

## PSE, RSE, RFN, DFD 돈육의 육색과 보수력에 관한 연구

김천제 · 박홍양 · 정영철\* · 강종옥\*\* · 이창현 · 이의수

전국대학교 동물자원연구센터, \*정P&C연구소, \*\*단국대학교 동물자원학과

### Color and Water Holding Capacity of PSE, RSE, RFN and DFD Pork

Cheon-Jei Kim, Hong-Yang Park, Young-Chul Jung\*, Jong-Ok Kang,  
Chang-Hyun Lee and Eui-Soo Lee

Animal Resources Research Center, Konkuk University

\*Jung P&C Institute

\*\*Department of Animal Science, Dankook University

#### Abstract

This study was carried out to investigate the meat color and water holding capacity (WHC) characteristics of PSE, RSE (reddish-pink, soft, exudative), RFN (reddish-pink, firm, non-exudative) and DFD pork quality, also the relationship of lightness ( $L^*$ -value) and WHC to drip loss were examined. When WHC in *M. longissimus dorsi* muscle by filter paper press method was measured at 45 min postmortem (45 min p.m.), DFD meat indicated the highest WHC, RSE and RFN pork were significantly different ( $P<0.05$ ). WHC measured at 24 hr postmortem were not significantly different between RSE and RFN pork ( $P>0.05$ ). Drip loss (%) were significantly different among the four quality group, but cooking loss (%) of PSE, RSE and RFN pork were not significantly different, except DFD. PSE pork indicated the lowest salt soluble protein solubility. The correlation between drip loss and  $L^*$ -value was  $r=0.61$ , drip loss increased with increasing  $L^*$ -value. Also drip loss were moderately correlated with  $WHC_{45 \text{ min p.m.}}$  ( $r=-0.47$ ), with  $WHC_{24 \text{ hr p.m.}}$  ( $r=-0.52$ ). When drip loss was predictable from  $L^*$ -value and WHC,  $L^*$ -value was superior to evaluation by WHC.

Key words: pork quality, RSE, RFN, WHC, drip loss,  $L^*$ -value

#### 서 론

일반적으로 우수한 육질이란 영양가가 높고 맛이 좋으며, 위생적으로 처리되고 기호에 맞는 외관을 가지며, 저장 또는 가공중 감량이 적은 육으로 정의된다. 특히 돈육에 있어서는 밝은 선홍색을 띠며 육조직이 견고하고 드립(drip)량이 적으며 이상취가 없고 적당한 상강도를 지닌 육을 고급육질이라 한다<sup>(1)</sup>. 가축은 생소한 환경에 접하게 되면 흥분하게 되며, 또한 피로하게 되면 체온이 높아지는 등의 생리적 변화를 가져 오며 특히 돼지의 경우 그 정도가 심하여 장거리 수송, 갑작스런 온도의 변화, 도살전·후의 부주의한 취급 등으로 인하여 육색이 창백(pale)하고 조직이 연약(soft)하며 육즙이 과다하게 삼출(exudative)되는 PSE

육이나 육색이 짙고(dark), 조직이 견고(firm)하며, 건조(dry)한 외관을 가지는 DFD육과 같은 이상돈육의 발생빈도가 높아 문제시되고 있으며 이러한 이상육은 소비자의 기호도가 떨어지며 가공상의 여러가지 문제점을 야기하게 된다<sup>(2)</sup>. 지금까지 돈육질은 PSE, DFD 육과 정상육의 세그룹으로 분류되어 왔으며 DFD나 PSE에 속하지 않는 육을 육색이나 pH에 따라 정상육으로 간주하여 왔다. 그러나 정상인 육색을 나타내는 육에서도 보수력이 매우 다양하게 나타나고 있어 이에 대한 많은 문제들이 제기되고 있다<sup>(3,4)</sup>. 따라서 최근에는 돈육질의 분류에 있어서 육색은 정상이나 조직이 연약하고 삼출물이 많은 RSE (reddish-pink, soft, exudative)육을 포함하는 것이 언급되고 있으며 RSE 육으로 분류되는 육의 경우 육색과 pH 등은 정상육인 RFN (reddish-pink, firm, non-exudative)육과 구분하기 어려우므로 보수력의 변화를 측정하는 것이 매우 중요하다. 육의 보수력은 pH, 단백질 변성도, 균질길이

