

## 냉장저장 중 돼지 저지방 부위 근육들의 이화학적 특성 변화

성필남 · 조수현 · 김진형\* · 김영태<sup>1</sup> · 박범영 · 이종문 · 김동훈  
농촌진흥청 국립축산과학원, <sup>1</sup>(주)선진

### Changes in the Physicochemical Properties of the Muscles from Low-Fat Pork Cuts during Chilled Storage

Pil-Nam Seong, Soo-Hyun Cho, Jin-Hyoung Kim\*, Young-Tae Kim<sup>1</sup>, Beom-Young Park, Jong-Moon Lee, and Dong-Hoon Kim

National Institute of Animal Science, RDA, Suwon 441-350, Korea  
<sup>1</sup>Sunjin, Seoul 134-060, Korea

#### Abstract

This study was conducted to investigate the changes in the physicochemical properties of five muscles from low-fat pork cuts during storage at 4°C for 14 d. As the chilled-storage time increased, the moisture and fat contents and the pH of the muscles did not significantly ( $p>0.05$ ) change, but the water-holding capacity of the *supraspinatus*, *semitendinosus*, and *longissimus dorsi* muscles significantly ( $p<0.05$ ) improved. The purge loss of the five muscles significantly ( $p<0.05$ ) increased with the increase in the storage time, but their cooking loss and hardness did not significantly ( $p>0.05$ ) change as the chilled-storage time increased. It can be seen from these results that the physicochemical properties of the five muscles do not change greatly during the 14-day cold storage. Therefore, it is possible to distribute such five pork muscles to fresh-pork-meat retail stores or shops without meat quality degradation.

**Key words :** physicochemical properties, pork muscles, chilled storage

#### 서 론

2003년 한국육가공협회 발표에 의하면 국내 소비자들의 돼지고기 부위에 대한 선호도는 삼겹살 67%, 목심 26%로 두 부위가 93%에 달하며, 이들 부위는 주로 구이용으로서 사용되는 부위로 국내 돼지고기 소비문화가 구이에 치중되어 있다는 것을 알 수 있다. 박과 조(2002)는 돼지고기의 직접구매자인 소비자(주부) 1,125명을 대상으로 돼지고기 요리별 선호도 조사를 실시한 결과, 삼겹살 구이에 대한 선호도가 남편의 경우 39.5%, 주부 30.3%, 자녀들 25.5%로 전체 30.4%로 비교대상 요리들인 목심구이(11.3%), 갈비구이나 찜(13.4%), 보쌈(7.1%), 불고기(10.0%), 김치찌개(13.8%), 돈가스(13.8%), 기타(4.0%) 보다 훨씬 높은 선호도를 보인다는 결과를 보고하였다. 결국 이러한 부위별 소비 불균형은 돼지고기 부위별 심한 가격 차이를

유발하고 있어 양돈농가 및 관련 산업체는 저지방 부위의 부가가치 향상을 지속적으로 요구하고 있다.

가장 인기있는 생고기 구이에는 삼겹살, 목심, 항정살, 갈매기살이 원료육으로 주로 이용되는데 목심의 경우 근육과 근육사이에 지방이 적당히 분포되어 있고, 삼겹살 또한 지방함량이 풍부하기 때문이다. 특히, 지방함량이 낮은 돼지고기는 굽는 과정에서 건조되어 조직이 딱딱해지고, 풍미가 좋지 않게 되는데 구이용 고기에서 일정수준의 지방함량을 요구하는 이유는 첫째, 지방조직은 고기를 굽는 과정에서 열전도율이 낮아 가열처리에 의한 단백질 변성을 막아줌으로써 익힌 고기의 조직감을 좋게 하고, 둘째, 가열처리 과정에서 지방이 녹아나와 고기 표면을 피복함으로써 가열에 의한 고기 내 수분증발을 최소화하여 다즙성을 좋게 하며, 셋째, 고기 속의 지방은 가열처리에 의해 맛과 관련된 여러 가지 휘발성 물질을 생성하고, 넷째, 근섬유 막에 축적된 근내지방은 가열시 수축되는 근섬유 막의 파괴가 용이하도록 함으로써 고기의 연도를 좋게 하며, 다섯째, 고기 속의 지방은 구워진 고기를 먹을 때 입안에 서 치아에 의하여 저작하는 과정에서 녹아 나와 침샘을

\*Corresponding author : Jin-Hyoung Kim, National Institute of Animal Science, Suwon 441-706, Korea. Tel: 82-31-290-1702, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: jhkim702@rda.go.kr

자극함으로써 침의 분비를 촉진하여 다즙한 느낌을 갖도록 하기 때문이다(김 등, 2001).

