

동결 및 해동 후 냉장 중 한우 사태육의 물리화학적, 기호적 특성 변화

문 윤 희

경성대학교 식품생명공학과

Effects of Freezing Period and Chilling Process after Thawing on Physicochemical Properties and Palatability of Hind Shank Meat from Korean Native Beef

Yoon-Hee Moon

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

Abstract

Effects of freezing period and chilling process after thawing on the physicochemical properties and palatability of hind shank meat from Korean native beef were investigated. There were no significant differences in the Hunter's color, volatile basic nitrogen (VBN) or collagen amount of hind shank meat upon freezing with vacuum packing at -20°C for 9 months. In addition, while pH, thiobarbituric acid (TBA) value, hardness, drip and boiling loss of hind shank meat increased and palatability decreased, there significant difference were observed only after 9 months. Softness, water holding capacity, L-glutamic acid, oleic acid, and polyunsaturated fatty acid contents increased upon chilling for 4 days after thawing, and there was a significant increase in palatability. The values of VBN and TBA increased markedly upon 6 days of chilling after thawing, and there was a significant decrease in palatability.

Key words : Korean native beef, hind shank meat, thawed beef, palatability.

서 론

우리나라에서는 쇠고기 부위를 분류할 때에 대분할 10개 부위, 즉 등심, 채끝, 우둔, 설도, 안심, 양지, 갈비, 사태, 앞다리 및 목심 부위로 분할하고, 이를 다시 소분할하여 39개 부위로 나누고 있으며(농림부고시 제2007-82호), 부위별로 서로 다른 육질 특성을 갖는다(Cho *et al* 2007b). 쇠고기의 대분할 10개 부위 중 사태 부위는 다리의 무릎에 붙은 부위로 뼈를 감싸고 운동량이 많아 색이 짙고, 근막이 많아 육질이 질기지만 오래 삶으면 맛이 좋아지며, 주로 곰국, 수육 및 장조림용 등으로 이용한다. 사태 부위는 멍치사태, 아롱사태, 앞사태, 뒷사태 및 상박살의 5개부위로 소분할하며, 멍치는 뒷다리 뒷볼기 아래에 붙어 있다. 한우고기는 다른 품종의 쇠고기에 비하여 품질이 우수하고 기호도가 좋아 비싸다고 인식하고 있으며, 그 품질 특성 파악과 품질 향상 방안에 대해서 많은 연구가 진행되었다(Kim *et al* 2000c, Kim & Kim 2005, Kim & Lee 2003, Lee *et al* 2004, Lee *et al* 2005, Moon *et al* 2006, Park *et al* 2002, Rhee & Kim 2001). 최근에 한우고기의 부위에 따른 특성 비교 연구에서 Cho *et al*(2007a)은 열

량, 콜레스테롤, 유리아미노산, 핵산 관련 물질 및 지방산 조성, Cho *et al*(2007b)은 일반 성분, 아미노산, 무기질, 가열 감량, 보수력 및 전단력, Kim *et al*(2009)은 연도를 예측하기 위한 전단력과 관능 특성의 상관관계, Lee *et al*(2009)은 육질 등급 즉 1⁺, 1, 2, 3등급에 따른 전단력, 콜라겐의 함량, 관능 특성, Lee *et al*(2010)은 지방산 조성을 각각 비교하여 등급 및 부위별 특성을 파악하였으나, 사태 부위를 포함한 정보는 미흡한 실정이다. 한우고기의 냉장 중 특성 변화에 대한 연구로, Kim *et al*(2007)은 등심육을 냉장 상태로 숙성하면서 숙성 기간에 따른 전단력, 근소편화지수, 가열 감량, 육즙 감량, 아미노산 조성 및 관능 특성 등의 변화 결과를 근거로 0^oC와 4^oC에서 각각 14일 및 7일 숙성하는 것이 바람직하다고 하였으며, Kang *et al*(2008)은 냉장 중 품질 변화에 미치는 율나무 분말의 효과를 보고하였다. 한편, 한우고기와 수입쇠고기의 품질 비교 연구로, Yang *et al*(2007)은 한우고기가 호주산 쇠고기에 비해 등심과 우둔 부위의 콜레스테롤 함량이 낮고, 비타민 A 및 E 함량과 맛에 관여하는 핵산 관련 물질 함량이 더 많다고 하였으며, Lee *et al*(2009)은 채끝육의 기호도에 있어서 호주산보다 한우 1⁺⁺등급육이 우수하고, 1⁺ 및 1등급육은 비슷하다고 평가하였다. 한우고기가 다른 품종의 쇠고기보다 기호도가 우수하다는 것은 품종 특이성

