

## 반조리 냉동 육류제품의 저장 및 재가열 방법에 따른 지방 산화율 측정

송은승 · 강명화  
호서대학교 식품영양학과

### Measurement of Lipid Oxidation Rates in Semi-prepared Frozen Muscle Foods During Various Storage and Reheating Conditions

Eun Seung Song and Myung Hwa Kang  
Department of Food and Nutrition, Hoseo University

#### Abstract

Semi-prepared frozen muscle foods purchased from local industry were tested for lipid oxidation. The effects of various storage conditions, cooking methods, defrosting methods and reheating methods on rancidity were examined using TBA assay and sensory evaluation. TBARS values were increased faster in cooked samples than in uncooked ones during storage periods. During refrigeration of cooked samples, TBARS values were increased significantly for 15 days ( $p < 0.001$ ). In defrosting experiments, refrigerated defrosting was proven to be better compared with room temperature or microwave defrosting ( $p < 0.05$ ). For overall explanation, stepwise regression analysis was done and the results are in this order: storage conditions, cooking methods, moisture content, and lipid content. Using these 4 variables, TBARS values could be explained by 40~53%.

#### 1. 서 론

신선육이나 가공육의 저장기간 동안에 일어나는 지방 산화는 제품의 질감, 맛, 냄새, 영양성분 등 여러가지면에 있어 품질저하를 초래한다. 지방산화에 영향을 미치는 인자는 열처리온도, 산소, 기계적 마쇄, 조리방법, 저장 방법 등의 환경적 요인과 지방산 조성, heme compounds, pH, 금속, 지방분해 효소 등의 내재적 요인으로 나눌 수 있다. 이 가운데 내재적요인, 즉 화학조성 등이 지방산화에 미치는 영향에 대해서는 많은 연구가 이루어져, 산화기전이 대부분 밝혀졌으나 아직도 논란이 되는 부분이 많이 남아 있을 뿐 아니라, 실제 조리 및 가공시의 여러 환경조건, 즉 조리법, 저장방법, 저장기간, 재가열 방법 등에 대해서는 그다지 연구결과가 많지 않은 실정이다. 일반적으로 신선육 보다는 가공육의 경우, 특히 냉장저장 기간동안 지방산화가 많이 일어나는 것으로 알려져 있으나, 그 외에도 냉장고에 보관한 후 재가열 하는 과정에서도 많이 일어날 것으로 생각된다.

지방산화를 측정하는 방법에는 여러가지가 있으나 그 중에서도 TBA 분석법(thiobarbituric acid assay)은 육 어류와 그 밖의 지방함유 식품의 지질산패 정도를 측

정하기 위해 많이 이용하는 방법이다<sup>1,2)</sup>. 이는 다가불포 화지방산의 산화생성 2차 산물인 carbonyl compounds 중 대표적인 malonaldehyde의 양을 측정하는 것으로서, 1차 산화물인 hydroperoxides의 양을 측정하는 것보다 어육류 식품의 산패취와 상관관계가 더 높다<sup>3-6)</sup>. 열과 산소가 지방산화를 촉진하는 인자이므로 조리과정 동안에 지방산화는 증가되며, 냉동저장도 역시 육어류의 지방산패를 증가시키는 것으로 생각되고 있다. 닭고기의 oven baking시에 malonaldehyde level이 약 5~20배 증가한다는 보고가 있다<sup>4)</sup>. 미리 조리하여 냉동한 육류를 재가열하여 사용하면 시간과 노동력을 절약할 수 있으나, 재가열한 육류의 eating quality는 방금 조리한 경우에 비해 크게 떨어지므로 사용상의 제한점이 되고 있다. 이의 주된 원인은 지방 산화로 인한 산패취의 생성 때문이다. 산패취 가운데, 미리 조리하여 냉장 또는 냉동 저장하는 동안에 급격히 증가하는 것을 warmed-over flavor(WOF)라고 하며 이는 완전조리 또는 반조리 냉동 육류제품의 품질저하 및 기호도 감소에 결정적인 역할을 한다<sup>7)</sup>. 따라서 WOF를 감소시키는 것은 편이적인 조리 냉동식품의 가정식 및 단체급식 이용에 있어 상당히 중요한 문제이다.

본 연구에서는 많이 시판되고 있는 반조리 냉동 육류 제품들의 유통기간 및 가정 보관 중에 일어나는 지방 산화율을 측정하고자 하는 것이 첫번째 목적이고, 또한

본 연구는 1991년도 교육부 학술진흥재단의 지방대 육성 신진 연구비의 지원으로 이루어진 연구의 일부임.

