

동결 기간 및 해동 후 냉장이 제주 흑돼지고기의 물리화학적, 기호적 품질에 미치는 영향

문 윤 희

경성대학교 식품생명공학과

Effects of Freezing Period and Chilling Process after Thawing on Physicochemical Properties and Palatability of Loin from Jeju Island Reared Crossbred Black Pigs

Yoon-Hee Moon

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

Abstract

In this study, the effects of the chilling process after thawing on pork quality were investigated by comparing the physicochemical properties and palatability of the samples just after thawing(0-TP) and the other chilled at 2°C for two days after thawing (2-TP). The samples used for this study were obtained from vacuum packaged frozen loin from crossbred black pigs reared on Jeju island, and frozen at -20°C for 1 month and 12 months, and then thawing them at 4°C for 20 hours. In the case of loin that was thawed after freezing for 1 month, 2-TP showed a higher water holding capacity and myofibril fragmentation index, lower hardness and chewiness, as well as better juiciness and palatability than 0-TP. However, effects of chilling after thawing were not significant in the case of loin that had been frozen for 12 months.

Key words : Crossbred black pig, thawed loin, palatability.

서 론

흑돼지고기는 흑돼지가 아닌 일반 돼지고기에 비하여 기호성이 우수하다는 인식이 있으며 그 소비량이 늘어나고 있으나, 소비자들은 흑돼지의 교잡 형태를 모르고 생산 지역에 따라 선택 구매하는 경우가 많은 실정이다. 제주도에 생산, 판매하는 흑돼지고기는 순수 재래흑돼지 고기가 드물고, 대부분 개량흑돼지 고기로 재래흑돼지와 교잡하지 않은 개량흑돼지 고기도 있게 된다. 그러므로 제주도에 생산한 흑돼지고기일지라도 농장별(Moon YH 2004) 교잡 형태와 생체중(Yang *et al* 2005, Moon YH 2007) 등에 따라 그 품질이 서로 다를 수 있다. 돼지고기는 숙성 기간 동안 연도가 증진하는 사실이 잘 알려져 있으며(Morrison *et al* 1998), 도축 후 4일에서 6일 정도이면 숙성이 완료된다. 돼지고기를 포함한 대부분의 축육은 도축 후 냉장 상태에서 숙성하면 기호성이 우수하게 되지만 도축하는 모든 가축의 고기를 냉장 상태에서 숙성한 후 곧바로 이용하기란 현실적으로 어려운 일이어서 장기 저장을 위한 다양한 저장 방법을 활용하고 있으며, 그 중 동결 방법이 널리 선택되고 있다. 고기의 동결은 일반적

으로 숙성 전의 상태에서 이루어지므로 동결육을 해동해서 곧바로 이용하면 숙성이 덜된 고기를 이용하게 되어 기호적 특성이 우수치 않다는 지적이 있다(Moon & Jung 1995). 고기를 동결하면 미생물의 번식 억제는 물론 고유한 특성변화를 지연시켜(Tomaniak *et al* 1998) 신선도를 유지시켜 주지만 동결 중의 변색, 지방 산패, 조직감 변질(Obuz & Dikeman 2003) 및 해동할 때의 드립 발생 등으로 냉장육보다 기호적 품질과 가공 적성이 떨어진다고 알려져 있다(Miller *et al* 1980, Kim *et al* 2000). 그러므로 동결육의 기호적 품질을 우수하게 하기 위하여 적절한 해동 방법(Kim *et al* 1998, Shim *et al* 2009) 및 해동 후 냉장 방안(Jung & Moon 1995) 등의 연구가 이루어졌다. 동결육의 해동 후 냉장에 의한 기호성 향상에 대한 연구는 주로 쇠고기를 대상으로 하여 이루어졌으며, 돼지고기에 대해서는 많이 수행되지 않은 편이다. 이는 쇠고기보다 돼지고기가 연한 특성이 있으며, 숙성 과정과 연도의 개선은 크게 관련되기 때문이라고 생각된다. 그러나 돼지고기 중에서도 흑돼지고기는 쫄깃쫄깃한 조직감을 갖는다고 알려져 있어서(Park *et al* 2005) 동결 흑돼지고기에 대한 해동 후 냉장에 의한 숙성 효과가 기대된다. Kang *et al*(2007)에 의해 -80°C에서 1개월간 동결한 재래흑돼지 고기와 개량종 돼지고기의 해동 후 냉장 저장 중 품질을 비교한 보고가 있으나,

