

해동 후 돼지고기 저지방 부위 뒷다리살과 등심의 냉장 중 물리적 특성 변화

문 윤 희*

경성대학교 식품생명공학과

Changes in Physical Properties of Ham and Loin from Low-Fat Pork Cuts during Chilling after Thawing

Yoon-Hee Moon*

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungung University, Busan 608-739, Korea

Abstract

The vacuum packaged ham and loin from low-fat pork cuts were frozen at -20°C for 3 months and thawed. Then, the thawed meat was chilled at 3°C , and impacts of chilling period on changes in physical properties of raw meat and cooked meat were investigated. In the case of raw meat, the pH value, L^* value, drip losses, water holding capacity and gumminess of ham increased significantly on the 4th day compared with the 0th day of chilling after thawing. However the cooking losses, hardness and chewiness decreased significantly. The loin showed a similar tendency on the 2nd day of chilling after thawing. In the case of cooked meat, changes in physical properties during chilling period after thawing showed a similar tendency as raw meat, but pH value, L^* value and a^* value did not show significant difference. The springiness and cohesiveness of both raw meat and cooked meat did not show significant difference during chilling period after thawing. The sensory tenderness of ham and loin improved significantly on the 4th day and 2nd day during chilling after thawing, respectively.

Key words : Thawed ham, loin, physical properties, chilling period.

서 론

우리나라에서는 돼지고기의 부위를 7개 부위 즉 안심, 등심, 목심, 앞다리, 뒷다리, 삼겹살 및 갈비살로 대분할하고, 이를 다시 29개 부위로 소분할하고 있으며, 부위별 생산수율은 등심 12.9%, 목심 9.3%, 앞다리 19.7%, 뒷다리 30.9%, 삼겹살 18.3% 및 갈비살 8.9% 정도이다(Seong *et al* 2009b). 이 중 지방함량이 많은 삼겹살 및 목심은 소비자들이 선호하는 부위이고, 저지방 부위인 등심, 앞다리 및 뒷다리살은 비선호 부위로 분류된다. 비선호 부위의 생산수율을 합치면 전체의 약 63%가 된다. 이는 적지 않은 분량으로 이를 가치 있게 이용할 수 있는 다각적 연구가 필요하다. 저지방 부위 중 육색이 짙은 뒷다리살은 가장 많은 양이 생산되고, 주로 튀김, 수육, 불고기 및 장조림용으로 이용된다. 그리고 등심은 표피 쪽에 두터운 지방층이 있는 긴 단일 근육으로서 고기의 결이 고운 편이고, 운동량이 적어 뒷다리살보다 부드럽다. 주로 폭찹, 돈가스 및 스테이크로 이용된다. 돼지고기 저지방 부위들의 육질 특성을 비교한 연구에서, Seong *et al*(2009a)

은 저지방 부위를 구성하는 등심, 앞다리 및 뒷다리살 근육들의 pH 값, 보수력, 가열감량, 전단력 및 콜라겐 함량 등의 이화학적 특성이 서로 다르다고 하였다. 그리고 저지방 부위를 진공포장하여 14일간 냉장한 경우 냉장 중 이화학적 특성 변화의 정도는 근육 간에 다르게 나타난다고 보고하였다(Seong *et al* 2009b, Seong *et al* 2010). 저지방 부위인 뒷다리살과 등심은 비선호 부위이므로 생산량에 비해 소비량이 적기 마련이다. 그래서 진공포장하여 냉장할 수 있는 약 2개월보다 더 오랫동안 보관하는 경우가 있다. 이때에는 주로 동결저장을 선택하게 된다. 식육을 동결저장하면 오랫동안 부패하지 않도록 할 수 있지만(Tomaniak *et al* 1998), 동결 중 지방의 산패(Obuz & Dikeman 2003), 조직감의 변화(Winger & Fennema 1976), 변색(Berry BW 1990) 및 해동시의 드립 유출 등으로 품질이 저하한다(Jeremiah LE 1980). 그리고 동결저치는 일반적으로 숙성완료 전에 이루어지므로 해동직후 이용하는 고기는 숙성효과를 얻기 어려운 단점을 갖는다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 쇠고기의 경우 해동 후 냉장에 의한 연한 정도(연도) 개선의 효과를 제시한 보고가 있다(Jung & Moon 1995). 돼지고기는 쇠고기에 비하여 사후경직 및 숙성에 필요한 시간이 짧고, 가열하여 먹을 때에 연도에 대한 거부감이 크지 않아 연도 개선에 대한 연구가 쇠고기보

* Corresponding author : Yoon-Hee Moon, Tel : +82-51-663-8093, Fax : +82-51-622-4986, E-mail : yhmoon@ks.ac.kr

