



돈육 품질인증을 위한 도체 육질점수 표준화에 관한 연구

김두환¹ · 서종태² · 곽석준 · 이정일*

경상남도 축산진흥연구소, ¹진주산업대학교 동물소재공학과, 동물생명산업센터, ²부경양돈농협

Studies on the Standardization of Carcass Quality Scores for Pork Quality Assurance

Doo-Hwan Kim¹, Jong-Tae Seo², Suk-Chun Kwack, and Jeong-Ill Lee*

Livestock Promotion Research Institute, Gyeongnam 666-962, Korea

¹Regional Animal Industry Center, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

²Bukyung Swine Farmer's Cooperative, Gimhae 621-010, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of intramuscular fat scores on pork quality assurance. Pork loins were collected from animals (110-120 kg body weight) slaughtered in a commercial slaughterhouse, assigned an IMF score (1-3) from and stored for 24 hrs at -3°C. Samples were analyzed for chemical composition, pH, cooking and drip loss, shear force, meat color, and texture characteristics. The moisture, crude protein and crude ash content were not significantly different among the various IMF score groups. The crude fat content of the IMF score 3 group was significantly higher than the IMF score 1 and 2 groups ($p < 0.05$). The pH values of the IMF score 2 and 3 groups was significantly higher than the IMF score 1 group ($p < 0.05$). There was a no significant difference in shear force value and cooking loss among the IMF score groups. The purge loss content of the IMF 3 group was significantly lower than that of the IMF score 1 group ($p < 0.05$). The increase in IMF score resulted in lower hardness, gumminess, and brittleness values. The hardness and gumminess of the IMF score 3 group were significantly lower than those of the IMF 1 score group. The adhesiveness, cohesiveness, and springiness were not significantly different among the IMF score groups. With regard to meat color traits, lightness (CIE L*) was not significantly different among the IMF score groups. The a* and b* values correlated positively with the IMF score. In general, the results of this study show that the CIE color values and drip loss had a positive correlation, while only redness was positively correlated with shear force and hardness. pH was negatively correlated with CIE color values and drip loss, while positively correlated with moisture content.

Key words: intramuscular fat, pork, physico-chemical properties

서 론

수입 자유화와 유통시장 전면 개방에 따라 외국의 질 좋은 육류가 들어와 소비자 선택의 폭이 확대된 반면, 국내산 돈육에 대한 소비자의 신뢰가 결여된 상태에서 품질과 가격 경쟁을 해야 되는 여건에 처해있다. 따라서 돈육 품질을 고급화하여 소비자의 기호를 만족시켜 소비를 확대해 나가야 할 것이며, 이를 위해서는 돈육의 생산과 소비시장의 가치기준에 의한 품질인증(quality assurance)체

계 확립이 요구되고 있다. 이미 미국(NPPC : National Pork Producers Council)과 호주(M&LC) 등 선진국에서는 국가 단위의 품질인증 체계가 운영되고 있다.

선진국의 돈육산업은 생산성(정육율, 증체율, 사료효율) 및 육질(소비자 기호도, 도체특성, 육질특성)의 종합평가 체계로 전환되고 있어 우리나라도 생산성에서 육질 위주의 평가체계를 확립해 나가야 할 것이다. 돈육의 품질에 대한 정의는 감각의 영역, 기술적인 요소, 영양적 가치, 위생 및 위해요소에 대한 안전성 등의 측면을 고려 할 수 있다고 한 Hofmann(1994)의 제안 등 많은 사람들이 정의하고 있지만 품질에 대한 정의는 각 나라, 지역 및 판매 조직에 따라서도 차이가 있는 실정이다. 그러므로 우리의 현실에 맞는 돈육 품질에 대한 종합평가 체계를 자체적으

*Corresponding author : Jeong-Ill Lee, Livestock Promotion Research Institute, Shinan-Meon, Sanchung-Gun, GyeongNam 666-962, Korea. Tel: 82-55-970-7480, Fax: 82-55-970-7479, E-mail: leeji0429@empal.com

로 확립할 필요성이 있다.

최근 돈육의 품질인증과 브랜드화 바람과 함께 지역별 생산자 단체들은 나름대로 생산시스템을 규격화, 표준화하여 소비자 요구에 부응하고자 하는 노력을 기울이고 있다. 일부 양돈업체는 최근에 도체 품질관리에 착수하여 사료급여, 출하, 도축 및 도축 후 가공, 유통에 이르는 전 과정에 걸쳐 자체 품질인증 프로그램을 도입하여 시행해 오고 있으며, 현재 육가공업체에서 체크하는 도체 육질점수 중 근내지방 점수의 판정기준은 눈으로 보이는 외관과 경험에 의한 평가에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 현재 국내에서는 품질기준 및 품질인증 프로그램을 업체별 자체적으로 실시하고 있는데, 축산물등급판정소에서 실시하는 돼지도체등급제처럼 규격화되고 객관적으로 판정할 수 있는 기준이 마련되어야 할 것으로 생각되며 본 연구결과가 향후 보다 표준화된 품질인증 프로그램 정착을 위한 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

공시가축

공시가축은 부경양돈농협 조합원 농장에서 사육 중인 3원교잡종[(Landrace × Yorkshire) × Duroc]인 돼지를 출하 12시간 전부터 절식을 실시하고, 도축장으로 이송하였으며(이송시간 평균 1시간/70 km), 도축전 3-4시간 계류 후 도축하였으며, 등지방 두께 및 등급판정은 온도체 상태에서 육류등급기준에 따라 실시하였으며, 김해 공판장에서 실시하고 있는 자체 육질평가(근내지방, 근간지방, 피하지방, 탄력성)는 도축 후 24시간 동안 예냉실(-3°C)에 보관한 후 냉도체(3°C) 상태에서 실시하였다.

