

## 수분함량, 상대습도 및 pH가 냉장우육의 색도 및 색소에 미치는 영향

정인철 · 문귀임\* · 김기영\*\* · 김미숙\*\*\* · 이교연\*\*\* · 강세주\*\*\*\*

대구공업전문대학 식품공업과, \*대구지방식품의약품청

\*\*밀양산업대학교 식품과학과, \*\*\*경성대학교 식품공학과

\*\*\*\*축협중앙회 축산물등급판정소

## Effects of Moisture, Relative Humidity and pH on Color and Pigments of Cold Storage Beef Meat

In-Chul Jung, Gui-Im Moon\*, Kee-Young Kim\*\*, Mi-Sook Kim\*\*\*,  
Kyo-Yun Lee\*\*\* and Se-Ju Kang\*\*\*\*

*Dept. of Food Technology, Taegu Technical Junior College, Taegu 704-350, Korea*

*\* Division of Food & Drug Inspection Analysis, F.D.A. Office, Taegu 706-040, Korea*

*\*\* Dept. of Food Science, Milyang National University, Kyounghnam, 627-130, Korea*

*\*\*\* Dept. of Food Science and Technology, Kyungsung University, Pusan 608-736, Korea*

*\*\*\*\* National Livestock Co-operatives Federation, Animal Products Grading Service,  
Kyungnam 645-370, Korea*

### Abstract

This study was investigate correlation of moisture content, relative humidity, pH, color difference, myoglobin(Myo), oxymyoglobin(Oxy) and metmyoglobin(Met). The moisture content, relative humidity of loin and shank were not changed uniformly during storage, the pH was raised according to storage period. The L value was raised at the closing stage of the storage period, the surface of the b value was higher than interior. Between Myo and Met were positive correlation in common with loin and shank. The surface and interior of loin were negative correlation between Oxy and Met, the surface and interior shank were positive correlation between Myo and L value and were negative correlation between Myo and Oxy. The moisture content, relative humidity, pH and color were not correlation uniformly.

Key words : Cold storage beef meat, moisture, relative humidity, pH, Color, pigments.

### 서 론

식육의 색깔은 소비자의 구매욕구를 증진 또는 감소시키는 일차적인 요인이 되므로 가장 중요한 관능 특성이라고 할 수 있다. 소비자들은 식육의 맛을 보지 않고, 냄새를 맡지 않고 외관상 나타난 색으로만 유통되고 있는 식육의 풍미, 다즙성, 연도 그리고 신선도까지를 판단하는 경우가 많다. 따라서 신선육의 보기 좋은 육색을 유지시키기 위해서 저장 중 육색의 변화

에 영향을 미치는 요인들을 규명하는 것은 의미있는 일이라 생각된다.

식육의 색깔은 myoglobin과 hemoglobin 색소들의 농도와 화학적 상태에서 결정되지만<sup>1, 2)</sup>, 잔류 혈액의 적혈구내에 있는 hemoglobin은 방혈과정에서 유출되기 때문에 실제 근육색소의 80~90%는 myoglobin에 의한 것이다<sup>3)</sup>. 근육 중의 myoglobin에는 환원형(R·Mb), 산소형(O<sub>2</sub>Mb; oxy형) 및 산화형(MMb; met형)의 3종류 유도체가 혼재하고 있는데, 신선육을 절단하면 R·Mb가 주체가 되면서 색

같은 암적자색을 띤다. 그러나 얼마동안 방치하면 R·Mb는 공기 중의 산소와 결합하여 O<sub>2</sub>Mb가 되고 색깔은 선명한 적색으로 변하여 가며, 시간이 더 경과하게 되면 O<sub>2</sub>Mb의 자동산화가 진행되어 MMb가 축적되고 육색은 갈색을 띠게 된다<sup>4)</sup>.

