

解凍後 貯藏한 牛肉의 物理化學的 特性 및 嗜好性

藥品分析科

文責任, 朴芝賢, 李美玉

Physicochemical Properties and Palatability of Beef during Storage at 1°C after Thawing

Drug Analysis Division

Gui-Im Moon, Gee-Hyeum Park and Mi-Ok Lee

Abstract

The changes of physicochemical properties and sensory evaluation of Korean native and imported beef during storage at 1°C after thawing were measured. The hardness of beef was decreased markedly during cold storage after thawing. The myofibrillar fragmentation index in beef by cold storage for 8 days after thawing was increased significantly ($p < 0.05$). The Mg-APTase activity in low ionic strength raised during cold storage after thawing. The color was bright until 8 days, then it was dark on 13 days after thawing. The raw meat aroma and tenderness of beef by cold storage after thawing was improved, but the aroma of imported beef wasn't significantly increased. The palatability of cooked meat was improved significantly ($p < 0.05$) by cold storage after thawing. The above results indicated that cold storage after thawing of frozen beef can improve its aroma and hardness in case that insufficient conditioning is the reason for its low palatability.

Keyword : Thawing, Conditioning, Physicochemical property, Palatability

I. 緒 論

食肉은 凍結하므로써 化學的, 微生物學的 反應들이 抑制되어 오랫동안 貯藏이 可能하게 된다. 그러나 食肉은 凍結中 여러가지의 品質變化가 일어나게 되며, 그 變化의 程度는 凍結對象 食肉의 狀態, 凍結方法 및 解凍方法등에 따라서 달라진다. 특히 凍結食肉은 非凍結食肉에 비해서 嗜好性이 劣等하며, 嗜好性이 優秀한 食肉을 얻기 위해서는 熟性過程을 거쳐야 되는데 凍結狀態에서는 그 反應이 抑制된다. 따라서 凍結 食肉은 熟性이 不足한 狀態에서 食用으로 利用되기 쉽고, 그것이 非凍結 食肉에 비하여 맛이 없는 하나의 要因이 될 수 있다. 그러므로 食肉의 嗜好性을 向上시키기 위해서는 屠殺後 死後硬直을 거쳐 適切한 段階에서 香氣와 연도를 증가하여 利用하는 것이 바람직하다.

食肉의 嗜好性은 맛成分, 香氣成分, 및 組織感이 同時に 作用하여 나타나게 되는데, 西村과 加藤(1)은 屠殺後 이들이 獨立의으로 變化하므로 어느것이 嗜好性에 絕對的으로 影響을 미치는가는 食肉의 種類 및 部位에 따라서 다르게 되며, 牛肉은 豚肉과 雞肉보다 香氣 및 연도의 向上이 嗜好性에 크게 關與한다고 하였다. 沖谷 등(2)은 凍結한 훈스타인 牛肉을 解凍한 後에 冷蔵하면 生肉香氣와 嗜好性이 優秀하여 진다고 하였으며, 櫻岸 등(3)은 輸入 牛肉의 物理化學的 性質로서 熟性度를 判斷한 結果 30,000 dalton 成分의 出現率度, 筋단력 및 根源纖維의 小片化 程度가 서로 相關關係가 크다고 하였다.

그러나 國內에서는 凍結牛肉을 解凍한 後에 다시 冷蔵한 것에 대하여 物理化學的 性質 및 嗜好性을 檢討한 報告는 드물다. 본 研究에서는 凍結牛肉을 解凍하고 다시 貯藏하였을 때에 生肉의 硬度, 根源纖維의 小片化, Mg-APTase生活 및 表面色度의 變化를 調査하고 더불어 生肉과 加熱肉의 嗜好性을 官能的으로 評價하였다.

III. 材料 및 方法

1. 材料

韓牛(우, 420kg)를 屠畜하여 4℃에서 2일간 冷蔵한 後 등심부위를 解體하고 約 500g씩 膜과비닐수지로 包裝하여 冷凍室에서 保管하였다. 凍結 輸入牛肉은 濰洲産으로서 (주) 韓國冷蔵(釜山市 南富民洞)에서 등심부위를 解體하고 約 500g씩 膜과비닐수지로 包裝한 狀態에서 供給받아 -20℃의 冷凍室에서 保管하였으며, 解凍은 1℃에서 24時間 行하였다.