공시재료

공시재료는 도축 후 24시간 동안 예냉실에 보관한 후 좌등심(배최장근, *longissimus dorsi* muscle)을 정형한 후에 부경양돈농협 김해축산물 공판장자체적으로 실시하고 있는 육질평가 항목 중 육안적으로 판정하는 근내지방(intramuscular fat, IMF) 정도를 기준으로 1점(IMF 1, 근내지방 정도가 낮다), 2점(IMF 2, 근내지방 정도가 보통이다) 및 3점(IMF 3, 근내지방 정도가 높다)을 받은 등심시료를 채취하여 비닐로 1차 포장을 한 후 냉장온도가 유지되는 아이스박스에 담아 냉장상태로 경상남도 축산진흥연구소 육질분석 연구실로 이송하여 4±1°C에서 보관하면서 육질분석용 공시재료로 이용하였다.

조사항목 및 분석방법

1) 일반성분

일반성분 분석은 AOAC(1995)방법에 준하였으며, 수분

함량은 oven 건조법, 조단백질은 조단백질 증류장치(2200 Kjeltec Auto Distillation, Switzerland), 조지방은 Folch 등(1957)의 방법으로 Soxhlet추출법(Soxtec system HT6, Switzerland), 조회분 함량은 electric muffle furnace(Naberphrem, Germany)를 이용하여 800°C로 5시간 동안 회화시킨 후 그 함량을 측정하여 백분율(%)로 나타내었다.

2) pH

마쇄한 시료 10 g을 증류수 90 mL와 함께 polytron homogenizer(IKA labortechnik T25-B, Malaysia)로 14,000 rpm에서 1분간 균질하여 pH-meter(Mettler Toledo Co., MP 230, Switzerland)로 측정하였다.

3) 육색

육색은 시료의 절단면을 이용하여 육색을 측정하였다. 육색 측정시 절단한 단면을 Chromameter(Minolta Co., CR 301, Japan)를 사용하여 동일한 시료를 3회 반복하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE(Commission Internationale de Leclairage) L* 값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a* 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b* 값을 측정하였다. 이때 표준화 작업은 표준색판 No 12633117을 이용하여 Y=93.5, x=0.3132, y=0.3198 값으로 표준화시킨 후 육색을 측정하였다.

4) 육즙손실

Honikel(1987)의 suspension 방법을 이용하여 돈육 등심근을 직경 4 cm의 core를 이용하여 50 g 내외로 시료를 채취한 후 보관용기(20×15×15 cm)에 매달아 4°C의 냉장 온도에서 48시간 동안 저장한 후 무게를 측정하여 중량법에 의하여 감량을 환산하였다.

5) 가열감량

가열감량은 시료를 2 cm 두께로 일정하게 절단하여 무게를 측정하고(A), 알루미늄 호일에 싸서 외부온도 200°C인 오븐을 이용하여 심부 온도를 측정할 수 있는 온도계를 이용하여 내부온도가 70°C에 도달할 때까지 조리한 후 식힌 다음 시료의 무게를 측정하여(B) 산출하였다.

$$\text{가열감량}(\%) = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \times 100$$

6) 전단가

전단가는 시료를 지름 1.5 cm의 core를 이용하여 근섬유 방향의 원통형 절편으로 시료를 채취한 후, Instron Universal Testing Machine(Model 4443)에 Warner-Bratzler shear device를 장착하여 시료의 근섬유 방향과 직각으로 절단하여 수행하였다. Instron의 조건은 transducer 50 kg,

Table 1. Conditions of Rheometer for texture analysis

Items	Conditions
Table speed	120 mm/m
Sample speed	60 ms
Load cell	10 kg
Adapter area	∅ 5mm
Sample area	∅ 10mm
Sample move	15 mm
Sample length	10 mm
Force unit	g/cm ²
X axis unit	Time (sec)

crosshead speed 100 mm/min, load range 20 kg으로 실시하였다. 최대 peak를 전단력(kg/cm²)으로 나타내었다.

7) 조직감 측정

Test type은 Mastication test에서 하였고, computer와 Rheometer 조건은 Table 1과 같다.

통계분석

본 실험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System, 1999)를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리구 평균간의 유의성 검정($p < 0.05$)은 Duncan의 다중검정법(multiple range test, Snedecor and Cochran, 1980)으로 처리구 간에 유의적인 차이를 비교하였다.

결과 및 고찰

근내지방 함량이 일반성분에 미치는 영향

도축 후 24시간동안 -3°C의 예냉실에서 냉도체를 만든 후 부경양돈농협 김해축산물 공판장에서 자체적으로 실시하고 있는 육질검사 항목인 근내지방 점수(1-3)를 기준으로 하여 채취된 시료를 경상남도 축산진흥연구소로 이송하여 도축 후 48시간이 경과된 시점을 기준으로 하여 근내지방 함량이 다른 등심근의 일반성분 변화를 조사한 결

Table 2. Effects of intramuscular fat content on chemical composition of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs (%)

Items	Treatments ¹⁾		
	IMF 1	IMF 2	IMF 3
Moisture	73.97±1.13	73.43±1.51	72.99±1.24
Crude protein	23.73±0.56	24.33±0.56	24.20±0.84
Crude fat	0.81±0.18 ^B	1.03±0.17 ^B	1.58±0.56 ^A
Crude ash	4.59±0.26	4.59±0.39	4.46±0.52

¹⁾ IMF 1 : intramuscular fat score 1, IMF 2 : intramuscular fat score 2, IMF 3 : intramuscular fat score 3.