† Corresponding author : Yoon-Hee Moon, Tel : +82-51-663-4711, Fax : +82-51-622-4986, E-mail : yhmoon@ks.ac.kr

장기간 동결하는 돼지고기를 감안할 때 동결 기간의 장단에 따른 해동 후 냉장에 의한 숙성 효과를 확인할 필요성이 있다고 본다. 본 연구에서는 제주도 재래흑돼지와 일반 돼지를 교잡한 개량흑돼지를 대상으로 도축 후 숙성되지 않은 상태에서 1개월 및 12개월 동결하였다가 해동한 후 일정기간 냉장하였을 경우 조직감, 다즙성 및 기호도의 향상 효과를 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재료

제주 재래흑돼지에 Landrace와 Yorkshire 종을 교잡한 개량흑돼지(105~110 kg)를 도축하여 지육을 약 18시간 냉장한 후 등심 부위를 분할하여 진공포장하고(Cryovac, 60 μ m, BB4L, Japan) -20°C 에서 1개월간 동결한 것과 12개월 동결한 것을 공히 4°C 에서 20시간 해동하였다. 해동 직후의 것을 해동 후 0일(0-TP)로, 해동 후 2°C 에서 2일 냉장한 것을 해동 후 냉장육(2-TP)으로 실험에 이용하였다.

2. pH, 보수력 및 근원섬유의 소편화

pH의 측정은 pH meter(ATI Orion Model 370, USA)를 이용하고, 보수력은 Hofmann *et al*(1982)의 방법으로 측정하여 planimeter(X-plan, Ushikata 360dII, Japan)로 면적을 구하고, 육의 표면적을 수분의 면적으로 나눈 값으로 표시하였다. 근원섬유의 소편화는 Culler *et al*(1978)의 방법으로 구하였다. 즉, 마쇄한 시료 5.0 g에 100 mM KCl, 20 mM K_2HPO_4 , 1 mM EDTA, 1 mM MgCl_2 및 1 mM NaN_3 로 조제한 용액 50 mL를 가하여 10,000 rpm에서 30초간 균질화하여 현탁액을 만들고 2,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻어진 침전물에 상기의 추출 용액을 5배 넣어 여과한 여과액을 biuret법으로 단백질의 농도를 측정하였다. 그리고 측정된 단백질 농도가 0.5 ± 0.05 mg/mL가 되게 희석하여 540 nm에서 측정된 흡광도 값에 200을 곱하여 소편화도로 하였다.

3. 표면 색도

색도는 색차계(Chromameter CR-200b, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 측정하고 L^* (명도), a^* (적색도) 및 b^* (황색도)값으로 나타내었다. 이때 표준 백색판의 L^* , a^* , b^* 값은 각각 97.6, -6.6, 6.3이었다. 표면 색도는 포장을 개봉하고 약 10분 후에 측정하였다.

4. 감량

해동 감량은 해동 전후의 무게, 가열 감량은 가열 전후 무게의 차이를 각각 백분율로 나타내었다.

5. 조직감

근섬유와 평행하게 가로, 세로, 높이가 각각 40, 15 및 5 mm 되도록 등심육을 자르고 rheometer(Model 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 씹힘성(chewiness)은 $(\text{peak max} \div \text{distance}) \times \text{cohesiveness} \times \text{springiness}$ 값으로 나타내었다.

6. 관능평가

가열육의 관능평가는 풍미, 다즙성, 연도 및 종합적인 기호성에 대하여 가장 좋다(like extremely)를 7점, 가장 나쁘다(dislike extremely)를 1점으로 하는 7단계 기호 척도법 및 2점 대비법으로 실시하였다(Stone & Didel 1985). 7단계 기호 척도법은 훈련된 관능평가원 9명, 그리고 2점 대비법은 관능평가에 참여한 경험이 있는 45명이 평가하였으며, 해동 후 2일간 냉장할 시료는 동결 완료일 2일전에 해동하였다.

7. 통계 분석

얻어진 결과의 자료는 SAS program(2002)을 이용하여 통계 분석하였고, Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 유의성을 표시하였다.

