하였고, 동일한 상자에 앤젤푸드케이크를 넣은 후 남은 공간에 좁쌀을 채우고 남은 좁쌀의 부피를 측정하였다. 이 때 컵케이크의 부피(mL)는 좁쌀만 채운 팬의 부피-앤젤푸드케이크를 채우고 상자에 남은 좁쌀의 부피로 계산하였으며, 컵케이크의 비체적은 다음과 같은 식에 의해 계산되었다.

$$\text{비체적 (specific volume)} = \frac{\text{부피 (mL)}}{\text{중량 (g)}}$$

반죽의 비중은 믹싱이 끝난 직후 미리 무게를 측정한 비중컵에 반죽을 담고 무게를 측정하여 산출하였고, 굽기 손실률은 반죽의 무게와 구운 후 무게를 측정하여 계산하여 측정하였다.

4. 통계처리

실험에서 얻어진 자료들은 SAS 9.2 통계 패키지를 이용하여 분산분석을 실시하였고, χ^2 -검정과 Mantel-Haenszel χ^2 -검정 및 Duncan's multiple range-test(Duncan, 1955)를 이용하여 유의성($p < 0.05$)을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 산란 주령별 계란의 외관품질

축산물등급판정 기준에 따라 산란 주령별로 계란의 외관품질을 측정한 결과는 Table 1에 나타내었다. Petersen(1965)와 Roland 등(1975)은 산란 주령이 증가함에 따라 난각의 두께가 감소하며 품질이 저하된다고 보고하였는데, 본 실험에서도 산란전기보다 산란후기의 외관품질이 좋지 않은 것으로 조사되었다. 김 등(2012)은 56주령부터 62주령까지 생산된

계란에서 A급의 출현율에 유의차가 없다고 보고하였으나, 이번 조사에서는 산란 후기에 난각의 외관품질이 급격하게 하락하는 것으로 나타났다.

1그룹부터 5그룹까지는 외관품질에 유의한 차이가 없었으나, 6그룹과 7그룹은 A급 비율이 줄어들고 B급과 C급 그리고 D급이 늘어나면서 χ^2 -검정과 Mantel-Haenszel χ^2 -검정에서 유의한 차이를 보였으며 ($p < 0.001$), 이는 등급간 그룹간 유의적 차이가 있음을 의미한다. 2013년 등급판정을 받은 계란에서 A급이 차지하는 비율은 93.1%이고, 주령별로 등급판정 계란에서 차지하는 비율이 산란이후 점차 증가하여 33주령부터 38주령까지 4%대를 유지하다 지속적으로 하락하여 60주령에는 0.25%에 불과하다고(축산물품질평가원, 2013) 보고되었는데, 이번 조사의 결과는 산란 주령 경과에 따른 외관품질의 하락이 40주령 이후에 등급계란의 비율이 하락하는 원인임을 확인시켜 주었다.

[Table 1] Grade of eggs by different ages of layers

| Group (week) | N | Grade | | | |
|-----------------|------|-----------------|----------------|---------------|--------------|
| | | A | B | C | D |
| 1 (20 to 24) | 1800 | 90.72 (1633) | 6.56 (118) | 2.44 (44) | 0.28 (5) |
| 2 (26 to 30) | 1800 | 90.89 (1636) | 5.94 (107) | 2.50 (45) | 0.67 (12) |
| 3 (32 to 36) | 1800 | 88.04 (1590) | 9.52 (172) | 1.99 (36) | 0.44 (8) |
| 4 (38 to 42) | 1800 | 85.94 (1572) | 9.39 (169) | 2.72 (49) | 0.56 (10) |
| 5 (44 to 48) | 1800 | 85.94 (1547) | 10.61 (191) | 2.78 (50) | 0.67 (12) |
| 6 (50 to 54) | 1800 | 75.33 (1356) | 19.94 (359) | 4.22 (76) | 0.50 (9) |
| 7 (56 to 60) | 1600 | 61.38 (982) | 29.38 (470) | 7.69 (123) | 1.56 (25) |

2. 산란 주령별 계란의 내부품질

산란계의 주령에 따른 난중, 난백높이, HU의 조사 결과는 Table 2와 같았다. 계란의 난중은 산란계의 주령이 증가함에 따라 증가하였고, 난백높이와 HU는 하락하였다. Silversides 등(1994)은 30주령, 45주령, 60주령에서 난백높이는 6.70 mm, 6.20 mm, 5.90 mm로, HU는 83.60, 78.40, 75.00으로 하락한다고 하였고, Samiullah 등(2014)은 25주령, 35주령, 45주령, 55주령에서 난백높이는 11.04 mm, 10.65 mm, 10.24 mm, 9.39 mm로, HU는 10.3.5, 101.0, 99.23, 95.40으로 하락한다고 보고하였다. Hy-Line(2011)은 20주령부터 60주령까지 HU의 값이 97.8에서 82.6으로 지속적으로 하락한다고 하였으며, 축산물품질평가원(2013)은 HU의 값이 20주령에 92.1을 나타내고, 21주령에 93.3으로 최고치에 이른 뒤 점차 하락하여 60주령 때에는 HU의 값이 86.4가 되었다고 보고하였다. 이번 조사에서 난중은 1그룹과 2그룹에서 Silversides(1994)와 Samiullah 등(2014) 그리고 Hy-Line(2011)의 보고보다 높게 나타났고,

축산물품질평가원(2013)의 보고와는 비슷하게 나타났다. 이는 등급판정을 위해 농가에서 난중을 규격별로 선별한 결과라고 사료된다. 7그룹에서 난백높이는 6.80 mm, HU는 79.96로 급격하게 하락하면서 다른 그룹들과 유의한 차이를 보였는데 ($p<0.05$), 이는 60주령의 HU가 75.0)이라고 보고한 Silversides(1994)의 결과와 유사한 반면, 82.6과 86.0을 유지하는 Hy-Line(2014)과 축산물품질평가원(2013)의 보고와는 많은 차이를 보였다. 이러한 결과는 7그룹의 계란들이 7월과 8월의 높은 기온에서 농가에서 보관되었다가 차량을 이용해 집하장으로 이동하는 과정에서 온도의 영향을 받은 결과라 사료된다.

[Table 2] Weight, albumen height and Haugh Units of eggs by different ages of layers

| Group (week) | N | Weight (g) | Albumen height (mm) | HU |
|--------------|-----|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1 (20 to 24) | 180 | 60.13±3.99 ^a | 9.27±1.14 ^a | 95.61±5.39 ^a |
| 2 (26 to 30) | 180 | 62.92±2.16 ^b | 8.01±1.12 ^b | 88.22±6.38 ^b |
| 3 (32 to 36) | 180 | 63.44±2.29 ^{bc} | 8.02±1.21 ^b | 88.10±6.97 ^b |
| 4 (38 to 42) | 180 | 63.78±2.29 ^{cd} | 7.88±1.20 ^b | 87.14±7.14 ^b |
| 5 (44 to 48) | 180 | 63.46±2.27 ^{bc} | 7.94±1.39 ^b | 87.41±8.36 ^b |
| 6 (50 to 54) | 180 | 64.19±2.34 ^d | 8.14±1.23 ^b | 88.53±7.11 ^b |
| 7 (56 to 60) | 160 | 63.91±2.40 ^{cd} | 6.80±1.37 ^c | 79.96±9.64 ^c |

^{a-d} Means with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$)

3. 계란의 난백과 난황의 pH 및 점도

산란 주령에 따른 그룹별 난백과 난황의 pH와 점도를 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 난백의 pH는 8.15~9.01로 조사되었고, 이는 이(1999)의 7.5~7.6보다는 높았고, 김 등(2014)의 9.44보다는 낮은 결과였다. 이(1999)는 신선란 속에 들어있는 이산화탄소가 난각을 통해 외부로 방출되면서, 계란의 저장기간이 경과함에 따라 난백의 pH가 증가한다고 하였는데, 본 실험에서는 산란 주령에 따른 난백 pH의 유의적인 차이는 없었다. 또한 난황의 pH는 6.20~6.30으로 조사되어 난백의 pH와 비교하여 그 변화량이 크지 않았으나 그룹 간에 유의적인 차이는 없었다.

[Table 3] pH and Viscosity of eggs by different ages of layers

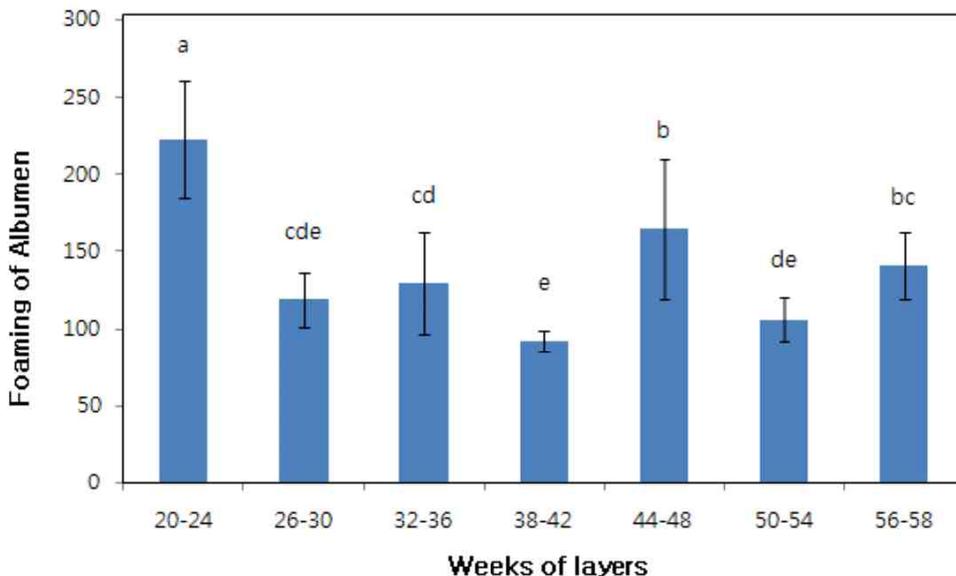
| Group (week) | N | pH | | Viscosity(cP) | |
|--------------|---|-----------|-----------|---------------|--------------------------|
| | | Albumen | Yolk | Albumen | Yolk |
| 1 (20 to 24) | 6 | 8.65±0.18 | 6.20±0.06 | 7.83±0.75 | 25.75±3.27 ^a |
| 2 (26 to 30) | 6 | 8.81±0.04 | 6.30±0.10 | 9.33±1.08 | 23.08±7.21 ^b |
| 3 (32 to 36) | 6 | 8.94±0.17 | 6.23±0.08 | 8.24±1.93 | 15.58±2.08 ^{bc} |
| 4 (38 to 42) | 6 | 8.15±1.32 | 6.28±0.15 | 7.50±2.76 | 12.08±1.88 ^c |
| 5 (44 to 48) | 6 | 8.71±0.06 | 6.26±0.06 | 9.67±2.64 | 28.42±12.57 ^a |
| 6 (50 to 54) | 6 | 8.54±0.17 | 6.27±0.10 | 11.17±3.57 | 19.33±5.02 ^{bc} |
| 7 (56 to 60) | 4 | 9.01±0.21 | 6.23±0.09 | 8.13±1.49 | 21.88±10.25 ^b |