돼지의 앞다리와 뒷다리는 운동기능을 담당하는 생체조직으로 앞다리는 39개 근육, 뒷다리는 36개 근육들로 이루어져 있다(Jones and Burson, 2000). 이러한 근육들은 각각의 기능에 따라 구성성분과 영양적 특성이 달라 결국 식육으로 전환된 후 근육의 성숙도, 콜라겐 함량, 근육의 수축상태 등에 의해 다양한 연도 또는 품질특성을 가지게 된다. Kim 등(2008)은 거세돼지 5두와 암돼지 5두의 21개 근육들의 영양성분을 분석한 결과 근육들의 지방함량은 1.54-7.03%로 많은 차이를 보이며, 대퇴근막간장근(*m. tensor fasciae latae*), 넓은등근(*m. latissimus dorsi*), 반힘줄모양근(*m. semitendinosus*), 상완머리근(*m. brachiocephalicus*), 가시위근(*m. supraspinatus*) 순으로 높았다고 보고해 저지방 부위의 부가가치 향상을 위해서는 근육들의 특성에 맞게 활용하는 것이 중요할 것으로 여겨진다. 특히, 지방함량이 높은 근육들을 시중에서 고가로 거래되고 있는 항정살, 갈매기살 등과 같은 구이용 특수부위로 활용한다면 상당한 부가가치 향상효과를 기대할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 돼지고기 저지방 부위를 구성하고 있는 근육들 중 지방함량이 높은 5개 근육들의 냉장유통 중 품질변화에 대한 기초자료를 제시하기 위해 냉장상태에서 14일 동안 저장하면서 근육별 이화학적 품질변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 준비

일반도축장에서 도축된 삼원교잡종(LxYxD) A등급 암 돼지 9두를 사용하였고, 도축 후 24시간 냉장된 도체를 구입한 후 국립축산과학원으로 운반하여 축산물가공처리법 시행규칙 제51조 제2항별표 133의 나에 의한 “식육의 부위별·등급별 및 종류별 구분방법”(농림부 고시 제2005-50호; 2005.7.1)으로 분할·정형하고, 근육을 분리하였다. 앞다리에서는 *m. infraspinatus*, *m. pectoralis profundifan*, *m. latissimus dorsi*, *m. supraspinatus* 4개 근육을, 뒷다리에서는 *m. semitendinosus* 1개 근육을 분리하여 실험샘플로 사용하였다. 또한 등심부위에서 *m. longissimus dorsi* 1개 근육을 분리하여 대조구로 제시하였다. 근육들은 표면의 근막과 과도한 지방을 제거하고, 3등분으로 분할하여 진공포장 한 후 저장일별로 배치하였다. 도축 후 3일을 저장 3일로 하여 4°C 냉장고에서 14일 동안 저장하면서 3, 7, 14일마다 분석하였다.

### 이화학적 특성 분석

근육샘플의 수분 및 지방함량은 AOAC(2000) 분석방법에 준하여 수행하였으며, CEM 자동추출장치(Labwave

9000/FAS 9001, CEM Corp., Matthews, NC, USA)를 이용하여 측정하였다. pH 측정은 pH meter(PK\*21, NWK-Binär, Germany)를 이용하여 측정하였으며, 보수력은 Laakkonen 등(1970)의 방법을 변형한 Park 등(2001)의 방법에 따라 측정하였다. 포장감량은 시료들을 약 2.5 cm 두께로 자른 후 진공포장 하여 4°C에서 3, 7, 14일 저장 후 포장 전과 포장 후의 무게차로 계산하였다. 가열감량은 시료를 약 2.5 cm 두께로 자른 후 70°C 항온수조(Shaking Water Bath, Dasol Scientific CO., LTD. Korea)에서 심부 온도가 70°C에 도달할 때까지 가열한 후 흐르는 물에서 방냉하고 가열 전후의 무게차로 계산하였고, 경도측정은 가열감량 측정시료를 사용하여 근육샘플을 근섬유 방향에 직각으로 채취하고 Instron Universal Testing Machine (Model 4465)을 이용하여 시료 높이 2.54 cm, Puncture diameter 18.00 mm, Load cell 50 kg, Cross head speed 100 mm/min, 진입거리는 샘플높이의 80%의 조건으로 측정하였다.

### 통계처리

시험결과는 SAS program(SAS, 1996)을 이용하여 분산 분석 및 Duncan의 다중검정을 실시하여 처리구간의 유의성( $p < 0.05$ )을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 수분, 지방함량

돼지 저지방 부위 5개 근육들과 *longissimus dorsi* 근육의 수분과 지방함량 변화를 냉장저장 14일 동안 조사한 결과 모든 근육들은 냉장저장 기간 동안 수분과 지방함량에 유의적인 변화가 없었지만 *infraspinatus* 근육은 초기 75.07%에서 74.41%로, *pectoralis profundifan* 근육은 72.58%에서 71.84%로, *supraspinatus* 근육은 74.66%에서 74.60%로, *semitendinosus* 근육은 73.29%에서 71.77%로, *latissimus dorsi* 근육은 73.28%에서 71.92%로, *longissimus dorsi* 근육은 74.52%에서 73.88%로 감소하는 경향이었다( $p > 0.05$ , Table 1, 2).