결과 및 고찰

1. pH, 보수력 및 근원섬유의 소편화

가축을 도축하면 근육내의 글리코젠 및 ATP의 분해에 의하여 유산과 무기인이 많아져서 pH가 내려가게 되고 그 속도는 근육의 부위(Laakkonen *et al* 1970)와 품종의 변화 속도(Bendall JR 1978) 등에 의해 다르게 나타나는데, Ko & Yang (2001)은 생축의 pH가 7.2 정도에서 도축 후 냉장 24시간 후에 5.4~5.8까지 낮아졌다고 하였다. 흑돼지 등심육을 진공 포장하여 -20°C 에서 1개월간 동결한 것과 12개월간 동결한 것을 4°C 에서 20시간 해동하고 해동 직후의 것(0-TP)과 해동 후 2°C 에서 2일간 냉장한 것(2-TP)의 pH, 보수력 및 근원섬유 소편화 정도의 결과를 Table 1에 나타내었다. 동결 1개월의 등심육을 해동한 경우 0-TP와 2-TP의 pH는 각각 5.75 및 5.86으로 변화하였으며, 동결 12개월의 등심육을 해동한 경우 0-TP와 2-TP의 pH는 각각 5.72 및 5.93으로 변화하여 동결 기간이 긴 것이 해동 후 냉장에 의한 pH 상승이 다소 크게 나타났다. 일반적으로 저장 기간에 따른 육체품의 pH 변화는 당과 지방이 분해되어 유기산, 알데하이드, 케톤, 알코올, 카

아보닐 등이 생성되고(Ketelaere *et al* 1974), 단백질과 이온 물질의 반응 및 암모니아 생성(Deymer & Vandekerckhove 1979)으로 상승한다고 알려져 있다. James MJ(1972)는 고기의 pH가 5.5~ 5.8이면 신선한 상태이지만 8.0 이상으로 상승하면 부패 단계라고 보고한 기준으로 보아 본 실험에 이용한 등심육은 해동 후 냉장한 것도 신선도를 잘 유지하고 있음을 알 수 있었다. 고기의 pH 변화가 보수력과 관련이 있음은 이미 잘 알려진 사실로 Kauffman *et al*(1961)은 pH가 높아지면 보수력도 높아진다고 하였으며, Oeckel *et al*(1999)은 pH 변화가 식육의 신선도와 보수력 등 품질 변화와 관계가 있다고 하였다. 동결 기간에 따른 해동 후 냉장한 흑돼지 등심육의 보수력을 보면 1개월간 동결한 등심의 경우 0-TP와 2-TP의 보수력이 각각 43.76%와 47.98%로 해동 후 냉장에 의해 높아진 결과를 보였으며($p<0.05$) 12개월 동결한 것은 41.97%에서 42.15%로 변화했으나 동결 기간이 짧았던 것보다 변화의 폭이 크지 않았다. 여기에서 해동 직후의 결과는 도축 후 3일간 냉장한 제주도 개량흑돼지의 보수력(Moon YH 2004)보다 낮은 편으로 이는 동결에 의해 빙결정이 형성되어 근원섬유 조직이 파괴되고 해동할 때의 드립 유출에 의해 보수

력이 감소한 것으로 생각된다. 그리고 해동 직후 보수력의 결과는 75 kg의 재래돼지를 도축하여 동결하지 않고 5일간 냉장한 뒷다리 세절육의 보수력 43.72%(Lee *et al* 2005)와 비슷하였으나 그 후 2일간 더 냉장함으로써 69.02%로 상승하였다는 결과에 비하여 훨씬 낮은 변화 현상을 보여 해동 후 냉장에 의한 흑돼지고기의 보수력 향상은 동결하지 않은 냉장육처럼 크지 않음을 알 수 있었다. 1개월과 12개월 동결한 흑돼지 등심육의 해동 후 냉장에 의한 pH와 보수력의 변화에서, 1개월 동결한 것은 12개월 동결한 것보다 해동 후 냉장에 의해 pH 상승폭이 작은 반면 보수력은 오히려 크게 나타나서 Demyer & Vandekerckhove(1979)가 육제품의 pH가 낮으면 보수력이 낮아졌다는 결과와 일치하지 않았으며 이는 단백질 변성 등이 고기의 보수력에 영향을 준다는 보고(Warner *et al* 1997)와 관련성이 있어 보인다. 숙성 중의 고기는 단백질의 분해로 근섬유내의 결합이 끊어지고 수축을 덜 하게 하여 보수력이 증가한다는 보고가 있으며(Papa *et al* 1997, Kristensen & Purslow 2001), 이 경우 근섬유내의 근원섬유는 소편화가 일어날 것으로 생각된다. 그러므로 숙성이 완료되지 않은 흑돼지고기를 동결, 해동한 후 냉장에 의한 근원섬유