다 많지 않다. 그러나 돼지고기 등심의 경우, 연도가 우수하지 않은 것이 22% 정도이었다는 보고(DeVol *et al* 1988)가 있는 것처럼 돼지고기의 물리적 특성도 기호성에 중요한 요인이 될 수 있다. 동결한 돼지고기를 해동한 후 냉장하면서 냉장 중에 일어나는 특성 변화를 확인한 연구로, Kang *et al* (2007)은 재래종과 개량종 흑돼지의 도체특성, 드립감량, 표면색도, 일반성분 및 지방산 조성 등을 비교하였으나, 연도에 관련되는 조직감의 변화는 확인하지 않았다. 그리고 Moon YH(2010)은 1개월 및 12개월간 동결한 등심을 해동하고, 각각 2일간 냉장하여 물리화학적 특성 변화를 확인한 결과, 1개월간 동결한 경우 해동 후 냉장에 의해 연도가 유의적으로 향상한다고 보고하였다. 그러나 동결한 돼지고기, 특히 뒷다리살을 대상으로 하여 해동 후 냉장하면서 냉장기간에 따른 물리적 특성 변화를 확인하고, 연도 향상에 필요한 냉장기간을 파악한 연구는 드물다. 돼지고기의 연도에 대한 기호적 판단은 궁극적으로 가열육을 대상으로 이루어진다. 그래서 해동 후 냉장에 의한 생육의 연도 향상 정도가 가열육에 미치는 영향이 어느 정도인지를 부위별로 파악할 필요가 있다. 식육을 가열하면 단백질의 열변성(Mette *et al* 2000)에 의한 보수력과 연도의 저하(Laakkonen E 1973), pH 값의 상승(Fogg & Harrison 1975) 및 육색의 변화(Lien *et al* 2002) 현상이 있게 된다. 이러한 변화 현상은 동결육에 있어서 해동 후 냉장기간에 따라 다르게 나타나리라 예상된다. 본 연구에서는 돼지의 저지방 비선호 부위인 뒷다리살 및 등심을 동결, 해동한 후 냉장하면서 냉장 기간에 따른 물리적 특성 변화를 생육과 가열육을 대상으로 확인하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험을 위한 돼지고기 5 개체분(생체중 102~110 kg, ♀, 1등급 2, 1+등급 3 개체)을 도축 후 약 24시간 냉장한 후 뒷다리살과 등심을 분할하여 1.5 cm의 두께로 약 250 g씩 자르고, 진공포장(Cryovac, 60 μ m, BB4L, Japan)한 것을 전문 식육점에서 주문 구입하였다. 이것을 -20°C 에서 90일간 동결한 후 3°C 에서 12시간 해동하였다. 해동 직후의 것을 해동 후 0일째의 시료로 하였다. 이를 3°C 에 냉장하면서 0, 2, 4 및 6일째 실험에 이용하였다. 해동 후 냉장기간에 따라 가열한 가열육도 동일한 실험을 하였다. 가열은 온도계(Thermo recorder, TR-81, T&D Co., Japan)를 시료의 중심에 꽂아 열탕 속에서 중심온도 75°C 에 도달할 때까지 가열하였다. 뒷다리살과 등심의 지방함량은 평균 3.9% 및 2.7%의 것이었다.

2. 실험방법

1) pH 및 표면색도

돼지고기 뒷다리살과 등심의 pH 측정은 유리전극이 부착된 pH meter(ATI Orion 370, USA)를 이용하여 측정하였으며, 표면색도는 색차계(CR-200b, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 명도(Lightness, L^* 값), 적색도(redness, a^* 값) 및 황색도(yellowness, b^* 값)를 측정하였다. 색보정을 위해 사용된 calibration plate의 L^* , a^* 및 b^* 값은 각각 97.5, -6.1 및 7.4 이었다.

2) 드립감량, 가열감량 및 보수력

드립 감량과 가열 감량은 각각 해동 전후의 중량, 그리고 가열 전후의 중량의 차이를 백분율로 나타내었다. 보수력은 Hoffman *et al*(1982)의 압착법으로 측정하였다. 즉, 데시케이터에서 습기를 제거한 여과지 위에 시료 0.3 g을 올려놓고, 일정한 힘으로 눌러서 여과지 위에 나타난 수분의 면적을 planimeter(X-plan, Ushikata 360d II, Japan)로 구하여 육의 표면적을 수분의 면적으로 나눈 값으로 표시하였다.

3) 조직감 및 관능적 연도

조직감은 시료의 가로, 세로, 높이가 각각 40, 15 및 5 mm 되도록 근섬유와 평행하게 자르고, rheometer(CR-200D, SUN scientific Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. 경도(hardness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness)은 round adapter 25번(점탄성용)을 이용하여 table speed 120 mm/min, graph interval 30 msec, load cell(Max) 2 kg의 조건으로 하였다. 뭉침성(gumminess)은 $\text{peak max} \times \text{cohesiveness}$ 값으로, 그리고 저작성(chewiness)은 $(\text{peak max} + \text{distance}) \times \text{cohesiveness} \times \text{springiness}$ 값으로 나타내었다. 가열육의 관능적 연도 평가는 훈련된 11명의 남녀 대학생들에 의해 7점 기호척도법으로 평가하였다(Stone & Didel 1985).

4) 통계 분석

얻어진 결과의 자료는 SAS program을 이용하여 통계 분석하였고, Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 유의성을 표시하였다.

결과 및 고찰

1. 생육과 가열육의 pH 값

동결한 돼지 저지방 부위의 뒷다리살과 등심을 해동한 후 6일간 냉장하면서 0일째(해동직후), 2일째, 4일째 및 6일째의 생육과 가열육의 pH 값을 측정할 결과는 Table 1에 나타내었다. 생육의 경우, 두 부위의 pH 값은 모두 해동 후 냉장기간에 따라 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). 뒷다리살과 등심의

Table 1. Changes in pH of ham and loin from low-fat pork cuts during chilling after thawing

		Chilling period after thawing (day)				F value
		0	2	4	6	
RM ¹⁾	Ham	5.71±0.03 ^{3)bbB}	5.75±0.06 ^{bbB}	5.81±0.28 ^{aB}	5.83±0.21 ^{aB}	3.02*
	Loin	5.65±0.04 ^{bc}	5.72±0.21 ^{aC}	5.73±0.08 ^{aC}	5.71±0.11 ^{aB}	3.95*
CM ²⁾	Ham	5.80±0.11 ^{bA}	5.82±0.14 ^{bA}	5.87±0.19 ^{aA}	5.87±0.08 ^{aA}	2.99*
	Loin	5.79±0.10 ^A	5.81±0.06 ^A	5.83±0.10 ^A	5.81±0.07 ^A	2.31 ^{NS}

1) Raw meat, 2) Cooked meat, 3) Mean±S.D.

