

돈육 등심의 육색과 보수력 측정치 사이의 상관관계에 관한 연구

문상훈* · 정진연** · 김갑돈* · 조인철*** · 전진태* · 주선태* · 박구부*

경상대학교 응용생명과학부*, 농업생명과학연구원**, 농촌진흥청 국립축산과학원***

The Relationship Between Measurements of Color and Water-Holding Capacity in Pork Loin

Sang Hun Moon*, Jin Yeon Jeong**, Gap Don Kim*, In Cheol Cho***, Jin Tae Jeon*, Seon Tea Joo* and Gu Boo Park*

Division of Applied Life Science (BK21 program)*, Institute of Agriculture & Life Sciences**,

Gyeongsang National University, National Institute of Animal Science, RDA***

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the relationship between measurements of color and water-holding capacity (WHC) in pork loin. A total of 419 pork loins were sampled from crossbred (Landrace×Jeju native black pig) F2 pigs at a commercial slaughter house. Meat color measurements (CIE L*, a*, b*), chroma (C*) and hue angle (h) were measured with the Minolta Chromameter and WHC was measured by filter paper fluid, drip loss and cooking loss. Also pH, moisture content and crude fat content were measured at 24 hr postmortem. CIE L*, b* and h values had positive correlation with drip loss (r=0.52, 0.42), but CIE a* and C* values were not related to drip loss. Results showed that CIE L*, b*, and h color system was better than CIE L*, a*, b* color system to predict WHC, especially drip loss. pH was negatively correlated to drip loss (-0.42) and CIE L* (-0.67). Although CIE L* and pH were correlated to drip loss, the accuracy of their estimates for drip loss was 27% and 17%, respectively. Consequently, it was confirmed that meat color and WHC were not perfectly related and suggested that CIE L*, b*, and h color space should not be used independently to predict WHC of pork loin.

(Key words : Meat color, Water-holding capacity, Pork loin)

I. 서 론

신선한 돈육에서 육색은 고기의 외관과 직접적으로 연결되기 때문에 소비자들의 구매에 가장 큰 영향을 미친다. 또한 돈육에서 수분을 보유할 수 있는 능력인 보수력도 돈육의 품질을 결정하는 특성 중 가장 중요한 요인이라 할 수 있는데(Huff-Lonergan과 Lonergan, 2005), 그 이유는 보수력이 나쁜 돈육은 많은 양의 수분침출로 인해 경제적 손실과 직결되기 때문이다. 정상돈육의 수분 함량은 연구자들마다 다소 차이가 있지만 약 71%(Hodgson 등, 1991) 또는 약 75%(Huff-Lonergan과 Lonergan, 2005)로 보고되고 있다. 일반적으로 높은 육즙손실(drip loss)을 가지는 돈육의 경우 5% 이상의 수분손실이 발생하지만(Kauffman 등, 1992; Stetzer과 McKeith, 2003), 정상적인 돈육에서 육즙손실은 평균 1~3% (Offer와 Knight, 1988)이다. 최근 Meldoy 등(2004)은 PSE(Pale, Soft, Exudative)와 같은 이상돈육의 육즙손실은 약 10% 정도라고 보고하였다.

돈육의 육색과 보수력의 상호관계는 물리화학적으로 설명될 수 있고(Joo, 1995a), Briskey(1964)는 돈육의 색, 조직감 및 보수력은 서로 밀접한 상관관계가 있다고 보고하였으며, Borggaard 등(1989)은 육색을 이용하여 보수력을 예측할 수 있다고 주장하였다. 즉, 정상육과 PSE와 같은 이상육을 비교할 때, PSE 돈육들은 높은 반사율과 많은 양의 수분 손실을 나타내고, DFD(Dark, Firm, Dry) 돈육의 등심에서는 반사율과 수분손실이 상대적으로 매우 낮다(Warriss 등, 2006). 그러나 돈육에서 육색이 조직감이나 보수력의 믿을만한 예측치가 아니라는 보고도 많은데(Swatland, 1987; Kauffman 등, 1993; van Laack 등, 1994), 비록 육색과 보수력이 상관관계가 인정되지만, 이 두 항목에 영향을 미치는 생화학적 특성들의 독립적 변이가 큰 것으로 알려져 있다(Warriss와 Brown, 1987; van Laack 등, 1994; Joo 등, 1999). 따라서 육색이 창백하다고 보수력이 나쁘다고 할 수 없으며, 반대로 육색이 정상이라고 보수력도 정상이라고 할 수 없다(Kauffman 등, 1992; Joo

Corresponding author : S. T. Joo, Division of Applied Life Science, Department of Animal Science, Gyeongsang National University, 900 Gajwa-dong, Jinju, Gyeongnam 660-701. Tel: 055-751-5511, Fax: 055-756-7171, E-mail: stjoo@gnu.ac.kr

등, 1995b). 이 같은 이유로 전통적으로 이상돈육으로 분류되던 PSE나 DFD 이외에 RSE (Reddish pink, Soft, Exudative)나 PFN (Pale, Firm, Non exudative) 등의 돈육의 품질이 새롭게 분류되기도 하였다 (Warner 등, 1993; Kauffman 등, 1993; Joo 등, 1999).