Mean±standard deviation (n=48).

^{AB} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $p < 0.05$.

과는 Table 2와 같다.

근내지방도에 따른 함유수분 함량 변화는 근내지방도가 높을수록 함유수분이 약간 감소하는 경향은 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 전체적으로 72.99-73.97%의 범위를 보였으며 처리구간의 통계적 차이는 보이지 않았다. 근육의 수분함량은 근육의 물리적 성숙도와 지방함량에 따라 차이가 있으며, 약 70-75%로 구성된다(Honikel, 1987). 사료의 영양소 수준과 성별이 도체 및 육질특성에 미치는 영향 연구에서 Ha 등(2005)은 조지방 함량이 높을수록 수분함량이 낮아지는 결과를 보였다고 하였으며, Hodgson 등(1991)은 수분을 많이 함유한 돈육은 지방함량이 낮았다고 보고하여 본 실험의 결과를 뒷받침 하고 있다. 조단백질 함량은 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 없었으며, 23.73-24.33%의 범위를 보였다. 조회분 함량은 전체적으로 4.46-4.59%의 범위를 보였으며, 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 없었다. 조지방 함량은 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 있었으며, IMF 3 처리구가 IMF 1과 2 처리구에 비하여 유의적으로 높은 조지방 함량을 보였다($p < 0.05$). IMF 1의 경우 조지방 함량이 최소 0.59%-최대 1.24%를 보였으며, IMF 2는 0.90-1.48%, IMF 3는 1.09-2.71%의 범위를 보였는데, 이와 같이 조지방 함량이 차이는 이유는 실제 육안으로 측정된 근내지방도가 실제 측정치와는 다소 오차가 발생할 수 있다는 것을 시사한다. 또한 육안으로 측정시 흰색으로 나타나는 모든 것들이 지방이 아닐 수도 있고 특히, 그 중에는 근막이 지방으로 오인되게 보이는 경우도 있다는 것을 알 수 있다.

근내지방도는 도체중이나 등지방 두께가 증가함에 따라 유의적으로 증가한다고 보고하였다(Kim and Im, 2006). 양돈산업에 있어서 근내지방도는 가장 중요한 경제형질 중 하나로서 근내지방 함량이 높을수록 다즙성과 전체기호도가 향상된다고 보고하였다(Ellis *et al.*, 1990).

근내지방 함량이 이화학적 특성에 미치는 영향

근내지방 함량이 다른 등심근의 이화학적 특성 변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 일반적으로 육질은 도축

Table 3. Effects of intramuscular fat content on physico-chemical properties of *longissimus dorsi* muscle in finishing pigs

Items	Treatments ¹⁾		
	IMF 1	IMF 2	IMF 3
pH	5.58±0.09 ^B	5.67±0.07 ^A	5.69±0.09 ^A
Cooking loss (%)	33.38±2.81	33.44±2.86	32.98±2.62
Drip loss (%)	2.39±1.18 ^A	2.02±0.82 ^{AB}	1.50±0.78 ^B
Shear force value (kg)	5.19±1.34	5.40±0.97	5.02±0.85

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.

Mean±standard deviation (n=48).

^{AB} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $p < 0.05$.

24시간 후에 냉장된 조식의 표면에 기초한 색깔, 보수성과 다즙성, 조직감과 연도, 냄새와 맛에 의하여 결정된다 (Lawrie, 1991). 미국 NPPC(National Pork Producer's Council, 2001)에서 보고된 돼지고기 육질의 목표치를 보면 육색은 NPPC 기준으로 3.0-5.0, pH는 5.6-5.9, 부드러움을 나타내는 전단가는 7일에 3.5 kg 이하, 풍미는 적당한 돈육취를 내며 이취가 없는 것, 근육 내 지방은 2-4%, 그리고 육즙 손실은 2.5% 미만을 목표로 하고 있다. 최근에는 돼지 개량의 지표로 육질을 채택하면서 상강도(마블링, marbling)를 포함시키고 있는데, 정육에서 상강의 경향은 미국뿐만 아니라 스페인, 영국, 덴마크 등의 유럽 각 국가에서도 움직이고 있다. 즉 돼지고기의 맛에서 상강의 중요성이 다시 인식되고 있다고 볼 수 있다. 상강의 중요성에 대해 말할 때 주의할 점은 상강이 많으면 체지방도 많아진다는 것은 반드시 비례하지 않고, 또한 돈육의 품질개량은 반드시 상강으로만 되는 것은 아니라는 점이다.