2. 方法

牛肉의 硬度는 根纖維와 平衡하게 두께 約 5mm, 直徑 約 20mm로 자른 後 室溫에서 1 時間 정도 放置하였다가 rheometer(CR-200D, SUN科學)를 使用하여 測定하고 10^3 dyne/cm 로 標示하였다. 根源纖維는 Yang等(4)의 方法으로 調製하였으며, 小片化 程度는 Culler 等 (5)의 方法에 依하였고, Mg-APTase活性은 Fiske와 Subbarow法(6)에 따라 測定하고, 活性은 1mg의 根源纖維蛋白質에 依해서 1分間 遊離되어 나오는 無機磷酸(Pi)의 量을 μ mole로 示하였다. 또 表面色度는 Minolta chroma meter(Model CR-200)를 使用하여 色값을 測定하고 L, a 및 b값으로 나타내었다.

官能檢査는 訓練된 panel에 依해서 實施하였으며 生肉香과 加熱肉의 香은 嗅覺만으로 評價하고, 嗜好性은 香氣와 texture를 同時に 評價하였다. 加熱肉의 調理는 試料의 斷面을 約 4×4 cm, 두께 約 1cm로 자르고 200°C 의 加熱版 위에서 앞면을 120초, 뒤집어서 30초간 加熱하였으며 評價는 2點 嗜好選擇試驗法으로 하였다(2).

牛肉의 物理化學的 性質 및 嗜好性에 대한 實驗結果는 각각 t-test 및 χ^2 -test에 依해서 統計處理 하였다(7).

IV. 結果 및 考察

1. 物理化學的 性質

韓牛肉을 -20°C 에서 15日 및 45日 凍結한 것과 輸入牛肉을 45日 및 105日 凍結한 後에 解凍하고 다시 冷蔵하는 동안 硬度의 變化를 Table 1에 나타내었다. 韓牛肉과 輸入牛肉 모두 凍結期間에 關係없이 13日까지 硬度가 弱해지고 있어서 解凍後 다시 冷蔵할 境遇 牛肉의 연도는 向上되고 있었으며, 특히 韓牛肉은 8日째, 輸入牛肉은 13日째 硬度의 顯著的 ($p > 0.05$) 變化가 나타나서 韓牛肉이 輸入牛肉보다 凍結後에 빨리 연해지는 것을 알 수 있었다. 이와 같이 解凍後 熟性으로 인하여 연도가 向上된 本 實驗結果는 Winger와 Fennema(8)가 報告한 것과 一致하였으며, 根岸 等(9)이 Warner-Bratzer를 利用한 牛肉의 切断력의 結果와도 類似的 傾向이었다.

Table 1. Changes in hardness(10^3 dyne/cm) of thawed beef during storage at 1°C

	Storage days after thawing		
	0	8	13
15-KNB ¹⁾	3.85 ± 0.43^a	2.72 ± 0.83^b	2.46 ± 0.80^c
45-KNB ²⁾	3.75 ± 0.91^a	2.83 ± 0.58^b	2.80 ± 0.64^b

45-IB ³	3.93±0.61 ^a	3.77±0.91 ^{ab}	3.06±0.76 ^b
105-IB ⁴	4.10±0.75 ^a	3.42±0.91 ^a	3.18±0.61 ^b

Values are mean±standard deviation

^{ab} Different superscripts are significantly ($p < 0.05$) different in same row