^{a-c} Means with different superscript within a column are significantly different ($p<0.05$)

난백의 점도는 7.50~11.17 cP로 조사되어 주령별로 차이가 있는 것으로 조사되었으나, 산란 주령에 따른 경향이나 산란 주령별 유의적인 차이는 확인할 수 없었다. 그러나 난황의 점도는 12.08~28.42 cP로 산란 주령에 따른 유의적인 차이가 있었으며($p<0.05$), 하 등(2004)이 보고한 40 cP와 김 등(2014)이 보고한 743 cP보다는 낮은 경향을 보였다. 난황의 점도는 1 그룹과 5그룹에서 각각 25.75 cP와 28.42 cP, 4그룹에서 12.08 cP로 조사되었다.

4. 계란 난백의 거품형성력

난백에 물리적 충격을 가하면 공기 거품이 생기는데, 이러한 난백의 거품형성능력은 제빵 과정에서 빵을 부풀리고 효모의 발효를 돕는다(이, 1999). 이러한 난백의 특성을 이용한 식품에는 머랭(meringue), 앤젤 푸드 케이크(angel food cake), 스폰지 케이크(spongy cake) 등이 있으며(이, 1999), 이 중 대표적인 식품이 앤젤 푸드 케이크(angel food cake)(Lee et al., 2002)이다. 난백의 거품형성력은 달걀의 신선도, pH, 온도 등의 영향의 받는다고 알려져 있는데(이 등, 2001), 양 등(1994)은 pH 6.0 영역에서 pH 7.0과 pH 8.0 영역보다 거품형성력이 양호하였다고 보고하였다.



[Fig. 1] Foaming of Albumen by different ages of layers

^{a-e} Means with different superscript within a column are significantly different($p<0.05$)

산란 주령에 따른 난백의 거품형성력은 Fig. 1에 나타내었다. 난백의 거품형성력은 4그룹에서 91.66%로 가장 낮았고, 1그룹에서 222.91%로 가장 높았다. 이 등(2001)에 따르면 농후난백보다 수양난백이 점도가 낮아 거품형성력이 좋다고 보고하였는데, 본 실험에서는 산란 주령에 따라 난백의 거품형성력에 유의한 차이는 확인되었으나($p<0.05$), 산란 주령에 따른 경향치는 확인할 수 없었다.

5. 계란 난황의 유화력과 유화안정도

난황은 유화제로써 액체의 표면장력을 감소시켜 유화액을 안정시키는 작용을 하여 (Mizutani et al., 1984), 마요네즈와 제과 등의 식품제조에 효과적인 유화제로 널리 사용되고 있다(이, 1996). 산란 주령에 따른 그룹별 계란 난황의 유화력과 유화안정도를 측정한 결과는 Table 4에 나타낸 바와 같았다.

[Table 4] EAI and ESI of eggs york by different ages of layers

| Group (week) | N | Emulsifying activity index (EAI) (m ² /g) | Emulsion stability index (ESI) (min) |
|-----------------|---|---|---|
| 1 (20 to 24) | 9 | 40.34±3.14 ^{cd} | 15.96±2.71 ^{bc} |
| 2 (26 to 30) | 9 | 37.50±4.60 ^d | 10.36±2.22 ^c |
| 3 (32 to 36) | 9 | 47.47±2.86 ^b | 24.02±7.90 ^a |
| 4 (38 to 42) | 9 | 51.58±1.56 ^a | 18.36±6.83 ^{ab} |
| 5 (44 to 48) | 9 | 39.63±2.97 ^d | 13.06±4.71 ^{bc} |
| 6 (50 to 54) | 9 | 42.90±1.97 ^c | 18.03±5.49 ^{ab} |
| 7 (56 to 58) | 6 | 48.44±2.78 ^b | 18.71±11.08 ^{ab} |

^{a-d} Means with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$)

산란 주령별 난황의 유화력은 37.50~51.58 m²/g으로 조사되었으며, 4그룹인 38-42주에서 51.58 m²/g로 가장 높고 2그룹에서 37.50 m²/g로 가장 낮았다($p < 0.05$). 유화안정도는 10.36~24.02 min으로, 1그룹, 2그룹과 5그룹에서 다른 그룹에 비해 전반적으로 낮은 값을 보였다($p < 0.05$). 유화력과 유화안정도 모두 산란 주령에 따라 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났으나, 산란 주령에 따른 경향치는 확인할 수 없었다. 그러나 유화력과 유화안정도 모두 3월과 4월에 산란된 1그룹, 2그룹, 5그룹에서 낮은 값을 나타내는 것으로 확인되어, 난황의 유화력이 계절에 따른 영향이 있을 것으로 생각되었다.

6. 계란 난백의 겔 형성력

계란의 단백질이 열, 외부적 충격, 첨가물 등의 영향을 받아 액체상태에서 고체상태로 변화하는 것을 응고라고 한다(이, 1999). 이 때 영향을 받는 계란의 단백질에는 오보알부민, 오보트랜스페린, 오보뮤신, 오보뮤코이드 등이 있으며(양 등, 1999), 계란의 단백질 함량이 많을수록 겔이 단단해지며, 농후난백은 수양난백보다 열저항성이 높은 오보뮤신의 농도가 높아 응고가 더디게 진행된다고 알려져 있다(이, 1999). 산란 주령에 따른 계란 겔의 텍스처 특성을 조사한 결과는 Table 5와 같았다. 난황과 소금을 첨가하여 실험을 진행한 송 등 (2014)이 보고한 경도, 응집성, 검성, 씹힘성 등의 측정치와 유사하였다. 1그룹과 2그룹에서 조사된 겔의 경도와 검성 그리고 씹힘성이 다른 그룹의 결과와 비교하여 유의하게 높은 값을 나타내었고($p < 0.05$), 6그룹과 7그룹의 측정값이 낮게 나타나, 산란 주령이 경과하면서 경도, 검성, 씹힘성의 값이 떨어지는 경향이 있음을 확인할 수 있었다. 응집성과 회복력은 7그룹의 측정값이 다른 그룹과 비교하여 유의하게 높게 나타났었다($p < 0.05$).

[Table 5] Textural characteristics of albumen gel by different ages of layers

| Group (week) | N | Hardness (g) | Cohesiveness (g/sec) | Gumminess | Chewiness | Resilience |
|--------------|----|----------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 | 24 | 281.83±17.93 ^a | 0.72±0.01 ^d | 203.66±13.69 ^a | 195.00±14.04 ^a | 0.37±0.02 ^d |
| 2 | 24 | 263.53±13.13 ^a | 0.74±0.02 ^{bc} | 193.71±9.07 ^a | 184.32±9.31 ^a | 0.40±0.02 ^{bc} |
| 3 | 24 | 220.71±12.49 ^c | 0.75±0.01 ^b | 164.68±11.27 ^{bc} | 158.10±10.36 ^{bc} | 0.42±0.04 ^b |
| 4 | 24 | 212.49±10.88 ^{cd} | 0.72±0.01 ^d | 153.60±8.18 ^{cd} | 147.06±7.89 ^{cd} | 0.38±0.02 ^d |
| 5 | 24 | 242.03±21.92 ^b | 0.73±0.01 ^{cd} | 168.17±15.20 ^b | 160.08±15.73 ^b | 0.40±0.01 ^c |
| 6 | 24 | 194.78±48.73 ^d | 0.74±0.00 ^b | 143.27±34.27 ^d | 137.13±32.45 ^d | 0.38±0.02 ^d |
| 7 | 16 | 201.37±80.26 ^{cd} | 0.80±0.03 ^a | 158.88±58.68 ^c | 153.01±55.92 ^{bc} | 0.49±0.02 ^a |

^{a-d} Means with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$)

7. 산란 주령에 따른 앤젤푸드케이크의 무게, 손실율, 부피 및 비중

산란 주령에 따른 계란을 이용하여 제조한 앤젤푸드케이크의 무게, 손실율, 부피, 비체적 및 비중을 측정한 결과는 표 Table 6과 Table 7에 제시하였다.

[Table 6] Weight and baking loss of angel food cakes by different ages of layers

| Group (week) | N | Weight (g) | Baking loss (%) |
|--------------|----|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 15 | 43.01±1.42 ^d | 14.42±2.29 ^a |
| 2 | 15 | 43.28±0.27 ^{cd} | 13.55±0.52 ^{ab} |
| 3 | 15 | 43.77±0.64 ^c | 12.69±1.27 ^b |
| 4 | 15 | 44.77±0.78 ^a | 10.57±1.56 ^c |
| 5 | 15 | 43.34±0.79 ^{cd} | 13.87±1.42 ^a |
| 6 | 15 | 43.83±0.51 ^{bc} | 12.52±1.08 ^b |
| 7 | 10 | 44.43±0.44 ^{ab} | 11.19±0.86 ^c |

^{a-d} Means with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$)

앤젤푸드케이크는 난백의 기포형성에 의해 품질이 크게 좌우되고(Lee 등, 2002), 첨가제 등에 의해서도 품질이 변화한다(Oldham et al., 2000). Cunningham 등(1960)은 난백의 점도를 동일하게 하고 앤젤케이크를 만들었을 때 산란주령이 앤젤케이크의 기능적 특성에 영향을 미치지 않으며, 앤젤케이크의 부피는 계절의 영향을 받지 않는다고 하였다.. 이번 실험에서 50 g의 반죽을 이용하여 구운 케이크의 무게는 최소 43.01 g, 최대 44.77 g으로 조사되어 산란주령에 따라 유의한 차이가 존재하였으나 절대값의 크기는 크지 않았으며, 앤젤푸드케이크를 만들면서 손실되는 비율은 4그룹에서 10.57%로 가장 적었고, 1그룹에서 14.42%로 가장 많은 것으로 나타났다.