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

이 있다는 것으로, 근섬유가 가늘며 결체 조직 함량이 낮은 물론, 근내지방 침착도가 우수하여 연하면서 풍미가 좋고 (Kim *et al* 1994), 풍미에 영향을 주는 지방산인 oleic acid 함량이 높다(Cho *et al* 2008). 한우고기에 대한 이와 같은 연구들은 대부분 냉장육을 대상으로 하고 있으며, 동결육 대상의 연구는 흔하지 않은 편이다. 쇠고기는 냉장 숙성에 의하여 연도와 풍미가 향상되어 기호도가 좋아지는데, 숙성 전에 동결한 것은 숙성 효과를 기대할 수 없으면서 오히려 지방 산패취 및 드립 발생으로 기호도가 나쁘게 된다. 한우고기의 대부분은 도축 후 동결하지 않은 냉장육 상태로 유통하기 때문에 기호도가 좋다는 하나의 요인이 될 수 있지만, 설이나 추석 때에는 한우고기 소비량이 많아지고, 그 때가 되면 한우의 도축 물량이 모자라는 것을 감안하여 미리 도축한 한우의 갈비 및 사태부위 등을 동결하였다가 계절 상품으로 이용하는 경우가 있어 이의 기호도 향상을 위한 연구가 필요하다고 생각된다. 동결 쇠고기의 해동 후 냉장에 의한 품질 변화 연구로는 수입육(Jung *et al* 1996a) 및 국내의 홀스타인 우육의 아미노산 함량(Kim *et al* 1999), 지방산 조성(Moon *et al* 2000), 연도(Jung *et al* 1996b), 기호적 품질 향상(Kim *et al* 2000a, Kim *et al* 2000b) 등의 보고가 있으나, 이들은 대부분 등심육을 대상으로 실험한 결과로 다른 부위 또는 한우고기를 대상으로 실험한 결과는 드물다. 본 연구에서는 계절 상품 용도로 동결하는 한우의 사태육을 대상으로 동결 기간에 따른 물리화학적 특성 변화와 해동 후 냉장 효과에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재료

한우(523±26 kg) 지육은 도축 후 약 24시간 냉장한 후 멩치사태 부위를 분할하여 진공포장하고(Cryovac, 60 μm, BB4L, Japan), -20℃에서 9개월간 동결하면서 3, 6, 9개월째 4±1℃에서 20시간 해동하여 시료로 이용하였으며, 동결 6개월째의 것은 해동한 후 6일간 냉장하면서 2, 4, 6일째 시료로 하였다. 동결전의 일반성분 조성은 5반복 평균 수분 67.29%, 조단백질 25.41%, 조지방 7.07% 및 조회분 0.17%이었다.

2. 표면색도, pH, VBN 함량 및 TBA값

표면색도는 색차계(Chromameter CR-200b, Minolta camera Co., Japan)를 이용하여 측정하고, L*(명도), a*(적색도) 및 b*(황색도)값으로 나타내었다. 이때 표준백색판의 L*, a*, b*값은 각각 97.6, -6.6, 6.3이었다. 진공포장한 시료는 포장을 개봉하고 약 10분 후에 측정하였다. pH의 측정은 pH meter(ATI Orion Model 370, USA)를 이용하고, VBN 함량은 KFDA

(2002) 식품공전의 방법으로 하였으며, TBA값은 Buege & Aust(1978)의 방법으로 측정하였다.

3. 경도, 보수력, 드립 감량 및 가열 감량

경도는 시료를 근섬유와 평행하게 가로, 세로, 높이가 각각 40, 15 및 5 mm가 되도록 자르고, rheometer(Model CR-200D, SUN scientific Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. 보수력은 Hofmann *et al*(1982)의 방법으로 측정하여 planimeter(X-plan, Ushikata 360dII, Japan)로 면적을 구하고, 육의 표면적을 수분의 면적으로 나눈 값으로 하였다. 드립 감량은 해동 전후의 무게, 가열 감량은 가열 전후 무게의 차이를 각각 백분율로 나타내었다.

4. 콜라겐, 유리아미노산 및 지방산 함량

콜라겐의 함량은 AOAC(2000)의 방법으로 측정하였으며, hydroxyproline 함량에 상수 8을 곱한 값으로 하였다. 유리아미노산은 시료 0.2 g에 75% ethanol을 가하여 30분간 진탕시켜 10,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻어진 상정액을 취하고, 남은 잔사에 다시 75% ethanol을 가하여 원심분리하여 얻어진 상정액을 앞에서 얻어진 상정액과 함께 감압 농축하여 ethanol을 제거하였다. 이 여액에 25% trichloroacetic acid를 가하여 단백질을 제거하고, ethyl ether로 여액 중의 trichloroacetic acid를 제거한 다음 감압농축하여 잔류한 ethyl ether를 제거하였다. 이 여액을 Amberlite IR120(H⁺) 수지가 충전된 칼럼에 통과시켜 아미노산을 흡착시킨 다음 0.2 N sodium citrate buffer(pH 2.2)로 용해시켜 여과하고, 아미노산분석기(Pharmacia LKB Alpha plus, Sweden)로 분석하였다. 사용된 column은 sodium 4151 series II(200×4.6 mm)이었으며, buffer를 이용하여 15 mL/min의 유속으로 용출시켰다(Lee *et al* 2000). 지방산은 Folch *et al*(1957)의 방법으로 지질을 추출, 정제하고, 14% BF₃-methanol 용액을 사용하여 methylation시켜 이것을 GC(SRI 8610C, USA)로 분석하였다. 이때 column은 Quadrex(30 m×0.25 mm I.D., 0.25 μm film thickness)를 이용하여 250℃의 조건으로 하였다.

5. 관능평가

시료의 중심 온도가 75℃에 이르도록 열탕 가열한 가열육은 혼련된 관능평가원 9명에 의하여 가장 좋다(like extremely)를 7점, 가장 나쁘다(dislike extremely)를 1점으로 하는 7단계 기호척도법으로 맛, 향, 다즙성, 연도 및 종합적인 기호도에 대하여 관능평가를 실시하였다(Stone & Didel 1985).