육의 물리화학적 성질 중에서 가장 기본적인 중요 성질인 pH는 육의 보수성에 영향을 미치며, pH의 고·저 차이에 의하여 보수성 및 연도에 영향을 미친다. Van der Wal 등(1997)은 신선 돈육의 품질에 영향을 미치는 가장 중요한 특성에는 보수성, 육색, 조직감, 사후 pH의 저하 등이 있으며, 그 외에도 돼지가 가지고 있는 유전적 특성이나 도축 전 계류, 도축방법과 같은 도축 전후의 취급도 중요한 요인이다(Warris et al., 1995). 근내지방도에 따른 pH 변화에서 IMF 2와 3 처리구가 IMF 1 처리구에 비하여 유의적으로 높은 pH를 보였는데, 이와 같은 결과에 대해서는 아직까지 밝혀진 바가 없기 때문에 더 많은 시료를 통하여 근내지방도가 pH 변화에 미치는 영향을 밝히는 것이 중요하다고 사료된다. 일반적으로 돈육의 최종 pH는 5.5 정도인데, 도축 후 일정시간이 경과되면서 pH가 상승되기 때문에 본 실험에서는 약간 상승된 pH를 보였다. 전단가와 가열감량은 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 없었다. 그러나 현수방법으로 조사한 육즙감량은 IMF 3 처리구가 IMF 2 처리구에 비해서는 낮은 육즙감량을 보였으며, IMF 1 처리구 보다는 유의적으로 낮은 육즙감량을 보였다($p<0.05$). 이와 같은 결과에 대해 전체적으로 고찰하여

보면 근육내 조지방 함량이 높을수록 함유수분 함량이 다소 낮아지고, pH는 상승하며, 육즙감량이 감소한다고 볼 수 있다. 육의 보수력은 육의 경제적 가치와 육질에 영향을 미치는 신선육의 중요한 특성중의 하나이며, 고기가 절단, 열처리, 세절, 압축, 냉동, 해동 등의 물리적 처리를 받을 때 수분을 잃지 않고 보유할 수 있는 능력을 말한다.

고기의 관능적 품질(eating quality)은 소비자가 고기를 채 구매하는데 강한 영향을 미치기 때문에 고기의 전체 품질 중 중요한 부분 중 하나이며, 관능적 품질 중 연도가 가장 중요한 특성으로 여겨지고 있다. 돈육의 이러한 품질은 생산에서 소매점에 진열되기까지의 가공과정 중 많은 요인들에 의해 영향을 받는다(Wood et al., 1994). 고기의 연도는 소비자가 제품을 구매하는데 많은 영향을 미치는 육의 관능적 품질특성 중 하나이기 때문에 산업분야에서 연도를 조절하기 위한 계획은 필수인 것이다(Wood et al., 1996).

근내지방 함량이 조직적 특성에 미치는 영향

근내지방 함량이 다른 등심근의 조직적 특성 변화를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 물질을 변형시킬 때 필요한 힘을 나타내는 경도(hardness)는 근내지방도가 높을수록 낮아지는 결과를 보였으며, IMF 3 처리구가 IMF 2 처리구에 비하여 낮았으며, IMF 1 처리구에 비해서는 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 물체의 표면과 표면에 부착되어 있는 것을 분리시키는데 필요한 힘을 나타내는 부착성(adhesiveness), 제품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘을 나타내는 응집성(cohesiveness), 제품의 외부로부터 힘을 가한 후 생긴 변형이 힘을 제거시 원상복귀 하는 성질을 나타내는 탄력성(springiness)은 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 없었다. 그러나 제품을 삼킬 수 있을 정도로 씹는데 필요한 에너지를 나타내는 점성(gumminess)은 근내지방도가 높을수록 낮아지는 결과를 보였으며, IMF 3 처리구가 IMF 1 처리구에 비하여 유의적으로 낮은 점성을 보였다($p<0.05$). 제품을 부수는데 필요한 힘을 나타내는 파쇄성(brittleness)은 근내지방도 간에 유의적인 차이가 없었지만 근내지방도가 높을수록 파쇄성

Table 4. Effects of intramuscular fat content on texture properties of longissimus dorsi muscle in finishing pigs

Items	Treatments ¹⁾		
	IMF 1	IMF 2	IMF 3
Hardness (g/cm ²)	1361.13±219.25 ^A	1308.91±263.88 ^{AB}	1169.46±205.78 ^B
Adhesiveness (g/cm ²)	529.10±94.46	511.50±104.94	542.90±89.87
Cohesiveness (%)	39.68±6.20	41.43±6.41	42.76±6.22
Springiness (%)	76.89±4.32	79.71±7.25	79.69±6.95
Gumminess (g)	1231.81±303.02 ^A	1150.94±197.90 ^{AB}	1051.64±206.57 ^B
Brittleness (g)	967.62±240.07	902.14±176.80	849.24±197.09

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.

Mean±standard deviation (n=96).

^{AB} Means with different superscript in the same row are significantly differ at $p<0.05$.

이 낮아지는 경향을 보였다. 전체적으로 조직감 항목들에서 차이가 발생하는 것은 성별 및 도살 전후의 처리 등 여러 가지 요인들이 있을 수 있으며(Gu *et al.*, 1992; Friesen *et al.*, 1994), 또한 조직감의 특정한 항목에 대해서는 근내지방도가 영향을 미치는 것으로 나타났다. 일반적으로 근내지방이 관능적 특성에 영향을 주는 기작에 대한 이론은 아직 정확하게 정립이 안 되어 있다. 지방세포의 분화 및 성장이 결체조직 사이에서 일어남으로써 육 내 결체조직 수가 상대적으로 줄어들고 씹힘 작용 시에 윤택작용과 침샘을 자극하여 다즙성이 높은 느낌을 받게 한다고 하였다(Thompson, 2001). 돈육의 관능적 특성은 근육내의 지방과 상호 밀접한 상관관계가 있어 근육 내 지방함량이 증가할수록 향, 다즙성 및 연도가 개선된다고 보고하였다(Shackelford *et al.*, 1994).

