

## 냉장에 의한 해동 홀스타인 안심육의 기호성 향상

정인철<sup>†</sup> · 김미숙\* · 임채원\*\* · 문귀임\*\* · 차인호\*\* · 권혁동\*\* · 문윤희\*

대구공업전문대학 식품공업과  
\*경성대학교 식품공학과  
\*\*부산광역시 보건환경연구원

## Effect of Cold Storage on the Palatability of Thawed Holstein Tenderloin

In-Chul Jung<sup>†</sup>, Mi-Sook Kim\*, Chae-Won Lim\*\*, Gui-Im Moon\*\*, In-Ho Cha\*\*,  
Hyuk-Dong Kwon\*\* and Yoon-Hee Moon\*

Dept. of Food Technology, Taegu Technical Junior College, Taegu 704-350, Korea  
\*Dept. of Food Science and Technology, Kyungshung University, Pusan 608-736, Korea  
\*\*Institute of Pusan Public Health and Environment, Pusan 608-104, Korea

### Abstract

This study was carried out to investigate the change of palatability improvement of cooked meat by the physico-chemical properties and sensory characteristics as aging at 3°C after thawing of frozen Holstein tenderloin. Shear force value(SFV), myofibrillar fragmentation ratio(MFR), appearance of 30Kilo dalton(30KD) component, raw meat aroma, tenderness, palatability of cooked meat, content of free amino acid and ATP related compound were measured. Raw meat aroma(p< 0.01), tenderness(p<0.05), SFV(p<0.05), MFR(p<0.01) and 30KD(p<0.001) of unfrozen beef tenderloin aged at 3°C were superior than frozen beef tenderloin. As aging at 3°C after thawing of frozen beef tenderloin, SFV(p<0.05) decreased, MFR(p<0.001) and 30KD(p<0.001) increased, and raw meat aroma and tenderness improved(p<0.05). Also, cooked meat aroma, texture and palatability improved(p<0.05), without changing the taste. The content of aspartic acid and leucine of tenderloin aged thawing of frozen beef abundant were more than frozen beef(p<0.05), concentration of IMP(p<0.05) decreased, the hypoxanthine(p<0.05) and inosine increased.

**Key words:** aging, palatability, free amino acid, ATP related compound

### 서 론

국내에서 생산되고 있는 우육은 대부분 한우와 홀스타인육으로서 이들은 소비자에게 공급될 때 주로 냉장 또는 동결상태로 있게 된다. 우육을 동결시키는 것은 저장기간을 연장시키기 위한 것이 주목적이라고 할 수 있다. 그러나 우육을 동결시키면 육 중의 물분자가 단백질과 분리된 상태로 얼음결정을 형성하므로 얼지 않은 부분의 이온 농도를 높이는 결과가 되기 때문에 단백질 변성의 원인이 되고 해동시의 보수력을 떨어뜨려(1) 기호성을 저하시키는 원인이 되기도 한다.

식육의 맛을 나타내는 물질은 주로 수용성 전구물질이다. 식육의 기호성에 관련이 깊은 아미노산(2,3),

ATP 대사물질(4,5), 당(5), 젖산(6) 등 여러 화합물들은 사후 숙성기간이 지나면서 그 양이 점차로 변화하게 된다(7). 그러나 이같은 수용성 전구물질들은 가열에 의해서 풍미성분으로 전환되는 경우와 변화하지 않고 그대로 맛 성분으로 남는 경우가 있다(8). 따라서 식육의 풍미향상에 중요한 역할을 하는 것은 이들 수용성 전구물질들을 가열하였을 때에 생성된 물질들이 혼합되어 나타나는 것으로 추정할 수 있다. 그리고 사후경직과 숙성에 필요한 기간이 오래 걸리는 우육인 경우 돈육이나 계육에 비하여 풍미 이외의 질감의 정도 즉 텍스처가 기호성에 크게 관여하게 된다(9).