6. 통계 분석

얻어진 결과의 자료는 SAS program(2002)을 이용하여 통

계 분석하였고, Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 유의성을 표시하였다.

결과 및 고찰

1. 동결 기간에 따른 사태육의 물리화학적 특성 변화

한우의 사태육을 진공포장하여 -20°C 에서 동결하면서 동결기간에 따라 측정된 표면색도, pH, 휘발성 염기질소(VBN) 및 지방산패도(TBA)의 결과는 Table 1에 나타내었다. 쇠고기 육색의 차이는 소의 품종, 나이, 근내지방, 수분 및 myoglobin 함량 등이 좌우하는데(Lawire & Ledward 2006), 동결기간 중 표면색도의 변화를 보면 동결전의 L^* , a^* , b^* 값이 각각 36.6, 25.4 및 13.2에 비해 동결 3, 6 및 9개월에 L^* 값과 a^* 값은 각각 비슷하고 b^* 값은 다소 낮아졌으나, 9개월째까지 유의적 차이를 나타내지 않았다. 쇠고기의 pH 값은 육색은 물론 보수력과 관계가 크고(Vestergaard *et al* 2000, Zhang *et al* 2005), 5.4~5.7 정도의 범위에서 연도가 우수하다는 보고가 있다(Sinmons *et al* 2000). 한우 사태육의 pH 값은 동결전의 5.66에 비하여 동결 저장 9개월째 5.72까지 높아졌으나 유의적 변화를 보이지 않았다. VBN 함량은 동결전의 8.12 mg%에서 동결 저장 9개월째 11.22 mg%까지 서서히 상승하였으며, KFDA(2002)의 식품공전 기준 20 mg%와 비교하면 신선도가 잘 유지되고 있었다. TBA 값은 동결 중 계속 상승하여 동결전 0.13 mg malonaldehyde/kg이던 것이 동결 저장 9개월째에 0.31 mg malonaldehyde/kg으로 유의적으로 높아져서($p<0.05$) 지방 함량이 많지 않은 사태육의 경우도 동결에 의한 산패취의 발생이 예상되었다.

동결 기간에 따른 사태육의 콜라겐 함량, 경도, 보수력, 드

립 감량, 가열 감량 및 관능적 기호도의 변화 결과는 Table 2에 나타내었다. 사태육의 콜라겐 함량은 동결전의 1.66%에 비하여 동결 9개월까지 현저한 변화를 보이지 않았으며, Lee *et al*(2009)이 보고한 한우 1⁺ 등급육의 등심, 채끝, 양지, 우둔 및 목심의 1.00~1.48% 범위보다 다소 높은 편이었다. 콜라겐은 식육의 결합 조직의 주요한 성분으로서, 가축을 오래 사육할수록 점점 많아지며 연도와 깊은 관계가 있다(Nishimura *et al* 1996). 경도는 동결 6개월까지 동결전의 수준을 유지하였으며, 9개월째에 유의적으로 높은 값을 보였다($p<0.05$). 보수력은 동결전 41.63%이던 것이 동결 중 계속 낮아져서 9개월째에는 35.11%로 나타났다($p<0.05$). 해동시의 드립 감량은 동결 기간이 경과하면서 점점 많아졌으며, 동결 3개월에 비하여 9개월째에 현저히 높게 나타났다. 가열 감량은 동결전의 29.19%에서 동결 저장 6개월까지 큰 변화를 보이지 않다가 9개월째에는 33.53%로 많아졌다. 관능적으로 평가한 기호도는 동결전의 4.96에 비하여 동결 6개월까지 유의적 차이를 보이지 않았으나, 9개월째에는 4.53으로 낮아지는 결과를 보였다($p<0.05$). 이러한 결과들을 종합해 볼 때에 한우 사태육을 동결하면 동결 기간에 따라 지방산패도가 높고 드립과 가열 감량이 많으며 관능적 특성이 저하할 수 있으나, 6개월까지는 그 변화가 크지 않았으며 9개월째에 유의적으로 저하한 것을 알 수 있었다.

2. 해동 후 냉장 중 물리화학적 특성 변화

사태육을 6개월간 동결하였다가 해동한 후 냉장하는 동안 물리화학적 특성 변화의 결과를 Table 3에 나타내었다. 표면색도의 경우, 해동 후 6일간의 L^* 값은 현저한 차이를 보이지 않았으며, a^* 값도 냉장 4일까지 다소 낮아졌으나 유의적 차이

Table 1. Changes in Hunter's color, pH, VBN and TBA value of hind shank meat prepared from Korean native beef during storage at -20°C

Item	Frozen months			
	0 ¹⁾	3	6	9
Hunter's L^*	36.6±6.65	36.9±5.23	36.0±4.17	35.6±5.32
Hunter's a^*	25.4±2.15	25.1±2.76	26.7±3.63	26.1±2.89
Hunter's b^*	13.2±2.13	12.5±1.91	12.3±1.88	11.0±2.29
pH	5.66±0.08	5.69±0.12	5.72±0.26	5.71±0.03
VBN ³⁾	8.12±1.45	9.19±2.18	9.39±2.11	11.22±3.28
TBA ⁴⁾	0.13±0.04 ^{b2)}	0.17±0.06 ^b	0.22±0.04 ^{ab}	0.31±0.07 ^a

¹⁾ Raw meat after 24 hours postmortem.