바람직하지 못한 metmyoglobin의 생성에 관하여 몇몇 연구자들이 연구하였다. Leward<sup>5)</sup>는 산소의 존재하에서 환원색소의 자동산화로 metmyoglobin이 생성된다고 하였고, Stewart 등<sup>6)</sup>은 환원형 metmyoglobin의 효소적 환원에 의한다는 상반된 견해를 제시하였다. 그리고 Butler 등<sup>7)</sup>과 Robach와 Costilow<sup>8)</sup>는 세균의 수와 metmyoglobin의 형성에 관하여 연구하였고, MacDougall과 Taylor<sup>9)</sup>는 저장실의 조명과 육색유지에 관하여 연구하였다. 또 Clark와 Lentz<sup>10)</sup>, Seideman과 Durland<sup>11)</sup>는 산소 농도와 myoglobin의 oxy화에 대하여 검토하였다.

본 연구에서는 우육을 냉장하면서 수분함량, 상대습도 및 pH의 변화가 우육의 색깔을 어떻게 변화시키는지 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재 료

본 실험에 사용된 시료는 약 48월령의 홀스타인(도체중량 285kg, 우)으로서 도축 후 냉장온도에서 약 36시간이 경과한 것의 사태 및 등심을 분리하여 400g씩 폴리에틸렌필름으로 포장하고 8±1℃에서 저장하면서 실험하였다. 실험할 때에 표면과 내부를 분리하여 실시하였는데 표면층은 표면으로부터 약 5mm를 제거하였고 내부층은 표면층을 제거하고 난 것으로 하였다.

### 2. 수분함량, 상대습도 및 pH의 측정

수분함량의 측정은 상압가열건조법으로 하였고, 상대습도는 습도계(Novasina Model H0327301, Swiss)를 이용하여 측정하였으며, pH는 pH meter(ATI Orion model 370, USA)로서 측정하였다.

### 3. Hunter L, a 및 b값의 측정

색차계(Chroma meter, Model No. CR-200b Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 우육의 표면과 내부를 측정하고 L, a 및 b로 나타내었다.

### 4. Myoglobin, oxymyoglobin 및 metmyoglobin의 함량 측정

색소함량의 측정은 Warris의 방법<sup>12)</sup>에 따라 실시하였다. 즉, 약 4.5mm로 마쇄한 우육에 0.04M phosphate buffer(pH 6.8) 25ml를 가하고 20초간 균질한 후 4℃에서 1시간 동안 방치한 다음 6,500×g에서 10분 동안 원심분리하였다. 상등액은 따로 모아두고 침전물에 phosphate buffer를 가하고 원심분리하는 조작을 2회 반복하여 얻어진 상등액을 앞에서 얻어진 상등액과 합한 다음 소량의 potassium ferricyanide와 sodium cyanide를 가하고 30,000×g, 15℃에서 1시간 원심분리하고 540nm에서 O.D를 측정하였다. O.D치에 1.45를 곱하여 총색소로 하고 Krzywicki<sup>13)</sup>의 계산식에 따라 myoglobin, oxymyoglobin 및 metmyoglobin을 계산하였다.

## 5. 통계처리

얻어진 모든 자료에 대한 통계적 분석은 SAS program<sup>14)</sup>을 이용하여 Duncan의 다중검정방법으로 유의성을 검정하고 상관계수를 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 저장 중 수분함량, 상대습도 및 pH의 변화

우육의 등심과 사태부위를 8℃에서 저장하면서 수분함량, 상대습도 및 pH의 변화를 관찰하고 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 등심표면의 수분함량은 6일째가 현저하게(p<0.05) 높았고 저장 2일째가 낮게 나타났으며, 내부의 수분함량은 저장 중에 현저한 변화가 없었다. 그리고 사태의 표면은 저장 8일째가 가장 높게 나타났으며, 내부는 6일째가 가장 높았다. 상대습도의 경우 등심표면은 4일까지 증가하다가 그 후 감소하기 시작하여 저장 8일째에는 98.3%를 나타내었으며, 내부도 저장 4일까지 증가하다가 8일째에는 98.2%로 감소하였다. 사태표면과 내부의 상대습도도 저장 4일까지 증가하고 그 후 8일까지 감소하였다. pH의 경우 등심과 사태의 표면부위는 저장 중 계속 높아져서 저장 8일째에는 각각 6.06과 6.00을 나타내었으며, 등심과 사태의 내부는 각각 저장 2일째와 4일째 낮아졌다가 그 후 높아져서 저장 8일째에는 6.01과 5.99를 나타내었다.