¹Korean native beef frozen for 15 days at -20°C

²Korean native beef frozen for 45 days at -20°C

³Imported beef frozen for 45 days at -20°C

⁴Imported beef frozen for 105 days at -20°C

Stromer와 Goll(10), Olson等(11-13) 및 Parrish 等(14, 15)은屠殺後凍結하지 않고 2°C 에서牛肉을熱性시키면根源纖維의凍結部位가弱化되어小片化가 일어나기 때문에연하게 된다고 하였으며, Cohen(16)은凍結牛肉의 어깨根肉을 $5\sim 6^{\circ}\text{C}$ 에서解凍하고 7日間熱性시켰을 경우根源纖維의小片化는有意적으로($p > 0.05$)增加한다고報告하였다. 본實驗(Table 2)에서도凍結한牛肉을解凍한後 8日間冷蔵시킴으로써根源纖維의小片化程度가顯著하게($p > 0.05$)增加하고 있음을 알 수 있었다. 그리고 105日間凍結한輸入牛肉은解凍後 8일에서 13일까지有意적인變化를 보였으나 그 이외의試料에서는小片化程度가向上되고 있었지만有意性を認定할 수 없었다. Culler 等(5)은牛肉의根源纖維의小片化程度가 50以下이면 연도가 좋지 않다고 하였는데 본實驗結果와比較하면解凍直後の 모든牛肉은 연도가 좋지 않은狀態이고解凍後冷蔵하므로써연하게 되는 것이確認되었다.

根源纖維의 Mg-ATPase活性測定에서 Yang 等(17)은 Mg-ATPase活性을擔當하고 있는蛋白質과其他蛋白質이構築하고 있는根源纖維의構造가變化하기 때문에熱性에 의해서活性은上昇하고 KCl 의존性도 높아진다고報告한 바 있다. 본實驗에서는解凍後冷蔵한牛肉의根源組織의 Mg-ATPase活性(Fig. 1)은 낮은 이온강도에서 다소增加하였으며, 이러한現像은韓牛肉과輸入牛肉 모두에서 찾아 볼 수 있었다. 그러나 Mg-ATPase活性의 향상程度는屠殺後凍結하지 않고熱性되는牛肉(2) 및 토끼根肉(17)의境遇보다는 적은 편이었다.

凍結牛肉을解凍하여冷蔵하는 동안의表面色度の變化를調査하여 Table 3에 나타내었다. 즉 L값(명도)은韓牛肉과輸入牛肉 모두解凍後 8일까지 다소增加하여肉色이 밝아졌다가解凍後 13일에 다시 어두워지는現像을 보였다. 이 때에韓牛肉에 비하여輸入牛肉의色은顯著하게變化되는 것을 알 수 있었다. 이러한結果는韓牛肉의境遇凍結貯藏後에解凍하여 다시 13일까지冷蔵할 때에 oxymyoglobin이 metmyoglobin으로變化되는速度가輸入牛肉보다 늦어지는 것으로推測되었다. 한편 a값(赤色度)과 b값(黃色度)은韓牛肉의 경우解凍後 8일에減少하였다가 13일에 다시增加하였으며輸入牛肉의境遇는 그러하지 않았다. 이러한結果는解凍後冷蔵되는牛肉의色度の變化가凍結期間보다는品種의差

Table 2. Changes in myofibrillar fragmentation index of thawed beef during storage at 1°C

	Storage days after thawing		
	0	8	13
15-KNB ^d	41.15±6.11 ^a	62.13±7.87 ^b	70.11±8.09 ^b
45-KNB ^d	40.83±5.75 ^a	59.88±6.65 ^b	65.12±7.04 ^b
45-IB ^d	38.00±4.41 ^a	60.15±5.87 ^b	67.08±8.15 ^b
105-IB ^d	39.88±5.02 ^a	57.95±4.98 ^b	61.17±7.50 ^b

Values are mean±standard deviation

^{a-c}Different superscripts are significantly ($p < 0.05$) different in same row

¹⁻⁴The foot-note refer to Table 1.