돈육의 육색과 보수력의 상관관계에 대한 연구는 최근 까지 지속적으로 이루어지고 있지만 (Meldoy 등, 2004; Huff-Lonergan와 Lonergan, 2005), 아직까지 상반되는 보고가 많이 있다. 돈육의 육색과 보수력은 돈육질을 규정하는 주요 요인이기 때문에, 이 두 항목의 상관관계를 규명하고 이것들에 영향을 미치는 요인을 찾아 육질의 예측치로 사용하는 것은 산업적으로 매우 중요하다 (Joo 등, 1999). 즉, 이상돈육을 규정하는 객관적인 기준이 필요한 것이다. 만약 돈육의 육색과 보수력을 동시에 고려하여 돈육질을 평가할 수 있는 객관적인 측정기준이 있다면 매우 바람직할 것이다. 따라서 본 연구는 사후 돼지 등심근의 육색과 보수력의 상관관계를 보다 세심하게 조사하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구의 공시돈은 제주도 난지농업연구소 축산센터에서 동일한 사양조건으로 사육된 교잡종 (Landrace × Jeju native black pig, F₂) 419두를 이용하였다. 돼지의 도축은 제주도 애월읍에 소재한 제주축협 도축장에서 24시간 계류 후 상업적 방법으로 도축하였으며, 도체는 예비냉각 후 24시간 냉장 보관하였다. 다음날 도체를 발골하여 등심 (*Longissimus dorsi*) 부위를 공시재료로 채취하였고, pH, 수분함량, 조지방 함량, 육색 및 보수력 측정치를 조사하였다.

2. 조사항목

(1) pH

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

(2) 수분함량, 조지방

수분함량은 AOAC(1995) 방법에 따라 102±2℃의 drying oven에서 24시간 건조 후 중량을 측정하여 건조 전 시료의 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다. 조지방(crud Fat)은 Folch 등(1957)의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉, 시료 2 g을 50 ml test tube에 넣어 Folch I(chloroform :

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

(3) 육색

육색(CIE value)은 등심근을 절단 후 30분간 홍색화 (blooming)를 시킨 후, Minolta Chromameter(CR-300, Minolta Co., Japan)를 사용하여 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness), 채도(Chroma) 및 색조(hue)를 측정하였다. 이때 Minolta Chromameter는 Y=93.5, x=0.3132, y=0.3198인 백색표준색판을 사용하여 표준화한 후 사용하였으며, 동일한 시료를 5회 반복하여 측정하였다.

(4) 보수력

육즙손실은 시료를 직경 3.5 cm의 Core로 뚫어 무게를 측정하고, 밀폐용기에 매달아 4℃에서 24시간 동안 저장 후 육즙 감량을 백분율(%)로 산출하였다. 이때 육즙손실은 다음 식에 의하여 계산하였다. Drip loss(%) = [(시료무게-24시간 후 시료무게)/시료무게] × 100. Filter Paper Fluid (FPF)는 Kauffman 등(1986)의 방법으로 등심근을 절단하여 절단면을 위로 하여 5분간 방치한 다음, 절단면 위로 삼출된 육즙을 직경 5 cm filter paper(Whatman No. 5)를 이용하여 흡착하였다. filter paper에 흡착된 육즙의 무게(mg)를 측정하여 filter paper fluid 수치로 하였다. 가열감량(cooking Loss)은 시료를 core(직경 3.5 cm)로 일정하게 뚫어 무게를 측정하고, 비닐팩으로 밀봉한 뒤, 항온수조에서 시료의 심부 온도를 70℃로 하여 30분간 가열한 다음, 냉각시켜 감량된 무게를 측정하여 가열감량의 백분율(%)을 산출하였다. 이때 가열감량은 다음 식에 의하여 계산하였다. Cooking loss(%) = [(시료무게 - 가열 후 시료무게) / 시료무게] × 100.