Table 1. Effects of freezing period and chilling process after thawing on pH, water holding capacity and myofibril fragmentation index of pork during storage at -20°C

| Item | 1 month frozen pork | | 12 months frozen pork | |
|------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 0-TP ¹⁾ | 2-TP ²⁾ | 0-TP ³⁾ | 2-TP ⁴⁾ |
| pH | 5.75±0.61 ^{5)b} | 5.86±0.54 ^{ab} | 5.72±0.82 ^b | 5.93±0.91 ^a |
| WHC | 43.76±3.16 ^b | 47.98±3.63 ^a | 41.97±2.19 ^b | 42.15±2.78 ^b |
| MFI | 59.13±5.37 ^b | 72.51±6.98 ^a | 57.39±4.11 ^b | 62.92±5.82 ^b |

¹⁾ Stored at -20°C for 1 month after 18 hours postmortem, thawed in 4°C for 20 hours and then stored at 2°C for 0 day.

²⁾ Stored at -20°C for 1 month after 18 hours postmortem, thawed in 4°C for 20 hours and then stored at 2°C for 2 days.

³⁾ Stored at -20°C for 12 month after 18 hours postmortem, thawed in 4°C for 20 hours and then stored at 2°C for 0 day.

⁴⁾ Stored at -20°C for 12 month after 18 hours postmortem, thawed in 4°C for 20 hours and then stored at 2°C for 2 days.

⁵⁾ Mean±standard deviation.

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

Table 2. Effects of freezing period and chilling process after thawing on meat color of pork during storage at -20°C

| Item | 1 month frozen pork | | 12 months frozen pork | |
|-------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | 0-TP ¹⁾ | 2-TP ²⁾ | 0-TP ³⁾ | 2-TP ⁴⁾ |
| Hunter's L* | 48.75±3.65 ^{5)ab} | 50.13±4.89 ^a | 47.87±3.11 ^{ab} | 48.43±3.23 ^b |
| Hunter's a* | 11.97±1.15 ^{ab} | 11.08±1.94 ^{ab} | 12.06±0.96 ^a | 10.72±1.45 ^b |
| Hunter's b* | 9.91±0.83 ^b | 11.63±0.98 ^a | 9.81±0.76 ^b | 9.92±1.02 ^{ab} |

^{1~4)} The same as in Table 1.

⁵⁾ Mean±standard deviation.

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

소편화의 변화를 확인해 보았다. 1개월간 동결한 후 해동한 0-TP와 해동 후 냉장한 2-TP의 근원섬유 소편화 정도는 각각 59.13%와 72.51%로 해동 후 냉장에 의해 유의적으로 높아진 결과를 보였으며($p<0.05$), 12개월 동결한 것은 57.39%에서 62.95%로 변하여 동결 기간이 짧았던 것보다 해동 후 냉장에 의한 소편화 정도의 변화가 크지 않아서 보수력 향상의 결과와 같은 현상을 보였다.

2. 표면 색도

고기를 고를 때에 표면 색도를 중요시 하는 것은 표면 색도가 고기의 전체적 품질을 평가하는 중요한 요인으로 인정하고 있기 때문이며(Warner *et al* 1993), 고기의 색은 미오글로빈의 함량에 의해 결정된다. 총 색소의 80~90%를 차지하는 미오글로빈의 함량은 가축의 종류, 성별, 나이, 부위 및 운동의 정도에 따라 다르고, 도축 후에는 방혈의 정도, 저장 조건 특히 산소와의 접촉 여부에 따라 차이가 나타난다(Forrest *et al* 1975). 동결 기간에 따른 해동 후 냉장한 흑돼지 등심육의 표면 색도를 보면, 1개월간 동결한 경우 해동 직후의 0-TP와 해동 후 냉장한 2-TP의 L*값(명도)이 각각 48.75와 50.13으로 해동 후 냉장에 의해 높아진 결과를 보였으며, 12개월 동결한 것은 47.87에서 48.43으로 변하여 동결 기간이 짧았던 것보다 변화의 폭이 작게 나타났다. 표면 색도에서 a*값(적색도)은 L*값과 달리 해동 후 냉장에 의해 오히려 낮게 나타나고 12개월 동결한 것은 유의적 차이를 보였다. 그리고 b*값(황색도)의 변화는 1개월 동결한 것($p<0.05$)이 12개월 동결한 것보다 크게 나타났다. 이러한 결과로 해동 후 냉장이 표면 색도에 미치는 영향은 동결 기간에 따라 차이가 있음을 알 수 있었다.