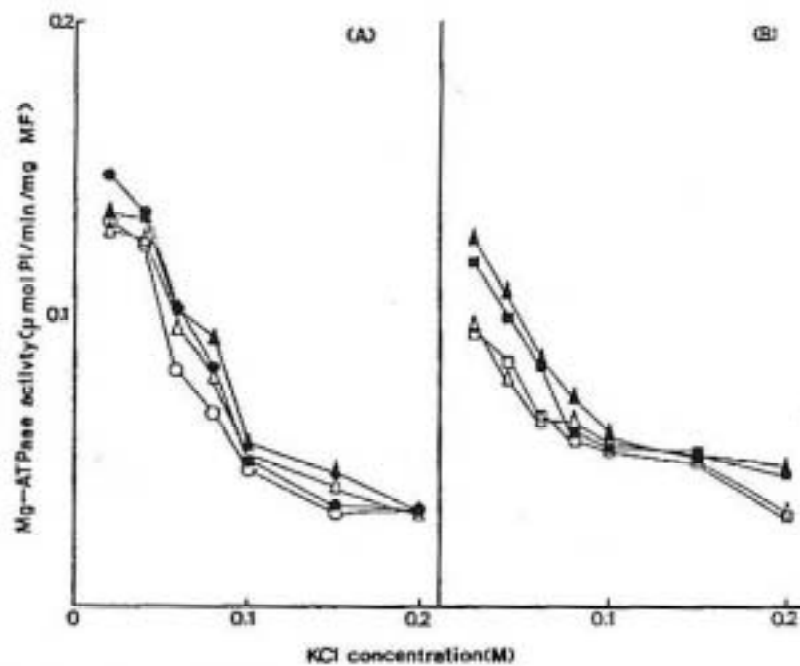


Fig. 1. Changes in Mg-ATPase activities of myofibrils of thawed beef at various KCl concentration during storage at 1°C. Korean native beef(A) and imported beef(B) were stored at 1°C for 0 day(open) and 8 days(close) after freezing at -20°C for 15(○, ●), 45(△, ▲) and 105 days(□, ■). Mg-ATPase activities were measured by the assay of myofibril (0.25mg/ml) with 1mM APT in 20mM Tris-HCl buffer(pH 8.0) containing 2mM MgCl₂ at various concentration of KCl indicated on the abscissa at 25°C for 5 min

異가 原因이라고 推測되며, 이것은 筋肉色素인 myoglobin含量的 差異에서도 起因할 수 있다고 생각된다.

以上の 結果들을 綜合하면 凍結牛肉은 解凍後 8일까지 冷蔵할 場合 연도 및 表面色度の 向上을 얻을 수 있었지만 冷蔵 13일째에는 오히려 表面色이 나빠져서 解凍後 오랫동안 冷蔵하는 것은 바람직하지 못한 것으로 推測되었다.

Table 3. Changes in color difference of thawed beef during storage at 1°C

		Storage days after thawing		
		0	8	13
15-KNB ¹⁾	L	43.51±3.15 ^a	43.71±2.20 ^a	42.07±2.13 ^a
	a	16.93±2.24 ^a	11.18±1.08 ^b	12.38±1.95 ^b
	b	7.94±1.39 ^a	6.61±1.00 ^b	6.75±0.98 ^b
45-KNB ²⁾	L	41.95±2.75 ^a	43.61±4.50 ^a	41.38±2.89 ^a
	a	20.60±3.52 ^a	17.12±1.98 ^b	18.96±2.68 ^{ab}
	b	9.92±1.40 ^b	9.12±1.17 ^b	10.08±1.96 ^b
45-IB ³⁾	L	40.28±2.71 ^a	41.80±3.09 ^a	38.45±2.59 ^a
	a	12.56±2.75 ^a	14.66±1.75 ^a	13.75±1.93 ^a
	b	6.62±1.59 ^a	7.69±1.01 ^a	7.52±1.95 ^a
105-IB ⁴⁾	L	40.43±1.25 ^a	41.78±0.83 ^b	39.98±1.02 ^b
	a	11.82±1.39 ^a	10.37±1.11 ^b	12.83±0.73 ^b
	b	7.30±0.61 ^a	7.45±0.30 ^a	6.91±1.09 ^a

Values are mean±standard deviation

^{a)}Different superscripts are significantly (p < 0.05) different in same row

¹⁻⁴⁾The foot-note refer to Table 1.

2. 嗜好性

食肉의 맛成分과 香氣成分의 成分들은 각각 赤肉과 脂肪組織의 水溶性物質이라고 報告되어 있고(18), 牛肉의 香氣成分에 대한 研究는 대부분 香氣成分을 分離, 動靜하는데 限定되어 있으며(1) 官能적으로 느껴지는 固有의 生肉香氣에 대하여 各個의 香氣成分이 어떠한 影響을 주는가에 대해서는 報告된 結果들이 거의 없는 實情이다. 이는 牛肉의 香氣가 單一物質의 效果가 아니라 수많은 揮發性 物質들이 複合적으로 나타나는 效果이기 때문에 생각된다.