식품에 함유되어 있는 수분은 식품의 조직특성을 결정하기도 하지만 식품 중의 성분과 직접 또는 간접적으로 화학반응을 하여 식품의 상대적 수명을 결정하며<sup>15)</sup>, 식품 표면의 수분 증발이 미생물의 성장을 억제하여 색깔의 변화를 일으키기도 한다<sup>5)</sup>. 그리고 축육은 도살 후 혐기상태의 해당작용에 의해 근육 중의

**Table 1. Changes in moisture content(%), relative humidity(%) and pH during storage of beef meat**

Parts of muscle	Storage days				
	0	2	4	6	8
..... Moisture content .....					
Loin surface	72.6±1.0 <sup>bc</sup>	71.8±1.2 <sup>c</sup>	72.1±1.4 <sup>c</sup>	74.1±0.5 <sup>a</sup>	73.4±1.4 <sup>ab</sup>
Loin interior	72.2±0.2 <sup>a</sup>	73.2±1.0 <sup>a</sup>	72.7±1.1 <sup>a</sup>	73.0±0.5 <sup>a</sup>	72.2±1.2 <sup>a</sup>
Shank surface	73.6±0.2 <sup>b</sup>	73.6±0.6 <sup>b</sup>	73.6±0.4 <sup>b</sup>	74.0±1.0 <sup>ab</sup>	74.8±0.7 <sup>a</sup>
Shank interior	73.7±0.2 <sup>bc</sup>	73.0±0.6 <sup>c</sup>	74.4±0.6 <sup>ab</sup>	75.1±0.9 <sup>a</sup>	74.9±0.4 <sup>a</sup>
..... Relative humidity .....					
Loin surface	98.5±0.1 <sup>c</sup>	99.4±0.1 <sup>ab</sup>	99.6±0.1 <sup>a</sup>	99.0±0.5 <sup>b</sup>	98.3±0.1 <sup>c</sup>
Loin interior	97.9±1.2 <sup>d</sup>	99.0±0.1 <sup>b</sup>	99.7±0.1 <sup>a</sup>	98.4±0.2 <sup>c</sup>	98.2±0.1 <sup>cd</sup>
Shank surface	96.2±0.1 <sup>d</sup>	99.1±0.3 <sup>b</sup>	99.6±0.2 <sup>a</sup>	98.3±0.2 <sup>c</sup>	98.3±0.1 <sup>c</sup>
Shank interior	97.2±0.6 <sup>c</sup>	99.3±0.2 <sup>a</sup>	99.6±0.2 <sup>a</sup>	98.3±0.2 <sup>b</sup>	98.2±0.1 <sup>b</sup>
..... pH .....					
Loin surface	5.78±0.02 <sup>d</sup>	5.84±0.07 <sup>cd</sup>	5.85±0.03 <sup>c</sup>	5.93±0.04 <sup>b</sup>	6.06±0.08 <sup>a</sup>
Loin interior	5.74±0.03 <sup>c</sup>	5.72±0.02 <sup>c</sup>	5.81±0.02 <sup>b</sup>	5.87±0.03 <sup>b</sup>	6.01±0.07 <sup>a</sup>
Shank surface	5.77±0.03 <sup>d</sup>	5.80±0.02 <sup>cd</sup>	5.84±0.02 <sup>bc</sup>	5.88±0.04 <sup>b</sup>	6.00±0.03 <sup>a</sup>
Shank interior	5.75±0.06 <sup>c</sup>	5.86±0.09 <sup>b</sup>	5.82±0.02 <sup>b</sup>	5.87±0.07 <sup>b</sup>	5.99±0.07 <sup>a</sup>

Mean±SD. (n=5)

<sup>a~d</sup> Different superscripts are significantly different (p<0.05) in each row.

glycogen이나 ATP가 완전히 고갈될 때까지 유산을 생성하여 pH를 저하시키고, 시간이 경과하면서 염기성 물질이 생성되어 pH는 다시 상승하게 된다. 이와 같은 pH의 저하와 상승의 속도는 저장조건에 따라서 달라지게 되고<sup>16)</sup>, pH가 상승하게 되면 식육은 일반

적으로 암갈색 (dark color)을 띄게 된다<sup>17)</sup>.