²⁾ Mean±S.D. with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

³⁾ Volatile basic nitrogen(mg%).

⁴⁾ Thiobarbituric acid(mg malonaldehyde/kg).

Table 2. Changes in collagen contents, hardness, WHC, drip loss, boiling loss and palatability of hind shank meat prepared from Korean native beef during storage at -20°C

Item	Frozen months			
	0 ¹⁾	3	6	9
Collagen(g/100 g)	1.66±0.71	1.68±0.36	1.63±0.31	1.60±0.51
Hardness(dyne/cm ²)	3,982±412.86 ^{a2)}	3,995±312.69 ^a	3,987±413.11 ^{ab}	4,225±557.18 ^b
WHC(%) ³⁾	41.63±3.77 ^a	39.91±4.66 ^{ab}	38.93±6.11 ^{ab}	35.11±5.96 ^b
Drip loss(%)	—	4.97±1.12 ^b	5.88±0.98 ^{ab}	7.71±1.73 ^a
Boiling loss(%)	29.19±5.02 ^b	30.37±4.48 ^{ab}	30.98±3.76 ^{ab}	33.53±5.03 ^a
Palatability ⁴⁾	4.96±0.61 ^a	4.85±0.66 ^a	4.81±0.37 ^a	4.53±0.57 ^b

¹⁾ Raw meat after 24 hours postmortem.

²⁾ Mean±S.D. with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

³⁾ Water holding capacity.

⁴⁾ Sensory evaluation score.

Table 3. Effects of chilling process after thawing on Hunter's color, pH, VBN and TBA value of frozen hind shank meat prepared from Korean native beef

Item	Chilled days after thawing			
	0 ¹⁾	2	4	6
Hunter's L *	36.0±4.13	36.9±5.23	36.5±4.17	35.6±5.32
Hunter's a *	26.7±2.93	25.1±2.76	25.7±3.63	26.1±2.89
Hunter's b *	12.3±1.72 ^{ab2)}	12.5±1.91 ^{ab}	13.3±1.88 ^a	11.0±2.29 ^b
pH	5.70±0.71 ^b	5.75±0.72 ^{ab}	5.78±0.76 ^{ab}	5.85±1.03 ^a
VBN ³⁾	9.28±1.11 ^b	11.19±3.18 ^b	14.30±2.11 ^b	19.22±3.28 ^a
TBA ⁴⁾	0.18±0.05 ^b	0.25±0.06 ^{ab}	0.26±0.04 ^{ab}	0.31±0.07 ^a

¹⁾ Stored at -20°C for 6 months after 24 hours postmortem, thawed in $4\pm^{\circ}\text{C}$ for 20 hours and then chilled at 4°C for 0 day.

²⁾ Mean±S.D. with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

^{3,4)} The same as in Table 1.

를 나타내지 않았고, b* 값은 냉장 4일까지 큰 변화를 보이지 않았으나 6일째에는 4일째보다 낮은 값을 보였다($p<0.05$). pH는 해동 직후의 5.70에 비하여 해동 후 냉장하는 동안 점점 상승하여 6일째에 5.85로 유의적 차이를 보였다($p<0.05$). VBN 함량은 해동 직후의 9.28 mg%에 비하면 해동 후 2일과 4일째에 각각 11.19 mg% 및 14.30 mg%로 높아졌으나 유의적 차이가 아니었으며, 6일째에는 19.22 mg%($p<0.05$)로 높아져서 선도 변화가 큰 것을 알 수 있었다. TBA 값은 해동 직후의 0.18 mg malonaldehyde/kg에 비하여 해동 후 4일까지 유의적 차이가 나타나지 않았으나, 6일째에는 0.31 mg malonaldehyde/kg으로 지방산패도가 현저히 상승하였다($p<0.05$).

한편, 해동 후 냉장 기간에 따른 사태육의 콜라겐 함량, 경도, 보수력, 드립 감량 및 가열 감량의 변화를 Table 4에 나

타내었다. 콜라겐 함량은 해동 후 냉장에 의하여 현저한 변화를 보이지 않았으며, 경도의 경우 해동 직후의 3,329 dyne/cm²에 비하여 해동 후 냉장하는 동안 점점 낮아져서 냉장 4일째에는 3,279 dyne/cm² 수준으로 낮아져서 연도가 향상됨을 알 수 있었으며, 그 향상의 정도는 Jung *et al*(1996b)이 보고한 홀스타인 등심육보다 작게 나타났다. 해동 후 냉장 중 콜라겐 함량의 변화가 크지 않으면서 연도가 향상된 것은 근원섬유단백질의 형태 변화와 자기소화에 기인한 숙성의 효과로 생각된다. 보수력은 해동 직후의 38.73%에 비하면 해동 후 냉장 4일째부터 유의적으로 높아졌다($p<0.05$). 드립 감량은 해동 후 냉장하는 동안 점점 많아졌으나 유의적 차이를 보이지 않은 반면, 가열 감량은 해동 후 냉장에 의해 점점 낮아졌으며 4일째에 유의적 차이를 보였다($p<0.05$). 이러한 결

Table 4. Effects of chilling process after thawing on physicochemical properties of frozen hind shank meat prepared from Korean native beef

Item	Chilled days after thawing			
	0 ¹⁾	2	4	6
Collagen(%)	1.67±0.35	1.69±0.51	1.62±0.58	1.68±0.37
Hardness(dyne/cm ²)	3,329±283.12 ^{a2)}	3,301±198.65 ^a	3,279±297.68 ^b	3,266±239.17 ^b
WHC(%) ³⁾	38.73±3.18 ^b	39.91±4.66 ^{ab}	41.93±6.11 ^a	40.11±5.96 ^a
Drip loss(%)	4.75±0.93	4.89±1.12	5.75±1.53	5.91±1.67
Boiling loss(%)	30.39±3.97 ^a	29.29±4.48 ^{ab}	27.35±3.76 ^b	27.03±5.53 ^b

¹⁾ Stored at -20°C for 6 months after 24 hours postmortem, thawed in 4°C for 20 hours and then chilled at 4°C for 0 day.