凍結된 韓牛肉과 輸入牛肉을 解凍한 後에 冷蔵하면서 生肉香氣와 연도를 官能評價하여

그 결과를 Table 4에 나타내었다. 凍結된 韓牛肉을 解凍한 後 8時間 冷蔵한것은 解凍直後의 試料에 비하여 生肉香氣와 연도가 顯著하게 優秀하였다. 輸入牛肉은 解凍後 8日間 冷蔵한 것이 解凍直後의 것보다 연도가 아주 優秀하였으며, 生肉香氣는 有意的인 差異는 아니지만 다소 向上되고 있음을 알 수 있었다. 以上の 結果들로부터 凍結牛肉을 解凍한 後에 다시 冷蔵하게 되면 生肉香氣와 연도의 向上效果를 얻을 수 있으며, 輸入牛肉보다 韓牛肉에서 이러한 現像이 더 크게 나타나는 것을 알 수 있었다.

Table 4. Sensory evaluation of aroma and tenderness of raw meat conditioning at 1°C for 8 days after thawing.

	Numbers of samples judged to be preferable			
	Korean native beef		Imported beef	
	Aroma	Tenderness	Aroma	Tenderness
0 ¹⁾	11	8	15	6
8 ²⁾	25	28	21	30
Difference	*	**	NS	***

Significant difference were indicated with * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, NS means not significant

¹⁾Thawed beef: freezing at -20°C for 45 days and thawed at 1°C for 1 day

²⁾Thaw-conditioned beef: freezing at -20°C for 37 days thawed at 1°C for 1 day and then conditioned for 8 days at same temperature

凍結牛肉을 解凍하고 다시 冷蔵하므로써 生肉의 香氣와 연도가 向上되었으므로 加熱肉에서도 그 影響을 미치는가에 대하여 檢討하였다. Table 5에서 보는 바와 같이 解凍直後 및 解凍後 8日間 冷蔵한 韓牛肉을 比較한 結果 혀에서 느껴지는 맛은 差異이 없었으나 香氣, 組織感 및 嗜好性은 解凍後의 冷蔵肉에서 顯著하게 向上되었다. 輸入牛肉은 解凍後 冷蔵한 牛肉이 解凍直後의 것보다 香氣, 組織感 및 嗜好性이 向上되었으나 香氣는 留意的인 向上이 아니었다. 그러나 解凍後 冷蔵한 牛肉은 生肉香氣가 向上되고 그 物質은 加熱하였을 때에도 加熱肉 香氣를 形成하게 하여 嗜好性을 向上시키는데 寄與하고 있는 것으로 判斷되었다.

이와 같은 結果들을 綜合하여 볼 때에 凍結牛肉은 韓牛肉이든 輸入牛肉이든 解凍後 일 정시간 冷蔵시킴으로서 嗜好性을 向上시킬 수 있으며, 그것은 맛성분보다도 香氣成分과 연도의 向上이 크게 寄與하고 있는 것을 알 수 있었다.

Table 5. Sensory evaluation of cooked meat conditioning at 1°C for 8 days after thawing.

	Numbers of samples judged to be preferable							
	Korean native beef				Imported beef			
	Aroma	Taste	Texture	Palatability	Aroma	Taste	Texture	Palatability
0 th	10	17	9	9	13	20	10	11
8 th	26	19	27	27	23	16	26	25
Difference	*	NS	**	**	NS	NS	*	*

Significant difference were indicated with * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, NS means not significant

¹⁻²The foot-note refer to Table 4.

IV. 要 約

凍結된 韓牛肉과 輸入牛肉을 解凍한 後 1°C에서 冷蔵하면서 物理化學的 性質 및 嗜好性을 檢討한 結果는 다음과 같다.

硬도는 解凍後에 冷蔵시킴으로써 有意的으로 ($p(0.05)$) 低下하였으며, 根源纖維의 小片化는 冷蔵 8일까지 顯著하게 ($p(0.05)$) 上昇되었다. 낮은 이온강도에서 根源纖維의 Mg-ATPase 活性은 解凍後 冷蔵하므로써 다소 上昇하였다. 그리고 表面色度는 8일까지 밝아지다가 13일에 다시 어두워 졌다.