등의 요인에 의해 결정되며 도축후의 급속한 pH의 강하와 높은 온도는 근장단백질 및 근원섬유 단백질의 변성을 야기하고 유리되는 드립의 양에 영향을 미치게 된다<sup>(5,6)</sup>. 또한 드립과 근장단백질 사이의 단백질 조성은 매우 유사하여 드립은 주로 근장에서 유래되는 것이므로 드립감량이 많을 수록 영양적 손실이 커지고 막대한 경제적 손실을 야기하게 된다<sup>(9,10)</sup>. 본 연구에서는 돈육질의 객관적인 판별을 위한 기초연구로서 육질에 따른 보수력, 드립감량, 가열감량 및 단백질 용해성을 비교하고 드립감량과 육색 및 보수력과의 상관도를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

시료로 사용된 공시돈육은 Landrace종 160두로서 좌도체의 5번째에서 8번째 흉추사이의 등심근(*M. longissimus dorsi*)을 도살후 1시간이내 (45 min postmortem)에 채취하여 pH, 육색 및 보수력을 측정하였으며 지방과 건을 제거한 후 1.5~2 cm 두께로 절단하여 polyethylene 포장지에 넣어 4°C 냉장실에서 7일간 저장하면서 보수력, 드립감량, 가열감량, 염용성 단백질 용해성을 측정하였다.

### 보수력(Water-holding capacity)측정

보수력은 Grau와 Hamm<sup>(11)</sup>의 filter paper press법을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate의 중앙부에 여과지(Whatman No.2)를 놓고 시료 300 mg을 취하여 그 위에 놓은 다음 다른 plexiglass plate를 그 위에 포개 놓은 후 2분간 압착시키고, 여과지를 꺼내어 고기 육편이 묻어 있는 부위의 면적과 수분이 젖어 있는 부위의 총면적을 planimeter (Type KP-21, Japan)를 사용하여 측정하였다.

$$\text{보수력 (\%)} = \frac{\text{육조직이 묻어 있는 면적}}{\text{수분이 젖어 있는 총면적}} \times 100$$

### 드립감량(Drip loss)측정

시료를 2 cm 두께의 원형(중량 100±5 g)으로 정형한 후 polyethylene bag에 넣어 4°C냉장고에서 7일간 보관하면서 발생된 드립감량을 측정하여 초기 시료의 무게에 대한 %로 나타내었다.

### 가열감량(Cooking loss)측정

시료를 원형의 일정한 모양과 두께(중량 80±5 g)로 절단하여 polyethylene bag에 넣어 75°C water bath (Dea

Han Co, Model 10-101, Korea)에서 30분간 가열하고 상온에서 30분간 방냉시킨후 가열감량을 측정하였다.

### 육색(Color)측정

시료의 표면을 Colorimeter (Chromameter, CR210, Minolta, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 L\*-값, 적색도 (redness)를 나타내는 a\*-값과 황색도 (yellowness)를 나타내는 b\*-값을 측정하였으며 이때의 표준색은 L\*-값이 97.83, a\*-값이 -0.43, b\*-값이 +1.98인 백색 표준판을 사용하였다.

### 염용성단백질 용해성(Salt soluble protein solubility)측정

시료 5 g에 2% NaCl용액 30 mL을 가한 후 Homogenizer (Nissei, Model AM-7, Japan)를 이용하여 10,000 rpm에서 1분간 균질하고 이것을 3,000 rpm에서 30분간 원심분리시킨후 상등액의 단백질 함량을 biuret법에 의해 정량하여 용해성을 측정하였다.