**2. 저장 중 Hunter L, a 및 b값의 변화**

Table 2는 우육의 등심과 사태부위를 8℃에 저장하면서 L, a 및 b값의 변화를 나타낸 것이다. 등심표

**Table 2. Changes in Hunter L, a and b value during storage of beef meat**

Parts of muscle	Storage days				
	0	2	4	6	8
..... L value .....					
Loin surface	43.4±4.2 <sup>a</sup>	40.6±1.9 <sup>b</sup>	42.6±2.4 <sup>ab</sup>	42.6±2.0 <sup>ab</sup>	41.7±1.2 <sup>ab</sup>
Loin interior	41.6±2.3 <sup>bc</sup>	40.8±2.0 <sup>c</sup>	41.4±1.6 <sup>bc</sup>	43.3±3.3 <sup>ab</sup>	45.0±2.8 <sup>a</sup>
Shank surface	39.0±1.5 <sup>c</sup>	40.1±1.4 <sup>bc</sup>	41.4±2.9 <sup>b</sup>	44.5±3.0 <sup>a</sup>	41.4±1.9 <sup>b</sup>
Shank interior	40.2±2.0 <sup>c</sup>	40.8±1.1 <sup>c</sup>	42.2±1.4 <sup>bc</sup>	43.1±2.3 <sup>b</sup>	46.5±4.1 <sup>a</sup>
..... a value .....					
Loin surface	14.3±3.7 <sup>ab</sup>	15.9±1.9 <sup>a</sup>	14.0±1.1 <sup>ab</sup>	13.1±2.2 <sup>b</sup>	13.1±2.3 <sup>b</sup>
Loin interior	12.9±2.6 <sup>bc</sup>	14.2±1.7 <sup>ab</sup>	15.3±1.6 <sup>a</sup>	14.9±2.0 <sup>ab</sup>	14.1±2.5 <sup>ab</sup>
Shank surface	14.5±2.1 <sup>a</sup>	12.7±1.4 <sup>a</sup>	12.9±1.5 <sup>a</sup>	8.6±2.9 <sup>b</sup>	9.4±1.5 <sup>b</sup>
Shank interior	13.9±2.4 <sup>a</sup>	12.9±2.2 <sup>ab</sup>	13.4±0.9 <sup>a</sup>	11.0±2.8 <sup>b</sup>	12.6±3.9 <sup>ab</sup>
..... b value .....					
Loin surface	5.6±2.0 <sup>b</sup>	7.5±0.9 <sup>a</sup>	7.5±0.7 <sup>a</sup>	7.5±1.2 <sup>a</sup>	7.7±0.7 <sup>a</sup>
Loin interior	3.2±1.3 <sup>c</sup>	5.5±1.0 <sup>b</sup>	4.7±1.0 <sup>b</sup>	5.2±1.4 <sup>b</sup>	7.0±0.6 <sup>a</sup>
Shank surface	4.5±1.3 <sup>b</sup>	6.1±0.9 <sup>a</sup>	6.5±1.0 <sup>a</sup>	6.1±1.3 <sup>a</sup>	5.4±2.2 <sup>ab</sup>
Shank interior	3.4±1.5 <sup>b</sup>	5.0±0.8 <sup>a</sup>	3.7±0.9 <sup>b</sup>	5.2±1.1 <sup>a</sup>	3.8±1.7 <sup>b</sup>

Mean±SD. (n=10)

<sup>a~c</sup> Different superscripts are significantly different (p<0.05) in each row.

면의 L값(명도)은 저장 2일째를 제외하고는 현저한 변화가 없었고, 등심의 내부는 저장 8일째가 현저히 높게 나타났다. 그리고 사태의 표면은 L값이 저장기간이 경과하면서 유의하게 증가하다가 저장 6일째 가장 높은 값을 나타내었으며, 사태의 내부는 저장기간이 경과하면서 현저하게 증가하는 경향이였다. 적색도를 나타내는 a값은 등심 표면이 저장 2일째, 등심 내부가 저장 4일째, 그리고 사태의 표면 및 내부가 저장초기에 다소 높게 나타났으며, 황색도를 나타내는 b값은 등심 및 사태의 내부가 외부보다 다소 높은 경향이였다.