3. 조직감

고기의 연도는 결체 조직의 함량, 근질의 길이, 단백질 분

해 정도에 영향을 미치고 사후 경직 완료기까지 질겨지다가 해직과 숙성되면서 연도가 우수해지는데 숙성이 완료되지 않은 상태에서 동결한 것은 해동 후 냉장에 의해 연도의 향상 효과를 얻을 수 있다(Jung & Moon 1995). 동결 기간에 따른 해동 후 냉장한 흑돼지 등심육의 물성을 Table 3에서 보면, 1개월간 동결한 후 해동한 0-TP와 해동 후 냉장한 2-TP의 경도가 각각 3,117 dyne/cm²와 2,571 dyne/cm²로 해동 후 냉장에 의해 현저히 낮아진 결과를 보였으며($p<0.05$), 12개월 동결한 것도 해동 후 냉장에 의해 경도가 낮아졌으나 1개월 동결한 것에 비하면 변화의 폭이 작게 나타났다. 탄력성, 응집성 및 멍침성은 모두 동결 기간에 관계없이 해동 후 냉장에 의하여 다소 높아졌으나 유의적 차이를 보이지 않았고 1개월 동결한 것이 12개월 동결한 것보다 변화의 폭이 크게 나타났다. 그러나 씹힘성은 경도의 경우와 마찬가지로 해동 후 냉장에 의하여 다소 낮아지는 결과를 보였다. 1개월과 12개월 동결한 흑돼지 등심육은 해동 후 냉장에 의해 경도 및 씹힘성 값이 낮아지고, 그 변화의 폭이 1개월간 동결한 것이 크게 나타나서 동결 기간이 짧은 것이 해동 후 냉장에 의한 연도 향상 효과를 크게 하였다.

4. 드립 감량 및 가열 감량

동결 기간에 따른 해동 후 냉장한 흑돼지 등심육의 드립 감량 및 가열 감량을 Table 4에 나타내었다. 드립 감량을 보면, 1개월간 동결한 후 해동한 0-TP와 해동 후 냉장한 2-TP의 경우 각각 7.53%와 8.92%로 해동 후 냉장에 의해 많아진 결과를 보였으며, 12개월 동결한 것은 각각 9.11%와 12.95%로 1개월 동결한 것보다 드립 감량이 더 많아졌다. 가열 감량은 1개월간 동결한 후 해동한 0-TP와 해동 후 냉장한 2-TP의 경우 각각 30.76%와 28.95%로 해동 후 냉장에 의해 다소 감소되는 효과를 보였으며, 12개월 동결한 것은 각각 32.98%와 32.53%로 1개월 동결한 것보다 가열 감량이 더 많아지고

Table 3. Effects of freezing period and chilling process after thawing on rheological properties of pork during storage at -20°C

| Item | 1 month frozen pork | | 12 months frozen pork | |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 0-TP ¹⁾ | 2-TP ²⁾ | 0-TP ³⁾ | 2-TP ⁴⁾ |
| Hardness(dyne/cm ²) | 3,117±289.12 ^{5)a} | 2,571±198.65 ^b | 3,329±297.68 ^a | 3,176±239.17 ^a |
| Springiness(%) | 81.17± 10.89 ^a | 82.63± 12.64 ^a | 80.76± 10.91 ^a | 80.95± 11.73 ^a |
| Cohesiveness(%) | 85.43± 7.54 ^{ab} | 86.29± 6.80 ^a | 84.07± 7.56 ^b | 84.02± 7.91 ^b |
| Gumminess(kg) | 23.54± 1.39 ^{ab} | 25.76± 2.18 ^a | 21.87± 1.25 ^b | 21.99± 1.92 ^b |
| Chewiness(g) | 30.81± 2.91 ^a | 28.55± 2.11 ^b | 32.50± 2.98 ^a | 31.83± 3.75 ^a |

¹⁻⁴⁾ The same as in Table 1.