3. 통계분석

실험에서 얻어진 값들은 SAS (2003)을 이용하여 Pearson

상관 분석과 회귀분석을 실시하였다. 각 측정치들 사이의 상관관계를 묘사하기 위해 SAS/REG를 이용하여 단순선형 회귀분석(Simple Linear Regression Analysis)으로 회귀계수와 결정계수(R^2)를 구하였고, 두 변수의 관계를 산점도로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

본 연구에 이용된 공시돈 419마리의 육색, 보수력, 일반 성분 및 pH의 평균값은 Table 1에 나타난 바와 같다. 비록 모든 측정치의 평균값이 정상돈육의 측정치 범위 내에 있지만, 각 측정치들의 최대값과 최소값의 큰 차이는 본 연구에 이용된 돈육들의 품질에 대한 변이가 크다는 것을 의미한다.

육색측정치 중 명도(L^*)는 37.45~59.66, 적색도(a^*)는 4.07~16.35, 황색도(b^*)는 0.11~8.21의 변이를 나타내었다. 이에 따라 chroma(C^*) 값은 4.07~17.87, hue(h) 값은 1.00~29.68의 변이를 나타내었다. 또한 보수력 측정치들도 큰 변이를 보여, 육즙손실은 0.16~7.73, FPF는 19.45~323.95, 가열감량은 16.42~43.64의 변이를 나타내었다. 따라서 동일한 품종의 돼지를 동일한 사양방법으로 사육한 후, 동

일한 방법으로 도축 가공하여도 육색과 보수력의 변이가 큰 돈육들이 생산되는 것으로 사료된다. 한편, 육색과 보수력 측정치 뿐만 아니라 수분함량, 조지방 및 pH도 큰 변이를 보였다. 수분함량의 평균값은 73.5%로 63.71~80.52의 변이를 보였고, 조지방의 평균값은 3.44%로 0.85~9.97의 변이를 나타내었다. 또한 사후 24시간에 측정된 pH의 평균값은 5.65로 5.33~6.84의 변이를 보여 실험에 공시된 돈육에 PSE나 DFD육과 같은 이상돈육이 다수 포함되어 있을 것으로 사료된다.

Table 2에 육색 측정치들과 보수력 측정치들 사이의 단순상관관계를 나타내었다. 육색 측정치 중 L^* 와 hue(h) 값이 보수력 측정치인 육즙손실, FPF 및 가열감량 모두와 유의적으로 높은 상관관계를 보였다. 특히 육즙손실은 L^* 와 hue(h) 값과 각각 0.52와 0.42의 높은 상관관계를 보였다. 하지만 육즙손실이나 FPF가 적색도와 chroma 값과 유의적인 상관관계가 인정되지 않은 반면, 가열감량은 육색 측정치 모든 항목과 유의적인 상관관계를 나타내었다.

본 연구에서 돈육의 육색측정치 중 명도가 육즙손실과 높은 상관관계를 보인 것은 Joo 등(1995)의 결과와 일치한다. Joo 등(1995)도 육색측정치 중 명도가 육즙손실과 높은 상관관계가 있다고 보고하면서, 육색측정치인 L^* , a^* ,

Table 1. Statistics of color and WHC measurements of pork loin

Measurements	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum
Lightness (L^*)	48.12	3.64	37.45	59.66
Redness (a^*)	9.61	2.43	4.07	16.35
Yellowness (b^*)	3.81	1.48	0.11	8.21
Chroma (C^*)	10.38	2.70	4.07	17.87
Hue (h)	20.88	5.44	1.00	29.68
Cooking loss (%)	34.76	4.10	16.42	43.64
Filter paper fluid (mg)	119.09	59.50	19.45	323.95
Drip loss (%)	2.06	1.54	0.16	7.73
Moisture content (%)	73.50	1.56	63.71	80.52
Fat content (%)	3.44	1.97	0.85	9.97
pH	5.65	0.25	5.33	6.84

n = 419

Table 2. Correlation coefficients between color and WHC measurements of pork loin

Item	Lightness (L^*)	Redness (a^*)	Yellowness (b^*)	Chroma (C^*)	Hue (h)
Cooking loss (%)	0.36**	0.23**	0.35**	0.25**	0.34**
Filter paper fluid (mg)	0.49**	-0.09	0.19**	-0.04	0.37**
Drip loss (%)	0.52**	-0.04	0.24**	0.01	0.42**

** : $p < 0.01$.

b*, C*, h 중 돈육의 보수력 추정치로 L*이 가장 추천된다고 하였다. 본 연구에서도 육색 측정치들 중 L*이, 보수력 측정치들 중 육즙손실이 각각 육색과 보수력의 대표적인 추정치로 적합할 것으로 사료된다. 한편, 육색 측정치로 보수력을 추정할 때는 통상적으로 사용하는 CIE L*, a*, b* 체계보다는 CIE L*, b*, h 체계가 더욱 정확할 것으로 나타났는데, Joo 등(1995)도 이와 유사한 결과를 보고한바 있다. 본 연구 결과, 돈육의 명도, 황색도 및 색상(hue) 값이 보수력 측정치들과 높은 정의 상관관계를 나타낸 것은 이것들의 값이 높아지면 보수력이 나빠져 육즙의 삼출이 많아진다는 것을 의미한다. 하지만 적색도와 색의 강도(chroma)는 육즙손실과 아무런 관련이 없는 것으로 사료된다.