²⁾ Mean±S.D. with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

³⁾ The same as in Table 2.

과에서 보듯이 사태육은 해동 후 냉장 중 연도와 보수력의 향상 효과를 기대하게 하였다.

3. 해동 후 냉장이 유리아미노산 및 지방산 조성에 미치는 영향

동결한 한우 사태육에 대하여 해동 직후와 해동 후 냉장 4일째의 유리아미노산 및 지방산 조성을 비교하였다. Table 5에서 보는 바와 같이 대부분의 유리아미노산은 해동 후 냉장에 의해 증가 현상을 보였으며, taurine, L-glutamic acid 및 L-valine은 유의적 차이를 나타내었다($p<0.05$). 유리아미노산 총량은 해동 직후의 82.76 mg/100 g에 비해서 해동 후 냉장 4일째에 91.72 mg/100 g으로 증가하여 단백질의 자기소화 현상을 반영하였으나 유의적 차이를 나타내지 않았으며, Kim *et al*(1999)이 보고한 홀스타인 등심육의 경우보다 증가의 폭이 작게 나타났다. 쇠고기의 유리아미노산은 비휘발성 화합물들과 함께 가열에 의하여 맛을 내고(Cambero *et al* 1992), 지방산 조성도 기호도에 영향을 미친다(Anderson *et al* 1975). Table 6에서 보는 바와 같이 사태육의 지방산 조성은 포화지방산의 경우 43.84%에서 해동 후 4일째에 39.16%로 낮아지고, 불포화지방산 중 단일불포화지방산은 유의적으로 많아졌으며($p<0.05$), 이는 주로 oleic acid의 증가가 원인이었다. 다가불포화지방산은 해동 후 냉장에 의해 많아졌으나 유의적 차이가 아니었다. 쇠고기의 지방산에서 oleic acid 조성이 많으면 기호도가 우수하고(Park & Yoo 1994), 필수 지방산인 linoleic acid와 포화지방산인 stearic acid가 많아지면 풍미 변화에 의해 기호도가 저하한다는 보고가 있다(Westerling & Hedrick 1979). Lee *et al*(2010)은 한우육의 등급별 등심, 채끝, 양지머리, 우둔 및 목심의 지방산 조성 비교에서 포화지방산은 전체적으로 36.09~45.71%의 범위이며, 부위에 관계 없이 등급이 높을수록(1⁺⁺등급) 낮은 포화도를 보이고 등급

Table 5. Effects of chilling process after thawing on free amino acid contents of frozen hind shank meat prepared from Korean native beef (mg/100 g)

Item	Chilled days after thawing	
	0 ¹⁾	4
Phosphoserine	0.39±0.01	0.52±0.05
Taurine	6.45±0.11 ^{b2)}	7.52±0.29 ^a
L-Aspartic acid	5.76±0.83	5.78±0.66
L-Threonine	3.17±0.52	3.28±0.93
L-Serine	4.05±0.33	4.01±0.65
Asparagine	2.05±0.51	2.67±0.29
L-Glutamic acid	5.95±0.33 ^b	8.05±0.71 ^a
L-Proline	0.75±0.66	0.72±0.86
L-Glycine	11.97±3.76	13.26±2.89
L-Alanine	8.72±0.85	9.55±1.03
L-Valine	3.95±0.06 ^b	4.26±0.02 ^a
L-Isoleucine	5.83±0.48	6.53±0.59
L-Leucine	4.73±0.81	4.94±0.81
L-Tyrosine	4.88±0.81	5.13±0.81
L-Phenylalanine	3.95±0.81	3.29±0.81
L-Lysine	4.91±0.81	5.71±0.81
1-Methyl-L-histidine	2.15±0.31	2.47±0.19
L-Histidine	3.10±0.81	4.03±0.81
Total	82.76±9.18	91.72±10.21

¹⁾ The same as in Table 3.

²⁾ Mean±S.D. with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

Table 6. Effects of chilling process after thawing on fatty acid contents of frozen hind shank meat prepared from Korean native beef (%)