근내지방 함량이 육색에 미치는 영향

근내지방 함량이 다른 등심근의 육색 변화를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 육색에 영향을 미치는 근육 내 요인에는 사후 해당을, 근내지방 함량, 색소농도(myoglobin), 육색소의 산화상태 등이 있으며, 근육 내 사후 해당작용은 pH를 근육 단백질의 등전점에 근접하도록 감소시켜 근원섬유들 사이의 단절을 넓어지게 하여(Offer *et al.*, 1989), 근육 섬유들의 빛 투과율의 감소와 고기 표면에서 빛의

Table 5. Effects of intramuscular fat content on the CIE L* value (lightness), CIE a* value(redness) and CIE b* value (yellowness) of longissimus dorsi muscle in finishing pigs

Items	Treatments ¹⁾		
	IMF 1	IMF 2	IMF 3
CIE L*	52.24±3.68	51.01±2.92	51.18±2.44
CIE a*	7.09±1.51	7.55±1.33	8.03±1.17
CIE b*	4.82±1.27	4.99±1.33	5.22±1.20

¹⁾ Treatments are the same as described in Table 2.
Mean±standard deviation (n=48).

Table 6. Correlation coefficients between quality parameters of longissimus dorsi muscle in intramuscular fat score 1

	pH ¹⁾	L*	a*	b*	D.Loss	Mois.	C.F.	C.Loss	Shear
L*	-0.39059								
a*	-0.03833	0.00480							
b*	-0.28695	0.57412*	0.74953**						
D.Loss	-0.17962	0.05380	0.42769	0.41525					
Mois.	0.34425	-0.15952	0.20079	0.15335	-0.11173				
C.F.	-0.03403	0.19335	-0.49189	-0.38222	-0.32886	-0.05333			
C.Loss	-0.13262	-0.17389	-0.19504	-0.27185	-0.47051	-0.14111	0.29917		
Shear	-0.31645	-0.02082	0.28247	0.15148	0.37118	-0.56448*	-0.43769	-0.29647	
Text	-0.22603	0.13334	0.50480*	0.44199	0.23818	-0.07966	-0.47081	-0.29409	0.62241*

¹⁾ pH : pH, L* : lightness, a* : redness, b* : yellowness, D.Loss : drip loss, Mois. : Moisture, C.F. : crude fat, C.Loss : cooking loss, Shear : shear force value, Text : hardness.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$.

산란을 증가시키는 결과를 수반하게 된다. 육색은 소비자가 식육을 구매하는 가장 중요한 기준이 되며, 육의 품질을 결정하는 중요한 요인으로 작용하며, 신선육 표면에 있어서 갈색색소가 총 색소의 30-40%에 도달하게 되면 소비자들은 구매를 기피한다(Zhu and Brewer, 1998). 또한, 육색은 돈육의 품질을 좌우하며, 냉장돈육에서 정상적인 육색은 돈육산업에 있어서 대단히 중요하다(Warner *et al.*, 1993). PSE(pale, soft, exudative) 이상돈육은 보통 육색이 밝은 편이고 정상육에 비해 보수력이 낮다. 이것은 사후 pH가 급격히 저하되어 최종 pH가 정상육에 비하여 낮기 때문이다(Offer, 1991; Cannon *et al.*, 1995). PSE 육이 발생하는 원인은 유전자 결합(Porcine Stress Syndrome, Bendall and Swatland, 1988; Sutton, 1997)으로 인하여 발생하는 것과 도살 전·후의 부적절한 취급으로 인하여 발생한다(Offer, 1991; McCaw *et al.*, 1997).

육색 중 밝은 정도를 나타내는 명도는 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 없었으며, 적색도와 황색도도 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 없었지만 근내지방도가 높을수록 약간 증가하는 경향을 보였다. 육색에 관한 연구에서 일부 연구자들이 CIE L* 값을 이용하여 이상돈육을 판별할 수 있는 기준을 만들었는데, Santos 등(1994)은 명도 값이 53 이상이면 PSE 육으로 판정하며, Joo 등(1995)은 50 이상이면 PSE 육으로 판정 할 수 있다고 하였는데, 본 연구에서는 명도 값이 51-52의 범위를 보였으며, 기계적인 측정이 아니라 육안적인 관찰에서도 PSE는 발생되지 않았다. Matsuoka 등(1991)은 수태지, 거세돼지 및 미경산 암태지사이 육색은 차이가 없었다고 하였다.

등심근 품질 요인들간의 상관관계

도축 후 24시간동안 -3°C의 예냉실에서 냉도체를 만든 후 부경양돈농협 김해축산물 공판장에서 자체적으로 실시하고 있는 육질검사 항목인 근내지방 점수(1-3)를 기준으로 하여 채취된 시료를 경상남도 축산진흥연구소로 이송하여 도축 후 48시간이 경과된 시점을 기준으로 하여 등

심근의 품질 요인들간에 상관관계를 나타낸 결과는 Table 6-9와 같다.