### 결과분석

본 실험결과에 대한 통계적 분석은 SAS (statistics analytical system)프로그램을 이용하였으며 Duncan의 다중검정방법으로 유의성을 검정하였으며, 육질특성 간의 상관관계를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

Table 1은 저장기간동안 측정된 보수력, 드립감량, 가열감량 및 단백질 용해성을 나타낸 것이다. 압착법에 의하여 측정된 보수력은 도축직후에 평균 58.36% 이었으며 도축 24시간후에는 평균 45.54%로 도축후 시간이 경과함에 따라 보수력은 감소하였다. 드립감량은 시료에 따라 큰 차이를 보였으며 도축후 4°C에서 3일간 저장후 측정된 드립감량은 평균 7.02% (1.22~16.73%)를 나타내었고 7일간 저장하는 동안의 총 드립감량은 평균 10.37%에 달하였다. 반면에 도축 24시간후와 7일간 저장후 측정된 가열감량은 각각 28.80%와 27.77%로 비슷한 감량차이를 보였으며 단백질 용해성은 평균 10.46 mg/mL이었다. 돈육질을 분류하는데 있어서 삼출물과 육색은 매우 중요하며, 이것은 가공 및 섭취시의 보수력이나 기호성에 깊은 관련을 갖는다<sup>(12,14)</sup>. 본 실험에 사용된 총 160두의 최종 육질은 도축 72시간 후 측정된 드립감량과 도축 24시간후에 Colorimeter에 의해 측정된 L\*-값을 기초로 하여 아래와 같이 PSE, RSE, RFN 및 DFD육으로 분류하였다:

**Table 1. Means, standard deviation(SD), maximum and minimum values for objective pork quality measurements (N=160)**

Measurements	Means	SD	Maximum	Minimum
Lightness(L*)				
-45 min p.m.	48.28	3.14	62.29	42.04
-24 hrs p.m.	52.37	2.81	63.12	44.55
WHC (%)				
-45 min p.m.	58.36	12.75	91.93	30.99
-24 hrs p.m.	45.54	9.33	72.28	25.71
Drip loss(%)				
-3day p.m.	7.02	2.98	16.73	1.22
-7day p.m.	10.37	3.22	20.93	2.04
Cooking loss(%)				
-1day p.m.	28.80	3.80	36.37	15.83
-7day p.m.	27.77	3.78	35.68	14.28
Protein solubility (mg/mL)-24 hrs p.m.	10.46	1.70	16.07	6.52