한편, 가열감량이 모든 육색측정치들과 유의적인 상관관계를 보인 것은 매우 흥미로운 결과이다. 식육의 보수

력 측정방법 중 가열감량이 육즙손실이나 FPF와 비교하여 가장 큰 차이점은 ‘열처리’에 있다. 육즙손실과 FPF는 신선육의 보수력 측정에 적합하며(van Laack과 Smulders, 1992), 가열감량은 조리육의 보수력 측정에 적합한 실험방법이다(Trout, 1988). 신선육에서는 근육내에 함유되어 있는 세 가지 수분 중 자유수가 가장 자유롭게 움직이기 때문에 가장 먼저 침출되어 나온다(Judge 등, 1989). 그러나 식육에 열처리를 가하면 육단백질과 직접적으로 결합되어 있는 결합수도 단백질과의 결합력이 약화되어 방출된다(Fennema, 1985). 따라서 본 연구에서 보수력 측정치 중 가열감량만 적색도와 chroma 값과 유의적인 상관관계를 보인 것은 열처리에 따른 결합수의 방출과 관련이 있을 것으로 사료된다. 즉, 돈육의 적색도와 색의 강도가 가열감량과 부의 상관관계를 나타낸 것은 이것들의 값이 높아지면 조리시 많은 양의 수분이 돈육으로부터 빠져나온다