냉장저장 초기 수분함량이 높았던 *infraspinatus*, *supraspinatus*, *longissimus dorsi* 근육들은 다른 근육들 보다 냉장저장 동안 줄곧 높은 수분함량을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 냉장저장 동안 지방함량 역시 *infraspinatus* 근육은 초기 4.49%에서 4.80%로, *pectoralis profundifan* 근육은 5.58%에서 6.02%로, *supraspinatus* 근육은 4.65%에서 4.31%로, *semitendinosus* 근육은 5.62%에서 7.14%로, *latissimus dorsi* 근육은 5.01%에서 6.57%로 높아지는 경향이었으나 유의성은 인정되지 않았다( $p > 0.05$ ). 이러한 현상은 저장 중 고기 내부의 육즙이 포장에 의한 감량 등에 의해 빠져나와 고기 내 수분함량이 줄어들어 상대적으로 지방함량이 증

**Table 1. Moisture contents (%) of pork muscles during chilled storage**

Muscles	Storage time (d)		
	3	7	14
<i>Infraspinatus</i>	75.07±0.60 <sup>a1)</sup>	74.67±0.55 <sup>ab</sup>	74.41±0.59 <sup>a</sup>
<i>Pectoralis profundi-fan</i>	72.58±0.67 <sup>b</sup>	73.23±0.46 <sup>bcd</sup>	71.84±0.72 <sup>b</sup>
<i>Supraspinatus</i>	74.66±0.66 <sup>a</sup>	75.44±0.30 <sup>a</sup>	74.60±0.91 <sup>a</sup>
<i>Semitendinosus</i>	73.29±0.59 <sup>ab</sup>	72.56±0.72 <sup>cd</sup>	71.77±0.78 <sup>b</sup>
<i>Latissimus dorsi</i>	73.28±0.72 <sup>ab</sup>	71.95±0.84 <sup>d</sup>	71.92±0.95 <sup>b</sup>
<i>Longissimus dorsi</i>	74.52±0.44 <sup>a</sup>	73.89±0.39 <sup>abc</sup>	73.88±0.41 <sup>ab</sup>

<sup>a-d</sup> : Values with different superscripts in the same column differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>Mean±SE.

**Table 2. Fat contents (%) of pork muscles during chilled storage**

Muscles	Storage time (d)		
	3	7	14
<i>Infraspinatus</i>	4.49±0.76 <sup>ab1)</sup>	4.30±0.85 <sup>bc</sup>	4.80±0.88 <sup>a</sup>
<i>Pectoralis profundi-fan</i>	5.58±0.91 <sup>a</sup>	4.72±0.52 <sup>ab</sup>	6.02±0.72 <sup>a</sup>
<i>Supraspinatus</i>	4.65±0.75 <sup>ab</sup>	3.35±0.42 <sup>bc</sup>	4.31±0.70 <sup>a</sup>
<i>Semitendinosus</i>	5.62±1.03 <sup>a</sup>	6.62±0.78 <sup>a</sup>	7.14±1.21 <sup>a</sup>
<i>Latissimus dorsi</i>	5.01±1.00 <sup>a</sup>	6.63±1.10 <sup>a</sup>	6.57±1.09 <sup>a</sup>
<i>Longissimus dorsi</i>	2.24±0.42 <sup>b</sup>	2.16±0.46 <sup>c</sup>	1.70±0.44 <sup>b</sup>

<sup>a-c</sup> : Values with different superscripts in the same column differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>Mean±SE.

가하기 때문인 것으로 여겨진다. 근육별 지방함량을 비교하면 냉장저장 전 기간 동안 *semitendinosus* 근육과 *latissimus dorsi* 근육이 가장 높은 함량을 보였으며, *longissimus dorsi* 근육이 가장 낮은 함량을 나타내었다( $p<0.05$ ).

### pH

Table 3은 돼지 저지방 부위 5개 근육들과 *longissimus dorsi* 근육을 진공포장하여 냉장온도에서 14일 동안 저장하면서 pH 변화를 조사한 결과이다. *Longissimus dorsi* 근육을 포함한 모든 근육들은 냉장 저장 14일까지 pH에 있어 유의적인 변화가 없었다. 저장 기간별 근육 간 pH를 비교하면 저장 3일과 14일에는 차이가 없었으며, 저장 7일 *infraspinatus* 근육이 6.02로 가장 높은 값을 나타내었고, *longissimus dorsi* 근육의 pH 보다 유의적으로 높았다

( $p<0.05$ ). 일반적으로 저장 중 pH 변화는 식육의 신선도와 보수력 등 품질과 관련된 변화와 관계가 있으며, pH가 높아지면 육즙이 유의적으로 증가하고, 담백하고 유연한 조직을 나타낸다고 보고되었다(Kauffman *et al.*, 1961). 또한, pH가 5.5-5.8이면 신선한 상태이지만 pH 8.0 이상부터 부패단계에 접어들었다고 하였다(James, 1972). Ketelaere 등 (1974)은 저장기기에 따른 pH 변화는 당과 지방이 분해되어 유기산, 알데하이드, 케톤, 알코올, 카보닐 등이 생성되기 때문이라고 보고하였다. Deymer와 Vandekerckhove (1979)는 저장 기간에 따라서 식육 내 단백질과 이온물질의 반응, 전해질 분해의 감소 및 암모니아 생성 때문에 pH는 상승한다고 보고하였고, Park 등(1994)은 저장 중 pH 상승은 온도가 높을수록 지방의 산패가 심하여 과산화물의 축적량이 많아지고 단백질 분해에 의한 암모니아의 생