현재까지 동결우육의 기호성 향상을 위한 연구는 부분적으로 이루어지고 있으나(10-12) 국내에서 생산

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

되는 우육을 일정기간 동결시켰다가 해동한 후 기호성 향상을 위한 방법을 제시하는 연구결과는 매우 드물다. 본 연구에서는 국내에서 생산된 홀스타인 안심육을 동결시키고, 이것을 해동한 후에 다시 일정기간 냉장하였을 때 기호성 향상 여부에 대하여 검토하였으며, 동결 수입우육의 기호성을 향상시킬 수 있는 기초적 자료를 얻는데도 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험을 위해서 사용된 홀스타인우육(♀, 490kg)은 도축장(부산시 학장동)에서 도축한 후 지육을  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 48시간 동안 사후경직을 거치게 한 다음 안심부위를 해체하고 약 500g씩 폴리에틸렌 필름으로 포장하여  $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 냉동실과  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 냉장실에 보관하면서 시료로 하였다. 그리고 동결한 안심육의 해동은  $4^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 실시하였으며 해동 후 냉장은  $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 행하였다.

### 전단력가, 근원섬유 소편화율 및 30KD의 측정

전단력가의 측정은 안심육을 근섬유와 평행하게 두께 약 5mm, 직경 약 20mm로 절단한 뒤 실온(약  $25^{\circ}\text{C}$ )에서 1시간 정도 방치하였다가 rheometer(Model No. CR-200D, Sun science, Japan)를 사용하여 측정하였다. 근원섬유의 소편화율은 Takahashi 등의 방법(13)에 의하여 실험하였으며, 30KD성분의 측정은 Laemmli의 방법(14)에 따라 전기영동을 실시하고 여기서 얻어진 gel을 densitometer(GS-670, BIO-RAD)에서 각각 전기영동상의 농도비를 계산하여 actin에 대한 백분율로 나타내었다.

### 관능검사

관능검사는 8~11명이 항상 오후 3시에 행하였다. 생육향과 가열육향은 후각만으로 평가하고 가열육의 맛은 후각을 차단한 상태에서 혀에서 느껴지는 맛 그리고 텍스처는 입속에서 씹을 때의 질감의 정도로 판단하였으며 기호성은 향미와 텍스처를 동시에 평가하였다. 가열육의 조리는 안심의 단면을 약  $4\times 4\text{cm}$ , 두께 약 1cm 크기로 찌르고 이것을  $200^{\circ}\text{C}$ 의 가열판 위에서 앞면을 120초, 뒤집어서 뒷면을 30초간 가열하여 준비하였다. 관능평가는 2점 기호시험법으로 하였다(15).

### 유리아미노산 및 ATP 관련화합물의 측정

유리아미노산의 분석(16)은 마쇄한 안심육 0.2g을

75% 에탄올 100ml에 넣고 30분간 진탕시킨 후  $7,000\times\text{g}$ 에서 10분간 원심분리하여 상정액을 취하고 남은 잔사에 다시 75% 에탄올 50ml를 가해 원심분리하고 상정액을 앞에서 추출한 상등액과 함께  $45^{\circ}\text{C}$  이하의 온도에서 감압농축하여 에탄올을 제거하였다. 이 여액에 25% trichloroacetic acid(TCA) 20ml를 넣어 단백질을 제거하고 ethyl ether로서 여액 중의 TCA를 제거한 다음 남아있는 물층을  $45^{\circ}\text{C}$  이하의 온도에서 감압농축하여 ethyl ether를 제거하였다. Ethyl ether를 제거한 후 amberlite IR-120( $\text{H}^+$ ) 수지가 충전된 칼럼을 통과시켜 아미노산을 흡착시킨 후 loading buffer용액(0.2N sodium citrate, pH 2.2)으로 용해하여 전체량이 20ml가 되게 한 다음 membrane filter(pore size 0.2 $\mu\text{m}$ )로 여과하여 40 $\mu\text{l}$ 를 아미노산 자동분석기(LKB Alpha plus amino acid analyzer, Sweden)로 분석하였다. 분석조건은 column; sodium 4151 series II,  $200\times 4.6\text{mm}$ , resin; sodium cation exchange resin, 유속; 15ml/min,  $\text{N}_2$  gas 압력; 0.2bar 하였다. ATP 관련 화합물의 분석은 北田 등(17)의 방법에 의하였으며 각 실험에 대한 값은 평균  $\pm$  표준편차로 나타내었으며 통계적인 유의성 검정은 t-test를 이용하여 실시하였다(18).