⁵⁾ Mean±standard deviation.

^{ab} Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

Table 4. Effects of freezing period and chilling process after thawing on drip loss and cooking loss of pork during storage at -20°C

| Item | 1 month frozen pork | | 12 months frozen pork | |
|--------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 0-TP ¹⁾ | 2-TP ²⁾ | 0-TP ³⁾ | 2-TP ⁴⁾ |
| Drip lose | 7.53±0.62 ^{5)c} | 8.92±0.79 ^{bc} | 9.11±0.75 ^b | 12.95±1.72 ^a |
| Cooking lose | 30.76±4.29 ^a | 28.95±5.86 ^a | 32.98±5.55 ^a | 32.53±4.93 ^a |

^{1~4)} The same as in Table 1.

⁵⁾ Mean±standard deviation.

^{a~c} Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

해동 후 냉장에 의한 효과가 작게 나타났으나 모두 유의적 차이를 보이지 않았다. 가열 감량은 시료의 형태와 크기, 그리고 가열 조건에 따라 다르게 나타날 수 있으며(Moon YH 2004), 냉장육에 있어서 Kim *et al*(1999) 그리고 Choi *et al* (2002)은 저장 기간이 경과할수록 가열 감량이 감소한다고 하였으나, Kim *et al*(2004)은 오히려 냉장 저장 중 가열 감량이 증가한다고 보고하였다.

5. 기호도

동결 기간에 따른 해동 후 냉장한 흑돼지 등심육의 기호도를 알아보기 위하여 7점 기호 척도법으로 관능평가한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다. 1개월간 동결한 등심의 경우, 가열육의 맛, 향기, 다즙성($p<0.05$), 조직감 및 종합적 기호도($p<0.05$)를 모두 해동 직후의 0-TP보다 해동 후 냉장한 것에 대하여 더 우수하게 평가하였다. 12개월 동결한 것은 해동 후 냉장에 의하여 가열육의 맛이 다소 우수해졌으나, 가열육의 향기, 다즙성, 조직감 및 종합적 기호도가 큰 차이를 보이지 않아 1개월 동결한 것과 다른 현상을 보였다. 2점 대비법에 의한 관능평가의 결과를 Table 6에서 보면 1개월간 동결한 등심의 경우, 가열육의 맛($p<0.05$), 향기, 다즙성($p<$

0.01), 조직감 및 종합적 기호도($p<0.05$)는 모두 해동 직후의 0-TP보다 해동 후 냉장한 것이 우수하다고 평가한 평가원 수가 많았다. 그리고 12개월 동결한 것은 해동 후 냉장에 의하여 가열육의 맛, 향기, 다즙성, 조직감 및 종합적 기호도는 모두 유의성을 인정할 만큼의 차이를 보이지 않아 기호 척도

Table 6. Result of paired comparison test for palatability of cooked pork loin

| Item | 1 month frozen pork | | | 12 months frozen pork | | |
|--------------|---------------------|--------------------|------------|-----------------------|--------------------|------------|
| | 0-TP ¹⁾ | 2-TP ²⁾ | Difference | 0-TP ³⁾ | 2-TP ⁴⁾ | Difference |
| Taste | 15 ⁵⁾ | 30 | * | 23 | 22 | NS |
| Aroma | 21 | 24 | NS | 19 | 26 | NS |
| Juiciness | 12 | 33 | ** | 20 | 25 | NS |
| Tenderness | 16 | 29 | NS | 18 | 27 | NS |
| Palatability | 14 | 31 | * | 21 | 24 | NS |

^{1~4)} The same as in Table 1.

⁵⁾ Number of samples judged to be preferable.

Significant difference were indicated with * $p<0.05$, ** $p<0.01$, NS: Means not significant.