**Table 3. pH of pork muscles during chilled storage**

Muscles	Storage time (d)		
	3	7	14
<i>Infraspinatus</i>	5.96±0.83 <sup>1)</sup>	6.02±0.10 <sup>a</sup>	5.94±0.09
<i>Pectoralis profundi-fan</i>	5.64±0.10	5.73±0.09 <sup>ab</sup>	5.69±0.09
<i>Supraspinatus</i>	5.83±0.09	5.94±0.10 <sup>ab</sup>	5.93±0.09
<i>Semitendinosus</i>	5.82±0.11	5.89±0.12 <sup>ab</sup>	5.90±0.11
<i>Latissimus dorsi</i>	5.78±0.10	5.78±0.09 <sup>ab</sup>	5.76±0.09
<i>Longissimus dorsi</i>	5.62±0.13	5.69±0.09 <sup>b</sup>	5.69±0.08

<sup>a,b</sup> : Values with different superscripts in the same column differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>Mean±SE.

성량이 크기 때문이라고 보고하였으며, 그 외 많은 연구 결과들이 저장기간이 증가할수록 돈육의 pH가 증가된다고 보고하였다(Holly *et al.*, 1994; Kim *et al.*, 2004; Park *et al.*, 1988). 하지만, 본 실험의 결과에서는 돼지 *longissimus dorsi* 근육과 저지방 부위를 구성하는 근육들 중 구이용으로 활용 가능한 5개 근육들이 냉장 저장 14 일 동안 pH에서 유의적인 변화가 없어 기존 보고들과 다른 결과를 나타내었다. 본 실험과 유사한 결과로 Yang 등 (2002)은 돼지 등심을 진공포장하여 4±1°C에서 저장하면서 pH를 측정할 결과 30일 동안 매우 완만하게 증가되어 전 저장기간 동안 pH 5.5-5.8의 범위에 있었다고 보고하였으며, Kim 등(1998)도 돼지 등심을 진공포장하여 2±1°C에서 50일 동안 저장하면서 pH를 측정할 결과 약간씩 증가하는 경향은 있었으나 유의적인 차이는 없는 것으로 보고하였다.

### 보수력

돼지 저지방 부위 5개 근육들과 *longissimus dorsi* 근육의 냉장저장 중 보수력(water holding capacity)를 조사한 결과는 Table 4와 같다. *Supraspinatus* 근육은 저장 초기 54.40%에서 저장 14일 59.16%로, *semitendinosus* 근육은 57.02%에서 59.69%로 *longissimus dorsi* 근육은 55.55%에서 58.60%로 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 높아지는 결과를 보였으나( $p<0.05$ ) *infraspanatus* 근육은 55.15%에서 57.78%로, *pectoralis profundi-fan* 근육은 56.36%에

서 58.08%로, *latissimus dorsi* 근육은 56.86%에서 58.08%로 높아지는 경향을 나타내었으나 유의성은 인정되지 않았다( $p>0.05$ ). 냉장저장 기간별 근육들 간에는 보수력에 있어 유의적인 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 식육의 보수력에 영향을 주는 요인으로 최종 pH, 단백질 변성, 근질의 길이 등이 관여하는 것으로 보고되었으며(Warner *et al.*, 1997), 일부 연구자들은 도축 후 1일된 고기 시료와 비교해 며칠을 숙성시킨 고기 시료의 드립량을 측정할 후 숙성기간 동안 신선육의 보수력이 증가한다는 사실을 발견하였다(Joo *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1993; Moeske and Smet, 1999). 이를 설명하기 위해 도축 후 근육에서 일어나는 세포골격 단백질(cytoskeletal protein)의 분해(Huff-Lonergan *et al.*, 1996; Koohmaraie *et al.*, 1996; Mielche and Purslow, 1998; Morrison *et al.*, 1998; Papa *et al.*, 1997; Taylor *et al.*, 1995)가 근섬유 내 결합을 끊어 근육수축을 감소시킴으로써 식육의 보수력을 증가시킨다고 보고되었다(Kristensen and Purslow, 2001).

### 포장감량

돼지 저지방 부위 5개 근육들과 *longissimus dorsi* 근육의 냉장저장 중 포장감량(purge loss)을 조사한 결과, 저장기간이 늘어남에 따라 포장감량은 모든 근육에서 증가하였으며( $p<0.05$ ), 저장기간별 근육 간 포장감량도 유의적인 차이가 나타났다( $p<0.05$ )(Table 5). *Infraspanatus*, *pectoralis profundi-fan*, *supraspinatus*, *longissimus dorsi* 근육들은 저

Table 4. Water holding capacity (%) of pork muscles during chilled storage

Muscles	Storage time (d)		
	3	7	14
<i>Infraspanatus</i>	55.15±1.14 <sup>1)</sup>	56.24±0.74	57.78±0.99
<i>Pectoralis profundi-fan</i>	56.36±0.76	56.42±0.92	58.08±0.72
<i>Supraspinatus</i>	54.40±0.70 <sup>b</sup>	57.71±0.87 <sup>a</sup>	59.16±1.15 <sup>a</sup>
<i>Semitendinosus</i>	57.02±0.71 <sup>b</sup>	57.78±0.64 <sup>ab</sup>	59.69±0.76 <sup>a</sup>
<i>Latissimus dorsi</i>	56.86±1.21	58.57±0.98	58.08±1.07
<i>Longissimus dorsi</i>	55.55±1.22 <sup>b</sup>	57.87±0.97 <sup>ab</sup>	58.60±0.60 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> : Values with different superscripts in the same row differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>Mean±SE.