I. PSE (pale pinkish-grey, soft and exudative):

$L^* > 55$ ; Drip loss > 7.5%

II. RSE (reddish-pink, soft and exudative):

$49 < L^* < 55$ ; Drip loss > 7.5%

III. RFN (reddish-pink, firm and non-exudative):

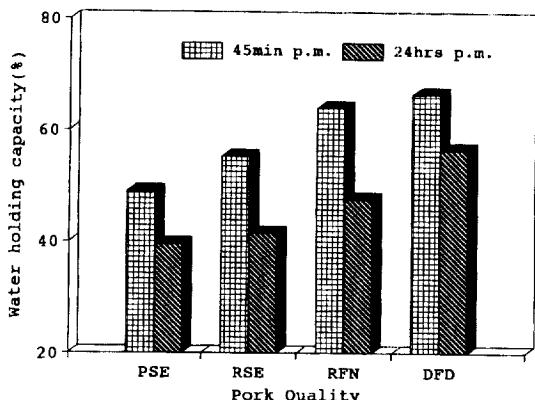
$49 < L^* < 55$ ; Drip loss < 7.5%

IV. DFD (dark, firm and dry):

$L^* < 49$ ; Drip loss < 5.5%

#### 육질에 따른 압착법에 의한 보수력

육의 물리적 특성 중 보수력은 식육의 외관과 조리 및 제품제조시 매우 큰 영향을 미치는 요소 중 하나이며 경제적인 면에서도 매우 중요하다<sup>(3,15,16)</sup>. PSE육의 보수력 감소는 변성으로 인하여 불용성으로 된 근장 단백질이 균원섬유단백질을 손상시키기 때문이며, 도살직후 pH가 낮고 도체의 온도가 높을수록 단백질의 변성은 심하게 일어나게 된다<sup>(17)</sup>. Fig. 1은 육질에 따른 압착법에 의한 보수력을 나타낸 것이다. 도축직후 측정된 보수력은 PSE육 49.08%, RSE육 55.24%, RFN육 64.03%, DFD육 66.50%로서 PSE육과 RSE육은 60%미만을 나타냈으며 같은 육색을 보인 RSE육과 RFN육 사이의 보수력은 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 이것은 정상육색의 범위에서 보수력은 육색과 관련성이 적다는 것을 나타낸다<sup>(4,18)</sup>. 또한 도축 24시간 후 측정된 보수력은 전체적으로 도축 직후보다 낮게 나타났으나 DFD육이 56.56%로 가장 높은 값을 나타내었고 RFN육은 47.62%이었다. 반면에 PSE육과 RSE육에서는 각각 39.56%와 41.52%의 낮은 값을 보였으며 두 그룹간의 유의적인 차이는 없

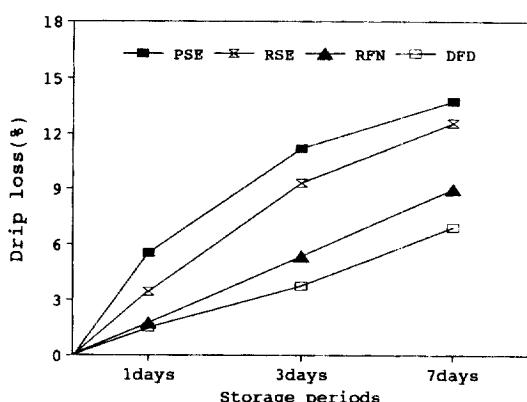


**Fig. 1. Changes of water holding capacity in *M. longissimus dorsi* muscles of pork quality groups during storage at 4°C.**

는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ). Kauffman 등<sup>(3,19)</sup>은 다양한 보수력 측정방법을 비교한 연구에서 압착법에 의하여 PSE육, DFD육과 정상육을 구분할 수 있다고 보고한 바 있다.

#### 육질에 따른 드립감량

드립감량은 육의 보수력을 측정하는데 가장 유용하나 결과를 얻는데 많은 시간이 소요되는 문제가 있으며 시료의 크기에 따라 드립감량이 달라질 수 있다. 따라서 드립감량 측정시 시료의 크기를 표준화하는 것이 무엇보다 중요하다<sup>(9)</sup>. Fig. 2는 육질에 따른 저장 기간동안의 드립감량을 나타낸 것이다. 도축 후 4°C에서 3일간 저장하는 동안에 발생한 드립감량은 각 육질 간의 유의적인 차이가 있었으며, 특히 PSE육(11.18%)과 RSE육(9.30%)에서 많은 드립감량을 보였으며 RFN육과 DFD육은 각각 5.34%와 3.75%로 나타났다.



**Fig. 2. Changes of % drip loss for four pork quality groups during storage at 4°C.**

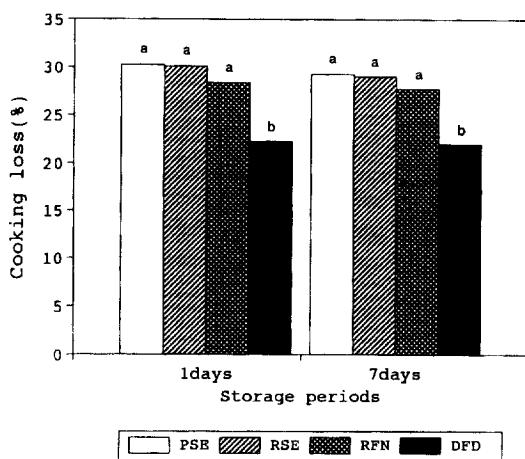


Fig. 3. Comparison of % cooking loss in *M. longissimus dorsi* muscles of pork quality groups. <sup>a,b</sup>Mean values with different letters on the bars are significantly different ( $P<0.05$ ).