식육의 색깔이 나빠지는 데에는 pH, 온도, 산소분압, 지질의 산화, 미생물, 도살 전의 스트레스 등 많은 요인이 상호작용하여 나타나며<sup>18)</sup> 전체적인 적색도는 근육내의 지방이 증가할수록 현저하게 증가한다고 한다<sup>19)</sup>.

### 3. 저장 중 myoglobin(Myo), oxymyoglobin(Oxy) 및 metmyoglobin(Met)의 함량 변화

저장 중 myoglobin의 함량을 Fig. 1에 나타내었는데 등심 표면은 저장초기 함량이 높았으나 그 이후 현저한 변화가 없었고 내부는 저장 8일째 가장 높은 값을 나타내었다. 그리고 사태 표면 및 내부는 각각 저장 6 및 8일째에 가장 높은 값을 나타내었다. Oxy의 함량변화(Fig. 2)는 등심 표면 및 내부가 각각 저장 2 및 4일째 높은 값을 나타내었으나 사태 표면 및 내부는 저장초기에 높았다. 그리고 Met의 함량변화는 Fig. 3과 같은데 등심 표면 및 내부가 각각 저장 8 및 6일째, 사태 표면과 내부는 각각 저장 8 및 4일째에 가장 높은 값을 나타내었다.

식육은 저장기간이 지나면서 Met이 축적되어 암갈색을 띄게 되고 시각에 의한 기호도를 저하시킨다. 식육의 Met색소는 온도의 상승<sup>20)</sup>, 미생물의 증식과 지질의 산화<sup>21)</sup>가 일어나 Myo이 산화하여 생성하게 된다. 그러나 근육 중에는 Met을 산소와 결합 가능한 Myo으로 되돌리는 환원계가 작용하기 때문에 산소의 존재하에서 Myo으로 환원시킬 수가 있다<sup>22)</sup>. 따라서 등심과 사태의 표면은 저장말기 Myo이 감소하고 Met이 증가하지만 이들의 내부는 절단에 의한 공기 중의 노출로 인해 Met이 환원되어 Myo이 증가하고 Met이 감소하는 것으로 생각된다.

### 4. 저장 중 pH, 수분, 상대습도, 색도 및 색소의 상관관계

등심 표면과 내부의 상관관계를 Table 3에 나타내

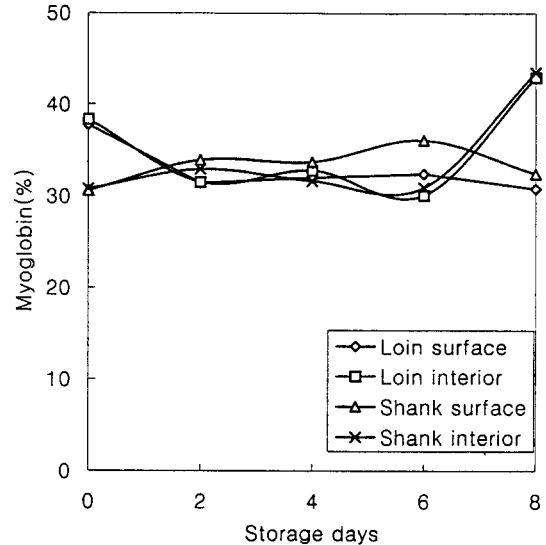


Fig. 1. Changes in myoglobin content(%) during storage of beef meat.