Table 5. Purge loss (%) of pork muscles during chilled storage

Muscles	Storage time (d)		
	3	7	14
<i>Infraspanatus</i>	3.72±0.41 <sup>bABC*</sup>	6.21±0.66 <sup>aB</sup>	7.84±0.92 <sup>aB</sup>
<i>Pectoralis profundi-fan</i>	3.14±0.32 <sup>bBC</sup>	7.29±0.71 <sup>aAB</sup>	8.64±0.83 <sup>aAB</sup>
<i>Supraspinatus</i>	4.04±0.72 <sup>bABC</sup>	7.02±0.84 <sup>aAB</sup>	8.92±0.48 <sup>aAB</sup>
<i>Semitendinosus</i>	4.72±0.93 <sup>bAB</sup>	6.99±0.92 <sup>abAB</sup>	9.30±1.02 <sup>aAB</sup>
<i>Latissimus dorsi</i>	2.55±0.34 <sup>C</sup>	5.82±0.72 <sup>bB</sup>	8.07±0.75 <sup>aB</sup>
<i>Longissimus dorsi</i>	5.41±0.76 <sup>bA</sup>	9.06±1.08 <sup>aA</sup>	11.09±1.01 <sup>aA</sup>

<sup>a-c</sup> : Values with different superscripts in the same row differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>A-C</sup> : Values with different superscripts in the same column differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>Mean±SE.

장 3일과 7일 사이에 포장감량이 많이 발생하였으며, *semitendinosus* 근육과 *latissimus dorsi* 근육은 저장 14일 동안 포장감량이 꾸준히 증가하는 경향을 나타내었다. 6개의 근육들 중 저장 14일 동안 포장감량이 가장 적게 증가한 근육은 *semitendinosus* 근육으로 97.03% 증가하였으며, 가장 많이 증가한 근육은 *latissimus dorsi* 근육으로 216.47% 증가하였다. 하지만 근육별 포장감량을 비교해 보면 14일 냉장저장 기간 동안 *longissimus dorsi* 근육의 포장감량이 가장 많았으며, 가장 낮았던 근육은 저장 3일에는 *latissimus dorsi* 근육, 저장 7일과 14일에는 *latissimus dorsi* 근육과 *infraspinatus* 근육의 포장감량이 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 식육 내 존재하는 물은 화학적으로 다른 분자와 매우 단단하게 결합되어 있기도 하고, 다른 분자에 느슨하게 결합하거나 외부 환경에 따라 세포외 공간에 자유롭게 이동하기도 하는데(Kauffman *et al.*, 1986) Taylor (1985)는 이러한 식육 내 존재하는 물이 저장 중 삼출되는 원인으로 진공포장을 지적하였으나 육즙이 증가하는 원인이나 기작은 밝히지 못하였으며, 다만 진공에 의한 물리적인 힘에 의해 육즙의 유리가 증가한다고 설명하였다. 본 실험에서도 냉장저장을 위해 근육시료들은 진공포장하였기 때문에 근육들의 저장 중 육즙 삼출 증가 원인으로 생각되어 지며 본 실험의 결과와 같이 저장 중 식육의 포장감량 증가에 대해 많은 연구들이 동일한 결과를 보고하였다(Choi *et al.*, 2002; Hur *et al.*, 2001). 또한 각 근육들은 냉장저장 7일부터 포장감량이 유의적으로 증가하였는데 동일한 결과로 Kim 등(2004)도 돼지 도체에서 *biceps femoris*, *gluteus medius*, *gracilis*, *infraspinatus*, *longissimus dorsi*, *pectoralis profundi-fan*, *rectus femoris*, *semitendinosus*, *spinalis*, *triceps brachii* 등 10개 근육을 분리하여 4°C에서 7일 동안 저장하면서 포장감량을 측정된 결과 모든 근육에서 유의적인 증가를 보였다고 하였다. 따라서 식육의 함유 수분이 높으면 고기는 연하고 부드러워 연도가 향상되기 때문에(Bouton, 1983) 구이용으로 선발된 근육들의 냉장저장 중 드립 손실량이 각각 다르기 때문에 근육 특성에 맞는 적정 유통기간 설정이 필요할 것으로 생각된다.