^{a,b} Means with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A~C} Means with different superscripts within the same column are significantly different at $p<0.05$.

* $p<0.05$, ^{NS} not significant.

pH 값은 해동 후 냉장 0일째의 5.71 및 5.65에 비하여 각각 4일 및 2일째에 유의적으로 상승하여 5.81 및 5.72로 높아졌다. 그 이후 6일까지는 두 부위 모두 유의적 차이를 보이지 않았다. 해동 후 냉장기간이 동일한 경우 부위별 pH 값을 비교해 보면 뒷다리살이 등심보다 전반적으로 높았으며 냉장 4일까지 유의성이 인정되었다. 식육의 pH 값은 도축 후 6.9~7.2 정도에서 젖산을 생성하여 점점 낮아지고(Hamm R 1982, Huff-Lonergan & Lonergan 2005), 사후경직기를 지나 냉장 숙성되는 과정에서 상승한다(Kim *et al* 2004). 이는 단백질의 분해에 의한 염기성 물질의 생성(Deymer & Vandekerckhove 1979, Park *et al* 1994)에 따른 영향이 크다고 볼 수 있다. Seong *et al*(2009b)은 돼지 뒷다리살(*semitendinosus*)의 pH 값은 등심(*longissimus*)의 경우보다 높고, 두 부위 모두 냉장 14일 동안 다소 높아졌으나 유의적 차이를 보이지 않았다고 하였다. 이러한 결과와 관련해 보면 본 실험에서 동결, 해동 후 냉장한 생육의 pH 값은 동결하지 않은 냉장육보다 해동 직후에 더욱 빠르게 변하고 있는 것을 알 수 있었다. 그러나 해동 후 냉장 6일까지 pH 5.87 이하의 신선도를 유지하고 있었다. 한편, 가열육의 경우, 뒷다리살과 등심의 pH 값은 모두 생육의 경우보다 높게 나타났으며, 이는 가열육의 경우 단백질의 변성에 의한 알칼리도 증가로 pH 값이 상승한다는 보고(Dransfield & Rhodos 1975)와 유사하였다. 그리고 해동 후 냉장기간에 따른 pH 값의 변화는 뒷다리살의 경우 유의적 차이($p<0.05$)를 보였으나, 등심은 그렇지 않아 생육의 경우와 일치하지 않았다. 가열육의 pH 값은 생육에 비하여 해동 후 냉장 0일에 뒷다리살이 0.09 단위, 등심이 0.14 단위 상승하여 각각 5.80 및 5.79로 되었다. 그리고 냉장 6일째에는 각각 0.04 및 0.10 단위 상승하여 5.87 및 5.81로 나타나서 해동 후 냉장기간이 길어지면서 점점 가열에 의한 상승폭이 줄어들었다. 해동 후 냉장기간이 동일한 경우, 뒷다리살의 pH 값은 등심의 경우보다 다소 높으면서도 모두 부위에 따른 유의적

차이가 없어서 생육의 경우와 부분적으로 다른 현상을 보였다.

2. 표면색도

동결한 뒷다리살과 등심을 해동한 후 냉장기간에 따라 측정된 생육과 가열육의 표면색도는 Table 2에 나타내었다. 생육의 경우, 뒷다리살과 등심의 L*값(명도)은 모두 해동 후 냉장기간에 따라 높아졌으며, 해동 후 0일째의 각각 43.76 및 47.12에서 6일에 각각 47.83 및 49.77로 높게 상승하였다($p<0.05$). 해동 후 냉장기간이 동일한 때의 L*값은 6일까지 모두 뒷다리살이 등심보다 유의적으로 낮게 나타났다. 가열육의 L*값은 뒷다리살과 등심 모두 생육의 경우보다 상승하여 해동 후 0일째에 각각 54.17 및 60.72로 되었으나, 해동 후 냉장기간에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다($p>0.05$). 해동 후 냉장기간이 동일한 때의 L*값은 6일까지 모두 뒷다리살이 등심보다 유의적으로 낮게 나타나서 생육의 경우와 일치하였다. 생육의 a*값(적색도)은 뒷다리살과 등심 모두 해동 후 냉장기간에 따른 유의적 차이를 보였으며($p<0.05$), 각각 해동 후 4일과 2일에 14.09 및 11.32로 가장 높게 나타났다. 해동 후 냉장기간이 동일한 경우, 두 부위의 a*값을 비교해 보면 해동 후 냉장 6일까지 모두 뒷다리살이 높게 나타났다. 식육의 색깔은 미오글로빈의 함량에 의해 달라지고(Lawrie RA 1985), 옥시미오글로빈과 메트미오글로빈의 비율도 영향을 미친다(Gidding GG 1977). Seong *et al*(2010)은 동결하지 않은 돼지고기 앞다리살, 뒷다리살 및 등심을 14일간 냉장하는 동안 미오글로빈 총량, 옥시미오글로빈 및 메트미오글로빈 함량에 유의적인 변화가 없었다고 하였다. 이는 동결한 돼지고기 뒷다리살 및 등심을 해동한 후 냉장하는 동안 표면색도가 변화하는 본 실험의 결과와 다른 현상이었다. 한편, 가열육의 a*값은 두 부위 모두 생육의 경우보다 낮아지고, 해동 후 냉장기간에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. 해동 후 냉장기간이 동일한 경우 두 부위의 a*값을 비교해

Table 2. Changes in color of ham and loin from low-fat pork cuts during chilling after thawing