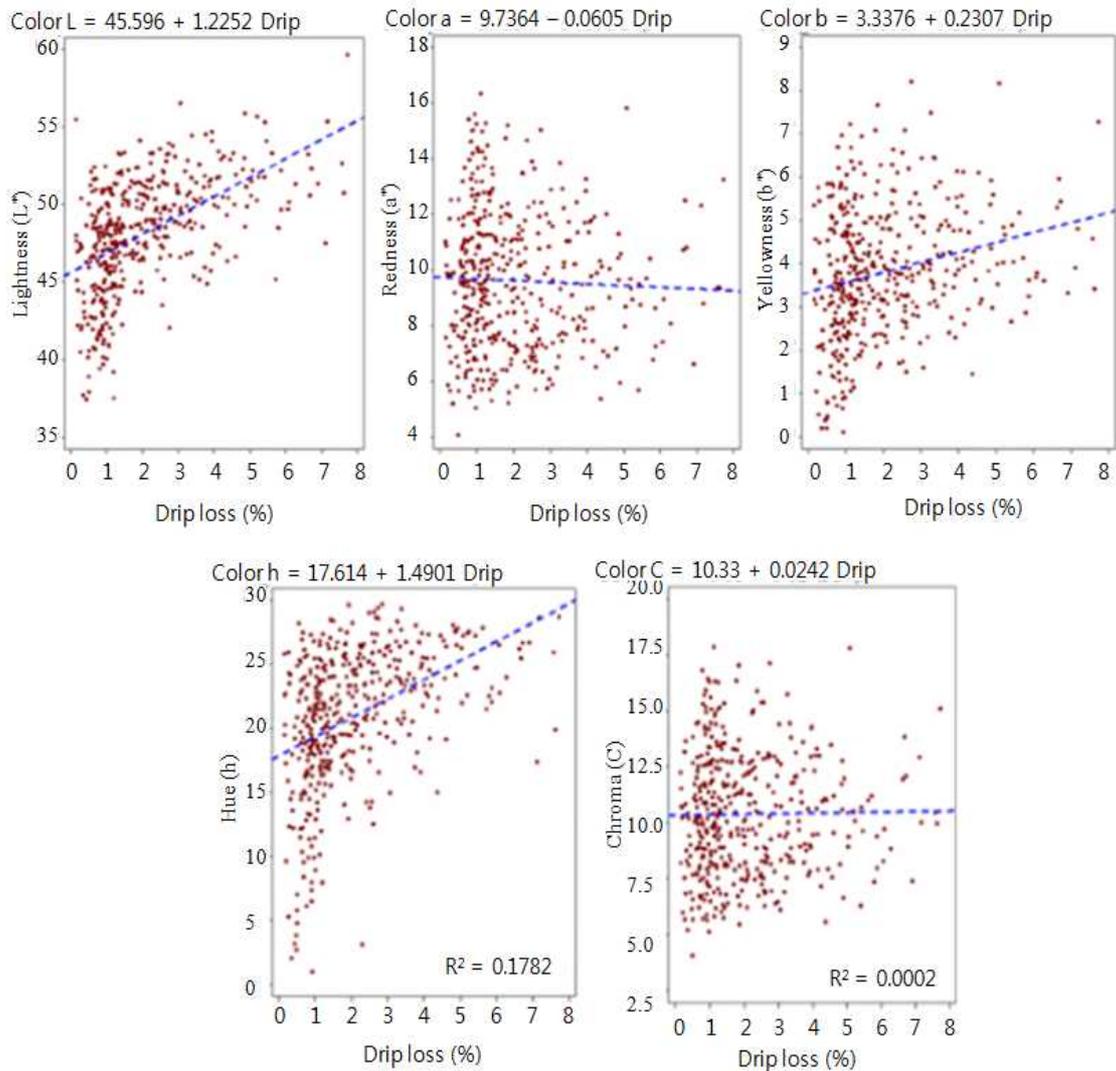


Fig. 1. Relationships between drip loss (%) and color measurements of pork loin.

는 것을 의미한다.

Fig. 1은 대표적인 보수력 측정치인 육즙손실과 육색 측정치들과의 관계를 산점도로 나타낸 것이다. 비록 명도, 황색도 및 hue(h) 값이 육즙손실과 유의적인 정의 상관관계를 보였지만(Table 1), 산점도의 결과, 이것들 단독으로는 육즙손실을 추정하기에 정확도가 다소 부족할 것으로 사료된다. 즉, 가장 높은 상관관계를 보인 명도로도 육즙손실을 약 27% 정도밖에 정확하게 추정할 수 없는 것으로 나타났다($R^2=0.268$). 이는 Hunter L* 값으로 보수력을 추정하기에는 정확성이 부족하다는 van Laack 등(1994)의 보고와 유사한 결과이다. 이 같이 육색 단독으로 보수력을 추정하기에는 미흡하다는 연구보고들이 많이 있다. Kauffman 등(1986)은 정상적인 육색의 돈육 내에서 보수력의 변이가 매우 크다는 것을 관찰하였고, 따라서 전통적인 돈육질 분류체계인 PSE육, 정상육 및 DFD육으로 분류할 수 없는 돈육질인 RSE육을 새롭게 제시하였다(Kauffman 등, 1992). 즉, 육색은 정상이지만 육즙손실이 지나치게 많은 돈육을 RSE육으로 분류하였다. Roseiro 등(1993)도 육즙손실이 많은 정상적인 선분홍색의 돈육과 육즙손실이 전혀 없는 창백한 육색의 돈육이 있다고 보고하였다. 또한 Kanda와 Kancchika(1992)도 PFE(pale, firm, exudative)육과 PFD(pale, firm, dry)육을 보고하였다. 이 같은 연구결과들을 종합해보면, 돈육의 보수력을 보다 정확히 추정하기 위해서는 상관관계가 인정된 육색측정치들을 모두 이용한 다중회귀방정식을 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 본 연구결과, hue(h) 값과 육즙손실의 R^2 는 0.176이었고 황색도와 육즙손실의 R^2 는 0.0577이었다.

Table 3에 돈육의 명도, 육즙손실 및 가열감량과 수분함량, 조단백 및 pH의 상관관계를 나타내었다. 돈육의 수분

Table 3. Correlation coefficients between quality measurements and moisture content, crude fat and pH of pork loin

Item	Lightness (L*)	Drip loss (%)	Cooking loss (%)
Moisture content (%)	-0.14**	0.16**	0.11*
Crude fat (%)	-0.00	-0.26**	-0.06
pH	-0.67**	-0.42**	-0.39**

* : $p<0.05$ ** : $p<0.01$.

함량은 명도, 육즙손실 및 가열감량과 유의적인 상관관계를 나타낸 반면, 조지방 함량은 단지 육즙손실과 상관관계가 인정되었다. 수분함량은 명도와 부의 상관관계를 보였고 육즙손실과 가열감량과는 정의 상관관계를 보였는데, 이는 돈육의 수분함량이 많으면 명도가 높아지고 보수력이 약해지는 것을 의미한다. 또한 조지방 함량은 육즙손실과 부의 상관관계를 나타냈는데, 이는 돈육의 근내지방이 많아지면 보수력이 좋아지는 것을 의미한다. 이 같은 결과는 Hodgson 등(1991)의 보고처럼 조지방 함량이 높을수록 수분함량이 낮아지는 것에 기인하여 보수력이 좋아지는 것으로 사료된다. 조지방 함량과 명도, 육즙 및 가열감량과의 단순회귀방정식과 산점도는 Fig. 2에 나타낸 바와 같다.