**가열감량**

돼지 저지방 부위 5개 근육들과 *longissimus dorsi* 근육의 냉장저장 중 가열감량을 조사한 결과, 모든 근육들은 가열감량에 있어 냉장저장 기간에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ , Table 6). 하지만, 저장기간 경과에 따라 가열감량이 감소하는 경향을 나타낸 근육들이 있었는데 *infraspinatus* 근육은 저장 3일 27.81%에서 저장 14일 26.65%로, *supraspinatus* 근육은 25.29%에서 24.80%로, *semitendinosus* 근육은 27.11%에서 25.52%로, *longissimus dorsi* 근육은 26.05%에서 24.69%로 감소하는 경향을 보였다. 하지만, *pectoralis profundi-fan* 근육은 24.79%에서 27.04%로 증가하는 경향을 나타내었다. Choi 등(2002)은 3개 업체에서 구입한 돈육 등심을 2±0.5°C에서 50일 동안 저장하면서 가열감량을 조사한 결과 2개 업체 등심은 저장기간이 증가할수록 가열감량이 감소되는 경향을 보였으며, 1개 업체 등심은 가열감량에 변화가 없었다고 보고하였으며, 가열감량의 감소는 진공포장에 의해 육즙 삼출량이 증가하기 때문이라고 설명하였다. Kim 등(1999)도 저장기간이 경과할수록 가열감량이 감소하였다고 보고하였으며, 반면 Silliker와 Wolfe(1980), Bentley 등(1989)은 저장기간이 증가할수록 미생물에 의한 단백질 분해 및 단백질 변성이 많아져 가열시 육즙 분리를 증가시켜 결국, 가열감량이 증가하였다고 보고하였다. Kim 등(2004)은 돈육 등심을 4°C에서 10일간 저장하면서 가열감량을 조사한 결과 저장기간이 증가할수록 가열감량이 유의적으로 증가하였다고 보고해 기존의 연구들은 저장 중 가열감량에 대해 서로 상반된 결과들을 보고하고 있다.

**경도**

돼지 저지방 부위 5개 근육들과 *longissimus dorsi* 근육의 냉장저장 중 경도를 조사한 결과, 모든 근육에서 냉장저장 14일 동안 유의적인 변화가 없었다( $p > 0.05$ , Table 7). 저장기간별 근육들 간에는 유의적인 차이가 있었으며, 특히 *longissimus dorsi* 근육은 모든 저장기간에서 6.01-6.65 kg 범위로 가장 높은 경도를 나타내었다( $p < 0.05$ ). *pectoralis profundi-fan* 근육도 *infraspinatus*, *supraspinatus*, *semitendinosus*, *latissimus dorsi* 근육들보다 저장 7일과 14

**Table 6. Cooking loss (%) of pork muscles during chilled storage**

Muscles	Storage time (d)		
	3	7	14
<i>Infraspinatus</i>	27.81±1.76 <sup>1)</sup>	27.77±1.52	26.65±1.74
<i>Pectoralis profundi-fan</i>	24.79±1.46	26.75±1.20	27.04±1.22
<i>Supraspinatus</i>	25.29±1.85	25.18±1.56	24.80±1.18
<i>Semitendinosus</i>	27.11±1.48	26.08±1.49	25.52±1.31
<i>Latissimus dorsi</i>	26.81±1.25	27.27±1.15	26.56±1.12
<i>Longissimus dorsi</i>	26.05±1.77	26.46±1.75	24.69±1.46

<sup>1)</sup>Mean±SE.

Table 7. Hardness (kg) of pork muscles during chilled storage

Muscles	Storage time (d)		
	3	7	14
<i>Infraspinatus</i>	4.68±0.43 <sup>c1)</sup>	4.73±0.21 <sup>c</sup>	5.07±0.45 <sup>b</sup>
<i>Pectoralis profundi-fan</i>	5.72±0.44 <sup>ab</sup>	5.77±0.29 <sup>b</sup>	6.15±0.30 <sup>a</sup>
<i>Supraspinatus</i>	3.89±0.18 <sup>c</sup>	4.22±0.32 <sup>c</sup>	4.26±0.28 <sup>b</sup>
<i>Semitendinosus</i>	3.97±0.25 <sup>c</sup>	4.17±0.18 <sup>c</sup>	4.25±0.31 <sup>b</sup>
<i>Latissimus dorsi</i>	4.85±0.28 <sup>bc</sup>	4.74±0.25 <sup>c</sup>	4.73±0.22 <sup>b</sup>
<i>Longissimus dorsi</i>	6.01±0.32 <sup>a</sup>	6.65±0.37 <sup>a</sup>	6.36±0.26 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>: Values with different superscripts in the same column differ significantly ( $p < 0.05$ ).

<sup>1)</sup>Mean±SE.

일에서 유의적으로 높은 경도를 나타내었다( $p < 0.05$ ).