## 결과 및 고찰

### 생육향과 연도의 향상

도살 후  $3^{\circ}\text{C}$ 에서 2일간 경과한 홀스타인 안심육을 동결하지 않고  $3^{\circ}\text{C}$ 에서 14일간 냉장한 것과  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 13일간 동결하고  $4^{\circ}\text{C}$ 에서 1일 해동한 것의 생육향과 연도에 대한 관능평가 결과와 그때의 물리화학적 성질을 비교하여 Table 1에 나타내었다. 이 결과에서 보는 바와 같이 냉장육이 동결육에 비해서 생육향( $p<0.01$ )

Table 1. Comparison of raw meat aroma, tenderness and physico-chemical properties of frozen and conditioned beef tenderloin

	Frozen beef <sup>1)</sup>	Conditioned beef <sup>2)</sup>
Aroma	3	17**
Tenderness	5	15*
SFV(g)	$595\pm 109$	$473\pm 95^*$
MFR(%)	$32.5\pm 1.5$	$45.3\pm 2.3^{**}$
30KD(%/actin)	$0.6\pm 0.1$	$19.5\pm 1.7^{***}$

Aroma and tenderness are numbers of samples judged to be preferable

Significant difference was indicated with \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.1$ , \*\*\* $p<0.001$

<sup>1)</sup>Stored at  $-20^{\circ}\text{C}$  for 13 days after 2 days postmortem and then thawed at  $4^{\circ}\text{C}$  for 1 day

<sup>2)</sup>Stored at  $3^{\circ}\text{C}$  for 14 days after 2 days postmortem

**Table 2. Comparison of raw meat aroma, tenderness and physico-chemical properties of frozen and condition-thaw beef tenderloin**

	Frozen beef <sup>1)</sup>	Conditioned-thaw beef <sup>2)</sup>
Aroma	4	16*
Tenderness	5	15*
SFV(g)	592±103	475±101*
MFR(%)	30.8±0.1	50.9±3.1***
30KD(%/actin)	0.6±0.1	18.7±0.7***

Aroma and tenderness are numbers of samples judged to be preferable  
 Significant difference was indicated with \*p<0.05, \*\*\*p<0.001

<sup>1)</sup>Stored at -20°C for 60 days after 2 days postmortem and then thawed in 4°C for 1 day

<sup>2)</sup>Stored at -20°C for 46 days after 2 days postmortem, thawed in 4°C for 1 day and then stored at 3°C for 14 days

과 연도(p<0.05)가 유의적으로 좋은 것으로 판정되었으며 전단력(p<0.05), 근원섬유 소편화율(p<0.01) 및 30KD성분의 출현 정도(p<0.001)도 현저한 차이를 보였다. 이와 같이 동결육은 냉장육 보다 생육향이 발현되지 못하고 연도의 향상도 억제되었으므로 결과적으로 동결육의 기호성이 나쁘게 되는 하나의 원인이 되고 있다고 생각된다.

동결육도 해동 후 다시 냉장하면 비동결육과 같은 숙성효과가 있는가를 밝히기 위해서 -20°C에서 60일 동안 동결하고 해동한 안심육과 -20°C에서 46일간 동

결하고 해동하여 3°C에서 14일간 냉장시킨 것을 비교하였다(Table 2). 이 결과에서 동결육을 해동하여 다시 냉장하면 생육향이 향상되고 있음을 알 수 있었다. 松石 등(19)도 젓소의 로인 부위를 0°C에서 20일간 숙성시킨 것과 -80°C에서 18일간 동결한 것의 생육향을 관능평가하여 전자가 후자 보다 유의적으로 좋다고 판정하고 이때에 숙성육에서는 달콤한 우유취가 감지되었다고 하였다. 그들은 이 향기를 숙성향이라 명명하였다. 그리고 해동 후 다시 냉장한 우육의 전단력(p<0.05), 근원섬유 소편화율(p<0.001) 및 30KD성분의 출현 정도(p<0.001)가 큰 차이를 보이므로 동결육을 해동한 후에 냉장시키면 연화효과도 얻을 수 있는 것으로 해석되었다.