각 항목별 상관관계에서 고도의 정과 부 상관관계를 나타낸 것은 $p < 0.05$ 와 $p < 0.001$ 의 수준이다. 명도와 황색도는 상관계수가 0.57로 정의 상관관계($p < 0.05$)를 보였다. 이는 명도 값이 증가함으로 상대적으로 황색도 값이 증가하는 것을 의미하며, 또한 적색도와 황색도도 상관계수가 0.75로 정의 상관관계($p < 0.001$)를 보였는데, 적색도 값이 증가하면 황색도 값도 증가하는 것으로 나타났다. 적색도와 조직감 중 경도는 상관계수가 0.50으로 정의 상관관계($p < 0.05$)를 보였다. 함유수분과 전단가는 상관계수가 -0.56으로 부의 상관관계($p < 0.05$)를 보였는데, 이는 함유수분이 높을수록 전단가 낮아진다는 것을 의미한다. 전단가와 조직감 중 경도는 상관계수가 0.62로 정의 상관관계($p < 0.05$)를 보였다. 이와 같은 결과는 전단가가 높으면 경도가 높아진다는 것을 의미한다.

각 항목별 상관관계에서 고도의 정과 부 상관관계를 나타낸 것은 $p < 0.05$ 의 수준이다. pH와 함유수분은 상관계수가 0.69로 정의 상관관계($p < 0.05$)를 보였다. 근육내 pH가 높으면 보수성이 증가되어 함유수분 량이 증가된다는 것을 의미한다. 적색도와 황색도는 상관계수가 0.65로 정의

상관관계($p < 0.05$)를 보였으며, 이와 같은 결과는 근육내 적색도 값이 증가되면 상대적으로 황색도 값도 증가한다는 것을 의미한다. 적색도와 육즙감량도 상관계수가 0.55로 정의 상관관계($p < 0.05$)를 보였다. 황색도와 근내지방은 상관계수가 0.50으로 정의 상관관계($p < 0.05$)를 보였는데, 황색도가 증가될수록 적색도 값도 증가하고 근내지방 함량이 증가된다는 것을 의미한다. 적색도와 전단가는 상관계수가 0.64로 정의 상관관계를 보였는데, 적색도 값이 증가할수록 전단가가 높아지는 것을 의미한다.

각 항목별 상관관계에서 고도의 정과 부 상관관계를 나타낸 것은 $p < 0.05$ 와 $p < 0.001$ 의 수준이다. 명도와 적색도는 상관계수가 0.51로 정의 상관관계($p < 0.05$)를 보였는데, 명도 값이 증가할수록 적색도도 증가하는 것으로 나타났다. 명도와 황색도는 상관계수가 0.82로 정의 상관관계($p < 0.001$)를 보였다. 이는 명도 값이 증가함으로 상대적으로 황색도 값이 증가하는 것을 의미하며, 또한 적색도와 황색도는 0.61로 정의 상관관계($p < 0.001$)를 보였는데, 적색도 값이 증가하면 황색도도 증가하는 것으로 나타났다. 명도와 육즙감량은 상관계수가 0.75로 정의 상관관계($p < 0.001$)를 보였으며, 명도 값이 증가하면 육즙감량이 증가하는 것으로 나타났다. 황색도와 육즙감량에서도 0.55로

Table 7. Correlation coefficients between quality parameters of longissimus dorsi muscle in intramuscular fat score 2

	pH ¹⁾	L*	a*	b*	D.Loss	Mois.	C.F.	C.Loss	Shear
L*	-0.16959								
a*	-0.29869	-0.05631							
b*	-0.44728	0.44718	0.64973*						
D.Loss	-0.21350	0.06438	0.55241*	0.11890					
Mois.	0.69267*	-0.07871	-0.06202	-0.42420	0.19424				
C.F.	-0.03573	0.43913	0.24249	0.50180*	0.03855	-0.15603			
C.Loss	0.22480	-0.05706	0.17053	0.10709	0.25317	-0.01019	0.41122		
Shear	-0.00322	-0.47224	0.63786*	0.18480	0.14567	-0.02747	-0.18829	0.20499	
Text	0.09339	-0.10640	0.19042	-0.09600	0.07809	0.18575	-0.06450	-0.25483	-0.01344

¹⁾ pH : pH, L* : lightness, a* : redness, b* : yellowness, D.Loss : drip loss, Mois. : Moisture, C.F. : crude fat, C.Loss : cooking loss, Shear : shear force value, Text : hardness.

* $p < 0.05$.

Table 8. Correlation coefficients between quality parameters of longissimus dorsi muscle in intramuscular fat score 3

	pH ¹⁾	L*	a*	b*	D.Loss	Mois.	C.F.	C.Loss	Shear
L*	-0.24446								
a*	-0.07292	0.50842*							
b*	-0.46215	0.82040**	0.61407*						
D.Loss	-0.06353	0.75331**	0.19998	0.54647*					
Mois.	0.33870	0.23783	0.21342	0.00977	0.40927				
C.F.	0.24486	-0.03143	0.16043	-0.06547	0.14915	-0.06275			
C.Loss	0.00454	0.13293	-0.02930	-0.04942	0.27745	0.02105	-0.59067*		
Shear	0.06016	-0.02723	-0.00897	0.08376	0.20702	0.25209	-0.18688	0.00116	
Text	0.03955	-0.06042	-0.17292	-0.05353	0.25566	0.20200	-0.28054	0.08393	0.04394

¹⁾ pH : pH, L* : lightness, a* : redness, b* : yellowness, D.Loss : drip loss, Mois. : Moisture, C.F. : crude fat, C.Loss : cooking loss, Shear : shear force value, Text : hardness.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$.