돈육의 경우 도축 후 4-6일 내 숙성에 의한 변화가 완료되는 것으로 보고되었으며(Rees *et al.*, 2002), 많은 연구들이 숙성기간 동안 식육의 연도가 증진된다고 보고하였다(Taylor *et al.*, 1995; Huff-Lonergan *et al.*, 1996; Morrison *et al.*, 1998). 하지만, 냉장저장 중 돼지 근육별 연도 변화에 대해 보고된 결과로 Kim 등(2004)은 *biceps femoris*, *gluteus medius*, *gracilis*, *infraspinatus*, *longissimus dorsi*, *pectoralis profundi-fan*, *rectus femoris*, *semitendinosus*, *spinalis*, *triceps brachii* 등 10개 근육을 분리하여 4°C에서 7일 동안 저장하면서 연도를 측정된 결과 *triceps brachii* 근육을 제외한 모든 근육들은 연도에 있어 유의적인 변화가 없었다고 보고하였으며, 본 연구도 냉장저장 7일까지 6개 근육들에서 경도값에 유의적인 변화가 없어 유사한 결과를 보였다. 또한 Choi 등(2002)은 수출용 돼지 등심을 진공포장하여 2±0.5°C에서 50일간 저장하면서 전단력을 측정된 결과 저장 15일까지는 유의적인 차이가 없었으며, 15일 이후 전단력이 유의적으로 감소하였다고 보고하였다.

## 요약

돼지고기 저지방 부위를 구성하고 있는 근육들 중 지방 함량이 높은 5개 근육들의 냉장유통 중 품질변화를 예측하고자 냉장상태에서 14일 동안 저장하면서 근육별 이화학적 품질변화를 조사하였다. 수분함량, 지방함량, pH는 저장기간이 경과됨에 따라 유의적인 차이가 없었지만, 보수력에서는 *supraspinatus*, *semitendinosus*, *longissimus dorsi* 근육은 저장기간이 경과됨에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 포장감량은 모든 근육에서 저장기간이 경과됨에 따라 감량이 증가하였지만( $p < 0.05$ ), 가열감량과 경도는 저장기간에 따른 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 결론적으로 돼지 저지방 부위 5개 근육들은 냉장저장 14일 동안 이화학적 특성의 변화정도에서 차이를 나타내었으며, 이러한 결과는 돼지 저지방 부위 근육을 활용한 구이용 상품화 추진에 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, chapter 39. pp. 1-8.
2. Bentley, D. S., Reagan, J. O., and Miller, M. F. (1989) Effects of gas atmosphere, storage temperature and storage time on the shelflife and sensory attributes of vacuum packaged ground beef patties. *J. Food Sci.* **54**, 284-286.
3. Bouton, P. E., Carrol, F. D., Fisher, A. L., Harris, P. V., and Shorthose, W. R. (1983) Influence of pH and fiber contraction state up on factors affecting the tenderness of bovine muscle. *J. Food Sci.*, **38**, 404-407.
4. Choi, Y. S., Park, B. Y., Lee, S. K., Kim, I. S., and Kim, B. C. (2002) Composition and physico-chemical properties of vacuum packaged Korean pork loins for export during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **22**, 151-157.
5. Deymer, D. I. and Vandekerckhove, P. (1979) Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci.* **34**, 351-362.
6. Holly, R. A., Garipey, C., Delaquis, P., Doyon, G., and Gagnon, J. (1994) Static controlled(CO<sub>2</sub>) atmosphere packaging retail pork. *J. Food Sci.* **59**, 1296-1301.
7. Huff-Lonergan, E., Mitsuhashi, T., Beekman, D. D., Parrish, F. C., Olson, D. G., and Robson, R. M. (1996) Proteolysis of specific muscle structural protein by micro-calpain at low pH and temperature is similar to degradation in postmortem bovine muscle. *J. Ani. Sci.* **74**, 993-1008.
8. Hur, S. J., Joo, S. T., Oh, S. H., Kim, Y. J., Kim, Y. H., Lee, J. I., and Park, G. B. (2001) Effects of packaging method and storage condition on meat shelf-life and water-holding capacity of pork loin. *Kor. J. Ani. Sci.* **43**, 121-130.
9. James, M. J. (1972) Mechanical and detection of microbial spoilage in meats at low temperature. *J. Milk Food Technol.* **35**, 467-471.
10. Jones, S. T. and Burson, D. E. (2000) Porcine myology. University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources, Animal Science Department, Lincoln, NE 68583-0908.
11. Joo, S. T., Kaufman, R. G., Lee, S., Kim, B. C., Kim, C. J., and Greaser, M. L. (1995) Variation in water loss of PSE pork musculature over time. Proceed 41th Int. Cong. Meat Sci. Technol., San Antonio, California. pp. 658-659.