한편, pH도 명도, 육즙손실 및 가열감량과 유의적으로 높은 부의 상관관계를 나타내었는데(각각 -0.67, -0.42, -0.39), 이들 사이의 단순회귀방정식과 산점도는 Fig. 3에 나타낸 바와 같다. pH가 특히 명도와 높은 부의 상관관계를 보인 것은 돈육의 낮은 pH가 근섬유의 미세구조를 축소시켜 많은 양의 수분이 침출된 결과에 기인한 것으로

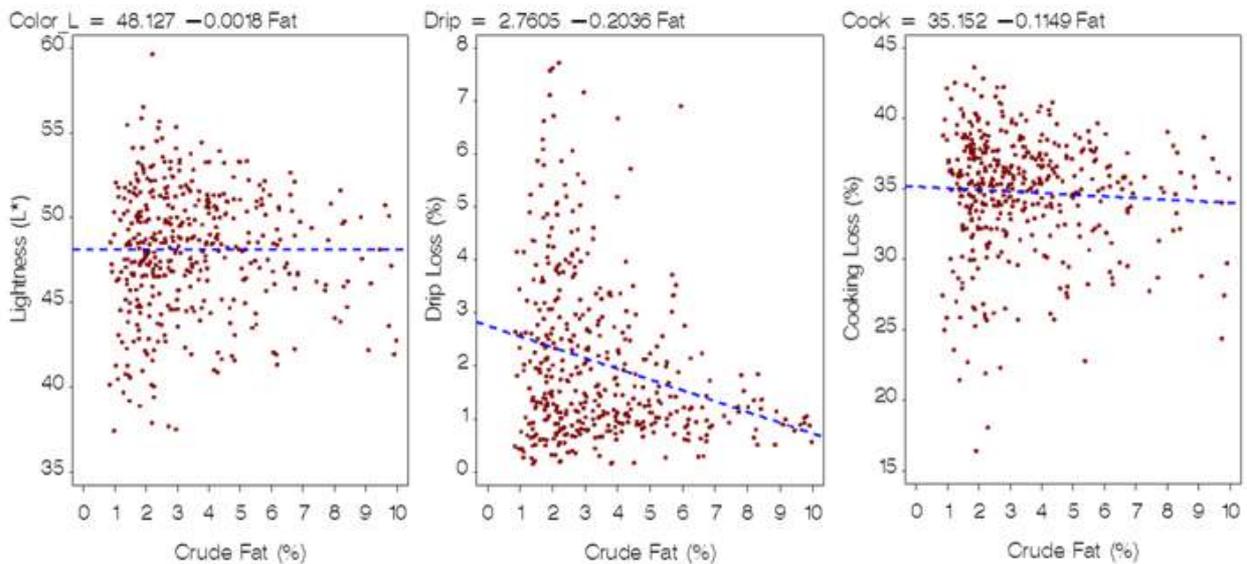


Fig. 2. Relationships between crude fat (%) and lightness, drip loss, and cooking loss of pork loin.

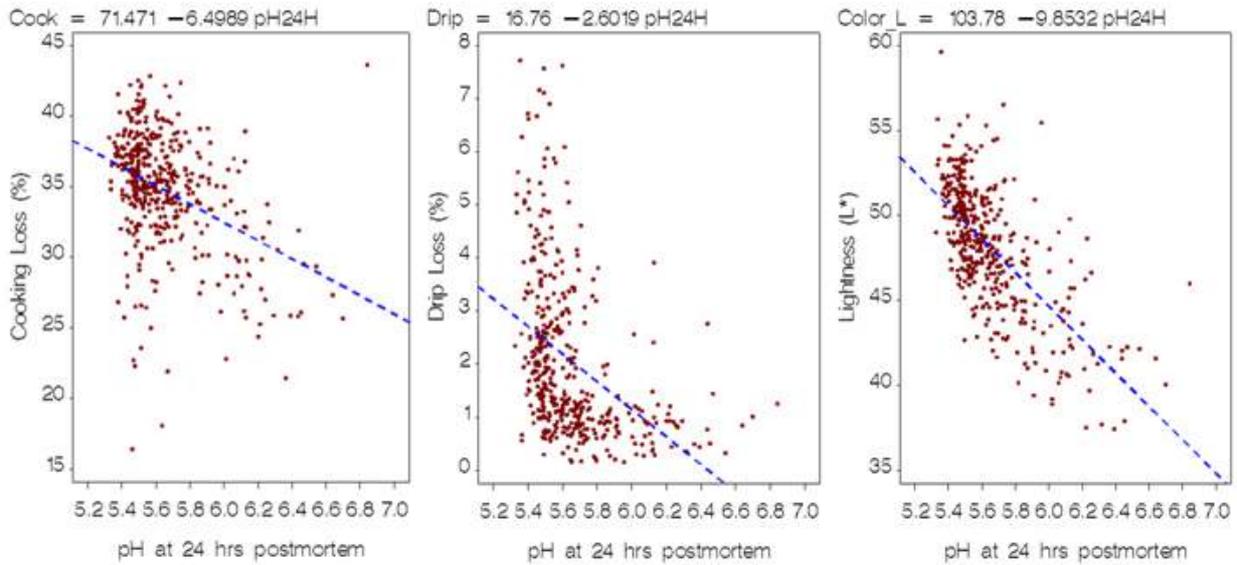


Fig. 3. Relationships between pH at 24 hrs postmortem and lightness, drip loss and cooking loss of pork loin.