또한 7일간 저장하는 동안 발생된 총 드립감량은 DFD육이 6.9%로 가장 적은 드립감량을 나타냈으며 RSE육과 RFN육은 각각 12.57%와 8.99%로 유의차가 있었다( $p<0.05$ ). 반면에 RSE육과 PSE육 사이에는 유의차가 없는 것으로 나타났다( $p>0.05$ ).

#### 육질에 따른 가열감량

Fig. 3은 육질에 따른 도축 24시간과 7일 후에 측정된 가열감량을 나타낸 것이다. 전체적으로 DFD육에서 가장 낮은 가열감량을 보였으며 PSE, RSE, RFN육간에는 가열감량에 있어 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이것은 van der Wal 등<sup>(20)</sup>이 보고한 pH가 높은 DFD육에서의 가열감량이 정상육과 PSE육에 비하여 다소 낮았다는 결과와 일치하였다. 또한 Eikelenboom과 Nanni Costa<sup>(21)</sup>는 가열감량은 근절길이, pH, 육색과의 상관도가 거의 없는 것으로 보고한 바 있으며 Kauffman 등<sup>(3)</sup>은 가열감량은 PSE육과 정상육에 있어 유의적인 차이가 없었으며 따라서 가열감량에 의하여 두 육질을 비교하는데는 어려움이 있다고 보고한 바 있다.

#### 육질에 따른 염용성 단백질 용해성

Fig. 4는 육질에 따른 염용성 단백질 용해성을 비교한 것으로 DFD육에서 12.07 mg/mL로 가장 높은 단백질 용해성을 나타냈다. 또한 RSE육과 RFN육의 단백질 용해성은 각각 10.08과 10.67이었으며 PSE육에서 9.44로 가장 낮은 단백질 용해성을 나타냈다. PSE육과 같은 이상돈육은 도살직후의 낮은 pH와 도체의 높은 온도에 의하여 근장단백질 및 근원섬유 단백질

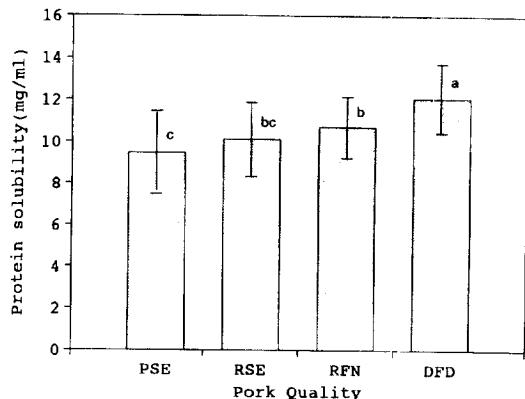


Fig. 4. Comparison of protein solubility in *M. longissimus dorsi* muscles of four pork quality groups. <sup>a,c</sup>Mean values with different letters on the bars are significantly different ( $P<0.05$ ).

의 변성이 일어나고 결과적으로 단백질의 용해성이 감소하게 된다<sup>(22-24)</sup>. 따라서 PSE육에서는 근원섬유 단백질의 변성과 단백질 용해성의 손실로 인하여 단백질의 기능성이 나빠지게 된다<sup>(12)</sup>.

#### 육색 및 보수력과 드립감량의 관계

돈육 도체는 가공, 저장, 수송 및 판매되는 동안 드립감량이 다양하게 나타나게 되며, 유전적인 요인과 도축전후의 처리 및 온도 등의 요인들이 육질과 관련된 근육의 최종상태에 영향을 주게 된다. 특히 드립감량의 차이는 식육의 질적, 양적인 면에 큰 영향을 주게 되므로 식육산업에 있어 육의 보수력 또는 드립감량을 쉽게 예측할 수 있는 방법을 모색하는 것은 매우 중요하다. Irie와 Swatland<sup>(25)</sup>는 육즙손실을 예측하는데 있어 기기에 의한 육색측정이 pH의 측정보다 빠르고 더 신뢰도가 높다고 보았으며 광학적 측정방법이 육의 육즙손실을 예측하는데 주관적 평가보다 우수하다고 보고한바 있다. Table 2는 도축직후와 24시간후 측