**가열육의 기호성 향상**

사후경직 후 동결하지 않고 냉장한 홀스타인 안심육은 동결육에 비하여 생육향과 연도가 우수한 것이 앞의 결과에서 확인되었다. 이러한 안심육을 가열하였을 때에 가열육의 기호성에도 차이가 있는지를 검토하여 Table 3에 나타내었다. 이 결과에서 알 수 있듯이 냉장육이 동결육 보다 가열육향(p<0.01)과 텍스처(p<0.05)가 현저히 우수하였으며 전체적인 기호성도 더 좋은 것으로 나타났다(p<0.01). 그리고 후각을 차단한 상태에서 혀에서 느껴지는 맛은 현저한 차이를 보이지 않았다.

이와 같이 냉장육 보다 동결육이 기호성이 좋지않

**Table 3. Comparison of palatability of cooked meat in frozen and conditioned beef tenderloin**

	Numbers of samples judged to be preferable	
	Frozen beef <sup>1)</sup>	Conditioned beef <sup>2)</sup>
Aroma	3	17**
Taste	8	12
Texture	5	15*
Palatability	3	17**

Significant difference was indicated with \*p<0.05, \*\*p<0.01

<sup>1)</sup>Stored at -20°C for 13 days after 2 days postmortem and then thawed at 4°C for 1 day

<sup>2)</sup>Stored at 3°C for 14 days after 2 days postmortem

**Table 4. Comparison of palatability of cooked meat in frozen and conditioned-thaw beef loin tenderloin**

	Numbers of samples judged to be preferable	
	Frozen beef <sup>1)</sup>	Conditioned-thaw beef <sup>2)</sup>
Aroma	5	15*
Taste	9	11
Texture	5	15*
Palatability	4	16*

Significant difference was indicated with \*p<0.05

<sup>1)</sup>Stored at -20°C for 60 days after 2 days postmortem and then thawed in 4°C for 1 day

<sup>2)</sup>Stored at -20°C for 46 days after 2 days postmortem, thawed in 4°C for 1 day and then stored at 3°C for 14 days

으므로 동결육을 해동하고 다시 냉장시키면 기호성이 향상되는가를 검토하여 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 그 결과 후각을 차단한 상태에서 혀에서 느껴지는 맛은 현저한 차이가 없었으나 가열육향, 연도 및 기호성은 해동 후 다시 냉장한 안심육이 현저하게 ( $p<0.05$ ) 우수하였다.

Caul(20)은 도살 후 3시간 지난 우육은 시큼하고 금속취가 느껴져서 우육 특유의 풍미는 느낄 수 없었으나 8일간 냉장시킨 우육에서는 독특한 우육 풍미를 느낄 수 있었다고 보고하였다. Wilson(21)도 도살 직후의 생육은 유산취 또는 혈액취가 존재하나 이것을 숙성시켜서 가열하면 방향성이 강하게 된다고 하였다. 그러나 Mink와 Stringer(22)는 도살 3일 후의 우육등심을 0~4°C에서 15일간 냉장하여도 냉장 전 보다 가열육의 풍미가 향상되지 않았다고 하였고, 이와 같은 결과는 Field 등(2) 및 Parrish 등(23)의 보고에서도 찾아 볼 수 있다. 이렇게 냉장숙성에 의한 풍미의 향상을 부정적으로 보고한 결과들은 가열육향 보다도 맛에 중점을 두고 관능평가를 하였기 때문인 것으로 추측하고 있다(23).