		Chilling period after thawing (day)				F value
		0	2	4	6	
		Hunter's color L* (Lightness)				
RM ¹⁾	Ham	43.76±1.16 ^{3)bc}	44.98±1.77 ^{bc}	47.54±0.74 ^{aC}	47.83±0.95 ^{aC}	2.95*
	Loin	47.12±1.37 ^{bb}	49.91±1.93 ^{ab}	49.85±1.19 ^{abB}	49.77±1.88 ^{abC}	4.07*
CM ²⁾	Ham	54.17±1.83 ^B	55.19±1.55 ^B	54.83±1.95 ^B	54.10±1.13 ^B	1.98 ^{NS}
	Loin	60.72±2.29 ^A	59.14±0.98 ^A	60.03±2.16 ^A	59.81±0.84 ^A	2.31 ^{NS}
		Hunter's color a* (Redness)				
RM ¹⁾	Ham	13.17±0.45 ^{ba}	13.88±0.93 ^{abA}	14.09±0.49 ^{aA}	13.46±1.03 ^{aA}	3.14*
	Loin	10.86±0.23 ^{abB}	11.32±0.81 ^{ab}	9.97±0.78 ^{bb}	9.24±1.26 ^{bbB}	3.97*
CM ²⁾	Ham	6.91±0.72 ^C	6.08±0.84 ^C	7.20±0.71 ^B	7.14±0.99 ^B	2.01 ^{NS}
	Loin	5.18±0.68 ^D	5.23±0.72 ^D	5.46±0.59 ^C	5.22±0.48 ^C	1.55 ^{NS}
		Hunter's color b* (Yellowness)				
RM ¹⁾	Ham	8.17±0.73 ^{ba}	8.26±0.87 ^{ba}	10.03±0.62 ^{aA}	9.15±0.93 ^{ab}	4.27*
	Loin	7.75±0.22 ^{ab}	7.94±0.28 ^{ab}	7.42±0.37 ^{BbC}	7.23±0.59 ^{bbC}	3.35*
CM ²⁾	Ham	6.81±0.17 ^{bc}	6.92±0.19 ^{bb}	9.07±0.11 ^{ab}	9.71±0.26 ^{aA}	21.91 ^{***}
	Loin	6.66±0.12 ^{bc}	7.39±0.13 ^{aC}	6.92±0.27 ^{aC}	7.15±0.19 ^{aC}	10.07 ^{***}

1) Raw meat, 2) Cooked meat, 3) Mean±S.D.

^{a,b} Means with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A~C} Means with different superscripts within the same column are significantly different at $p<0.05$.

* $p<0.05$, *** $p<0.001$, ^{NS} not significant.

보면 뒷다리살이 등심보다 모두 유의적으로 높게 나타나서 생육의 경우와 일치하였다. 생육의 b^* 값(황색도)은 뒷다리살과 등심 모두 해동 후 냉장기간에 따라 유의적 차이를 보였으며($p<0.05$), 각각 해동 후 4일과 2일에 높게 나타나서 a^* 값의 경우와 비슷한 경향을 보였다. 부위별 차이를 보면 뒷다리살이 등심보다 유의적으로 높게 나타났다. 한편, 가열육의 b^* 값은 a^* 값과 마찬가지로 대부분 생육의 경우보다 낮은 편이었다. 이는 글로빈의 열변성에 의한 결과(Cornforth *et al* 1986, Lien *et al* 2002)로 사료된다. 그리고 해동 후 6일까지 냉장기간이 길어지면서 유의적($p<0.001$)으로 높게 나타나서 a^* 값의 경우와 다른 현상을 보였다.

3. 드립 및 가열 감량

드립 감량과 가열 감량을 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 뒷다리살과 등심의 드립 감량은 해동 후 0일째의 7.63% 및 6.41%에 비하여 6일째에 각각 9.02% 및 7.26%로 많아지고, 냉장 2일째부터는 유의적 차이를 보였다($p<0.05$). 그리고 뒷다리살의 드립 감량은 등심의 경우보다 높게 나타

났다. 가열 감량은 뒷다리살($p<0.001$)과 등심($p<0.01$) 두 부위 모두 해동 후 냉장기간이 길어지면서 점점 적어져서, 해동 후 0일째의 33.97% 및 30.17%에 비하여 각각 냉장 4일(26.73%)과 2일(26.27%)에 유의적 차이를 보이고, 6일에 각각 26.02% 및 23.96%로 다소 낮아지는 현상을 보였다. 돼지고기 저지방부위의 가열감량은 16.74~28.22%로 근육의 종류에 따라 다르다는 보고가 있다(Seong *et al* 2009a). 동결, 해동육을 이용한 본 실험의 결과에서도 부위별 차이가 있었으며, 해동 직후의 가열감량은 비교적 Seong *et al*(2009a)의 결과보다 높은 값을 보였다. 뒷다리살의 가열감량은 등심의 경우보다 높고, 해동 후 모든 냉장기간에서 부위별 유의적 차이가 나타났다($p<0.05$).

4. 보수력

보수력의 결과는 Table 4에 나타내었다. 생육의 경우, 두 부위의 보수력은 모두 해동 후 냉장기간이 길어지면서 점점 높아져서 유의적 차이를 나타내었다($p<0.05$). 뒷다리살과 등심의 보수력은 해동 후 0일째의 53.21% 및 47.72%에서 각각

Table 3. Changes in drip and cooking losses of ham and loin from low-fat pork cuts during chilling after thawing

		Chilling period after thawing (day)				F value
		0	2	4	6	
		Drip losses (%)				
RM ¹⁾	Ham	7.63±0.06 ^{3)ca}	8.77±0.08 ^{ba}	8.96±0.10 ^{aA}	9.02±0.06 ^{aA}	3.93*
	Loin	6.41±0.14 ^{cb}	6.69±0.11 ^{bb}	6.89±0.09 ^{ab}	7.26±0.12 ^{ab}	4.28*
		Cooking losses (%)				
CM ²⁾	Ham	33.97±0.45 ^{aA}	32.03±0.19 ^{aA}	26.73±0.97 ^{ba}	26.02±0.63 ^{ba}	33.37***
	Loin	30.17±1.32 ^{ab}	26.27±0.93 ^{bb}	24.71±1.14 ^{bcB}	23.96±0.15 ^{cb}	7.31**

1) Raw meat, 2) Cooked meat, 3) Mean±S.D.