解凍後 冷蔵한 牛肉의 生肉香氣와 연도는 向上하였으나, 輸入牛肉의 生肉香氣는 有意的인 向上이 아니었다. 加熱牛肉의 嗜好性은 解凍後 冷蔵에 의하여 顯著하게 ($p(0.05)$) 向上되었다.

以上の 結果로부터 凍結牛肉의 嗜好性이 떨어지는 原因이 熟性부족일 境遇에는 解凍後 冷蔵에 의해서 香氣와 연도를 向上시킴으로써 嗜好性を 높일 수 있음을 알 수 있었다.

V. 参 考 文 献

- 1) 西村敏英, 加藤博通: 食肉の呈味成分における熟性の役割. 肉の科学, **29**, 1(1988)
- 2) 沖谷明紘, 松石昌典, 根岸晴夫, 古川純夫: 凍結貯蔵牛肉の解凍後貯蔵による食味性の向上. 日畜會報, **61**, 990(1990)
- 3) 根岸晴夫, 夏野めぐみ, 古川純夫: 輸入冷凍牛ロース肉の熟度指標としての剪断力値, APT關聯化合物, わよび30,000ダルトン成分. 日畜會報, **63**, 1269(1992)
- 4) Yang, R., Okitani, A. and Fujimaki, M.: Studies on myofibrils from the stored muscle. Part I. Postmortem changes in adenosine triphosphatase activity of myofibrils from rabbit muscle. *Agric. Biol. Chem.*, **34**, 1765(1970)
- 5) Culler, R.D., Parrish, F.C.Jr., Smith, G.C. and Cross, R.D.: Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics bovine *longissimus* muscle. *J. food Sci.*, **43**, 1177(1978)
- 6) Fiske, C.H. and Subbarow, Y.: The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, **66**, 375(1925)
- 7) 이영춘: 식품공업의 품질관리, 학연사, 서울, p.81(1992)
- 8) Winger, R.J. and Fennema, O.: Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at -30°C or 15°C . *J. Food Sci.*, **41**, 1433(1976)
- 9) 根岸晴夫, 夏野めぐみ, 古川純夫: 牛肉の熟度指標としての物理化學的性質. 日畜會報, **62**, 1095(1991)
- 10) Stromer, M.H. and Goll, D.E.: Molecular properties of postmortem muscle. 2. Phase microscopy of myofibrils from bovine muscle. *J. Food Sci.*, **32**, 329 (1976)
- 11) Olson, D.G., Parrish, F.C.Jr. and Stromer, M.H.: Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscle during postmortem storage. *J. food Sci.*, **41**, 1036(1976)
- 12) Olson, D.G. and Parrish, F.C.Jr.: Relationship of myofibril fragmentation index to measures of beefstake tenderness. *J. Food Sci.*, **41**, 506(1976)
- 13) Olson, D.G., Parrish, F.C.Jr., Dayton, W.R. and Goll, D.E.: Effect of postmortem storage and calcium activated factor on the myofibrillar proteins of bovine skeletal muscle. *J. Food Sci.*, **41**, 117(1976)
- 14) Parrish, F.C.Jr., Young, R.B., Miner, B.E. and Andersen, L.D.: Effect of postmortem conditions on certain chemical, morphological and organoleptic properties of bovine muscle. *J. Food Sci.*, **38**, 690(1973)

- 15) Parrish, F.C.Jr., Selvig, R.D., Culler, R.D. and Zeece, M.G. : CAF activity, calcium concentration and the 30,000 dalton component of tough and tender bovine *longissimus* muscle. *J. food Sci.*, **46**, 308(1981)
- 16) Cohen, T : Aging of frozen parts of beef. *J. Food Sci.*, **49**, 1174(1984)
- 17) Yang, R., Okitani, A. and Fujimaki, M. : Effect of trypsin treatment on the APT-ase activity of myofibrils from the stored rabbit muscle. *Agric. Biol. Chem.*, **36**, 2087(1972)
- 18) 渡邊乾二, 左藤 泰 : 肉の風味. 日畜會報, **45**, 113(1974)