Table 5. Effects of freezing period and chilling process after thawing on palatability of pork during storage at -20°C

| Item | 1 month frozen pork | | 12 months frozen pork | |
|--------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | 0-TP ¹⁾ | 2-TP ²⁾ | 0-TP ³⁾ | 2-TP ⁴⁾ |
| Taste | 4.81±0.31 ^{5)a} | 5.03±0.32 ^a | 4.72±0.35 ^b | 4.80±0.51 ^a |
| Aroma | 4.29±0.72 ^a | 4.33±0.68 ^a | 4.02±0.89 ^a | 4.00±1.18 ^a |
| Juiciness | 4.57±0.27 ^b | 5.02±0.38 ^a | 4.08±0.23 ^c | 4.01±0.26 ^c |
| Tenderness | 4.98±0.36 ^a | 5.07±0.39 ^a | 4.65±0.25 ^b | 4.73±0.23 ^{ab} |
| Palatability | 5.03±0.26 ^b | 5.89±0.31 ^a | 4.51±0.32 ^c | 4.55±0.29 ^c |

^{1~4)} The same as in Table 1.

⁵⁾ Mean±standard deviation.

^{a~c} Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

법에 의한 평가의 결과와 유사하게 나타났다. 가열육의 기호도 평가에서 다즙성이 좋은 것이 종합적 기호도가 좋았으며, 이는 보수력 측정에서 높은 값을 보였던 것이어서(Table 1) Aaslyng *et al*(2003)와 Bee *et al*(2007)이 돼지고기의 가열 후 다즙성이 보수력과 밀접한 관련이 있다는 보고와 일치하였다. 이러한 결과들로 흑돼지고기를 동결했다가 이용할 경우 해동 후 냉장에 의한 기호도 향상 효과를 얻을 수 있으며, 동결 기간이 짧은 것일수록 그 효과가 크게 됨을 알 수 있었다.

요 약

개량흑돼지(105~110 kg)를 도축한 후 약 18시간 냉장하고 등심육을 분할하여 진공 포장하고 -20°C 에서 1개월 및 12개월 동결한 후 각각 4°C 에서 20시간 해동하였다. 해동 직후의 것(0-TP)과 해동 후 2°C 에서 2일간 냉장한 것(2-TP)의 물리화학적 및 기호적 특성을 비교하여 해동 후 냉장이 품질에 미치는 영향을 검토하였다. 개량흑돼지 등심육을 1개월간 동결하여 해동한 경우, 해동 직후의 0-TP보다 해동 후 냉장한 2-TP가 보수력 및 근원섬유 소분화 정도가 높아지고, 경도 및 씹힘성이 낮아졌으며, 가열육의 다즙성 및 종합적 기호도가 향상되었으나($p<0.05$) 12개월 동결한 등심육은 해동 후 냉장에 의한 효과가 유의적으로 크지 않았다.

감사의 글

이 논문은 2010학년도 경성대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

문 헌

- Aaslyng MD, Bejerholm C, Ertbjerg P, Bertram HC, Andersen HJ (2003) Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Qual and Perfer* 14: 277-288.
- 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.
- Bendall JR (1978) Variability in rates of pH fall and of lactate production in the muscles on cooling beef carcasses. *Meat Sci* 2: 91-104.
- Choi YS, Park BY, Lee SK, Kim IS, Kim BC (2002) Composition and physicochemical properties of vacuum packaged Korean pork loins for export during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 151-157.
- Culler RD, Parrish FC Jr, Smith GC, Cross RD (1978) Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. *J Food Sci* 43: 1177.
- Deymer DI, Vandekerckhove P (1979) Compounds determining pH in dry sausage. *Meat Sci* 34: 351-362.
- Forrest JC, Aberle ED, Hedrick HB, Judge MD, Merkel RA (1975) Principles of meat science. W. H. Freeman & Co. San Francisco. pp. 178-185.
- Hofmann K, Hamm R, Blüchel E (1982) Neues über die estimation der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpress methode. *Fleischwirtschaft* 62: 87-93.
- James MJ (1972) Mechanical and detection of microbial spoilage in meats at low temperature. *J Milk Food Technol* 35: 467-471.
- 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 Resous* 15: 156-162.
- Kang SM, Kang CG, Lee SK (2007) Comparison of quality characteristics of Korean native black pork and morden genotype pork during refrigerated storage after thawing. *Korean J Food Sci Ani Resous* 27: 1-7.
- Kauffman RG, Carpenter ZI, Bray RW, Hockstra WG (1961) pH of chilled aged and cooked pork as related to quality. *J Ani Sci* 20: 918-918.
- Ketelaere A, Demeyer D, Vandekerckhove P, Vervaeke I (1974) Stoichiometry of carbohydrate fermentation during dry sausage ripening. *J Food Sci* 39: 297-300.
- Kim BC, Han CY, Joo ST, Lee S (1999) Effects of display conditions of retail cuts after vacuum packed storage on pork quality and shelf life. *Korean J Ani Sci* 41: 75-88.
- Kim MS, Yang JB, Moon YH (2000) Effect of freezing period and chilling process after thawing on the palatability of beef loin. *Korean J Food Sci Ani Resour* 20: 282-287.
- Kim CJ, Lee CH, Lee ES, Ma KJ, Song MS, Cho JK, Kang JO (1998) Studies on physicochemical characteristics of frozen beef at as influenced by thawing rates. *Korean J Food Sci Ani Resour* 18: 142-148.
- 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 Preserve* 11: 441-447.
- Ko MS, Yang JB (2001) Effects of wrap and vacuum packaging on shelf life of chilled pork. *Kor J Food and Nutr* 14: 255-262.