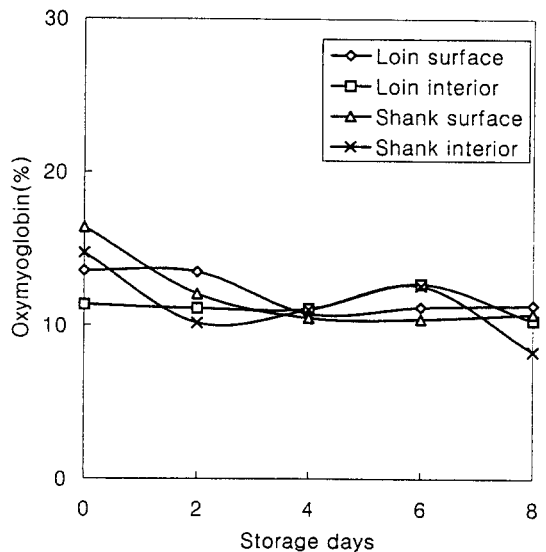


Fig. 2. Changes in oxymyoglobin content(%) during storage of beef meat.

었다. 등심 표면의 수분함량과 a값, Met와 Oxy 사이에는 음의 상관관계( $p < 0.1$ )가 있으며, Met와 pH, Myo와 L값, Oxy와 a값 사이에는 양의 상관관계( $p < 0.1$ )가 있었다. 그리고 Myo와 b값, Met와 Myo 사이에는 음의 상관관계( $p < 0.05$ )가 Met와 b값 사이에는 양의 상관관계( $p < 0.05$ )가 있었다. 등심내부는 a값과 상대습도, b값과 상대습도가 양의 상관관계( $p < 0.1$ )가 있고, Oxy와 Myo가 음의 상관관계( $p < 0.1$ )가 있었다. 수분과 Myo는 음의 상관관계

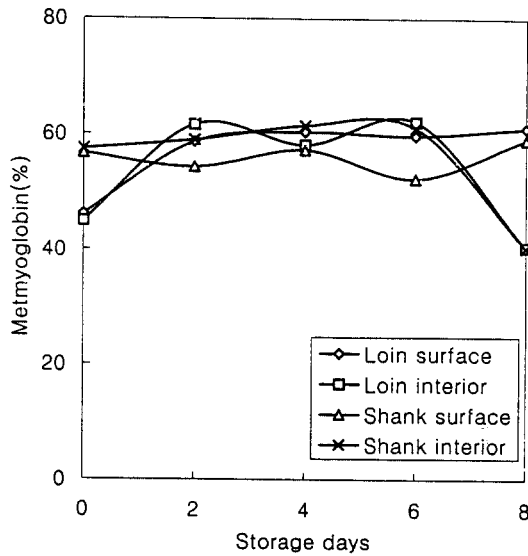


Fig. 3. Changes in metmyoglobin content(%) during storage of beef meat.

( $p < 0.05$ ), 수분과 Met는 양의 상관관계( $p < 0.05$ )

가 있으며, Met와 Myo는 음의 상관관계( $p < 0.001$ )가 있었다.

사태의 표면(Table 4)은 a값이 pH, 수분 및 L값, Oxy가 상대습도, L값 및 Myo, 그리고 Met가 Myo와 음의 상관관계( $p < 0.1$ )가 있으며, Myo가 b값과 양의 상관관계( $p < 0.1$ )가 있고 수분이 pH와, b값이 상대습도와 양의 상관관계( $p < 0.05$ )가 있었다. 사태의 내부는 L값과 수분, Myo와 L값이 양의 상관관계( $p < 0.1$ )가 있으며, b값과 a값, Oxy와 Myo, Met가 pH와 L값과 음의 상관관계( $p < 0.1$ )가 있었다. 그리고 L값과 pH, Myo와 pH가 양의 상관관계( $p < 0.05$ )가 있으며, Oxy와 pH, Met와 Myo가 음의 상관관계( $p < 0.05$ )가 있었다.

이상의 결과에서 알 수 있었던 것은 Ledward<sup>5)</sup>가 보고한 것처럼 수분함량이나 상대습도의 감소가 Met의 형성을 촉진시키는 것이 아니라 pH를 비롯한 여러 요인들이 상호작용하여 나타난 결과라고 생각되며 상대습도가 낮아지더라도 색소를 변화시킬 수 있을 만큼 pH가 변화하지 않는다면 Met의 형성은 촉진되지 않는다고 생각된다. 그리고 Met의 형성은 반