^{a,b} Means with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A~C} Means with different superscripts within the same column are significantly different at $p<0.05$.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

Table 4. Changes in water holding capacity of ham and loin from low-fat pork cuts during chilling after thawing

		Chilling period after thawing (day)				F value
		0	2	4	6	
RM ¹⁾	Ham	53.21±1.27 ^{3)ba}	55.14±0.98 ^{ba}	61.74±2.55 ^{aA}	62.79±3.01 ^{aA}	3.86*
	Loin	47.72±1.19 ^{bb}	51.55±1.81 ^{aC}	53.13±1.07 ^{ab}	54.75±2.52 ^{ab}	3.19*
CM ²⁾	Ham	49.23±1.32 ^{baB}	50.34±1.43 ^{bb}	52.78±1.92 ^{ab}	52.12±1.71 ^{ab}	3.11*
	Loin	43.18±3.38 ^{bc}	47.19±1.06 ^{ad}	48.73±0.91 ^{ac}	48.95±2.11 ^{ac}	4.02*

1) Raw meat, 2) Cooked meat, 3) Mean±S.D.

^{a,b} Means with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A~C} Means with different superscripts within the same column are significantly different at $p<0.05$.

* $p<0.05$.

4일(61.74%)과 2일째(51.55%)에 유의적으로 상승하고, 그 이후 6일까지는 유의적 차이를 보이지 않았다. 부위별 보수력의 차이를 보면 뒷다리살이 등심보다 높고, 해동 후 모든 냉장기간에서 유의적 차이가 있었다($p<0.05$). 동결육은 근원섬유 내에 빙결정이 형성되어 미오신 구조가 파괴되고, 단백질 변성에 의해 보수력의 감소(Wamer *et al* 1997)는 물론 다즙성에도 영향을 미친다(Bee *et al* 2007). 해동 후 냉장 중 보수력의 변화는 단백질의 분해(Papa *et al* 1997, Moeseke & Smet 1999), 근원섬유의 소편화를 향상(Moon YH 2010) 및 pH 값의 상승(Holly *et al* 1994) 등에 기인한 것으로 사료된다. 보수력의 변화는 pH 값(Table 1)의 변화와 유사한 현상이었으며, pH 값이 높을수록 보수력도 높게 나타난 것을 알 수 있었다. 그리고 보수력의 변화현상은 표면색도에서의 a* 값 및 b* 값(Table 2)의 경우와 유사하여 식육의 보수력과 색갈의 유의적 관련성을 보고한 Warriss & Brown(1987)의 결

과와 비슷하였다. Seong *et al*(2009a)은 돼지 뒷다리살(*semi-tendinosus*)과 등심(*longgissmus*)의 pH 값이 각각 6.19 및 5.88의 생육에서 보수력은 각각 54.54% 및 55.48%의 결과를 얻어 pH 값과 보수력은 상관이 없는 결과를 제시하였다. 그러나 등심보다 pH 값이 높은 앞다리살(*subscapularis*)은 보수력이 높게 나타났다고 하여 pH 값과 보수력과의 관계는 부위에 따라 다르게 나타남을 시사하였다. 한편, 가열육의 보수력을 보면, 두 부위 모두 생육의 경우보다 낮아져서 식육을 가열하면 생육의 경우보다 보수력이 저하한다는 Laakkonen E(1973)의 결과와 유사하였다. 그러나 뒷다리살과 등심의 보수력은 해동 후 냉장 0일에 각각 49.23% 및 43.18%이던 것이 뒷다리살은 냉장 4일(52.78%), 등심은 2일째(47.19%)에 유의적으로 상승하였다($p<0.05$). 그 이후 6일까지는 유의적 차이를 보이지 않았다. 이 결과는 생육의 결과와 비슷하여, 해동 후 냉장한 생육의 보수력 향상이 가열육에도 영

향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

5. 조직감

동결한 돼지 저지방 부위의 뒷다리살과 등심을 해동한 후,

냉장기간에 따라 측정된 생육과 가열육의 조직감은 Table 5에 나타내었다. 생육의 경도는 두 부위 모두 해동 후 냉장기간에 따라 유의적으로 낮아졌다($p<0.001$). 뒷다리살은 해동 후 0일째의 4,118 dyne/cm²에 비해 2일째에 3,921 dyne/cm²

Table 5. Changes in textural properties of ham and loin from low-fat pork cuts during chilling after thawing