Item	Chilled days after thawing	
	0 ¹⁾	4
Myristic acid C _{14:0}	2.42±0.28	2.39±0.12
Palmitic acid C _{16:0}	27.89±1.92 ^{a2)}	25.06±3.08 ^b
Palmitoleic acid C _{16:1}	4.01±0.51	4.52±0.12
Magaric acid C _{17:0}	0.52±0.09	0.53±0.48
Magaroleic acid C _{17:1}	0.59±0.01 ^b	0.67±0.01 ^a
Stearic acid C _{18:0}	12.16±0.75 ^a	10.21±0.63 ^b
Oleic acid C _{18:1n9c,1n9t}	47.83±6.69 ^b	50.68±1.98 ^a
Linoleic acid C _{18:2n9c}	3.34±0.29	3.38±0.48
γ -Linolenic acid C _{18:3n6,9,12c}	0.12±0.03	0.15±0.61
Linolenic acid C _{18:3n9,12,15c}	0.41±0.02	0.51±0.09
Arachidic acid C _{20:0}	0.74±1.03	0.82±0.88
Eicosadienoic acid C _{20:2}	0.63±0.07	0.79±0.12
cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid C _{20:3}	1.23±0.09	1.22±0.02
Heneicosanoic acid C _{21:0}	0.11±0.01	0.15±0.03
SFA ³⁾	43.84±1.01 ^a	39.16±1.23 ^b
MUFA ⁴⁾	52.43±1.78 ^b	55.87±1.85 ^a
PUFA ⁵⁾	3.73±0.78	4.97±0.93

¹⁾ The same as in Table 3.

²⁾ Mean±S.D. with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

³⁾ Saturated fatty acid.

⁴⁾ Monounsaturated fatty acid

⁵⁾ Polyunsaturated fatty acid

이 낮을수록(3등급) 포화도가 높다고 하였는데, 본 실험에 이용한 동결 사태육의 포화지방산도 그 범위에 있으면서 해동 후 냉장에 의하여 낮아지는 경향을 보였다. 쇠고기의 육질 등급이 높고 포화지방산 조성이 낮을수록, 그리고 oleic acid 함량이 많을수록 풍미가 높다는 보고 내용과 관련해 보면 사태육의 해동 후 냉장은 기호도 향상에 기여할 수 있다고 여겨진다.

4. 해동 후 냉장 중 기호도의 변화

동결한 한우 사태육을 해동한 후 냉장 기간에 따라 관능 평가한 결과를 Table 7에 나타내었다. 가열육의 맛은 해동 후 6일째까지 현저한 차이를 보이지 않았으며, 향은 냉장 4일째까지 유의적으로 우수해지는 것으로 평가하였으나, 6일째에

Table 7. Effects of chilling process after thawing on palatability of frozen hind shank meat prepared from Korean native beef

Item	Chilled days after thawing			
	0 ¹⁾	2	4	6
Taste	4.52±0.52	4.47±0.62	4.49±0.35	4.43±0.48
Aroma	4.76±0.32 ^{b2)}	5.03±0.60 ^a	5.11±0.41 ^a	4.73±0.38 ^{ab}
Juiciness	3.91±0.47	4.02±0.39	4.10±0.58	4.06±0.55
Tenderness	4.71±0.71 ^b	5.07±0.94 ^{ab}	5.35±1.11 ^a	5.27±0.95 ^a
Palatability	4.67±0.55 ^b	4.79±0.62 ^{ab}	5.18±0.65 ^a	4.63±0.57 ^b

¹⁾ The same as in Table 3.

²⁾ Mean±S.D. with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

는 오히려 낮게 평가하였다($p<0.05$). 다즙성은 해동 후 냉장에 의하여 유의적 차이를 보이지 않았고, 연도는 해동 후 4일간의 냉장에 의하여 유의적으로 향상하였으나($p<0.05$), 그 이후는 해동 직후의 수준과 비슷하였다. 종합적 기호도는 해동 직후보다 해동 후 4일째 우수해졌고($p<0.05$), 이는 가열육 향과 연도가 좋아진 데서 기인한 것으로 나타났으며, 지방산패도인 TBA 값이 유의적으로 높았던 6일째에는 오히려 좋지 않게 평가하였다. 가열한 쇠고기의 기호도는 근내지방 함량과 관련이 있으며, 근내지방은 주로 연도, 풍미 및 다즙성에 영향을 미치는데(Blumer TN 1963, Berry BW 1994, Lawrie & Leward 2006), 그 중에서 연도에 미치는 영향이 가장 크다고 하였다(Kim *et al* 2000a). 그리고 쇠고기의 맛과 향을 구분하여 관능 평가한 결과에서 맛보다 향이 기호도에 더 많이 기여하며(Jung *et al* 1996b), 이는 숙성향 생성(Matsuiishi *et al* 1993)에 의한 것이라 보고하였다. 냉장육은 숙성에 의해서 숙성향이 생기고(Matsuiishi *et al* 2000), 연도가 향상되어 기호도가 좋아지는데(Moon YH 2005), 동결육은 그런 효과를 얻을 수 없다. 그러므로 Kim *et al*(2000b)은 동결육의 기호도 향상을 위한 연구의 하나로, 홀스타인 등심육은 해동 후 일정 기간 냉장하면 연도와 숙성향 향상 효과를 얻을 수 있다고 하였다. 본 실험의 결과들을 종합해 보면 한우의 사태육은 동결 6개월까지 물리화학적 변화가 크지 않았으며, 이것을 해동한 후 냉장하면 연도와 기호도 향상의 효과를 얻을 수 있으며, 그 효과는 4일째가 적당함을 알 수 있었다.