[Table 7] Specific gravity of cake batter and specific volume of angel food cakes by different ages of layers

| Group (week) | N | Specific volume (mL/g) | Volume (mL) | Specific Gravity of batter (g/mL) |
|--------------|---|------------------------|--------------|-----------------------------------|
| 1 | 9 | 2.85±0.47 | 122.50±16.20 | 0.35±0.28 ^c |
| 2 | 9 | 2.89±0.14 | 125.56±5.83 | 0.48±0.24 ^a |
| 3 | 9 | 2.79±0.30 | 122.22±12.53 | 0.45±0.09 ^{ab} |
| 4 | 9 | 2.85±0.99 | 127.78±5.65 | 0.44±0.05 ^{ab} |
| 5 | 9 | 2.87±0.30 | 124.50±11.66 | 0.41±0.80 ^b |
| 6 | 9 | 2.75±0.26 | 120.56±12.11 | 0.48±0.24 ^a |
| 7 | 6 | 2.63±0.38 | 116.67±15.71 | 0.41±0.87 ^b |

^{a-d} Means with different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$)

엔젤푸드케이크의 부피와 비체적은 산란 주령이 경과하면서 작아지는 경향을 보였으나, 그룹간의 유의한 차이는 존재하지 않는 것으로 조사되었다. 엔젤푸드케이크 반죽의 비중은 1그룹에서 0.35 g/mL로 가장 적었고, 2그룹과 7그룹이 각각 0.48 g/mL로 가장 크게 조사되었다. 손실율과 비중에서 그룹 사이의 유의한 차이를 확인할 수 있었으나 ($p < 0.05$), 산란 주령에 따른 경향치는 발견할 수 없었다.

적 요

일반 계란을 등급계란으로 판매할 수 있다면 농가소득 증대에 크게 이바지할 수 있다. 최근 산란계 농가들이 등급계란에 대한 관심을 가지고 고품질 계란의 생산과 등급계란 출하를 희망하고 있으나, 산란 주령의 경과에 따라 계란의 외관품질이 저하하면서 많은 계란들을 등급계란이 아닌 일반 계란으로 출하하고 있다. 본 연구에서는 산란 주령 20주에서 60주까지 생산된 계란의 외관과 내부품질 및 가공품질을 조사하였다. 외관품질은 50주 이후부터 급격하게 하락하나, 60주령까지도 품질등급 1등급 부여기준인 B급 이상 80%가 유지되는 것을 확인하였다. 내부품질 조사에서는 24주령 이전에 95.61로 측정된 HU가 56주령 이후에는 79.96까지 하락하지만 외관품질 조사에서와 같이 품질등급 1등급 부여기준인 HU 60 이상을 유지하는 것을 확인하였다. 가공품질 조사에서는 난백과 난황의 pH 그리고 난백의 점도에서는 산란 주령별 유의차가 없었으며, 난백의 거품형성력, 난황의 점도, 유화력과 유화안정도는 산란 주령별로 유의차가 있으나 산란 주령보다 계절적 영향을 받는 것을 확인하였다. 난백 겔의 텍스처 특성결과 산란 주령이 경과함에 따라 경도, 점성, 씹힘성, 응집성, 회복력 등이 개선되었으며, 엔젤푸드케이크의 무게, 부피, 굽기 손실율과 반죽의 비중은 산란 주령에 따른 큰 차이를 확인할 수 없었다. 즉, 산란 주령 60주 이하에서 생산된 계란은 외부품질의 하락에도 불구하고 외부품질과 내부품질 모두 1등급 이상을 유지하며, 난백의 거품성을 이용한 케이크의 가공품질도 큰 차이가 없다는 것을 확인하였다. 산란주령이

경과하면서 1등급 이상의 품질을 유지하고 있음에도 외관품질 하락 등의 이유로 등급계란 보다 낮은 가격의 일반란으로 유통되는 계란을 등급계란으로 사용할 수 있다면 농가소득 증대에 크게 기여할 수 있을 것이다. 본 연구 결과가 등급계란과 등급판정을 받은 살균액란의 점유율을 확대하는 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

1. Cunningham FE, Cotterill OJ and Funk EM. (1960). The Effect of Season and Age of Bird 3. On the Performance of Egg White in Angel Cakes. Poultry Sci. 39, 1446-1450.
2. Garlich J, Brake J, Parkhurst CR, Thaxton JP, Morgan GW. (1984). Physiological profile of caged layers during one production year, molt, and postmolt: egg production, egg shell quality, liver, femur, and blood parameters. Poult Sci. 63(2), 339-343.
3. Hy-Line International. (2011). Hy-Line BROWN Performance Standards Manual. Hy-Line Int., West Des Moines, IA.
4. Lee KA, Lee YJ, Yang JS. (2002). Effects of irradiated egg white on the quality of angel food cake. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 18(1), 30-33,
5. Miwutani R, Nakamira R. (1984). Emulsifying properties of egg yolk low-density lipoprotein (LDL): comparison with bovine serum albumin and egg lecithin. Food Sci. Technol. 17, 213-216.
6. Oldham AM, McComber AR, Cox DF. (2000). Effect of cream of tartar level and egg white temperature on angel food cake quality. Fam. Consum. Res. J. 29(2), 111-124.
7. Petersen CF. (1965). Factors influencing egg shell quality. World's Poultry Sci. J. 21, 110-138.
8. Roland DA, Sr, Sloan DR, Harms RH. (1975). The ability of hens to maintain calcium deposition in the egg shell and egg yolk as the hen ages. Poultry Sci. 54, 1720-1723.
9. Samiullah JR, Chousalkar KK. (2014). Effect of production system and flock age on egg quality and total bacterial load in commercial laying hens. Poult. Res. 23, 9-70.
10. Silversides FG. (1994). The Haugh Unit correction for egg weight is not adequate for comparing eggs from chickens of different lines and ages. Poultry Res. 3, 120-126.

11. Yang HY, Kim MY, Kim JY, Shim JY, Imm JY, Park KH. (2009). Effects of egg white manufacturing conditions on the physicochemical and sensory properties of angel food cakes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41(2), 167-172.
12. 김범근, 박찬은, 김병삼, 김윤숙. (2014). 계란의 저장에 따른 물리화학적 특성 평가 및 품질 인자 설정. *한국식품과학회지.* 46(3), 295-302.
13. 농림축산식품부 보도자료. (2014). 2013년 농림업 생산액 46조 6,480원.
14. 송민경, 김대현, 윤혜현. (2014). 난황과 난백의 비율을 달리한 달걀찜의 품질특성. *한국조리학회지.* 20(1), 65-75.
15. 양승택. (1994). 농도, 열처리 및 pH가 caseinate의 거품성에 미치는 영향. *한국농화학회지.* 37(4), 259-265.
16. 양재승, 오봉윤. (1999). 달걀 난백의 특성. *식품과학과 산업.* 32(3), 42-55.
17. 유영모. (2003). 등급계란도 냉장유통이 안될 경우 소비자로부터 신뢰를 얻기 힘들다. *월간양계.* 35(3), 119-125.
18. 이성기. (1999). 계란과 닭고기의 과학. 유한문화사, 서울, 대한민국, pp. 52-77.
19. 이신호. (1996). Chitosan이 난황의 유화력에 미치는 영향. *한국영양식량학회지.* 25(1), 118-122.
20. 이재청, 김선호, 선창완. (2013). 산란 주령 및 중량 규격에 따른 계란의 주요 성분 및 내부 품질 비교. *한국가금학회지.* 40(1), 49-55.
21. 이혜수, 김미리, 김미정, 김영아, 김완수, 노정해, 조영, 윤혜현, 이숙영, 이영은, 장백경, 정해정, 주난영. (2001). *조리과학.* 교문사, 서울, 대한민국, pp. 268-274.
22. 장경만. (2000). 계란의 등급과 저난가 시대의 대응방안. *한국가금학회 춘계 산학협동 심포지움.* 2000(4), 39-51.
23. 장병귀. (2006). 산란계 강제환우 실태 및 효용성 조사 연구. *월간양계,* 38(7), 83-87.
24. 장병귀, 나재천, 김상호, 김지혁, 유동조, 강근호, 강희설, 이덕수, 이상진. (2006). 산란계 강제환우 실시 적정 주령 및 횡수, *축산과학원.* 연구보고서, pp. 1-7
25. 정선부. (1986). 계란 및 육계 유통규격 조사 결과(4)-계란에 대한 소비자 기호도 조사. *월간양계.* 18(4), 48-53.
26. 채현석, 강보석, 김상호, 장병귀, 박용윤, 서옥석, 최철환, 김학규, 이상진, 정병학, 유동조, 인영민, 정석근, 하정기, 오봉국, 천강균, 한성욱. (2000). 계란의 등급 표준화에 관한 연구, *농촌진흥청 축산기술연구소.* 축산시험연구보고서, pp. 655-675.
27. 축산물품질평가원. (2013). *축산물등급판정 통계자료.* 서울, 대한민국.
28. 한국소비자원. (1998). 계란의 안전성 관련 조사결과. *한국소비자원 안전보고서.* 1998(6), 3-41.