사료된다. Offer와 Knight(1988)에 따르면 근섬유 내의 수분은 근장의 pH가 5.0에 근접할수록 근원섬유의 체적이 최소화된 결과, 근섬유 밖으로 이동하여 근섬유 표면의 빛의 반사도가 높아진다. 결국 같은 이유로 돈육의 pH가 낮아지면 육즙손실이 많아지고 가열감량도 높아지는 것으로 사료된다.

본 연구 결과, pH가 명도 및 육즙손실과 높은 상관관계를 보여 각각 44% 및 17%의 정확도를 보였으며, 이같은 결과는 Warriss와 Brown(1987) 및 van Laack(1994)의 결과와 유사하였다. Joo 등(1995b)은 엄격히 선발한 PSE, RSE, RFN, DFD육을 대상으로 실험했을 때, pH로 명도 및 육즙손실을 각각 67% 및 69%의 정확도로 추정할 수 있다고 보고하였는데, PSE와 DFD육을 제외하고 정상적인 육색의 범위인 RFN과 RSE육만 대상으로 분석하면 정확도가 23% 미만으로 감소한다고 하였다. 따라서 본 연구에서 나타난 pH와 명도의 정확도 44%는 매우 높은 수치로 사료되지만 pH와 육즙손실의 정확도 17%는 다소 낮은 수치로 생각된다. 이 같은 연구결과들을 종합해 보면, 비록 pH와 명도가 높은 상관관계를 나타냈지만 pH 단독으로 명도를 추정하기에는 부족할 것으로 사료된다. 더구나 pH 단독으로 육즙손실을 추정하기에 정확도 17%는 매우 부족하다고 사료되며, 따라서 pH로 육색과 보수력을 동시에 고려하는 돈육질을 추정하는 것은 부적절하다고 생각된다.

IV. 요약

본 실험은 돈육의 육색과 보수력과의 상관관계를 알아보고자 동일한 품종(Landrace × Jeju native black pig, F₂),

동일한 사양방법, 동일한 도축방법으로 생산된 419두의 등심을 시료로 이용하여 사후 24시간에 육색, 보수력, 일반성분 및 pH를 측정하여 분석하였다. 그 결과, 각 측정치들은 큰 변이를 보여 시험군의 돈육질의 변이가 큰 것으로 나타났다. 육색측정치 중 명도가 육즙손실과 가장 높은 상관관계를 보였으며 hue(h) 값과 황색도도 육즙손실과 정의 상관관계가 인정되었다. 하지만 적색도와 Chroma는 육즙손실과 상관관계가 없는 것으로 나타나, 육즙손실을 추정하는데 CIE L*, a*, b* 체계보다 CIE L*, b*, h 체계가 더 적합할 것으로 사료된다. 명도 단독으로 육즙손실을 추정하면 정확도가 27% 밖에 되지 않아 보다 정확도를 높이기 위해서는 hue 값과 황색도를 포함한 다중회귀 방정식을 이용하는 것이 좋을 것으로 사료되었다. 또한 pH도 명도와 육즙손실과 유의적으로 높은 부의 상관관계를 나타내었으나, pH 단독으로 명도와 육즙손실을 추정하면 정확도가 각각 44% 및 17%에 불과하였다. 따라서 pH 단독으로 육색과 보수력을 동시에 고려하는 돈육질을 판단하는 것은 부적절하다고 사료되었다. 본 연구결과를 종합하면, 동일한 품종, 사양방법, 도축방법으로 생산된 돈육이라도 육색과 보수력의 큰 변이로 돈육질의 변이도 크게 나타나며, 비록 명도, 육즙손실 및 pH가 상호 높은 상관관계가 있다고 하더라도 단독으로 돈육질의 추정에 이용되는 것은 부적절하다고 사료된다.

V. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 ‘바이오그린 21 사업’의 지원에 의해 이루어졌으며 지원에 감사드립니다.

VI. 현 정

본 논문을 본 연구의 실험수행 도중 불의의 교통사고로 운명을 달리한 경상대학교 식육과학연구소의 故 문상훈 연구원의 영전에 바칩니다.