Table 3. Correlation coefficients among the various factors of loin surface and interior

	pH	Moisture	RH <sup>1)</sup>	Hunter					
				L	a	b	Myo <sup>2)</sup>	Oxy <sup>3)</sup>	Met <sup>4)</sup>
..... Loin surface .....									
pH	1.000								
Moisture	0.621	1.000							
RH	-0.445	-0.538	1.000						
Hunter L	-0.296	0.321	-0.278	1.000					
a	-0.640	-0.843*	0.488	-0.525	1.000				
b	0.651	0.151	0.378	-0.644	-0.152	1.000			
Myo	-0.876	-0.008	-0.428	0.760*	-0.015	-0.984**	1.000		
Oxy	-0.596	-0.504	-0.088	-0.227	0.785*	-0.584	0.445	1.000	
Met	0.715*	0.289	0.297	-0.416	-0.392	0.960**	-0.901**	-0.787*	1.000
..... Loin interior .....									
pH	1.000								
Moisture	-0.412	1.000							
RH	-0.248	0.534	1.000						
Hunter L	0.963**	-0.456	-0.489	1.000					
a	0.534	0.553	0.762*	0.048	1.000				
b	0.749*	0.093	0.068	0.669	0.337	1.000			
Myo	0.547	-0.900**	-0.543	0.583	-0.557	0.267	1.000		
Oxy	-0.262	0.486	-0.102	-0.151	0.225	-0.407	-0.713*	1.000	
Met	-0.520	0.933**	0.575	-0.567	0.587	-0.192	-0.996***	0.667	1.000

\*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.001$

<sup>1)</sup>relative humidity

<sup>2)</sup>myoglobin

<sup>3)</sup>oxymyoglobin

<sup>4)</sup>metmyoglobin

Table 4. Correlation coefficients among the various factors of shank surface and interior

	pH	Moisture	RH <sup>1)</sup>	Hunter			Myo <sup>2)</sup>	Oxy <sup>3)</sup>	Met <sup>4)</sup>
				L	a	b			
..... Shank surface .....									
pH	1.000								
Moisture	0.959	1.000							
RH	0.247	-0.167	1.000						
Hunter L	0.481	0.333	0.374	1.000					
a	-0.803*	-0.740*	-0.270	-0.855*	1.000				
b	0.361	0.121	0.947**	0.556	-0.321	1.000			
Myo	0.178	-0.006	0.633	0.862*	-0.643	-0.811*	1.000		
Oxy	-0.631	-0.406	-0.846*	-0.749*	0.723*	-0.842*	-0.771	1.000	
Met	0.394	0.424	-0.078	-0.500	-0.227	-0.341	-0.717*	0.114*	1.000
..... Shank interior .....									
pH	1.000								
Moisture	0.483	1.000							
RH	0.173	-0.145	1.000						
Hunter L	0.911*	0.749	-0.003	1.000					
a	-0.491	-0.602	-0.063	-0.434	1.000				
b	0.231	-0.015	0.334	-0.046	-0.780	1.000			
Myo	0.871**	0.335	-0.076	0.859*	-0.059	-0.226	1.000		
Oxy	-0.865**	-0.148	-0.543	-0.700	0.159	-0.129	-0.784*	1.000	
Met	-0.783*	-0.321	0.277	-0.808*	-0.004	0.321	-0.978**	0.641	1.000

\* p&lt;0.1, \*\* p&lt;0.05

1) relative humidity

2) myoglobin

3) oxymyoglobin

4) metmyoglobin

드시 Myo의 산화로 생성된다는 것을 확인할 수 있었다.

## 요 약

본 연구는 냉장우육의 수분함량, 상대습도, pH, 색도 및 색소의 상관관계를 검토하였다. 등심과 사태의 표면 및 내부의 수분함량과 상대습도는 저장 중 일률적인 변화를 보이지 않았고, pH는 저장기간에 따라 높아지는 경향이였다. L값은 저장말기로 갈수록 높아졌고, b값은 표면이 내부보다 낮았다. 등심과 사태의 표면 및 내부에 공통적으로 myoglobin과 metmyoglobin이 음의 상관관계가 있었다. 그리고 등심의 표면과 내부는 oxymyoglobin과 metmyoglobin이 음의 상관관계가 있고, 사태의 표면과 내부는 myoglobin과 L값이 양의 상관관계가 있으며, myoglobin과 oxymyoglobin이 음의 상관관계가 있었다. 그러나 수분함량, 상대습도 및 pH는 색의 변화와 일률적인 상관관계는 없었다.