장기냉동한 저장육과 신선육으로 제조된
훈제오리육 제품의 저장기간별 품질변화
연구

장기냉동한 저장육과 신선육으로 제조된 훈제오리육 제품의 저장기간별 품질변화 연구

성상현¹ · 박정훈¹ · 정사무엘²

¹축산물품질평가원, ²충남대학교 동물자원생명공학과

초 록

본 연구는 국내에서 유통되고 있는 훈제오리육의 원료육 처리형태에 따른 저장기간별 품질변화를 분석 하고자 하였다. 훈제오리 처리구별 원료육에 대한 토리미터 값은 신선육처리구가 유의적으로 높게 나왔으며, 수율 및 일반성분은 유의적인 차이가 없었다. 총단수는 동일 원료육간 포방방법에 따른 비교 결과 합기포장이 험기포장에 비해 미생물의 증식이 유의적으로 많았다. 지방산패도는 합기포장의 경우 처리구간 차이는 보이지 않았고, 험기포장의 경우 저장기간이 증가할수록 신선육이 해동육처리구에 비해 유의적으로 낮은 경향을 보였다($p < 0.05$). 껍질 및 가슴육의 육색은 포장방법 및 저장기간에 따라 L*값(명도)과 a*값(황색도)이 처리구간 차이가 없었고, b*값(적색도)는 저장 7일차에 처리구간 유의적인 차이를 보였다. 조직감은 hardness가 험기포장에서 신선육이 해동육처리구에 비해 저장기간별로 높았고, springiness는 험기포장에서 4주차에 해동육처리구에서 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 관능검사는 육색, 다즙성 및 연도는 신선육처리구가 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 낮은 결과를 보였다($p < 0.05$). 풍미에서는 저장 14일차는 해동육이, 28일차는 신선육처리구가 유의적으로 높은 결과를 보였다($p < 0.05$). 종합적기호도에서는 저장기간에 따라 해동육처리구가 높은 결과를 보이고 있다. 또한 추가로 신선육과 12개월 냉동 후 해동육으로 제조된 훈제육에 대해 실험한 결과도 대체적으로 3개월 처리구와 비슷한 경향을 보였으나 관능적으로 풍미와 종합적 기호도에서는 신선육이 높은 결과를 보였다. 본 연구를 통해 일정기간 냉동 후 해동육으로 염지 및 훈연처리를 통한 제조된 훈제품의 품질의 수준이 신선육으로 제조된 것에 비해 나쁘지 않았음을 볼 수 있었고, 좀 더 세분화된 연구를 통해 훈연제품의 품질수준을 측정하여 오리도체 등급판정의 활성화를 유도할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Keyword : Smoked Duck meat, Fresh, Frozen-thawed, Nitrite, TBARS, Meat color, Quality

서 론

오리고기는 가금육의 한 종류이지만 닭고기와 다르게 가슴살이 백색육보다 적색육에 가까워 전체적인 육색이 소나 돼지고기와 비슷한 특성을 가지고 있으며 필수 아미노산을 공급하는 양질의 단백질을 공급하는 식품으로 알려져 있다(Kang *et al.*, 2006; Ku *et al.*, 2013). 더불어 다른 육류와는 달리 포화지방산과 콜레스테롤 함량이 낮고 보양식으로 널리 인식되면서 소비자들로부터 최근 꾸준한 인기를 얻고 있다(Liu *et al.*, 2012). 국내 오리산업은 외형적인 팽창을 거듭하여 2012년 기준 농림어업 품목 중 7대산업으로 발돋움하였으며, 축산업 생산액 중 오리 산업비중이 6.5%에 해당될 정도로 비약적인 성장을 이루었다(MAFRA, 2012). 이러한 외형적인 성장과 함께 2012년 농림축산식품부 통계자료에 따르면 1인당 소비량이 2000년 0.9 kg에서 2012년 3.4 kg으로 약 4배가량 증가하였고, 향후 소비량도 꾸준히 증가하여 2022년에는 3.8 kg으로 증가할 것으로 예상하고 있다(KREI, 2014). 또한 오리고기 등급제 도입(2012)등을 통한 생산, 유통, 소비단계 전 부분에서 품질 차별화 및 유통 투명화를 위한 노력이 진행되고 있다. 그러한 노력의 일환으로 전국 주요 도매장이 대부분 등급제를 시행하고 있으며 시행초기 학교급식위주에서 현재는 대형마트 등에서도 등급제를 통한 제품의 품질차별화 시도가 이루어지고 있다.

과거 오리고기가 고지방식품이라는 고정관념과 요리법이 쉽지 않았으며 닭고기와 다르게 부위별 메뉴가 다양하지 않고 "탕·백숙"위주의 메뉴의 단순성 등으로 소비량이 극히 낮았다. 또한 오리고기 소비가 주로 오리고기 전문점이나 가든형식당 등에서 이루어져 일반 소비자들이 접하기 쉽지 않은 부분이 있었다.

최근 국내시장에 유통되고 있는 오리고기 제품 중에 훈제오리육이 인기를 끌면서 일반 가정에서도 쉽게 오리고기를 접할 수 있게 되었으며 1인 가구 증가 등의 사회적 추세에 맞게 소포장 단위 제품을 생산하면서 오리고기 소비량은 증가하였다. 하지만 2000년 이후로 오리고기 소비가 증가하고 오리사육수수가 더불어 증가하면서 공급량이 수요량을 초과하게 되었다. 이에 업체에서는 오리고기 생육의 장기적 보존과 유통의 원활화를 위해서 다양한 형태의 훈제오리를 생산하고 있다.

생육은 수분과 각종 영양성분의 함량이 높아 미생물 증식으로 부패되기 쉬운 조건을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 UV-Filter 사용, 유기산염과 키토산등을 첨가하는 등의 방법이 제시되었다. 이와 같이 본래의 제품형태를 유지하면서 저장성 연장과 맛의 개선을 위하여 육제품에 다양한 첨가물을 가하여 제품의 저장기간을 연장시키기 위한 다양한 시도가 이루어졌다. 훈연 처리는 북반구 지방에서 어패류나 육류를 장기간 보존하며 섭취하기 위하여 염지한 후 부엌 천장에 매달아 놓은 것이 시초로 식품보장 측면에서 훈연 처리 중 건조에 의한 수분의 감소, 식염 첨가와 연기 성분중의 방부성 물질 등에 의해서 보존성뿐만 아니라 향기, 맛, 조직감 등의 향상된다고 하였고(Park *et al.*, 2010), 목재를 태울 때 발생하는 연기 중의 phenol 성분이 식품에 풍미를 부여함과 동시에 육의 표면에 부착하여 항산화성과 항미생물성을 가지며(Toth *et al.*, 1984), 식육제품을 제조하는 과정에서 원료육을 염지하면 미생물 특히 식중독균의 성장 억제, 산패취의 생성 억제, 풍미향상 및

발색의 효과를 얻을 수 있다고 하였다(Watts, 1954; Bowen *et al.*, 1974; Pegg *et al.*; 2000).

국내에서 유통되고 있는 훈제오리육은 통오리를 발골하여 정육을 염지, 훈연 후 가열한 다음 험기 포장하는 것이 일반적이다. 훈제오리의 원료육은 도압 후 냉장보관 후 발골 한 신선육과 수급조절을 위해 냉동저장(-18℃이하)후 해동한 해동육을 사용하고 있다. 일반적으로 식육 냉동은 식품내의 수분을 액체에서 고체로 상 변화시키는 방법으로 장기 보존을 위한 최선의 방법 중 하나이며(Kim *et al.*,2013), 식육은 냉동 시 드립 발생, 단백질 변성 및 지방산화 등이 일어나 품질을 저하시킨다고 하였고(Lagerstedt *et al.*, 2008; Mancini and Hunt, 2005), 문 등(1999)도 드립발생으로 원료육의 영양가 감소는 물론 단백질 변성에 따른 품질 저하로 기호성이 떨어진다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 도압 후 당일 발골 한 신선육과 발골 후 3개월 냉동저장(-18℃이하) 후 해동한 해동육을 이용하여 생산된 훈제오리에 대하여 원료육의 처리형태에 따른 저장 기간별 품질상태 변화를 비교분석 하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에 사용된 오리육은 오리도체 등급판정 기준 및 방법에 의거 전라북도에 소재한 오리 전문 도압장에서 생산된 중량규격 22호, 품질기준 A급인 오리 도체 총 120수를 시료로 이용하였다. 신선육(fresh)과 냉동 후 해동육(frozen-thawed)으로 처리를 구분하였고, 총 5번의 실험을 따로 진행하였다.

신선육(fresh)은 당일 도압장에서 계류, 현수, 방혈, 탕적, 탈모, 왁싱, 내장제거, 냉각 등의 과정을 거쳐 생산된 도체를 선별, 발골하여 다리육과 안심을 제거 후 껍질을 포함한 가슴살 부위만을 시료를 사용하였고, 냉동 후 해동육(frozen-thawed)은 당일 도압된 도체를 분할 발골 하여 다리육과 안심을 제거 후 껍질을 포함한 가슴살을 polyethylene 포장지에 즉시 -18℃이하 급냉창고에 3개월간 보관 후 꺼내어 냉수(10℃이하)에서 침지하여 10시간 해빙한 것을 사용하였다. 이 방법은 현재 관련 업체에서 냉동 및 해동할 때 이용하는 방법을 준용한 것이다.

오리가슴살의 염지를 위해 아질산염, 에르솔빈산염 및 천연색소 등이 포함된 염지액과 원료육을 텀블러에 투입하여 3시간동안 5.5rpm속도로 교반 후 5℃ 숙성실에서 24시간 숙성시켰다. 염지된 오리 가슴살은 훈연기를 이용 다음과 같은 공정으로 훈연을 진행하였다 (1 단계: 60℃에서 40분 건조; 2단계: 65℃에서 15분 훈연; 3단계: 81℃에서 45분 가열; 4단계: 10분간 냉각). 훈연이 완료된 오리 가슴살은 5℃ 냉장고에서 1시간 30분 냉각 후 험기 포장하였다. 험기 포장된 시료를 실험실로 운반하여 포장의 제거 후 혐기포장균(AF(aerobic fresh), AT(aerobic thawed)과 혐기포장균(VF(vacuum fresh), VT(vacuum Thawed))으로 나누어 재포장하여 4℃ 냉장고에서 28일간 저장하면서 분석을 진행하였다.

실험항목 중 토리미터 값(Torrymeter value)과 수율측정은 도압장 예냉실에서 진행하였고,

일반성분 분석, 육색, 총균수, 지방산패도(TBARS), 조직감, 관능검사는 처리구별 시료를 polyethylene 포장지에 헝기포장한 후 아이스박스에 넣고 당일 실험실로 이송하여 냉장저장 ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$)하면서 실험을 실시하였다.

본 연구에서는 추가적으로 신선육으로 제조된 것과 12개월 냉동저장후 해동한 가슴살로 제조한 훈제육에 대해서 총균수, 지방산패도, pH, 육색, 조직감 및 전단력, 관능검사를 실시하였다.