요 약

한우 사태육의 동결 기간에 따른 물리화학적, 기호적 특성 변화와 해동 후 냉장 효과를 검토하였다. 한우의 사태육을 진공포장하여 -20°C 에서 9개월간 동결하는 동안 표면 색도,

휘발성 염기질소(VBN) 및 콜라겐 함량은 유의적 차이가 없었다. 그리고 pH, 지방산패도(TBA), 경도, 드립 감량 및 가열 감량은 증가하고 기호도가 저하하였으나, 모두 6개월까지는 유의적 차이가 나타나지 않았고, 9개월째에 유의적 차이를 보였다. 동결 저장 6개월 후 해동한 사태육은 해동 후 냉장 4일까지 연도, 보수력, 아미노산의 L-glutamic acid, 지방산의 oleic acid 및 다가불포화지방산 조성이 높아지고 관능 특성에서 기호도가 유의적으로 향상하여 해동 후 냉장 효과가 있었다. 해동 후 냉장 6일째에는 VBN 및 TBA 값이 현저히 상승하였으며 기호도가 저하하였다.

감사의 글

이 논문은 2010학년도 경성대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

문헌

- Anderson DA, Kisellan JA, Watt BK (1975) Comprehensive evaluation of fatty acid in beefs. *J Am Diet Assoc* 67: 35-41.
- AOAC (2000) *Official Methods of Analysis*. Hydroxyproline in meat and meat products. Association of Official Analytical Chemists. Ch 39. 13-15.
- Berry BW (1994) Fat level, high temperature cooking and degree of doneness affect sensory, chemical and physical properties of beef patties. *J Food Sci* 59: 10-14.
- Blumer TN (1963) Relationship of marbling to the palatability of beef. *J Anim Sci* 22: 771-778.
- Buege AJ, Aust SD (1978) Microsomal lipid peroxidation. In *Methods in enzymology*, Gleischer S. and Parker L. (ed.), pp. 302-310. Vol. 52, Academic Press Inc., New York.
- Camero MI, Seuss I, Honikel KO (1992) Flavor compounds of beef broth as affected by cooking temperature. *J Food Sci* 57: 1285-1290.
- Cho SH, Kim JS, Seong NP, Choi YH, Park BY, Lee YJ, In TS, Chun SY, Kim YK (2007a) Cholesterol, free amino acid, nucleotide-related compounds, and fatty acid composition of Korean Hanwoo bull beef. *Korean J Food Sci Ani Resous* 27: 440-449.
- Cho SH, Park BY, Kim JH, Choi YH, Seong PN, Chung WT, Chung MO, Kim DH, Ahn CN (2007b) Nutritional composition and physico-chemical meat quality properties of Korean Hanwoo bull beef. *J Anim Sci & Technol* 49: 871-880.
- Cho SH, Park BY, Kim JH, Hwang IH, Kim JH, Lee JM (2008) Fatty acid profiles and sensory properties of *longissimus dorsi*, *triceps brachii*, and *semimembranosus* muscles from Korean Hanwoo and Australian Angus beef. *Asian-Aust J Anim Sci* 18: 1786-1793.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GHS (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-500.
- Hofmann K, Hamm R, Blüchel E (1982) Neues über die estimation der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpress methode. *Fleischwirtschaft* 62: 87-93.
- Jung IC, Kim MJ, Moon YH (1996a) Effects of chilling, freezing and re-chilling storage after thawing on lipid and fatty acid composition of beef loin. *Korean J Food Sci Ani Resous* 16: 213-219.
- Jung IC, Kim MS, Lim CW, Moon GI, Cha IH, Kwon HD, Moon YH (1996b) Effects of cold storage on the palatability of thawed Holstein tenderloin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 637-642.
- Kang SM, Lee IS, Song YH, Lee SK (2008) Meat quality composition of beef from Hanwoo supplemented with dietary *Rhus verniciflua* stokes meal, silicate, and chromium-methionine during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Ani Resous* 28: 138-145.
- Kim BG, Kim YJ (2005) Effect of supplemental charcoal powder and vitamin A on the physico-chemical characteristics in fattening Hanwoo steers. *Korean J Food Sci Ani Resous* 25: 32-38.
- Kim CJ, Lee ES (2003) Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Sci* 63: 397-405.
- Kim CJ, Suck JS, Ko WS, Lee ES (1994) Studies on the cold and frozen storage for the production of high quality meat of Korean native cattle II. Effects of cold and frozen storage on the drip, storage loss and cooking loss in Korean native cattle. *J Food Sci* 14: 151-154.
- Kim JH, Cho SH, Seong PN, Har KH, Kim HK, Park BY, Lee JM, Kim DH, Ahn CN (2007) Effect of ageing temperature and time on the meat quality of *longissimus* muscle from Hanwoo steer. *Korean J Food Sci Ani Resous* 27: 171-178.
- Kim JH, Cho SH, Seong PN, Jeong DW, In TS, Hah KH, Jung MO, Park BY, Kim KH, Kim YS, Lee YK, Baik MG (2000c) Postmortem muscle glycolysis and meat quality