본 실험의 결과에서 냉장육과 동결육 사이에 혀에서 느껴지는 맛은 유의적인 차이가 없었으나 후각으로 느껴지는 가열육향과 종합적인 기호성은 현저한 차이를 보여서 냉장에 의한 기호성 향상은 맛성분 보다도 후각으로 느끼는 성분이 더 크게 관여하고 있다는 것을 알 수 있었으며 그것은 이미 설명한 생육향에서 유래되는 것으로 보여지고 이러한 현상은 동결육을 해동한 후 다시 냉장할 경우에도 나타날 수 있다고 판단되었다.

#### 유리아미노산과 ATP 관련화합물 함량의 변화

Table 5와 6은 동결육과 냉장육, 그리고 동결육과 그것을 해동한 후에 다시 냉장한 안심육의 유리아미노산 함량의 차이를 나타낸 것이다. 동결 안심육 보다 냉장한 안심육(Table 5)의 aspartic acid, glutamic acid, valine, isoleucine, histidine 및 proline 함량이 현저하게 ( $p<0.05$ ) 많았으며 총 유리아미노산도 냉장육이 높게 나타났다. 동결 안심육을 해동하여 다시 냉장한 것의 aspartic acid 및 leucine 함량은 동결 해동 직후의 것 보다 현저하게 ( $p<0.05$ ) 높았으며, 총 유리아미노산도 해동한 후에 냉장한 안심우육이 43.85mg/100g으로 높게 나타났다(Table 6).

Field 등(2)은 2°C에서 5일 동안 냉장숙성시킨 우육은 냉장숙성시키지 않은 것 보다 valine, threonine-serine, leucine, glutamic acid 및 lysine 함량이 크게 증가하였다고 하였으며, Parrish 등(3)은 도살 후 2°C에서 냉장

**Table 5. Comparison of the amount of free amino acids of frozen and conditioned beef tenderloin (mg/100g)**

Free amino acids	Frozen beef <sup>1)</sup>	Conditioned beef <sup>2)</sup>
Asp	3.10±0.20	4.53±0.45*
Thr	1.01±0.18	1.58±0.19
Ser	1.55±0.21	2.39±0.36
Glu	11.06±0.98	17.36±1.25*
Gly	2.34±0.27	3.66±0.53
Ala	2.93±0.21	3.39±0.18
Val	1.02±0.11	2.26±0.14*
Cys	0.24±0.09	0.26±0.08
Met	1.13±0.23	1.24±0.10
Ile	1.19±0.09	1.70±0.11*
Leu	2.95±0.72	3.89±0.51
Tyr	2.97±0.35	4.19±0.47
Phe	1.49±0.21	2.06±0.18
Lys	3.76±0.71	4.33±0.85
His	1.21±0.10	1.79±0.09*
Arg	2.30±0.41	3.33±0.55
Pro	0.35±0.07	1.24±0.14*
Total	40.60	59.20

Significant difference was indicated with \* $p<0.05$

<sup>1)</sup>Stored at -20°C for 13 days after 2 days postmortem and then thawed in 4°C for 1 day

<sup>2)</sup>Stored at 3°C for 14 days after 2 days postmortem

**Table 6. Comparison of the amount of free amino acids of frozen and conditioned-thawed beef tenderloin (mg/100g)**

Free amino acids	Frozen beef <sup>1)</sup>	Conditioned beef <sup>2)</sup>
Asp	2.91±0.19	4.04±0.39*
Thr	1.18±0.20	1.24±0.17
Ser	1.68±0.17	1.86±0.31
Glu	10.52±1.05	12.08±1.27
Gly	2.10±0.37	2.42±0.18
Ala	1.76±0.14	2.11±0.28
Val	1.26±0.19	1.56±0.34
Cys	0.26±0.09	0.23±0.11
Met	0.98±0.18	1.01±0.12
Ile	0.99±0.23	1.08±0.37
Leu	2.76±0.12	3.54±0.29*
Tyr	3.08±0.30	3.18±0.35
Phe	1.38±0.15	1.49±0.26
Lys	3.70±0.54	3.89±0.72
His	1.37±0.21	1.40±0.16
Arg	2.14±0.29	2.34±0.37
Pro	0.28±0.09	0.38±0.07
Total	38.35	43.85