수율 및 신선도 측정

신선 및 해동 오리육으로 제조한 훈연오리육의 수율 측정을 위해 신선육의 경우 발골 후 오리가슴살의 무게를 측정하여 훈연된 제품의 최종 무게와 비교하였으며, 해동육의 경우 발골 후 오리가슴살의 무게, 해동후의 무게 및 훈연된 제품의 최종 무게를 측정하여 초기 무게의 백분율(%)로 나타내었다.

신선 및 해동 오리가슴살의 신선도 측정은 염지 전 처리구별 가슴육 중앙부위를 신선도 측정기(TorryFreshness Meter, Distell, Scotland)로 측정하였고 각각의 측정값은 각 가슴육을 3회 측정한 평균값을 이용하였다.

일반성분 측정

훈제오리육의 수분, 지방, 단백질, 회분의 분석은 A.O.A.C.법(1995)에 의하여 측정하였다. 즉 수분함량은 105°C 상압가열 건조법에 의하여 측정하였고, 조단백질 함량은 Kjeldahl법 (VAPO45, Gerhardt Ltd., Idar-Oberstein, Germany)에 따라 측정하였다. 조지방 함량은 Soxhlet extraction system(TT 12/A, Gerhardt Ltd., Idar-Oberstein, Germany)을 이용하여 측정하였으며 조회분의 함량은 550°C 에서 직접회화법에 의해 정량 하였다.

일반 호기성 미생물 측정

훈제오리육 시료 5 g에 멸균된 식염수(0.85% NaCl) 45 ml을 첨가하여 10배 희석 후 Bag Mixer[®](Modoel400, Interscience, France)를 사용하여 30분 동안 균질하였다. 균질액은 10진 희석법으로 희석하여 희석액을 plate count agar (PCA, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 도말 하였다. 미생물의 증식은 표준한천 배양방법으로 37°C 에서 48시간 배양한 후 집락을 계수 하여 log CFU/g으로 나타내었다.

지질산패도 측정

훈제오리육의 저장 중 지질산패도를 분석하기 위해 2-thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 값을 측정하였다. 시료 3g에 증류수 9ml을 넣은 후 7.2% butylated hydroxyl toluene(Sigma-Aldrich, USA) 0.05ml를 첨가하여 균질기(T25 basic, IKA GmbH & Co. KG, Germany)를 이용해 균질(1,130 g, 1분)시킨 후 균질액 1ml을 취하여 2-thiobarbituric acid (TBA)와 trichloroacetic acid (TCA) 혼합용액(20 mM TBA in 15% TCA) 2ml을 혼합하였다. 혼합액을 30분간 90°C 의 항온수조에서 가열한 후 10분간 냉각하여

2,090 g로 20분간 원심분리 후 상등액을 취해 분광광도계 (DU[®]530, BechmanInstrumentsInc., USA)를 이용하여 532nm에서 흡광도를 측정하였다. 지질산패도는 mg malondialdehyde/kg sample로 표시하였다.

육색 측정

훈제오리육의 껍질 표면색 및 육색 측정은 색차계(Colorimeter, CM-3500d, Minolta, Japan)을 이용하여 CIE L*(명도), a*(적색도) 및 b*(황색도)값을 측정하였다. 결과값은 Spectra Magic Software (Minolta, Japan)로 자동 분석하였고 각 시료의 다른 2곳을 측정하여 그 평균값을 최종 결과값으로 하였다.

전단력 및 조직감 측정

훈제오리육의 전단력과 조직감 측정을 위해 가슴살의 크기를 일정하게 정형하였다(2 cm x 2 cm x 2 cm). 전단력 측정은 조직감 분석기(Model A-XT2, Stable micro systems, Surrey, UK)에 전단력 측정용 칼날(Warner Bratzler Blade)을 장착 후 근섬유의 수직방향으로 single compression을 통해 2 mm/s의 test speed 조건으로 수행되었으며, 경도(firmness) 와 전단력(work of shear)을 나타내었다. 훈제오리육의 조직감 분석은 조직감 분석기(Model A-XT2, Stable micro systems, Surrey, UK)에 70 mm probe를 장착 후 two bite test를 통해 정형된 가슴살을 75% 압착 및 2 mm/s의 test speed 조건으로 수행되었으며, 훈제오리육의 조직감 특성으로서 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess) 및 복원력(resilience)을 나타내었다.

관능검사

훈제오리육의 관능적 변화를 소비자 기호도법으로 평가하였다. 식육 및 육제품 관련 관능검사에 경험이 있는 검사 요원 10명을 선발하여 대조구 시료를 이용하여 기초적인 훈련을 2회 실시하였고, 평가를 위해 준비된 시료를 구이용 전기판을 이용하여 심부 온도가 72℃에 도달될 때까지 구운 다음 일정한 크기로 세절하여 난수표를 이용한 3자리 숫자가 표시된 흰색 일회용 접시에 담아 관능검사요원에게 제시하였으며, 9점 척도법을 이용하여 색, 향, 풍미, 맛, 연도 및 종합적인 기호도를 평가하였다.

pH 측정

pH 측정은 1 g 의 시료에 9 mL의 증류수를 첨가한 후 균질기(T25 basic, IKA GmbH & Co. KG, Germany)를 이용하여 1,130 × g로 1분간 균질을 한 후 여과지(No. 4 filter paper, Whatman)를 이용하여 여과하였으며, 여과액을 pH meter(SevenEasy, Mettler-Toledo, Korea)로 측정하였다.

통계분석

본 연구의 분석 항목 중 수율 및 신선도 측정은 처리구별 30개의 측정값을 모두 이용하였고 그 외 분석들은 처리구별 5반복 실험을 통해 얻어진 결과값을 이용 통계분석을 수행하였다. 통계 분석은 SAS program(ver. 9.3, SAS Institute Inc.)의 general linear model procedure을 이용 One-way ANOVA를 실시하였으며 측정값 간의 유의성 검정은 Tukey의 다중검정법을 사용하여 평가하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

수율 및 신선도 측정

처리구별 수율 및 신선도 측정 결과는 Table 1에 나타나 있다. 신선 및 해동된 오리육으로 제조한 훈제제품의 수율을 측정한 결과 냉동육의 해동과정에서 드립발생에 따른 수율 저하가 있었음에도 불구하고 처리구별 최종제품 수율에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 처리구별 원료육의 신선도 결과는 신선육과 냉동 후 해동육의 토리미터값이 유의적인 차이를 보이고 있고, Sung 등(2012)이 오리 가슴육의 토리미터를 이용한 기계적 판별이 가능하다고 하였는데, 본 실험에서도 냉동 후 해동육이 신선육에 비해 유의적으로 낮은 결과를 보였다.

일반성분 측정

A.O.A.C법에 의하여 얻어진 처리구별 훈제 원료육에 대한 수분, 조지방 등 일반성분 실험 측정 결과는 Table 2에 나타나 있다. 처리구별 원료육에 대한 실험 결과는 유의적인 차이가 나타나지 않았고, Lee 등(2007)이 실시한 오리 가슴살의 일반성분 분석결과와 비슷한 결과를 보이고 있다.

일반 호기성 미생물 측정

일반적으로 식육의 부패는 7~9 log cfu/g 수준으로 미생물이 성장하고 아울로 산패작용이 복합된 결과라고 하였으나(Gram *et al.*, 2002), TPC가 7.0 log cfu/g 미만이라도 상품으로서 가치를 상실한 경우도 발생하므로 TPC에 의한 식육의 부패 판정은 절대적 기준은 아니라고 하였다(Lee *et al.*, 1991, Lim *et al.*, 2010). 저장 기간에 따른 신선육과 해동육으로 제조한 훈제오리육의 일반 호기성 미생물 측정 결과는 Table 3에 나타나 있다. 초기 일반 호기성 미생물량은 5 log cfu/g 이상으로 원료육 차이에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 훈제오리육을 함기포장 및 험기포장하여 저장한 결과 저장 7일차에서 동일 포장법내에서는 원료육 차이에 따른 유의적인 차이는 없었으며, 동일 원료육간 포방방법에 따른 비교 결과 함기포장된 훈제오리육에서 험기포장된 것에 비해 미생물의 증식이 유의적으로

많은 것으로 나타났다. 또한 합기포장 처리구의 경우 식육 부패기준인 7 log cfu/g 정도 까지 미생물이 증식하여 합기포장 처리구의 저장실험을 더 이상 진행하지 못하였다. 혐기 포장의 14일차까지 미생물이 증식하는 경향을 보이다 28일차까지는 일정 수준으로 결과를 보이고 있으며 저장기간 동안 원료육 차이에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. Moon 등(1999)은 아질산염 첨가로 미생물 증식이 억제된다고 하였는데 본 연구에서도 대체 적으로 6 log cfu/g 전후로 일정한 경향을 보이고 있으며 급격한 증식은 보이지 않았다.

지질산패도 측정

식육류 및 육가공품의 품질은 지질산화와 관계가 크며 지질산화는 인지질, 불포화지방산, 육색소, 가열처리 조건, pH 및 아질산염 등에 의하여 영향을 받는다고 하였다(Jeong and Kim, 1986). 육제품의 산패에 따른 TBARS의 생성은 산패취의 생성과 밀접한 관계가 있어 TBARS 함량은 육제품의 신선도를 평가하는 지표가 된다(Kim and Choi, 2007). 저장 기간에 따른 훈제오리육의 처리구별 TBARS의 측정 결과는 Table 4에 나타나 있다. 합기포장의 경우 신선육처리구에서 7일차에서 유의적으로 증가하였으나 해동육처리구와 처리구간 차이는 없었다. 혐기포장의 경우 두 처리구 모두 저장기간이 지날수록 감소하는 경향을 보였고 신선육이 해동육처리구에 비해 저장기간이 증가할수록 유의적으로 낮은 경향을 보이고 있다. Kim 등(2007)도 훈제햄의 TBARS값이 7일차에서 가장 높게 나타났고 14, 21일차에는 감소하는 경향을 보였으나 28일차에는 7일차와 비슷한 경향을 보인다고 하였는데, 본 실험에서도 이와 비슷한 경향을 보였지만 28일차에서는 감소하는 결과를 보였다. 이와같은 결과는 Benjakul 과 Bauer(2001)의 냉동 및 해동에 의한 외부의 물리적 충격이 외부의 물리적 처리를 받지 않은 처리구에 비해 지방산화가 촉진되었다고 보고하였는데 본 실험에서는 신선육이 해동육처리구에 비해 낮은 결과를 보이나 두 처리구가 혐기포장에서 저장기간이 길어짐에 따라 두 처리구 모두 감소하는 경향을 보이고 있다. 이러한 결과는 염지훈연 제품에서 저장기간 중 TBARS값이 감소하는 것이 지질 산패뿐 아니라 제품의 지질함량과 지질조성, 단백질과 수분함량 등에 의하여 TBARS값이 영향을 받고 (Lee and Cho, 1995), 염지시 이용한 이온 및 당 성분에도 영향을 받는 것으로 이러한 영향 인자들이 저장 중 분해되는 것에 따른 결과로 사료된다.