Table 2. Coefficients of correlation among L\*-value, WHC and drip loss

Measurements <sup>1)</sup>	$L^*_{45 \text{ min}}$	$L^*_{24 \text{ hrs}}$	$DL_{72 \text{ hrs}}$	$WHC_{45 \text{ min}}$
$L^*_{45 \text{ min}}$				
$L^*_{24 \text{ hrs}}$	0.78***			
$DL_{72 \text{ hrs}}$	0.61***	0.61***		
$WHC_{45 \text{ min}}$	-0.39***	-0.27***	-0.47***	
$WHC_{24 \text{ hrs}}$	-0.39***	-0.46***	-0.52***	0.46***

<sup>1)</sup> $L^*_{45 \text{ min}}=L^*$ -value at 45 min postmortem,  $L^*_{24 \text{ hrs}}=L^*$ -value at 24 hrs postmortem,  $DL_{72 \text{ hrs}}=\text{Drip loss measured at 72 hrs postmortem}$ ,  $WHC=\text{Water holding capacity}$ .

\*\*\*Significant statistically at  $p<0.001$ .

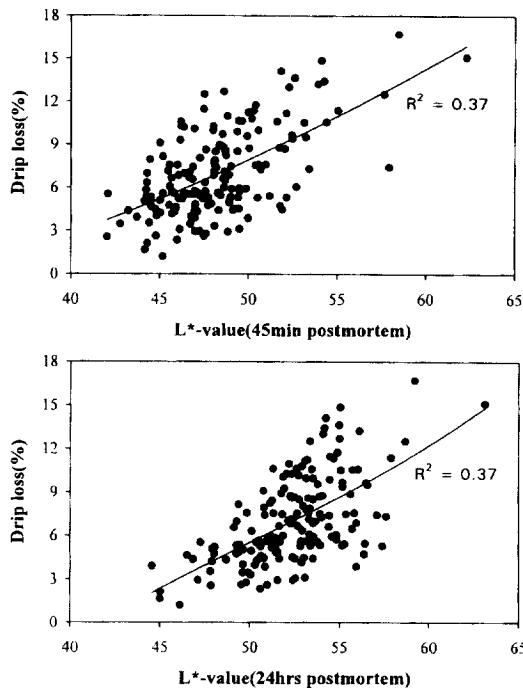


Fig. 5. The relationship between drip loss(%) and lightness ( $L^*$ -Value).

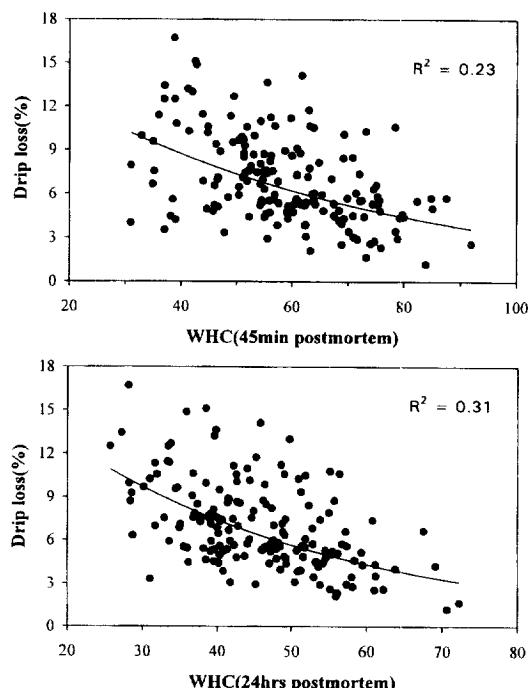


Fig. 6. The relationship between drip loss(%) and water holding capacity (%) using filter paper press method.