Significant difference was indicated with \* $p<0.05$

<sup>1)</sup>Stored at -20°C for 60 days after 2 days postmortem and then thawed in 4°C for 1 day

<sup>2)</sup>Stored at -20°C for 46 days after 2 days postmortem, thawed in 4°C for 1 day and then stored at 3°C for 14 days

되는 우육은 3일째 부터 7일째 까지 4일간 alanine, valine, glutamic acid 및 lysine 함량의 증가가 많았다고 보고

한 바가 있다.

냉장 안심육과 동결육의 ATP 관련화합물의 함량을 비교하여 Table 7에 나타내었다. ATP 관련 화합물 중 IMP는 냉장육 및 동결육이 각각 1.1 및 2.5 $\mu$ mole/g으로서 동결육이 현저하게 ( $p < 0.01$ ) 높게 나타나서 도살 후 동결되는 동안은 냉장되는 동안 보다 IMP 함량 변화가 적었음을 알 수 있었다. Hypoxanthine은 냉장육과 동결육이 각각 2.7 및 1.6 $\mu$ mole/g으로서 냉장육이 현저하게 ( $p < 0.05$ ) 높았으며 inosine은 유의적인 차이가 없었다. Bodwell 등(24)은 도살 직후 우육의 ATP 농도는 6.4 $\mu$ mole/g이었으나 24시간 후 1.7 $\mu$ mole/g으로 감소하고 4일째에는 ATP가 검출되지 않는다고 보고하였다. 맛성분에 관여하는 IMP는 냉장에 의해서 감소되기 때문에 숙성에 필요한 시간이 짧은 돈육과 계속 보다 그 시간이 긴 우육에 있어서는 숙성 완료시의 기호성이 IMP 함량에 크게 관여하지 못하고 있는 것으로 예상된다. Rhodes(25)도 우육과 양육에서는 저장 중 IMP의 소실이 관능적 기호도의 변화에 영향을 미치지 않는다고 하였다. Nakatani 등(26)은 우육을 5°C에서 15일 동안 저장하면서 ATP 관련 화합물을 조사한 결과 IMP는 저장기간이 경과하면서 급격히 감소하고

hypoxanthine은 저장 15일째까지 계속 증가한다고 보고하였는데 이 결과는 본 실험의 결과와 비교적 일치하고 있다.

동결 안심육과 해동 후 다시 냉장한 안심육의 ATP 관련 화합물을 비교하여 Table 8에 나타내었다. 이 결과에서 보듯이 IMP는 동결육과 해동 후 냉장육이 각각 2.2 및 1.3 $\mu$ mole/g으로서 동결육이 높았으며 ( $p < 0.05$ ), inosine은 두시료간에 차이가 없었고, hypoxanthine은 동결 안심육을 해동한 직후에는 2.0 $\mu$ mole/g이던 것이 해동 후 다시 냉장함으로써 2.8 $\mu$ mole/g으로 높아졌다 ( $p < 0.05$ ). 이렇게 동결육을 해동한 후에 다시 냉장하면 ATP 관련물질의 분해가 계속되고 있어서 ATP를 분해하는 효소적 기능을 갖는 근원섬유단백질들의 기능이 해동한 후에 다시 회복되고 있음을 알 수 있었다.