육색 측정

육제품의 색깔은 소비자의 제품 선택 시 중요한 기준이 되며(Kim et al., 2002), 식품의 색도 변화는 식품의 내적, 외적인 품질의 변화를 보여주는 척도라고 할 수 있다(Hong et al., 2003). 염지육색 발현은 아질산염의 중요한 작용의 하나로 육제품속에 포함된 아질산염은 식육 속에서 환원되어 일산화질소를 생성하고, 이것이 고기 중의 myoglobin과 반응하여 염지육색인 nitrosomyoglobin을 만들며, 이 염지육색은 가열에 의하여 nitrosohemochrome이 되어 염지육제품 특유의 선홍색을 구성한다(Kim et al., 2007). 염지가열육의 색도는 식염과 아질산염의 첨가량, 염지온도의 차이에서 영향을 받는 것으로 보고되었다(Piotrowski et al., 1970). 저장 기간에 따른 색도 변화를 색차계를 이용하여 측정한 훈제오리육의 처리

구별 껍질 및 가슴살의 육색측정 결과는 Table 5, 6에 나타나 있다. L*값(명도)은 껍질 및 가슴육의 육색이 합기 포장에서 저장 7일차에 두 처리구에서 모두 변화가 있었으나 처리구간 차이는 없었고, 험기포장에서는 저장기간별로 약간의 증가와 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다. a*값(적색도)은 합기 포장에서 저장 7일차에 두 처리구 모두 변화하였으나 처리구간 차이는 없었고, 험기포장에서는 껍질육색은 저장기간별로 약간의 증가와 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이를 보이지는 않았는데, 가슴살 육색은 14일차에 신선육 처리구가 해동육처리구에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였고, 그 이상의 저장 일차에는 두 처리구간에 유의적인 차이가 없었다. b*값(황색도)은 포장방법에 따라 저장 7일차에 처리구간 유의적인 차이를 보였다. 껍질 육색의 경우 저장기간이 증가함에 따라 험기포장에서는 유의적 차이를 나타내지 않았으나, 가슴살의 육색은 신선육처리구의 경우 저장기간에 따라 유의적으로 증가와 감소를 반복하는 경향을 보였다. Kim 등(2007)은 smoked ham등을 4℃에서 냉장 저장하였을 때 저장 기간이 증가할수록 명도가 전반적으로 증가하였지만 큰 변화를 보이지 않는다고 하였다. 본 실험에서도 저장기간에 따라 약간의 변화가 있었지만 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 적색도는 저장기간이 지날수록 감소할 것으로 예상하였으나 전반적으로 큰 변화를 보이지 않았고, 황색도도 유의적인 변화를 보이지는 않았다. 따라서 훈제오리 껍질 및 가슴살의 육색은 원료육 및 저장기간에 큰 영향을 받지 않는 것으로 사료된다.

조직감 측정

저장 기간에 따른 훈제오리육의 처리구별 조직감 측정결과는 Table 7에 나타나 있다. 조직감 측정결과 hardness는 저장 초기 원료육 차이에 따른 유의적인 차이가 없었으나 합기포장 7일 후 신선육이 해동육처리구보다 유의적으로 높은 결과를 나타내었다($p<0.05$). 험기포장에서는 신선육이 해동육처리구에 비해 저장기간별로 높은 결과를 나타내었고, 3주차 이후에는 유의적으로 높은 결과를 보였다($p<0.05$). Springiness는 포장방법에 따라 처리구간 저장기간에 따라 유의적인 차이를 보이지는 않았으나 험기포장에서 4주차에 해동육이 신선육처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. cohesiveness 및 chewiness는 포장방법에 따라 처리구간 저장기간에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다. Gumminess는 험기포장에서 3,4주차에 신선육이 해동육처리구에 비해 유의적으로 높은 결과를 보였고($p<0.05$), Resilience는 포장방법에 따라 약간의 차이를 보이나 저장기간에 따라 유의적인 차이를 크게 보이지는 않았다. Dzudie and Okubanjo(1999)는 텀블링 처리는 염용성 단백질 추출 증대로 보수력 및 제품 수분의 함량이 증가하며 근섬유의 파괴로 전단력가가 감소된다고 하였고, Kang 등(2006)은 오리고기 가슴육에서 냉동해동 처리구가 신선육에 비해 근질의 길이가 짧아 전단가가 높은 결과를 보인다고 하였다. 본 연구에서도 신선육 및 해동육처리구에 대한 pH(Table 9)가 비슷한 경향을 보이는 것으로 보이고, 조직감 항목에서 신선육에 비해 해동육처리구가 나쁘지 않은 결과를 나타내어, 염지 및 텀블링 공정을 통해 보수력과 연도가 개선된 것으로 사료된다.

관능검사

저장 기간에 따른 훈제오리육의 처리구별 관능검사는 육색, 다즙성, 연도, 풍미, 종합적 기호도를 측정하였고 결과는 Table 8에 나타나 있다. 육색은 신선육처리구가 저장기간에 따라 측정값이 증가하였으나 해동육처리구에 비해 유의적으로 낮은 결과를 보였다($p<0.05$). 다즙성과 연도는 모든 처리구에서 저장 14일차에 감소하는 경향을 보였으나 신선육이 해동육 처리구에 비해 유의적으로 낮은 결과를 보였다($p<0.05$). 풍미는 해동육이 신선육처리구에 비해 저장기간에 따라 유의적으로 높은 경향을 보이나 28일차에는 신선육 처리구가 유의적으로 높은 결과를 보이며($p<0.05$), 종합적기호도에서는 저장기간에 따라 해동육 처리구가 전체적으로 높은 경향을 보이고 있다. Park 등(2010)은 상어고기(돔배기)를 염지·훈연 처리한 것이 비 훈연 처리한 것에 비해 관능적으로 우수한 결과를 보인다고 하였고, Krause(1976)는 돈햄육을 텀블링 처리시 다즙성을 향상시킨다고 하였다. 본 연구에서는 관능평가가 전체적으로 예상과는 달리 해동육 처리구가 관능적으로 좋은 결과를 보였는데 이는 염지·훈연 및 텀블링 과정을 통해 조직감, 다즙성 및 종합적 기호등이 향상된 결과로 판단되었다. 다만, Table 12에서 보듯이 신선육처리구와 12월개월 냉동후 해동육 처리구에서는 연도는 해동육이 높았으나, 풍미와 종합적 기호도가 신선육처리구에서 유의적으로 높은 경향을 보였다($p<0.05$).

요 약

본 연구는 국내에서 유통되고 있는 훈제오리육의 원료육 처리형태에 따른 저장기간별 품질변화를 분석 하고자 하였다. 훈제오리 처리구별 원료육에 대한 토리미터 값은 신선육 처리구가 유의적으로 높게 나왔으며, 처리구별 수율 및 일반성분은 유의적인 차이가 없었다. 총균수는 저장 7일차에서 동일 포장법내에서는 원료육 차이에 따른 유의적인 차이는 없었 으며, 동일 원료육간 포방방법에 따른 비교 결과 함기포장된 훈제오리육에서 혐기포장된 것에 비해 미생물의 증식이 유의적으로 많았다. 지방산패도는 함기포장의 경우 7일차에 0.8mg MA/Kg정도로 처리구간 차이는 보이지 않았고, 혐기포장의 경우 저장기간이 증가 할수록 신선육이 해동육처리구에 비해 유의적으로 낮은 경향을 보였다($p<0.05$). 껌질 및 가슴육의 육색은 포장방법 및 저장기간에 따라 L*값(명도)과 a*값(황색도)이 약간의 변화가 있었으나 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았고, b*값(적색도)는 저장 7일차에 처리구간 유의적인 차이를 보였고, 혐기포장에서 신선육처리구가 저장기간이 증가함에 따라 증가와 감소를 반복하는 경향을 보였다. 조직감은 hardness가 혐기포장에서 신선육이 해동육처리 구에 비해 저장기간별로 높은 결과를 보였고, springiness는 혐기포장에서 4주차에 해동육 이 신선육처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다. cohesiveness, chewiness, Resilience는 포장방법에 따라 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 관능검사는 육색, 다즙성 및 연도가 신선육이 해동육처리구에 비해 유의적으로 낮은 결과를 보였다 ($p<0.05$). 풍미에서는 저장 14일차는 해동육처리구가 28일차는 신선육처리구가 유의적으로

높은 결과를 보였다($p < 0.05$). 종합적기호도에서는 저장기간에 따라 해동육처리구가 높은 결과를 보이고 있다. 또한 추가로 신선육과 12개월 냉동 후 해동육으로 제조된 훈제육에 대해 실험한 결과도 대체적으로 3개월 처리구와 비슷한 경향을 보였으나 관능적으로 풍미와 종합적 기호도에서는 신선육이 높은 결과를 보였다. 본 연구를 통해 일정기간 냉동 후 해동육으로 염지 및 훈연처리를 통한 제조된 훈제품의 품질의 수준이 신선육으로 제조된 것에 비해 나쁘지 않았음을 볼 수 있었고, 좀 더 세분화된 연구를 통해 훈연제품의 품질수준을 측정할 필요가 있을 것으로 판단이 되며, 현재 계절적인 영향으로 냉동보관 되는 부분에 대해 도압 후 등급판정을 실시하고 등급판정 된 냉동 원료육을 훈제육 생산에 활용한다면 오리도체 등급판정의 활성화를 유도할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Figure Caption