		Chilling period after thawing (day)				F value
		0	2	4	6	
Hardness (dyne/cm ²)						
RM ¹⁾	Ham	4,118±77.92 ^{3)ac}	3,921±72.88 ^{bc}	3,338±65.29 ^c	3,196±85.19 ^{dc}	32.51 ^{***}
	Loin	2,579±89.21 ^{ad}	2,413±71.92 ^{bd}	2,402±91.23 ^{bd}	2,399±85.11 ^{bd}	13.56 ^{***}
CM ²⁾	Ham	7,023±67.24 ^{aA}	6,939±59.29 ^{aA}	6,031±77.28 ^{bA}	5,829±72.19 ^{bA}	73.39 ^{***}
	Loin	5,156±56.71 ^{aB}	4,841±65.32 ^{bB}	4,817±87.19 ^{bB}	4,798±66.49 ^{bB}	5.52 ^{**}
Springiness (%)						
RM ¹⁾	Ham	72.13±5.51 ^C	72.88±4.49 ^C	74.65±1.53 ^C	74.93±2.29 ^C	1.88 ^{NS}
	Loin	79.02±3.31 ^C	81.02±4.27 ^B	81.24±3.59 ^B	81.93±3.12 ^B	1.17 ^{NS}
CM ²⁾	Ham	84.01±3.49 ^B	84.77±1.98 ^B	85.16±1.16 ^B	85.19±2.72 ^B	2.03 ^{NS}
	Loin	90.71±2.45 ^A	93.10±2.13 ^A	93.32±4.32 ^A	93.89±4.11 ^A	2.88 ^{NS}
Cohesiveness (%)						
RM ¹⁾	Ham	83.17±3.39 ^C	84.18±3.28 ^C	84.19±2.15 ^C	84.78±2.84 ^C	0.92 ^{NS}
	Loin	87.10±5.78 ^C	88.05±2.92 ^C	88.27±4.97 ^C	88.93±3.32 ^B	1.30 ^{NS}
CM ²⁾	Ham	95.11±3.72 ^B	95.81±2.61 ^B	97.10±2.05 ^B	97.17±2.98 ^B	2.01 ^{NS}
	Loin	99.91±2.55 ^A	102.10±1.23 ^A	102.27±2.24 ^A	102.96±3.52 ^A	1.49 ^{NS}
Gumminess (kg)						
RM ¹⁾	Ham	20.35±1.18 ^{cd}	22.71±1.31 ^{bd}	24.96±0.74 ^{ac}	25.11±0.99 ^{ac}	4.06 [*]
	Loin	22.76±1.55 ^{bc}	25.28±0.93 ^{ac}	26.09±1.37 ^{ac}	26.35±1.06 ^{ac}	3.28 [*]
CM ²⁾	Ham	31.38±1.34 ^{ab}	32.18±0.96 ^{ab}	35.97±0.91 ^{bB}	35.98±1.14 ^{bB}	2.98 [*]
	Loin	34.87±0.91 ^{bA}	37.37±0.56 ^{aA}	38.18±1.45 ^{aA}	38.85±1.62 ^{aA}	3.61 [*]
Chewiness (g)						
RM ¹⁾	Ham	37.23±1.19 ^{ab}	36.88±1.04 ^{ab}	34.41±0.49 ^{bB}	33.16±0.77 ^{cB}	4.32 [*]
	Loin	31.26±1.17 ^{ac}	29.72±0.71 ^{bc}	29.03±1.39 ^{bc}	28.77±1.05 ^{bc}	3.29 [*]
CM ²⁾	Ham	51.12±2.45 ^{aA}	49.18±2.29 ^{aA}	42.73±1.55 ^{bA}	41.95±1.98 ^{bA}	14.49 ^{***}
	Loin	40.32±1.12 ^{ab}	36.62±2.10 ^{bB}	35.72±1.88 ^{bB}	35.25±1.72 ^{bB}	7.25 ^{**}
Sensory tenderness						
CM ²⁾	Ham	3.5±0.10 ^{4)bb}	3.7±0.13 ^{bB}	4.6±0.18 ^{ab}	4.7±0.11 ^{ab}	9.27 ^{***}
	Loin	5.6±0.14 ^{bA}	6.2±0.11 ^{aA}	6.3±0.19 ^{aA}	6.2±0.22 ^{aA}	3.30 [*]

1) Raw meat, 2) Cooked meat, 3) Mean±S.D.

4) Sensory score; 1=dislike extremely, 7=like extremely.

^{a,b} Means with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{A~C} Means with different superscripts within the same column are significantly different at $p<0.05$.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$, ^{NS} not significant.

으로 유의적으로 낮아지고, 4일 및 6일째에도 줄곧 낮아지는 현상이 나타났다($p < 0.05$). 반면, 등심은 해동 후 0일째의 $2,579 \text{ dyne/cm}^2$ 에 비해 2일째에 $2,413 \text{ dyne/cm}^2$ 으로 유의적으로 낮아진 후 2일째에 비해 4일과 6일에는 유의적 차이가 없어서 뒷다리살의 변화보다 다른 현상을 보였다. 해동 후 동일한 냉장기간에서 부위별 차이를 보면 뒷다리살이 유의적으로 높게 나타났다. 가열육의 조직감 변화는 주로 단백질의 변성에 기인하고(Mette *et al* 2000), 부위에 따라 달라진다는 보고가 있다(Obuz *et al* 2004). 가열육의 경도는 해동 후 냉장 0일에 뒷다리살이 $7,023 \text{ dyne/cm}^2$, 등심이 $5,156 \text{ dyne/cm}^2$ 으로 나타나서 생육에 비해 각각 1.70 및 1.99 배 높은 값을 보였다. 그리고 뒷다리살($p < 0.001$)과 등심($p < 0.01$)의 경도는 모두 해동 후 냉장기간에 따라 유의적으로 낮아졌으며, 냉장 0일에 비해 각각 4일($6,031 \text{ dyne/cm}^2$) 및 2일($4,841 \text{ dyne/cm}^2$)에 유의적 차이를 보였다. 이러한 결과는 생육의 결과와 일치하여, 해동 후 냉장에 의한 생육의 경도 저하현상은 가열육에도 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 해동 후 동일한 냉장기간에서 부위별 차이를 보면 모두 뒷다리살이 유의적으로 높게 나타났다. 생육의 탄력성은 두 부위 모두 해동 후 냉장기간에 따라 다소 높아지는 현상을 보였으나, 유의적 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$). 부위별 차이를 보면 뒷다리살이 등심보다 낮은 값을 보였다. 가열한 뒷다리살 및 등심의 탄력성은 해동 후 냉장 0일에 생육의 경우보다 각각 1.16 및 1.14 배 높아졌다. 그리고 두 부위 모두 해동 후 냉장기간에 따라 다소 높아지는 현상을 보였으나, 유의적 차이가 나타나지 않았다. 뒷다리살의 탄력성은 등심의 경우보다 낮게 나타났다. 생육의 응집성은 두 부위 모두 해동 후 냉장기간에 따른 유의적 차이가 없었다. 그리고 뒷다리살은 등심보다 낮은 값을 보이고 해동 후 6일에는 부위 간에 유의적 차이가 나타났다($p < 0.05$). 가열육의 응집성은 두 부위 모두 생육의 경우보다 높게 나타났다. 그리고 두 부위 모두 해동 후 냉장기간에 따른 유의적 차이가 나타나지 않았다. 부위별 응집성의 차이를 보면 뒷다리살이 등심에 비해 낮았으며, 해동 후 6일까지 모두 유의적 차이가 나타나서 생육의 경우와 부분적으로 다른 결과를 보였다. 생육의 뭉침성은 두 부위 모두 해동 후 냉장기간에 따라 유의적 차이가 나타났다($p < 0.05$). 뒷다리살은 해동 후 0일에 비하여 2일, 그리고 2일에 비해 4일째에 유의적으로 높게 나타나고, 그 이후는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 반면에 등심은 해동 후 0일에 비하여 2일에 유의적으로 높게 나타나고, 그 이후는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 부위별 뭉침성의 차이를 보면 뒷다리살이 등심보다 낮았으며, 해동 후 0일과 2일째에는 유의적 차이가 나타났다($p < 0.05$). 가열육의 뭉침성은 뒷다리살 및 등심 모두 생육의 경우보다 약 1.53 배 높게 나타났으며, 두 부