요 약

본 실험에서는 동결된 홀스타인 안심육을 해동하여 다시 냉장시켰을 경우 물리화학적 성질과 관능특성이 가열육의 기호성을 향상시킬 수 있도록 변화하는지를 검토하기 위해서 전단력가, 근원섬유 소편화율, 30KD의 출현 정도, 생육향 및 연도 그리고 가열육의 기호성에 대하여 조사하고 아미노산 함량과 ATP 관련 화합물의 차이도 비교하였다. 냉장 안심육은 생육향 ( $p < 0.01$ ), 연도 ( $p < 0.05$ ), 전단력가 ( $p < 0.05$ ), 근원섬유의 소편화율 ( $p < 0.01$ ) 및 30KD성분의 출현 정도 ( $p < 0.001$ )가 동결 안심육 보다 우수하였으며, 동결육을 해동하여 다시 3°C에서 냉장하므로써 동결육 보다 전단력가 ( $p < 0.05$ ), 근원섬유의 소편화율 ( $p < 0.001$ ) 및 30KD성분 ( $p < 0.001$ )이 현저하게 우수하였고 연도 ( $p < 0.05$ )가 향상되고 생육향 ( $p < 0.05$ )도 좋아졌다. 동결 해동한 후 다시 냉장한 안심육을 가열하였을 때에도 해동 직후의 안심육에 비하여 가열육향과 텍스처가 향상되었으며, 기호성 ( $p < 0.05$ )도 현저하게 좋아졌다. 그러나 후각을 차단한 상태에서만 느껴지는 맛은 유의한 차이가 없었다. 그리고 동결 해동 후 다시 냉장한 안심육은 해동 직후의 안심육 보다 aspartic acid 및 leucine 함량이 많아졌고 ( $p < 0.05$ ) IMP 함량이 적었으며 ( $p < 0.05$ ), hypoxanthine ( $p < 0.05$ )과 inosine의 함량은 많아졌다.

문 헌

1. Polymendis, A. and Thessaloniki, G. : Kühlen und gefrieren von fleisch. *Fleischwirtschaft*, 5, 702(1978)
2. Field, R. A., Riely, M. L. and Chang, Y. O. : Free amino acid changes in different aged bovine muscles

Table 7. Comparison of percentage of IMP, inosine and hypoxanthine to sum of ATP related compounds of frozen and conditioned beef tenderloin ( $\mu$ mole/g)

	Frozen beef <sup>1)</sup>	Conditioned beef <sup>2)</sup>
IMP	2.5 $\pm$ 0.3**	1.1 $\pm$ 0.4
Inosine	1.8 $\pm$ 0.1	2.2 $\pm$ 0.4
Hypoxanthine	1.6 $\pm$ 0.3	2.7 $\pm$ 0.4*

Significant difference was indicated with \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$

<sup>1)</sup>Stored at -20°C for 13 days after 2 days postmortem and then thawed at 4°C for 1 day

<sup>2)</sup>Stored at 3°C for 14 days after 2 days postmortem

Table 8. Comparison of percentage of IMP, inosine and hypoxanthine to sum of ATP related compounds of frozen and conditioned-thaw beef tenderloin ( $\mu$ mole/g)

	Frozen beef <sup>1)</sup>	Conditioned-thaw beef <sup>2)</sup>
IMP	2.2 $\pm$ 0.3*	1.3 $\pm$ 0.2
Inosine	2.2 $\pm$ 0.3	2.3 $\pm$ 0.3
Hypoxanthine	2.0 $\pm$ 0.4	2.8 $\pm$ 0.3*

Significant difference was indicated with \* $p < 0.01$

<sup>1)</sup>Stored at -20°C for 60 days after 2 days postmortem and then thawed in 4°C for 1 day

<sup>2)</sup>Stored at -20°C for 46 days after 2 days postmortem, thawed in 4°C for 1 day and then stored at 3°C for 14 days