[Table 1] Yield and freshness of smoked duck breast meat

| | Yield(%) | | Freshness |
|------------------|-----------|--------------|------------------|
| | Post-thaw | Post-smoking | Torrymeter value |
| F | - | 80.57 | 11.15 |
| T | 92.45 | 81.44 | 0.74 |
| SEM ¹ | 0.362 | 0.395 | 0.257 |

¹Standard errors of the mean

[Table 2] Proximate composition of smoked duck breast meat

| | Moisture | Crude fat | Crude protein | Ash |
|------------------|----------|-----------|---------------|-------|
| F | 77.03 | 0.81 | 20.64 | 1.05 |
| T | 77.22 | 0.65 | 20.49 | 0.91 |
| SEM ¹ | 0.344 | 0.080 | 0.311 | 0.015 |

¹Standard errors of the mean

[Table 3] Total aerobic bacterial number (Log CFU/g) of smoked duck breast meat

| Treatment | Storage (d) | | | | | SEM |
|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | |
| AF | 5.83 ^Y | 7.18 ^{aX} | - | - | - | 0.137 |
| AT | 5.67 ^Y | 6.76 ^{abX} | - | - | - | 0.211 |
| VF | - | 6.07 ^{bcY} | 6.97 ^X | 6.49 ^{XY} | 6.92 ^X | 0.113 |
| VT | - | 5.37 ^{cY} | 6.99 ^X | 6.61 ^X | 6.96 ^X | 0.182 |
| SEM ¹ | 0.134 | 0.231 | 0.105 | 0.131 | 0.046 | |

¹Standard errors of the mean

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

^{X,Y}Values with different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

[Table 4] TBARS values (mg malondialdehyde/kg meat) of smoked duck breast meat

| Treatment | Storage (d) | | | | | SEM |
|-----------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | |
| AF | 0.67 ^Y | 0.81 ^X | - | - | - | 0.027 |
| AT | 0.83 | 0.83 | - | - | - | 0.046 |
| VF | - | 0.76 ^X | 0.55 ^{bY} | 0.47 ^{bZ} | 0.45 ^{bZ} | 0.018 |
| VT | - | 0.82 ^X | 0.67 ^{aY} | 0.57 ^{aYZ} | 0.54 ^{aZ} | 0.027 |
| SEM | 0.502 | 0.023 | 0.023 | 0.028 | 0.011 | |

¹Standard errors of the mean

^{a,b}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 ($p < 0.05$).

[Table 5] Skin color of smoked duck breast meat

| Treatment | Storage (d) | | | | | SEM |
|-----------|--------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | |
| L - value | | | | | | |
| AF | 48.75 ^Y | 51.54 ^X | - | - | - | 0.605 |
| AT | 47.67 ^Y | 53.29 ^X | - | - | - | 1.172 |
| VF | - | 54.11 | 52.33 | 55.07 | 54.31 | 0.737 |
| VT | - | 52.92 | 53.43 | 55.26 | 54.25 | 0.994 |
| SEM | 0.927 | 0.929 | 0.357 | 1.298 | 0.636 | |
| a - value | | | | | | |
| AF | 13.56 | 12.14 | - | - | - | 0.538 |
| AT | 12.43 | 10.90 | - | - | - | 0.833 |
| VF | - | 11.46 | 13.78 | 12.79 | 12.77 | 0.593 |
| VT | - | 12.60 | 12.88 | 13.70 | 13.31 | 0.670 |
| SEM | 0.732 | 0.677 | 0.403 | 0.744 | 0.645 | |
| b - value | | | | | | |
| AF | 25.74 | 27.03 ^{ab} | - | - | - | 0.450 |
| AT | 25.00 | 25.81 ^b | - | - | - | 0.513 |
| VF | - | 28.20 ^a | 29.33 | 28.83 | 28.97 | 0.586 |
| VT | - | 27.94 ^{ab} | 28.76 | 28.75 | 28.77 | 0.501 |
| SEM | 0.520 | 0.517 | 0.544 | 0.580 | 0.306 | |

¹Standard errors of the mean

^{a,b}Values with different letters within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

^{x,y}Values with different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

[Table 6] Meat color of smoked duck breast meat

| Treatment | Storage (d) | | | | | SEM |
|-----------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | |
| L - value | | | | | | |
| AF | 62.09 ^{aX} | 56.50 ^Y | - | - | - | 1.110 |
| AT | 59.32 ^{bY} | 57.28 ^X | - | - | - | 0.555 |
| VF | - | 58.69 | 60.30 | 59.92 | 58.41 | 1.315 |
| VT | - | 58.66 | 59.19 | 59.75 | 59.76 | 0.697 |
| SEM | 0.773 | 0.759 | 0.962 | 1.101 | 1.442 | |
| a - value | | | | | | |
| AF | 10.01 | 11.14 | - | - | - | 0.700 |
| AT | 11.80 | 12.22 | - | - | - | 0.280 |
| VF | - | 11.25 ^{XY} | 9.18 ^{bY} | 11.52 ^X | 11.48 ^X | 0.559 |
| VT | - | 11.69 | 11.48 ^a | 11.64 | 11.84 | 0.334 |
| SEM | 0.623 | 0.360 | 0.394 | 0.532 | 0.576 | |
| b - value | | | | | | |
| AF | 13.37 | 13.31 ^a | - | - | - | 0.602 |
| AT | 12.38 | 12.02 ^b | - | - | - | 0.189 |
| VF | - | 12.27 ^{abY} | 14.15 ^X | 11.95 ^Y | 12.69 ^{XY} | 0.438 |
| VT | - | 12.03 ^b | 12.62 | 12.15 | 12.63 | 0.180 |
| SEM | 0.557 | 0.261 | 0.519 | 0.144 | 0.331 | |

¹Standard errors of the mean

^{a,b}Values with different letters within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

^{X,Y}Values with different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

[Table 7] Texture properties of smoked duck breast meat

| | | Storage (d) | | | | | SEM |
|------------------|-----|--------------------|---------------------|-------|--------------------|--------------------|-------|
| | | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | |
| Hardness | AF | 18.63 ^Y | 24.24 ^{aX} | - | - | - | 1.570 |
| | AT | 20.94 | 18.80 ^b | - | - | - | 0.952 |
| | VF | - | 20.83 ^{ab} | 23.76 | 24.49 ^a | 24.67 ^a | 1.144 |
| | VT | - | 19.52 ^{ab} | 19.86 | 19.95 ^b | 18.72 ^b | 1.322 |
| | SEM | 1.060 | 1.206 | 1.816 | 1.225 | 0.600 | |
| Springiness | AF | 0.54 | 0.47 | - | - | - | 0.034 |
| | AT | 0.45 ^Y | 0.55 ^X | - | - | - | 0.023 |
| | VF | - | 0.47 | 0.41 | 0.45 | 0.44 ^b | 0.022 |
| | VT | - | 0.51 | 0.50 | 0.56 | 0.58 ^a | 0.049 |
| | SEM | 0.035 | 0.027 | 0.049 | 0.037 | 0.035 | |
| Cohesivene ss | AF | 0.43 | 0.42 | - | - | - | 0.020 |
| | AT | 0.46 | 0.44 | - | - | - | 0.018 |
| | VF | - | 0.45 | 0.44 | 0.43 | 0.45 | 0.012 |
| | VT | - | 0.43 | 0.45 | 0.43 | 0.46 | 0.012 |
| | SEM | 0.018 | 0.017 | 0.015 | 0.008 | 0.008 | |
| Gumminess | AF | 7.93 | 10.24 | - | - | - | 1.000 |
| | AT | 9.52 | 8.23 | - | - | - | 0.649 |
| | VF | - | 9.32 | 10.50 | 10.65 ^a | 11.00 ^a | 0.516 |
| | VT | - | 8.39 | 8.82 | 8.56 ^b | 8.61 ^b | 0.508 |
| | SEM | 0.753 | 0.690 | 0.645 | 0.546 | 0.388 | |
| Chewiness | AF | 4.37 | 4.90 | - | - | - | 0.722 |
| | AT | 4.24 | 4.89 | - | - | - | 0.304 |
| | VF | - | 4.38 | 4.33 | 4.80 | 4.88 | 0.338 |
| | VT | - | 4.30 | 4.61 | 4.86 | 5.00 | 0.628 |
| | SEM | 0.584 | 0.438 | 0.673 | 0.500 | 0.452 | |
| Resilience | AF | 0.13 ^b | 0.15 | - | - | - | 0.009 |
| | AT | 0.16 ^a | 0.15 | - | - | - | 0.008 |
| | VF | - | 0.16 | 0.16 | 0.15 ^a | 0.15 | 0.006 |
| | VT | - | 0.14 | 0.14 | 0.13 ^b | 0.14 | 0.007 |
| | SEM | 0.007 | 0.008 | 0.008 | 0.005 | 0.005 | |

¹Standard errors of the mean

^{a,b}Values with different letters within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

^{x,y}Values with different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

[Table 8] Sensory properties of smoked duck breast meat

| Sensory evaluation | | Storage (d) | | | SEM |
|--------------------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| | | 0 | 14 | 28 | |
| Color | F | 2.44 ^{bY} | 2.73 ^{bXY} | 3.05 ^{bX} | 0.111 |
| | T | 3.25 ^{aY} | 3.74 ^{aX} | 3.48 ^{aXY} | 0.081 |
| | SEM | 0.102 | 0.091 | 0.098 | |
| Juiciness | F | 2.92 ^{bXY} | 2.56 ^{bY} | 2.95 ^{bX} | 0.117 |
| | T | 3.46 ^{aX} | 2.99 ^{aY} | 3.33 ^{aXY} | 0.118 |
| | SEM | 0.143 | 0.102 | 0.107 | |
| Tenderness | F | 3.05 ^{bX} | 2.66 ^{bY} | 3.27 ^{bX} | 0.102 |
| | T | 4.16 ^{aX} | 3.60 ^{aY} | 3.90 ^{aXY} | 0.101 |
| | SEM | 0.110 | 0.103 | 0.089 | |
| Flavor | F | 3.51 ^b | 3.33 ^b | 3.62 ^a | 0.098 |
| | T | 3.81 ^{aX} | 3.54 ^{aXY} | 3.38 ^{bY} | 0.097 |
| | SEM | 0.106 | 0.094 | 0.093 | |
| Overall Acceptance | F | 3.02 ^b | 3.01 ^b | 3.38 | 0.112 |
| | T | 3.35 ^a | 3.40 ^a | 3.46 | 0.102 |
| | SEM | 0.107 | 0.105 | 0.110 | |

¹Standard errors of the mean

^{a,b}Values with different letters within the same column differ significantly ($p < 0.05$).