정된  $L^*$ -값과 압착법에 의해 측정된 보수력과 드립감량과의 상관관계를 나타낸 것이다. 드립감량과 도축직후 및 24시간후 측정된  $L^*$ -값과의 관계에는  $L^*$ -값이 증가할수록 드립감량이 증가하는 정(+)의 상관도를 보였다( $r=0.61$ ,  $p<0.001$ ). 드립감량과 도축직후 및 24시간후 압착법에 의해 측정된 보수력과의 관계에 있어서 도축직후 보수력과의 상관도는  $r=-0.47$ 이었으며 도축24시간후의 보수력과는  $r=-0.52$ 의 상관도를 나타내어 도축 24시간후 측정된 보수력이 드립감량과 더 높은 상관도를 나타내었다. Warriss와 Brown<sup>(18)</sup>은 육색과 드립감량의 비선형관계를 보고한 바 있으며, 본 실험 결과에서도 육색과 드립감량은 비선형관계를 나타내었다(Fig. 5). 또한 압착법에 의하여 측정된 보수력과 드립감량의 관계에서도 비선형관계를 나타내었으며 도축24시간후에 측정된 보수력이 도축직후 측정된 보수력보다 드립감량을 예측하는데 다소 유리한 것으로 나타났다(Fig. 6).

## 요 약

PSE, RSE, RFN 및 DFD돈육의 육질에 따른 보수력, 가열감량, 드립감량 및 단백질 용해성을 측정하였

으며 드립감량과 육색 및 보수력과의 상관도를 조사하였다. 압착법에 의한 보수력은 도축직후  $58.36 \pm 12.75\%$ 이었으나 24시간후  $45.54 \pm 9.33\%$ 로 감소하였으며 3일간 저장후의 드립감량은 평균  $7.02 \pm 2.98\%$ 로 나타났다. 또한 단백질 용해성은 평균  $10.46 \text{ mg/mL}$ 이었다. 육질에 따른 압착법에 의한 보수력은 도축직후 PSE육  $49.08\%$ , DFD육  $66.50\%$ 이었으며, RSE육( $55.24\%$ )과 RFN육( $64.03\%$ ) 사이에는 유의적인 차이가 있었다. 도축24시간후의 보수력은 PSE육  $39.56\%$ , DFD육  $56.56\%$ 이었으며 PSE육과 RSE육 사이에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ). 드립감량은 PSE육( $11.18\%$ )과 RSE육( $9.30\%$ )에서 높게 나타났으며, RFN육과 DFD육은 각각  $5.34\%$ 와  $3.73\%$ 로 나타나 각 육질간의 유의적인 차이가 인정되었다( $p<0.05$ ). 가열감량은 DFD육( $25.1\%$ )에서 가장 낮게 나타났고 나머지 육질 그룹간에는 뚜렷한 차이가 없었으며, 염용성 단백질 용해성은 PSE육에서 가장 낮게 나타났다.  $L^*$  (lightness)값과 드립감량과의 관계에 있어서  $L^*$ -값이 증가할수록 드립감량은 증가하였으며( $r=0.61$ ), 보수력과 드립감량과의 관계에 있어서는 24시간후 측정된 보수력과의 상관도( $r=-0.52$ )가 도축직후 측정된 보수력과의 상관도( $r=-0.47$ )보다 높게 나타났다.