- and their relationship to shear values. *J. Food Sci.*, **36**, 611(1971)
3. Parrish, F. C. Jr., Goll, D. E., Newcomb II, W. J., de Lumen, B. O., Chaudhry, H. M. and Kline, E. A. : Molecular properties of post-mortem muscle. 7. Changes in nonprotein nitrogen and free amino acids of bovine muscle. *J. Food Sci.*, **34**, 169(1969)
  4. Tsai, R., Cassens, R. G., Brisky, E. J. and Greaser, M. L. : Studies on nucleotide metabolism in porcine longissimus muscle postmortem. *J. Food Sci.*, **37**, 612(1972)
  5. Nishimura, T., Rhue, M., Okitani, A. and Kato, H. : Components contributing to the improvement of meat taste during storage. *Agric. Biol. Chem.*, **52**, 2323(1988)
  6. Bodwell, C. E., Pearson, A. M. and Spooner, M. E. : Post-mortem changes in muscle. I. Chemical changes in beef. *J. Food Sci.*, **30**, 766(1965)
  7. MacLeod, G. and Seyyedean-Ardebili, M. : Natural and simulated meat flavor(with particular reference to beef). *CRC Crit. Rev. in Food Sci. Nutr.*, **14**, 309(1981)
  8. 渡邊乾二, 佐藤 泰 : 肉の風味. 日畜會報, **45**, 113(1974)
  9. 西村敏英, 加藤博通 : 食肉の呈味成分における熟成の役割. 肉の科學, **29**, 1(1988)
  10. Reagan, J. O., Carpenter, Z. L., Smith, G. C. and King, G. T. : Comparison of palatability traits of beef produced by young bull and steers. *J. Anim. Sci.*, **32**, 641(1971)
  11. 松石昌典, 沖谷明紘 : 輸入牛肉の食味性. 日畜會報, **64**, 178(1993)
  12. 문귀임, 정인철, 문윤희 : 해동후 냉장한 우육의 물리화학적 특성 및 기호성. 한국축산식품학회지, **14**, 85(1994)
  13. Takahashi, K., Fukazawa, T. and Yasui, T. : Formation of myofibrillar fragments and reversible contraction of sarcomers in chicken muscle. *J. Food Sci.*, **32**, 409(1967)
  14. Laemmli, U. K. : Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, **227**, 680(1970)
  15. 沖谷明紘, 松石昌典, 根岸晴夫, 吉川純夫 : 凍結貯藏牛肉の解凍後貯藏による食味性の向上. 日畜會報, **61**, 990(1990)
  16. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화 : 김치의 저장중 향미성분의 변화. 한국식품과학회지, **20**, 511(1988)
  17. 北田善三, 佐久木美智子, 谷川 薫, 直井 裕, 福田忠明, 加藤善規, 岡本一郎 : 逆相分配クロマトグラフィーによる鮮魚のATP關聯化合物の分析と鮮度調査. 食衛誌, **24**, 225(1983)
  18. 이영춘 : 식품공업의 품질관리. 학연사, 서울, p.204(1992)
  19. 松石昌典, 森齋一郎, 文允熙, 沖谷明紘 : 牛肉の含氣貯藏による生鮮香氣, 熟成香の生成. 日畜會報, **64**, 163(1993)
  20. Caul, F. : Quatermaster Food and Container Inst., *Survey Progr. Military Subsistence Problems*, Ser. 1. No. 9. 152(1957)
  21. Wilson, G. D. : *The Science of Meat and Meat products*. W. H. Freeman Company, San Francisco, California, p.212(1960)
  22. Mink, D. and String, W. C. : The influence of aging beef in vacuum. *J. Food Sci.*, **37**, 736(1972)
  23. Parrish, F. C. Jr., Rust, R. E., Popenhagen, G. R. and Miner, B. E. : Effect of postmortem aging time and temperature on beef muscle attributes. *J. Anim. Sci.*, **29**, 398(1969)
  24. Bodwell, C. E., Pearson, A. M. and Spooner, M. E. : Post-mortem changes in muscle. I. Chemical changes in beef. *J. Food Sci.*, **30**, 766(1965)
  25. Rhodes, D. N. : Nucleotide degradation during the extended storage of lamb beef. *J. Sci. Food Agric.*, **16**, 447(1965)
  26. Nakatani, Y., Fujita, T., Sawa, S., Otani, T. and Hori, Y. : Changes in ATP-related compounds of beef and rabbit muscles and a new index of freshness of muscle. *Agric. Biol. Chem.*, **50**, 1751(1986)

(1996년 4월 1일 접수)