Table 9. Correlation coefficients between quality parameters of *longissimus dorsi* muscle

	pH ¹⁾	L*	a*	b*	D.Loss	Mois.	C.F.	C.Loss	Shear
L*	-0.32697*								
a*	0.04050	0.05453							
b*	-0.26829	0.55381**	0.67895**						
D.Loss	-0.29308*	0.24221	0.25444	v0.27382					
Mois.	0.21559	0.02232	0.00486	-0.15794	0.22807				
C.F.	0.27689	0.05278	0.11973	0.03922	-0.32237*	-0.20548			
C.Loss	0.15039	-0.07047	0.07479	-0.00519	-0.08444	-0.10314	0.02958		
Shear	-0.03849	-0.17937	0.31507*	0.14185	0.23902	-0.15654	-0.22992	-0.01494	
Text	-0.17635	0.03727	0.07214	0.02121	0.27930	0.21221	-0.36438*	-0.22528	0.19386

¹⁾ pH : pH, L* : lightness, a* : redness, b* : yellowness, D.Loss : drip loss, Mois. : Moisture, C.F. : crude fat, C.Loss : cooking loss, Shear : shear force value, Text : hardness.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$.

정의 상관관계($p < 0.05$)를 보였는데, 황색도가 증가할수록 육즙감량이 증가하는 것으로 나타났다. 근내지방 함량과 가열감량은 상관계수가 -0.59로 부의 상관관계($p < 0.05$)를 보였는데, 근내지방 함량이 증가할수록 가열감량이 감소하는 결과를 보였다.

각 항목별 상관관계에서 고도의 정과 부 상관관계를 나타낸 것은 $p < 0.05$ 와 $p < 0.001$ 의 수준이다. pH와 명도 값은 상관계수가 -0.33으로 높지는 않았지만 부의 상관관계($p < 0.01$)를 보였다. 또한 pH와 육즙감량은 상관계수가 -0.29로 부의 상관관계($p < 0.05$)를 보였지만 높지는 않았다. 명도와 황색도는 상관계수가 0.55로 정의 상관관계($p < 0.001$)를 보였다. 이는 명도 값이 증가함으로 상대적으로 황색도 값이 증가하는 것을 의미하며, 또한 적색도와 황색도도 상관계수가 0.68로 정의 상관관계($p < 0.001$)를 보였는데, 적색도 값이 증가하면 황색도도 증가하는 것으로 나타났다. 적색도와 전단가는 상관계수가 0.32로 높지는 않았지만 정의 상관관계($p < 0.05$)를 보였다. 육즙감량과 근내지방 함량은 -0.32로 상관계수가 높지는 않았지만 부의 상관관계($p < 0.05$)를 보였는데, 이는 근내지방 함량이 증가할수록 육즙감량이 작아진다는 것을 의미한다. 근내지방 함량과 조직감 중 경도는 -0.36으로 상관계수가 높지는 않았지만 부의 상관관계($p < 0.05$)를 보였는데, 근내지방 함량이 증가할수록 경도가 낮아진다는 것을 의미한다.

요 약

공시재료는 도축 후 24시간 동안 -3°C 예냉실에 보관한 후 좌등심(배최장근, *longissimus dorsi* muscle)을 정형한 후에 부경양돈농협 김해축산물 공판장에서 자체적으로 실시하고 있는 육질평가 항목 중 근내지방을 기준으로 1-3 점 점수를 받은 등심시료를 채취하여 근내지방도가 등심의 일반성분, 육색, 이화학적 특성 및 조직적 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 근내지방도에 따른 함유수분, 조단