위 모두 해동 후 냉장기간에 따른 유의적 차이를 보였다($p < 0.05$). 그리고 해동 후 0일째(각각 31.38 및 34.87 kg)에 비하여 뒷다리살은 4일(35.97 kg), 등심은 2일(37.37 kg)에 유의적 차이가 나타났다. 해동 후 냉장기간이 동일한 경우, 뒷다리살이 등심보다 낮은 값을 보였다. 생육의 저작성은 뒷다리살 및 등심 모두 해동 후 냉장기간에 따라 유의적으로 낮아졌다($p < 0.05$). 해동 후 0일의 저작성은 뒷다리살 37.23 g, 등심이 31.26 g이었는데, 각각 냉장 4일(34.41 g) 및 2일(29.72 g)에 유의적 차이를 보였다. 해동 후 냉장 중 전체적으로 뒷다리살이 등심보다 높은 저작성을 보이고, 동일한 냉장기간에서 모두 부위간의 유의적 차이가 나타났다($p < 0.05$). 가열육의 저작성은 두 부위 모두 생육의 경우보다 높아져서, 해동 직후의 뒷다리살은 1.37 배(51.12 g), 등심은 1.28 배(40.32 g)로 상승하였다. 그리고 가열한 뒷다리살($p < 0.001$)과 등심($p < 0.01$)의 저작성은 모두 해동 후 냉장기간에 따라 유의적으로 낮아져서 해동 후 0일에 비하여 뒷다리살은 4일째(42.73 g), 등심은 2일째(36.62 g)에 유의적 차이를 보였다. 이 현상은 생육의 경우와 일치하였다. 해동 후 냉장기간이 동일한 경우, 부위별 저작성의 차이를 보면 모두 뒷다리살이 등심보다 높은 값을 보였다($p < 0.05$). 한편, 가열육의 연도를 관능 평가한 결과, 뒷다리살과 등심은 각각 해동 후 냉장 4일 및 2일에 해동 직후의 것보다 유의적으로 높게 평가되었으며, 이때는 생육과 가열육의 보수력이 높고, 경도 및 저작성의 낮은 시기와 동일하였다. 이러한 결과를 종합해 보면 동결한 돼지고기 저지방 부위인 뒷다리살과 등심을 해동한 경우, 해동 직후의 것보다 해동 후 냉장한 것의 물리적 특성 특히 연도의 향상 효과가 있고, 이에 필요한 냉장일은 뒷다리살이 4일, 등심은 2일 정도가 적당하였다. 생육에서의 이러한 효과는 가열육에서도 확인되었다. 그러므로 동결한 돼지고기 저지방 부위는 해동 후 일정기간 냉장하여 이용하는 것이 가공 조리용으로 적당하리라 본다.

요 약

돼지고기의 저지방 부위인 뒷다리살과 등심을 진공포장하여 -20°C 에서 3개월간 동결한 후 해동하였다. 해동육을 3°C 에 냉장하면서 냉장기간에 따른 생육과 가열육의 물리적 특성 변화를 확인하였다. 생육의 경우, 뒷다리살은 해동직후(냉장 0일)에 비하여 냉장 4일에 pH 값, L^* 값, 드립 감량, 보수력, 점성이 상승한 반면, 가열감량, 경도 및 저작성은 유의적으로 낮아지는 현상을 보였다($p < 0.05$). 등심은 해동 후 냉장 2일에 이와 같은 같은 현상이 나타났다. 가열육의 물리적 특성 변화는 두 부위 모두 생육의 경우와 비슷한 경향을 보였으나, pH 값, L^* 값 및 a^* 값은 해동 후 냉장 중 유의적 차이

를 보이지 않았다. 생육과 가열육의 탄력성 및 응집성은 두 부위 모두 해동 후 냉장 중에 유의적 차이를 나타내지 않았다. 뒷다리살과 등심은 각각 해동 후 냉장 4일과 2일에 연도가 유의적으로 향상되었다($p < 0.05$).