## 문 헌

1. 주선태 : 돈육의 분류와 특성. 월간 식육계, 5, p.74 (1995)
2. Warriss, P.D.: In evaluation and control of meat quality in pigs, ed. P. V. Tarrant, G. Eikelenboom & G. Monin. Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands, p.245 (1987)
3. Kauffman, R.G., Eikelenboom, G., van der Wal, P.G., Engel, B. and Zaar, M.: A comparison of methods to estimate water-holding capacity in post-rigor porcine muscle. *Meat Sci.*, **18**, 307 (1986)
4. van Laack, R.I.J.M., Kauffman, R.G., Sybesta, W., Smulders, F.J.M., Eikelenboom, G. and Pinheiro, J.C.: Is color brightness (L-value) an reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle?. *Meat Sci.*, **38**, 193 (1994)
5. Fernandez, X., Forslid, A., and Tornberg, E.: The effect of high post-mortem temperature on the development of pale, soft and exudative pork : Interaction with ultimate pH. *Meat Sci.*, **37**, 133 (1994)
6. Penny, I.F.: The effect of temperature on the drip, denaturation and extracellular space of pork longissimus dorsi muscle. *J. Sci. Fd Agric.*, **28**, 329 (1977)
7. Roseiro, L.C., Santos, C., Almeida, J. and Melo, R.S.: Measurements of pH<sub>60</sub> in pork using ISFET/REFET and glass electrode methods. *Meat Sci.*, **38**, 347 (1994)
8. Offer, G.: Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Sci.*, **30**, 157 (1991)
9. Savage, A.W.J., Warriss, P.D. and Jolley, P.D.: The amount and composition of the proteins in drip from stored pig meat. *Meat Sci.*, **27**, 289 (1990)
10. Kauffman, R.G., Wachholz, D., Henderson, D. and Lochner, J.V.: Shrinkage of PSE, normal and DFD hams during transit and processing. *J. Animal Sci.*, **46**, 1236 (1978)
11. Grau, R. and Hamm, R.: Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung im muskel. *Naturwissenschaften*, **40**, 29 (1953)
12. Camou, J.P. and Sebranek, J.G.: Gelation characteristics of muscle proteins from pale, soft exudative(PSE) pork. *Meat Sci.*, **30**, 207 (1991)
13. Warner, R.D., Kauffman, R.G. and Russell, R.L.: Quality attributes of major porcine muscle: A comparison

- with the Longissimus Lumborum. *Meat Sci.*, **33**, 359 (1993)
14. Garrido, M.D., Bañón, S., Pedauyé, J. and Laencina, J.: Objective meat quality measurement of ham: A practical classification method on the slaughterline. *Meat Sci.*, **37**, 421 (1994)
15. Barge, M.T., Destefanis, G., Toscano, G.P. and Brugia paglia, A.: Two reading techniques of the filter paper press method for meat water-holding capacity. *Meat Sci.*, **29**, 183 (1991)
16. Roseiro, L.C., Santos, C. and Melo, R.S.: Muscle pH<sub>60</sub>, color(L, a, b) and water-holding capacity and the influence of post-mortem meat temperature. *Meat Sci.*, **38**, 353 (1994)
17. 김천제, Honikel, K.O., 최병규 : DSC를 이용한 PSE 돈육단백질의 변성에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **21**, 173 (1989)
18. Warriss, P.D. and Brown, S.N.: The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat Sci.*, **20**, 65 (1987)
19. Kauffman, R.G., Eikelenboom, G., van der Wal, P.G., Merkus, G. and Zaar, M.: The use of filter paper to estimate drip loss of porcine musculature. *Meat Sci.*, **18**, 191 (1986)
20. van der Wal, P.G., Bolink, A.H. and Merkus, G.S.M.: Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. *Meat Sci.*, **24**, 79 (1988)
21. Eikelenboom, G. and Nanni Costa, L.: Fibre Optic Probe measurements in Landrace pigs of different halothane phenotypes. *Meat Sci.*, **23**, 9 (1988)
22. Honikel, K.O. and Kim, C.J.: Über die Ursachen der Entstehung von PSE-Schweinefleisch. *Fleischwirtschaft*, **65**, 1125 (1985)
23. Lopez-Bote, C., Warriss, P.D. and Brown, S.N.: The use of muscle protein solubility measurements to assess pig lean meat quality. *Meat Sci.*, **26**, 167 (1989)
24. Sayre, R.N. and Briskey, E.J.: Protein solubility as influenced by physiological conditions in the muscle. *J. Food Sci.*, **28**, 675 (1963)
25. Irie, M. and Swatland, H.J.: Prediction of fluid losses from pork using subjective and objective paleness. *Meat Sci.*, **33**, 277 (1993)

---

(1997년 7월 11일 접수)