^{x,y}Values with different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

[추가실험]

[Table 9] Total aerobic bacterial number (Log CFU/g), TBARS values (mg malondialdehyde/kg meat), and pH of smoked duck breast meat

| | Treatment | | SEM |
|------------------------|-----------|------|-------|
| | F | T | |
| Total aerobic bacteria | 6.65 | 6.34 | 0.297 |
| TBARS value | 0.85 | 0.83 | 0.024 |
| pH | 6.41 | 6.42 | 0.034 |

¹Standard errors of the mean

[Table 10] Meat color of smoked duck breast meat

| | Treatment | | SEM |
|-----------|--------------------|--------------------|-------|
| | F | T | |
| L - value | 56.41 | 58.10 | 1.196 |
| a - value | 12.06 ^a | 10.95 ^b | 0.251 |
| b - value | 12.25 | 12.84 | 0.346 |

¹Standard errors of the mean

^{a,b}Values with different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

[Table 11] Shear force and texture properties of smoked duck breast meat

| | Treatment | | SEM |
|-------------------------|-----------|--------|--------|
| | F | T | |
| Firmness (N) | 41.98 | 39.58 | 3.794 |
| Work of Shear (N x sec) | 405.09 | 371.40 | 46.439 |
| Hardness (Kg) | 21.73 | 20.27 | 1.240 |
| Springiness | 0.53 | 0.56 | 0.033 |
| Cohesiveness | 0.45 | 0.42 | 0.011 |
| Gumminess | 9.67 | 8.54 | 0.664 |
| Chewiness | 5.20 | 4.78 | 0.614 |
| Resilience | 0.14 | 0.12 | 0.005 |

¹Standard errors of the mean

[Table 12] Sensory properties of smoked duck breast meat

| Sensory evaluation | Treatment | | SEM |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------|
| | F | T | |
| Color | 3.19 | 3.29 | 0.081 |
| Juiciness | 2.96 | 2.97 | 0.100 |
| Tenderness | 3.36 ^b | 3.71 ^a | 0.107 |
| Flavor | 3.61 ^a | 3.26 ^b | 0.098 |
| Overall Acceptance | 3.43 ^a | 3.13 ^b | 0.097 |

¹Standard errors of the mean

^{a,b}Values with different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

참고문헌

1. Benjakul, S. and Bauer, F. (2001) Biochemical and physicochemical changes in catfish(*Silurus glanis linnè*) muscle as influenced by different freeze-thaw cycles. *Food Chem.* 72, 207-217.
2. Bowen, V. G., Cervený, J. G., and Deibel, R. H.(1974) Effect of sodium ascorbate and sodium nitrite on toxin formation of *Clostridium botulinum* in wieners. *Appl. Microbiol.* 27. 605-612.
3. Choi, J. H., Kim, I., Jeong, J. Y., Lee, E. S., Choi, Y. S., Kim, C. J.(2009) Effects of carcass Processing Method and curing condition on Quality Characteristics of Ground Chicken Breasts. *Kor J Food Sci Ani Resour.* 29(3). 356-363.
4. Hong, G. P., Lee, S., and Min, S. G.(2003) Studies on physicochemical properties of spreadable liver sausage during storage period. *Kor J Food Sci Ani Resour.* 23. 56-62.
5. Hyon, J. S., kang, H. G., Kim, M. S., Jung, I. C., Moon, Y. H.(2003) Effects of curing Temperature and Times on Chemical Properties and Palatability of Cured Boiled Pork Loins. *Kor J Food Sci Ani Resour.* 23(1). 32-38.
6. Jeong, J. Y., Yang, H. S., Kang, G. H., Lee, J. I., Park, G. B., Joo, S. T. (2006) Effect of Freeze-thaw process on Myoglobin Oxidation of Pork Loin during Cold Storage. *Kor J Food Sci Ani Resour.* 26(1). 1-8.
7. Kang, G. H., Jeong, J. Y., Ali, S., Kim, S. H., Jang, B. G., Kang, H. S., Lee, D. S., Lee, S. J., Park, G. B., Joo, S. T.(2006) Effect of Boning Time and Storage Temperature on Meat Quality of Duck Breast. *Kor J Food Sci Ani Resour.* 26(1). 43-48.
8. Kim, G. S., Choi, S. H.(2007) Changes in Residual Nitrite, TBARS and Color of Meat Products during Storage. *Korean J. Food Sci.* 27(3). 299-307.
9. Kim, M. S. and Moon, Y. H.(1998) Effects of Storage Period and Rechilling Process on tenderness of Chilled or Frozen Beef. *Kor J Food Sci Ani Resour.* 18(3). 216-223.
10. kim, S. M., Cho, Y. S., Sung, S. K., Lee, I. G., Lee, S. H., and Kim, D. G.(2002) Developments of functional sausage using plant extracts from pine needle and green tea. *Kor J Food Sci Ani Resour.* 22. 20-29.
11. KREI (2014) Agricultural Outlook 2012. Korea Rural Economic Institute.

12. Ku, S. K., Kim, H. J., Yu, S. C., Jeon, K. H., Kim, Y. B.(2013) Effects of injection and Tumbling Methods on the Meat Properties of Marinated Beef. *Kor J Food Sci Ani Resour.* 33(2). 244-250.
13. Lawis, T. L., Plimpton, R. F., Ockerman, H. W. and Parrett, N. A.(1992) Electrical stimulation and tumbling affect prerigor cured, sectioned and formed ham roasts. *J. Food Sci.* 57. 567-568.
14. Li, K. H., Choe, I. S., Nam, K. T., Kim, S. H., O, B., Lee, C. H., Choi, K. D.(2007) A Study on the Appropriateness of Duck Meat Processing According to Feeding Management. *Kor J Food Sci Ani Resour.* 27(2). 203-208.
15. Lim, H. J. and Yang, H. S. (2014) Effects of Preblending of Salt, Phosphate, and Bicarbonate Marinade Solutions on the Quality Properties of Pork Loin. *J. Agriculture & Life Science* 48(1). 139-147.
16. Lim, J. H., Cheong, S. H., Lee, S. K., Lee, K. T.(2010) Quality and Shelf-life of Chilled Smoked pork Belly Depending on Packaging Methods. *Korean Journal of Packaging Science & Technology.* 16(2). 43-51.
17. Lee, J. M., Cho, J. S.(1995) Effects of Storage Days and Cooking Method on Lipid Oxidation in Processed Meat Products. *Korean J. Oil Chemists'Soc.* 12. 69-79.
18. MAFRA (2012) Major Statistics indices. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
19. Miller, A. J., Aererman, S. A. and Palumoo, S. A.(1980) Effect of frozen storage on functionality of meat for processing. *J. Food Sci.*, 45. 1466-1468
20. Moon, Y. H., Kim, M. S., Jung, I. C.(1999) Some Properties and Curing Effect of Drip from Frozen-thawed Pork Meat. *Kor J. Food & Nutr.* 12(4). 370-374.
21. Nam, J. H., Park, C. K., Song, H. I., Kim, D. S., Moon, Y. H., Jung, I. C.(2000) Effects of Freezing and Refreezing Treatments on Chicken Meat Quality. *Kor J Food Sci Ani Resour.* 22(3). 222-229.
22. Park, E. J., Park. K. J., Kim, Y. H. Quality Changes of Chicken Meat During Chilled and Freeze Storage. *Korean J. Anim Sci.* 37(3). 249-256.
23. Park, H. J., Park, L. Y., Yoon, K. S., Lee, S. H.(2010) Quality Characteristics of Smoked Dombaeki(Shark Meat). *Korean J. Food Preserv.* 17(4). 471-477.
24. Park, G. B., Ha, j. k., Park, B. Y., Lee, S. J., Park, Y. Y., Park, T. S., Shin, T. S., Lee, J. I.(1996) Effect of Packing Method on Physico-chemical Properties of Frozen Chicken. *Korean J. Poult Sci.* 23(4). 193 - 201.

25. Pegg, R. B., Fisch, K. M., and Shahidi, F.(2000) Ersatz herkömmlicher pökellung durch nitritfreie Pökelsysteme. *Fleischwirtschaft*. 80. 86-89.
26. Sung, S. H., Bae, Y. S., Oh, S. H., Lee, J. C., Kim, H. J., Jo, C.(2013) Possibility of Instrumental Differentiation of Duck Breast Meat with Different Processing and Storage Conditions. *Korean J. Food Sci.* 33(1). 96-102.
27. Toth, L. and Potthast, K.(1984) Chemical aspects of the smoking of meat and meat products. In : *Advances in food research*. Chichester, C.O., Mark, E. M and Schweigert, B. S.(eds), Academic Press, Inc., Westport, Connecticut. pp. 431-456.
28. Watts, B. M.(1954) Oxidative rancidity and discoloration in meat. *Adv. Food Res.* 5. 1-5

2014년 축산물품질평가 실용화 연구 결과 보고서

- 발행인 : 허 영
- 편집인
 - (총괄) R&BD센터장 김관태
 - (자문) 강세주, 윤영권, 김학성, 이재청, 권기문
 - (현장조사) 축산물품질평가원 실용화연구반 연구반원
- 발행일 : 2014년 12월
- 발행처 : 축산물품질평가원(www.ekape.or.kr)
(435-010) 경기도 군포시 용호1로 46번길 9
Tel : 031-390-5564
Fax : 031-390-5599
- 인쇄처 : 비전기획(02-504-1555)

-
- 이 책에 실린 내용은 축산물품질평가원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.
 - 본 자료는 축산물품질평가사가 현장에서 품질평가업무를 하면서 연구 조사한 보고서입니다. 따라서 내용이 충분히 검증되지 않은 부분도 있을 수 있으니 본 자료를 이용할 시는 이 점을 감안하시기 바랍니다.
 - 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다. 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
 - 이 책에 실린 내용의 최근 자료는 축산유통종합정보(www.ekapepia.or.kr)에서 확인할 수 있습니다.
-