12. Kauffman, R. G., Carpenter, Z. I., Bray, R. W., and Hockstra, W. G. (1961) pH of chilled aged and cooked pork as related to quality. *J. Ani. Sci.* **20**, 918-918.
13. Kauffman, R. G., Eikelenboom, G., Vander Wal, P. G., Engel, B., and Zaar, M. (1986) A comparison of methods to estimate water holding capacity in post-rigor porcine muscle. *Meat Sci.* **18**, 307-322.
14. Ketelaere, A., Demeyer, D., Vandekerckhove, P., and Vervaeke, I. (1974) Stoichiometry of carbohydrate fermentation during dry sausage ripening. *J. Food Sci.* **39**, 297-300.
15. Kim, B. C., Han, C. Y., Joo, S. T., and Lee, S. (1999) Effects of display conditions of retail-cuts after vacuum packed storage on pork quality and shelf-life. *Kor. J. Ani. Sci.* **41**, 75-88.
16. Kim, S. K., Lee, M. S., Lee, K. T., Park, S. K., and Song, K. B. (2004) Changes in quality of pork and beef during storage and electronic nose analysis. *Kor. J. Food Preserv.* **11**, 441-447.
17. Kim, I. S., Min, J. S., Lee, S. O., Shin, D. K., Lee, J. I., and Lee, M. (1998) Physicochemical and sensory characteristics of domestic vacuum packaged pork loins for export during chilled storage. *Kor. J. Ani. Sci.* **40**, 401-412.
18. Kim, J. H., Seong, P. N., Cho, S. H., Park, B. Y., Hah, K. H., Yu, L. H., Lim, D. G., Hwang, I. H., Kim, D. H., Lee, J. M., and Ahn, C. N. (2008) Characterization of nutritional value for twenty-one pork muscles. *Asian-Aust. J. Ani. Sci.* **21**, 138-143.
19. Kim, B. C., Warner, R. D., and Kaufman, R. G. (1993) Changes in expressible fluid losses of porcine musculature at different times post-rigor. Proceed 39th Int. Cong. Meat Sci. Technol., Calgary, Alberta, Canada. S3P12.
20. Koohmaraie, M., Doumit, M. E., and Wheeler, T. L. (1996) Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. *J. Ani. Sci.* **74**, 2935-2942.
21. Kristensen, L. and Purslow, P. P. (2001) The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins. *Meat Sci.* **58**, 17-23.
22. Laakkonen, E., Wellington, G. H., and Skerbon, J. W. (1970) Low temperature longtime heating of bovine. I. Changes in tenderness, water binding capacity, pH and amount of water-soluble component. *J. Food Sci.* **35**, 175-177.
23. Mielche, M. M. and Purslow, P. P. (1998) The structural basis of drip loss from pork: role of cytoskeletal proteins. Proceed 44th Int. Cong. Meat Sci. Technol., Barcelona, Spain. pp. 700-701.
24. Moeske, W. V. and Smet, S. D. (1999) Effect of time of deboning and sample size on drip loss of pork. *Meat Sci.* **52**, 151-156.
25. Morrison, H., Mielche, M. M., and Purslow, P. P. (1998) Immuno localisation of intermediate filament proteins in porcine meat. Fiber type and muscle-specific variation during conditioning. *Meat Sci.* **50**, 91-104.
26. Papa, I., Taylor, R. G., Astier, C., Ventre, F., Lebart, M. C., Roustan, C., Ouali, A., and Benyamin, Y. (1997) Dystrophin cleavage and sarcolemma detachment are early post mortem changes on Bass (*Dicentrarchus labrax*) white muscle. *J. Food Sci.* **62**, 917-921.
27. Park, B. Y., Cho, S. H., Yoo, Y. M., Ko, J. J., Kim, J. H., Chae, H. S., Ahn, J. N., Lee, J. M., Kim, Y. K., and Yoon, S. K. (2001) Animal products and processing : Effect of carcass temperature at 3hr post-mortem on pork quality. *Kor. J. Ani. Sci. Technol.* **43**, 949-954.
28. Park, G. B., Kim, Y. J., Lee, H. B., Kim, J. S., and Kim, Y. H. (1988) Changes in freshness of meat during postmortem storage. *Kor. J. Ani. Sci.* **30**, 561-566.
29. Park, B. S., Yoo, I. J., and Yoo, S. H. (1994) Comparison of physicochemical characteristics among han woo, holstein and imported shank bone soup (*Komtang*). *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **14**, 211-216.
30. Rees, M. P., Trout, G., and Warner, R. D. (2002) Tenderness, ageing rate and meat quality of pork *M. longissimus thoracis et lumborum* after accelerated boning. *Meat Sci.* **60**, 113-124.
31. SAS. 1996. SAS/STAT user's guide.
32. Silliker, J. H. and Wolfe, S. K. (1980) Microbiological safety considerations in controlled-atmosphere storage of meats. *Food Technol.* **34**, 59-63.
33. Taylor, A. A. (1985) Packaging fresh meat. In "developments in meat science-3" Lawrie, R. Clsevier Applied Science Publishers LTD.
34. Taylor, R. G., Geesink, G. H., Thompson, V. F., Koohmaraie, M., and Goll, D. E. (1995) Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? *J. Ani. Sci.* **73**, 1351-1367.
35. Warner, R. D., Kauffman, P. G., and Greaser, M. L. (1997) Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. *Meat Sci.* **45**, 339-352.
36. Yang, J. B., Ko, M. S. and Moon, Y. H. (2002) Effects of vacuum packaging on lipid oxidation and meat color of chilled pork. *Kor. J. Food and Nutr.* **15**, 1-6.
37. 김용곤, 박범영, 유영모, 김진형, 조수현, 채현석, 정명욱, 이종문, 윤상기, 이상렬, 이수영 (2001) 식육의 소매상품 만들기와 진열요령. 미트저널사. p. 63-64.
38. 박중수, 조광호 (2002) 돈육의 소비 행태와 소비촉진 광고에 대한 소비자의 태도 조사. 농업경영·정책연구 **29**, 283-297.

(Received 2009.1.7/Revised 1st 2009.3.3, 2nd 2009.3.27/  
Accepted 2009.3.27)