- characteristics of intact male Korean native(Hanwoo) cattle. *Meat Sci* 55: 47-52.
- Kim JH, Cho SH, Seong PN, Jeong DW, In TS, Hah KH, Jung MO, Park BY, Lee JM, Kim DH (2009) Relationship between sensory property and Warner-Bratzler shear force for prediction of tenderness for branded Hanwoo beef. *Korean J Food Sci Ani Resous* 29: 40-46.
- Kim MS, Jung IC, Moon YH (2000a) Comparison of palatability of frozen beef and vacuum chilled beef during storage period. *Korean J Food Sci Ani Resous* 20: 192-198.
- Kim MS, Yang JB, Moon YH (1999) Effects of chilling process after thawing on the free amino acid composition of beef loin. *Korean J Food Sci Ani Resous* 19: 234-239.
- Kim MS, Yang JB, Moon YH (2000b) Effects of freezing period and chilling process after thawing on the palatability of beef loin. *Korean J Food Sci Ani Resous* 20: 282-287.
- Korean Food & Drug Administration (2002) Food code. Mun-Youngsa, Seoul, pp 212-251.
- Lawrie RA, Ledward DA (2006) Lawrie's meat science. 7th ed.. Woodhead Publishing, Cambridge, England.
- Lee HJ, Yoo BS, Byun SY (2000) Differences in phenolic acids between Korean ginsengs and mountain ginsengs. *Korean J Biotechnol Bioeng* 15: 323-328.
- Lee JM, Kim TW, Cho SH, Seong PN, Jung MO, Cho YM, Park BY, Kim DY (2009) Comparison of chemical, physical and sensory traits of *longissimus lumborum* Hanwoo beef and Australian Wagyu beef. *Korean J Food Sci Ani Resous* 29: 91-98.
- Lee JM, Yoo YM, Park BY, Chae HS, Kim DH, Kim YK, Choi YI (2005) Study on the carcass yield grade of Hanwoo. *J Anim Sci & Technol* 47: 261-270.
- Lee SK, Kim JY, Kim YS (2004) Aroma pattern analysis of Hanwoo beef (*M. longissimus*) using electronic nose during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Ani Resous* 24: 260-265.
- Lee YJ, Kim CJ, Kim JH, Park BY, PN, Kang GH, Kim DH, Cho SH (2010) Comparison of fatty acid composition of Hanwoo beef by different quality grades and cuts. *Korean J Food Sci Ani Resous* 30: 110-119.
- Lee YJ, Kim CJ, Park BY, Seong PN, Kim JH, Kang GH, Kim DH, Cho SH (2009) Warner-Bratzler shear force, sarcomere length, total collagen contents and sensory characteristics of Hanwoo beef(Korean native cattle) quality grade. *Korean J Food Sci Ani Resous* 29: 726-735.
- Matsuishi M, Fujimori M, Moon YH, Okitani A (2000) Isolation and characterization of a bacterium producing the conditioned raw beef aroma. *Animal Sci J* 71: 409-415.
- Matsuishi M, Mori J, Moon YH, Okitani A (1993) Generation of the desirable aroma, the conditioned raw beef aroma induced by storage of meat in air. *Animal Sci and Technol* 64: 163-170.
- Moon SS, Yang HS, Park GB, Joo ST (2006) The relationship of physiological maturity and marbling judged according to Korean grading system to meat quality traits of Hanwoo beef females. *Meat Sci* 74: 516-521.
- Moon YH (2005) Aging effect of vacuum-packaged beef loins with a long chilling period. *Korean J Food Sci Ani Resous* 25: 127-133.
- Moon YH, Kim MS, Jung IC (2000) Effects of freezing period and rechilling process after thawing on fatty acid composition and TBA value of beef loin. *Korean J Food Sci Ani Resous* 20: 288-295.
- Nishimura T, Hattori A, Takahashi K (1996) Relationship between degradation of proteoglycans and weakening of the intramolecular connective tissue during postmortem aging of beef. *Meat Sci* 42: 251-260.
- Park BS, Yoo IJ (1994) Comparison of fatty acid composition among imported beef, Holstein steer beef and Hanwoo beef. *J Anim Sci* 36: 69-75.
- Park GB, Moon SS, Ko YD, Ja JK, Lee JG, Chang HH, Joo ST (2002) Influence of slaughter weight and sex on yield and quality grades of Hanwoo (Korean native cattle) carcasses. *J Anim Sci* 80: 129-136.
- Rhee MS, Kim BC (2001) Effect of low voltage electrical stimulation and temperature conditioning on postmortem changes in glycolysis and calpains activities of Korean native cattle (Hanwoo). *Meat Sci* 58: 231-237.
- SAS (2002) SAS/STAT User's Guide; statistics, Release 8.2 edition, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- Simmons NJ, Auld MM, Thomson BC, Cairney JM, Daily CC (2000) Relationship between intermediate pH toughness in the beef carcass. *Proc NZ Soc Anim Prod* 60: 117-119.
- Stone H, Didel ZL (1985) Sensory evaluation practices. Academic press Inc., New York, USA, pp. 45-46.
- Vestergaard M, Oksbjerg N, Henckel P (2000) Influence of feed intensity, grazing and finishing feeding on muscle fiber characteristics and meat colour of semitendinosus, *longissimus dorsi* and supraspinatus muscles of young bulls.

- Meat Sci* 54: 177-185.
- Westering DB, Hedrick HB (1979) Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J Anim Sci* 48: 1343-1348.
- Yang SY, Lim SD, Jeon KH, Nam KB, Kwon SA, Park JE (2007) Comparison of vitamin A, E, and cholesterol contents and the sensory properties of chilled Hanwoo and Australian beef. *Korean J Food Sci Ani Resous* 27: 262-266.
- Zhang SX, Farouk MM, Young OA, Wieliczkom KJ, Podmore C (2005) Functional stability of frozen normal and high pH beef. *Meat Sci* 69: 765-772.

접 수: 2010년 8월 31일
최종수정: 2010년 10월 19일
채 택: 2010년 12월 20일