백질과 조회분 함량은 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 없었다. 조지방 함량은 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 있었으며, IMF 3 처리구가 IMF 1, 2 처리구에 비하여 유의적으로 높은 조지방 함량을 보였다($p < 0.05$). 근내지방도에 따른 pH 변화에서 IMF 2와 3 처리구가 IMF 1 처리구에 비하여 유의적으로 높은 pH를 보였다($p < 0.05$). 전단가와 가열감량은 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 없었다. 육즙감량은 IMF 3 처리구가 IMF 2 처리구에 비해서는 낮은 육즙감량을 보였으며, IMF 1 처리구 보다는 유의적으로 낮은 육즙감량을 보였다($p < 0.05$). 경도(hardness)는 근내지방도가 높을수록 낮아지는 결과를 보였으며, IMF 3 처리구가 IMF 2 처리구에 비하여 낮았으며, IMF 1 처리구에 비해서는 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness)은 근내지방도 간에는 유의적인 차이가 없었다. 점성(gumminess)은 근내지방도가 높을수록 낮아지는 결과를 보였으며, IMF 3 처리구가 IMF 1 처리구에 비하여 유의적으로 낮은 점성을 보였다($p < 0.05$). 파쇄성(brittleness)은 근내지방도간에 유의적인 차이가 없었지만 근내지방도가 높을수록 파쇄성이 낮아지는 경향을 보였다. 육색 중 명도는 근내지방도 간에 유의적인 차이가 없었으며, 적색도와 황색도는 근내지방도가 높을수록 유의적인 차이는 없었지만 약간 증가하는 경향을 보였다. 상관관계 결과 육색과 육즙감량은 다른 항목간에 정의 상관관계를 보였으며, 반면에 적색도는 단지 전단가와 경도에서만 정의 상관관계를 보였다. pH는 육색과 육즙감량간에 부의 상관관계를 보였으며, 함유수분과는 정의 상관관계를 보였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술평가원이 지원하는 진주산업대학교 동물생명산업센터의 사업비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th Ed. Association of Official analytical Chemist. Washington D. C.
2. Bendall, J. R. and H. J. Swatland. (1988) A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Sci.* **24**, 85-126.
3. Cannon, J. E., Morgan, J. B., Heavner, J., McKeith, F. K., Smith, C. G., and Meeker, D. L. (1995) Pork quality audit: A review of the factors influencing pork quality. *J. Muscle Foods* **6**, 369-402.
4. Ellis, M., Webb, A. J., Avery, P. J., Brown, I., and Smithard, R. (1990) Evidence for genetic variation in the eating quality of pork. In: Proc. 4th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. Edinburgh, UK. XV:553.
5. 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. Bio. Chem.* **226**, 497-507.
6. Friesen, K. G., Nelssen, J. I., Unruh, J. A., Goodband, R. D., and Tokach, M. D. (1994) Effects of the interrelationship between genotype, sex and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *J. Anim. Sci.* **72**, 946-954.
7. Gu, Y., Schinckel, A. P., and Martin, T. G. (1992) Growth, development and carcass composition in five genotypes of swine. *J. Anim. Sci.* **70**, 1719-1729.
8. Ha, Y. J., Lee, J. I., Lee, J. Y., Lee, J. W., Jung, J. D., Kwack, S. J., Song, Y. M., and Do, C. H. (2005) Interaction between nutrient density diets and sex on carcass and quality characteristics in finishing pigs. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **47**, 57-72.
9. Hodgson, R. R., Davis, G. W., Smith, G. C., Savell, J. W., and Cross, H. R. (1991) Relationship between pork loin palatability traits and physical characteristics of cooked chops. *J. Anim. Sci.* **69**, 4858-4865.
10. Hofmann, K. (1994) What is quality? Definitions, measurement and evaluation of meat quality. *Meat Focus Int.* **3**, 73.
11. Honikel, K. O. (1987) How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. In: P. V. Tarrant, G. Eikelenboom, and G. Monin(ed.) Evaluation and control of meat quality in pig. p. 129. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
12. Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim B. C., and Kim, C. J. (1995) The relationship between color and water-holding capacity in post-rigor porcine *longissimus* muscle. *J. Muscle Food* **6**, 211.
13. Kim, G. W. and Im, B. S. (2006) Carcass grade and characteristics by carcass weight and backfat thickness of pig. *Kor. J. Food Sci. Anim. Resour.* **26**, 183-188.
14. Lawrie, R. A. (1991) The eating quality of meat. In Meat Sci. 5th ed., pergamon press, Oxford, UK.
15. Matsuoka, A., Yamano, Y., Frukawa, N., Ikeda, S., and Yamanaka, Y. (1991) Studies on meat quality of pigs cross-bred with boars. 5. Effects of sex on growth, carcass traits and physico-chemical properties of meat. *Japanese J. Swine Sci.* **28**, 6-12.
16. McCaw, J., Ellis, M., Brewer, M. S., and McKeith, F. K. (1997) Incubation temperature effects on physical characteristics of normal, DFD and halothane carrier pork *longissimus*. *J. Anim. Sci.* **75**, 1547-1552.
17. Offer, G. (1991) Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Sci.* **30**, 157-169.
18. Offer, G., knight, P. Jeacocke, R., Almond, R., Cousins, T., Elsey, J. Parsons, N., Sharp, A., Starr, R., and Purslow, P. (1989) The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat products. *Food Microstruct.* **8**, 151.
19. Santos, C., Roseiro, L. C., Goncalves, H., and Melo, R. S. (1994) Incidence of different pork quality categories in a portugese slaughterhouse: A survey. *Meat Sci.* **38**, 279-287.
20. SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
21. Shackelford, S. D., Koohmaraie, D. M., and Wheeler, T. L. (1994) The efficiency of adding a minimum adjusted fat thickness requirement to the USDA beef quality grading standards for select grade beef. *J. Anim. Sci.* **72**, 1502-1508.
22. Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. (1980) Statistical Methods(7th ed.). Iowa State University Press. Ames, IA.
23. Sutton, D. (1997) Studies on the Napole gene and pork quality. Ph. D. thesis, Univ. of Illinois, Urbana, IL.
24. Thompson, J. (2001) The relationship between marbling and sensory traits. In proc. Marbling Symposium, Coff's Harbour, Australia. pp. 30-35.
25. Van der Wal, P. G., Engel, B., and Hulsegge, B. (1997) Causes for variation in pork quality. *Meat Sci.* **46**, 319-327
26. Warner, R. D., Kauffman, R. G., and Russell, R. L. (1993) Quality attributes of major porcine muscles: A comparison with *longissimus lumborum*. *Meat Sci.* **33**, 359-372.
27. Warris, P. D., Brown, S. N., Nute, G. R., Knowles, T. G., Edwards, J. E., Perry, A. M., and Johnson, S. P. (1995) Potential interactions between the effects of preslaughter stress and post mortem electrical stimulation of the carcasses on meat quality in pigs. *Meat Sci.* **41**, 55-68
28. Wood, J. D., Wiseman, J., and Cole, D. J. A. (1994) In: Principles of Pig Science. Cole, D. J. A., Wiseman, J., and Varley, M. A. (eds.), Nottingham University Press, Sutton Bonington. p. 433.
29. Wood, J. D., Brown, S. N., Nute, G. R., Whittington, F. M., Perry, A. M., Johnson, S. P., and Enser, M. (1996) Effects of breed, feed level and conditioning time on the tenderness of pork. *Meat Sci.* **44**, 105-112.
30. Zhu, L. G. and M. S. Brewer. (1998) Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. *J. Food Sci.* **63**, 763-767.