## 참고문헌

- Francis, F. J.: Pigments and other colorants. In Food Chemistry, 2nd. ed, p. 545, O.R. Fennema (Ed.). Marcel Dekker, New York (1985).
- Hedrick, H. B., Aberle, E.D., Forrest, J. C., Judge, M.D. and Merkel, R.A.: *Principle of Meat Science*. 3rd. ed, Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque (1994).
- Forrest, J. C., Aberle, E.D., Hedrick, H. B., Judge, M.D. and Merkel, R.A.: *Principle of Meat Science*. W.H. Freeman and Co. San Francisco, p. 178 (1975).
- 伊藤 良: 食肉の色調に影響を及ぼす要因. *食肉の科学*, 33, 173 (1992).
- Leward, D. A.: Metmyoglobin formation in beef muscles as influenced by water content and anatomical location. *J. Food Sci.*, 36, 138 (1971).
- Stewart, M. R., Hutchins, B. K., Zipser, M. W. and Watts, B. M.: Enzymatic reduction of metmyoglobin by ground beef. *J. Food Sci.*, 30, 487 (1965a).

7. Butler, O. D., Bratzler, L. J. and Mallmann, W. L.: The effect of bacteria on the color of prepackaged retail beef cuts. *Food Technol.*, 7, 397 (1953).
8. Robach, D. L. and Costilow, R. N.: Role of bacteria in the oxidation of myoglobin. *Appl. Microbiol.*, 9, 529 (1961).
9. MacDougall, D. B. and Taylor, A. A.: Colour retention in fresh meat stored in oxygen - a commercial scale trial. *J. Food Technol.*, 10, 339 (1975).
10. Clark, D. S. and Lentz, C. P.: Use the mixtures of carbon dioxide and oxygen for extending shelf-life of prepackaged fresh beef. *J. Ins. Can. Sci. Technol.*, 6, 194 (1973).
11. Seideman, S. C. and Durland, P. R.: The utilization of modified gas atmosphere packaging for fresh meat. *J. Food Qual.*, 6, 239 (1984).
12. Warriss, P. D.: The extraction of haem pigments from fresh meat. *J. Food Technol.*, 14, 75 (1979).
13. Krzywicki, K.: The determination of haem pigments in meat. *Meat Sci.*, 7, 29 (1982).
14. SAS/STAT User's guide: Release 6.03 edition SAS institute Inc., Cary. NC. USA (1988).
15. Song, P. S. and Chichester, C. O.: Kinetic behavior and mechanism of inhibition in the Maillard reaction. 1. Kinetic behavior of the reaction between P. glucose and glycine. *J. Food Sci.*, 31, 906 (1966).
16. Bendall, J.R.: Variability in rates of pH fall and of lactate production in the muscles on cooling beef carcasses. *Meat Sci.*, 2, 91 (1978).
17. Briskey, E. J.: Etiological status and associated studies of pale, soft, exudative porcine musculature. *Adv. Food Research*, 13, 89 (1964).
18. 伊藤 良: 牛肉の色調に影響を及ぼす要因. *食肉の科学*, 33, 173 (1992).
19. Froning, G. W., Daddario, J. and Hartung, T. E.: Color and myoglobin concentration as affected by age, sex and strain. *Poultry Sci.*, 47, 1287 (1968).
20. Ashmore, C. R., Parker, W. and Doerr, L.: Respiration of mitochondria isolated for dark cutting beef: Postmortem changes. *J. Anim. Sci.*, 34, 46 (1972).
21. Govindarajan, S.: Fresh meat color. *Crit. Rev. Food Technol.*, 4, 117 (1973).
22. Watts, B. M., Kendrick, J., Zipser, N. W., Hutchins, B. K. and Saleh, B.: Enzymatic reducing pathways in meat. *J. Food Sci.*, 31, 855 (1966).

---

(1998년 2월 26일 접수)