감사의 글

이 논문은 2013학년도 경성대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

문 헌

- Bee G, Anderson AL, Lonergan SM, Huff-Lonergan E (2007) Rate and extent of pH decline affect proteolysis of cytoskeletal proteins and water holding capacity in pork. *Meat Sci* 76: 359-365.
- Berry BW (1990) Changes in quality of all-beef and soy-extended patties as influenced by freezing rate, frozen storage temperature, and storage time. *J Food Sci* 4: 893-897.
- Cornforth DP, Vahabzadeh F, Carpenter CE, Bartholomew DT (1986) Role of reduced hemochromes in pink color defect of cooked turkey rills. *J Food Sci* 51: 1132-1138.
- DeVol DL, McKeith FK, Bechtel PJ, Novakofski J, Shanks RD, Carr TR (1988) Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in random sample of pork carcasses. *J Anim Sci* 66: 385-396.
- Deymer DI, Vandekerckhove P (1979) Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci* 34: 351-362.
- Dransfield E, Rhodos DN (1975) Texture of beef *M. semitendinosus* heated before, during and after development of riformortis. *J Sci Food Agric* 26: 483-488.
- Fogg NE, Harrison DL (1975) Relationships of electrophoretic patterns and selected characteristics of bovine skeletal muscle and internal temperature. *J Food Sci* 40: 28-34.
- Giddings GG (1977) The basis of color in muscle foods. *J Food Sci* 42: 288-294.
- Hamm R (1982) Postmortem changes in muscle with regard to processing of hot-boned beef. *Food Technol* 37: 105-115.
- Hoffman K, Hamm R, Blüchel E (1982) Neues über die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpress methode. *Fleischwirtschaft* 62: 87-93.
- Holly RA, Garipey C, Delaquis P, Doyon G, Gagnon J (1994) Static controlled (CO₂) atmosphere packaging retail pork. *J Food Sci* 59: 1296-1301.
- Huff-Lonergan E, Lonergan SM (2005) Mechanisms of water holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci* 71: 194-204.
- Jeremiah LE (1980) Effect of frozen storage and protective wrap upon the cooking losses, palatability and rancidity of fresh and cured pork cuts. *J Food Sci* 45: 187-192.
- Jung IC, Moon YH (1995) Changes in physicochemical properties and palatability during refrigerated storage after thawing of imported frozen beef tenderloin. *Korean J Food Sci Ani Resour* 15: 156-162.
- Kang SM, Kang CG, Lee SK (2007) Comparison of quality characteristics of Korean native black pork and modern genotype pork during refrigerated storage after thawing. *Korean J Food Sci Ani Resour* 27: 1-7.
- Kim SK, Lee MS, Lee KT, Park SK, Song KB (2004) Changes in quality of pork and beef during storage and electronic nose analysis. *Korean J Food Preserv* 11: 441-447.
- Laakkonen E (1973) Factors affecting tenderness during heating of meat. In: Chichester CO, Mrak EM, Stewart GF (Eds), *Advances in food research*, Acad Press, New York. pp 257-323.
- Lawrie RA (1985) The quantity and chemical nature of myoglobin. *Meat science*. 14th ed. Pergamon Press, New York. pp 169-175.
- Lien R, Hunt MC, Anderson S, Kropf DH, Loughin TM, Dikeman ME, Velazco J (2002) Effects of endpoint temperature on the internal color of pork loin chops of different quality. *J Food Sci* 67: 1007-1010.
- Mette C, Peter PP, Lone ML (2000) The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibers and perimysial connective tissue. *Meat Sci* 55: 301-307.
- Moeseke WV, Smet SD (1999) Effect of time of deboning and sample size on drip loss of pork. *Meat Sci* 52: 151-156.
- Moon YH (2010) Effects of freezing period and chilling process after thawing on physicochemical properties and palatability of loin from Jeju island reared crossbred black pigs. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 560-566.
- Obuz E, Dikeman ME (2003) Effects of cooking beef muscles from frozen or thawed states on cooking traits and palatability.

- tability. *Meat Sci* 65: 993-997.
- Obuz E, Dikeman ME, Grobbel JP, Stephens JW, Loughin TM (2004) Beef *longissimus lumborum*, *biceps femoris*, and deep *pectoralis* Warner-Bratzler shear force is affected differently by endpoint temperature, cooking method, and USDA quality grade. *Meat Sci* 68: 243-248.
- Papa I, Taylor RG, Astier C, Ventre F, Lebart MC, Roustan C, Ouali A, 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.
- Park BS, Yoo IJ, Yoo SH (1994) Comparison of physicochemical characteristics among Hanwoo, Holstein and imported shank bone soup (*Komtang*). *Korean J Food Sci Ani Resour* 14: 211-216.
- Seong PM, Cho SH, Kim JH, Kim YT, Park BY (2009a) Changes in physicochemical properties of the muscles from low-fat pork cuts during chilled storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 29: 213-219.
- Seong PM, Cho SH, Kim JH, Hah KH, Park BY, Lee JM, Kim DH (2009b) Meat quality of pork muscles from low-fat cuts. *Korean J Food Sci Ani Resour* 29: 364-373.
- Seong PM, Cho SH, Kim JH, Kang GH, Park BY, Lee JM, Kim DH (2010) Changes in haem pigments, peroxide value, TBARS, free fatty acid contents and fatty acid composition of muscles from low fat pork cuts during chilled storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 30: 427-434.
- Stone H, Didel ZL (1985) Sensory evaluation practices. Academic Press Inc., New York. pp 45-51.
- Tomaniak A, Tyszkiewicz I, Komosa J (1998) Cryoprotectants for frozen red meats. *Meat Sci* 50: 365-371.
- Warner RD, Kauffman PG, Greaser ML (1997) Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. *Meat Sci* 33: 359-372.
- Warriss PD, Brown SN (1987) The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat Sci* 20: 65-74.
- Winger RJ, Fennema O (1976) Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing subsequent storage at -3 or 15°C . *J Food Sci* 41: 1433-1438.

접 수: 2013년 08월 08일
 최종수정: 2013년 08월 28일
 채 택: 2013년 08월 31일