VII. 인 용 문 헌

- Borggaard, C., Andersen, J. R. and Barton-Gade, P. A. 1989. Further development of the MQM-equipment for measuring water holding capacity and intramuscular fat on-line. Proceeding. 35th International Congress of Meat Science and Technology, Copenhagen, Denmark, p. 212-219.
- Briskey, E. J. 1964. Etiological status and associated studies of pale, soft, exudative porcine musculature. Adv. Food Res., 13:89-178.
- Fennema, O. R. 1985. Water and ice. In O. R. Fennema (Ed.), Food chemistry. New York, Marcel Dekker Inc.
- Hodgson, R. R., Davis, G. W., Smith, G. C., Savell, J. W. and Cross, H. R. 1991. Relationships between pork loin palatability traits and physical characteristics of cooked chops. Journal of Animal Science. 69:4858-4865.
- Huff-Lonergan, E. and Lonergan, S. M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. Meat Science. 71:194-204.
- Joo, S. T. 1995. Pork Quality : Identification, Measurement and explanation of factors associated with color and water-holding capacity of porcine muscle. Ph.D. thesis, Korea University. p. 36-41.
- 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. Journal of Muscle Foods. 6(3):211-226.
- Joo, S. T., Kauffman, R. G., Kim, B. C. and Park, G. B. 1999. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. Meat science. 52:291-297.
- Judge, M. D., Aberle, E. D., Forrest, J. D., Hedrick, H. B. and Merkel, R. A. 1989. Principles of Meat Science. 2nd ed., Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, USA.
- Kanda, H. and Kancchika, T. 1992. Some properties of abnomal porcine muscle (PSE, PFD) differed from PSE and DFD. Proc. 38th International Congress of Meat Science and Technology, Clermont-Ferrand, France, p. 919-922.
- Kauffman, R. G., Cassens, R. G., Scherer, A. and Meeker, D. L. 1992. Variation in pork quality: History-Definition-Extent-Resolution. National Pork Producers Council Publication, Des Moines, Iowa, USA
- Kauffman, R. G., Eikelenboom, G., Van der Wal, P. G., Engel, B. and Zaar, M. 1986. A comparison of methods to estimate water-holding capacity in post-rigor porcine muscle. Meat Science. 18:307-322.
- Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulders, F. J. M., Eikelenboom, G., Engel, B., Van Lacck, R. L. J. M., Hoving-Bolink, A. H., Sterrenburg, P., Nordheim, E. V., Walstra, P. and Van der Wal, P. G. 1993. The dffectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. Meat Science. 34:283-300.
- 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.
- Offer, G. and Knight, P. 1988. The structural basis of water-holding in meat In Developments in Meat Science-4, ed. R. A. Lawrie. Elsevier Science Publishers, London. p.63-243.
- Roseiro, L. C., Santos, C. and Melo, R. S. 1993. Muscle pH₆₀, color(L; a; b) and water holding capacity and the influence of post-mortem meat temperatur. In Proc. 39th International Congress Meat Sci. and Technol. S4P21. WP. Calgary, Alberta, Canada.
- SAS. 2003. SAS/STAT Software. Release 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Stetzer, A. J. and McKeith, F. K. 2003. Benchmarking value in the pork supply chain: Quantitative strategies and opportunities to improve quality. Final Report-phase I. Final Report to the American Meat Science Association.
- Swatland, H. J. 1987. Remote monitoring of postmortem metabolism in pork carcasses. in Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs, eds. P. V. Tan-ant, G. Eikelenboom and G. Monin, Martinus Nijhoff, Dordrecht. p. 143-163.
- Trout, G. R. 1988. Techniques for measuring water-binding capacity in muscle foods-A review of methodology. Meat Science. 23:235-252.
- van Laack, R. L. J., Kauffman, R. G., Sybesma, W., Smulders, F. J. M., Eikelenboom, G. and Pinheiro, J. C. 1994. Is color brightness(L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle?. Meat Science. 38:193-201.
- van Laack, R. L. J. and Smulders, F. J. M. 1992. On the assessment of water-holding capacity of hot- vs cold-boned pork. Meat Science. 32:139-147.
- Warner, R. D., Kauffman, R. G. and Russell, R. L. 1993.

- Quality attributes of major porcine muscles: A comparison with the Longissimus Lumborum. *Meat Science*. 33:359-372.
24. Warriss, P. D., Brown, S. N. and Pasciak, P. 2006. The colour of the adductor muscle as a predictor of pork quality in the loin. *Meat Science*. 73:565-569.
25. Warriss P. D. and Brown, S. N. 1987. The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat Science*. 20:65-74.
- (접수일자 : 2009. 3. 20. / 수정일자 : 2009. 7. 21. / 채택일자 : 2009. 7. 27.)