- Kristensen L, Purslow PP (2001) The effect of ageing on the water holding capacity of pork: Role of cytoskeletal proteins. *Meat Sci* 58: 17-23.
- Laakkonen E, Wellington GH, Skerbon JW (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.
- Lee SK, Ju MK, Kim YS, Kang SM, Choi YS (2005) Quality comparison between Korean native black ground pork and modern genotype ground pork during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Ani Resous* 25: 71-77.
- Miller AJ, Ackerman SA, Palumbo SA (1980) Effect of frozen storage on functionality of meat for processing. *J Food Sci* 45: 1466-1468.
- Moon YH (2004) Physicochemical properties and palatability of loin from crossbred Jeju black pigs. *Korean J Food Sci Ani Resous* 24: 238-245.
- Moon YH (2007) Physical and sensory characteristics of pork from Korean native black pig and crossbred black pig reared in Jeju island. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 846-852.
- Moon YH, Jung IC (1995) Studies on aging indices of beef tenderloin aged 3 after thawing. *Korean J Food Sci Ani Resous* 15: 150-155.
- Morrison H, Mielche MM, Purslow PP (1998) Immuno localization of intermediate filament proteins in porcine meat. Fiber type and muscle specific variation during conditioning. *Meat Sci* 50: 91-104.
- Obuz E, Dikeman ME (2003) Effects of cooking beef muscles from frozen or thawed states on cooking traits and palatability. *Meat Sci* 65: 993-997.
- Oeckel MJ, Warnants N, Boucque Ch V (1999) Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-line screening methods. *Meat Sci* 51: 313-320.
- 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 JC, Kim YH, Jung HJ, Park BY, Lee JY, Moon, HK (2005) Comparison of meat quality and physicochemical characteristics of pork between Korean native black pigs and Landrace by market weight. *J Anim sci Technol* 47: 91-98.
- SAS (2002) SAS/STAT user's guide; statistics, Release 8.2 edition, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- Shim KB, Hong GP, Choi MJ, Min SG (2009) Effect of high pressure freezing and thawing process on the physical properties of pork. *Korean J Food Sci Ani Resous* 29: 736-742.
- Stone H, Didel ZL (1985) Sensory evaluation practices. Academic press INC., New York, USA, pp. 45-46.
- Tomaniak A, Tyszkiewicz I, Komasa J (1998) Cryoprotectants for frozen red meats. *Meat Sci* 50: 365-371.
- Warner RD, Kauffman RG, Russell RL (1993) Quality attributes of major porcine muscles: A comparison with the *longissimus lumborum*. *Meat Sci* 33: 359-372.
- Warner RD, Kauffman PG, Greaser ML (1997) Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. *Meat Sci* 45: 339-352.
- Yang SJ, Kim YK, Hyon JS, Moon YH, Jung IC (2005) Amino acid contents and meat quality properties on the loin from crossbred pigs reared in Jeju. *Korean J Food Sci Ani Resous* 25: 7-12.

접 수: 2010년 6월 1일
 최종수정: 2010년 7월 30일
 채 택: 2010년 8월 24일