저장방법과 기간을 달리했을 때, 그리고 해동과 재가열 방법에 따라 지방 산화율을 줄일 수 있는가를 알아보는 것이 두번째 목적이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 재료구입 및 저장

본 실험에 사용한 시료는 시판 반조리 냉동 육류제품으로, 미원(주) 천안공장에서 돈까스(pork cutlet : PC)와 한입 동그랑땡(Combined meat and vegetable product : CMVP)을 직접 구입하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고에 보관하면서 시료로 사용하였다. 조리용 기름으로는 백설표 식용유(대두유)를 사용하였다.

### 2. 시료의 조리

#### (1) 조리 방법

##### 1) Low Fat Frying(LFF)

fry pan에 기름을 두르고 중간 불에서 3분간 지져내어 완전히 식힌 후 plastic 용기( $10 \times 5 \times 1.5 \text{ cm}$ )에 밀폐 보관하면서 TBARS 값을 측정하였다.

##### 2) Deep Fat Frying(DFF)

시료가 폭 잠길 정도의  $180^{\circ}\text{C}$  기름에 튀겨내어 완전히 식힌 후 plastic 용기( $10 \times 5 \times 1.5 \text{ cm}$ )에 밀폐 보관하면서 TBARS 값을 측정하였다.

#### (2) 저장 방법

##### 1) 냉장 및 냉동 저장기간별 비교

$-20^{\circ}\text{C}$  냉동고에서 0, 2, 6개월을 저장하고,  $4^{\circ}\text{C}$  냉장고에서 0, 3, 6일의 저장기간을 달리하여 TBARS 값을 측정하였다.

##### 2) WOF 생성 유도 시험

조리된 시료를 완전히 식혀서 Plastic 용기에 담아  $4^{\circ}\text{C}$ 의 냉장고에서 0, 1, 3, 8, 15일 동안 냉장저장하면서 기간별로 TBARS 값을 측정하였다.

#### (3) 해동 방법

시료의 해동은 Room temperature(RT)에서 1시간 동안 하고, Refrigerator(RF)는 하루전 날  $4^{\circ}\text{C}$ 의 냉장고에 내려놓고, Microwave(MW)는 금성 MH-1650 SB 제품의 해동 button을 사용하여 1분 동안 해동시킨 후 조리하였다.

#### (4) 재가열 방법

저장한 시료를 분석전 Fry Pan에 기름을 두르고 닭아 1분 동안 재가열 하고, Microwave는 금성 MH-1650 SB 제품의 데우기 Button을 사용하였다.

### 3. 시료의 분석

#### (1) 시료의 주요성분 분석

실험 시료로 사용한 육류의 주요성분 중 수분, 조지방은 A.O.A.C 방법<sup>8)</sup>으로 실시하였다.

#### (2) 지방산패울 측정(TBARS method)<sup>9)</sup>

본 실험에 사용한 2-thiobarbituric acid는 Sigma chemical Co.(U.S.A)의 제품을 사용하였고, Standard 시료는 1.1.3.3-tetraethoxy propane(TEP. MW 220)을 사용하였다. 그리고 Petroleum ether, glacial acetic acid, ethanol 등 기타 시약은 특급내지 1급 시약을 사용하였다. TEP Standard와 시료의 분석을 위하여 triplicate로 하였고, 시료의 시험관은 다음 표에 기술된 바와 같이 준비하였다 (Table 1).

#### (3) TBARS가 계산

TBARS가는 시료 1 kg당 형성된 malonaldehyde의 mole 수로 표시하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$C \times 10^7 = \text{TBARS}(\mu\text{mole/kg meat})$$

C : equivalent concentration in moles per liter of TEP determined from the standard curve

조리 후 저장기간에 따른 지방산 산패울 측정방법은 Fig. 1과 같다.

### 4. 관능검사

관능요원은 호서대학교 식품영양학과 재학생 중 7명을 선정하였고, 이들에게 관능검사에 관한 사전 교육을 시킨 후 실험에 응하도록 하였다. 관능검사 시간은 오후 2~3시 사이에 평가하였고, 시료를 똑같은 그릇에 담아 제공하였다. 시식하는 순서는 한개의 시료를 먹고 나면 반드시 물로 입안을 헹구도록 하고 다른 시료를 시식하고 평가하도록 하였다.

평가내용은 Rancid flavor, Greasiness, After taste, Aroma, Softness, Adhesiveness, 그리고 전반적인 바람직한 정도(Overall quality)를 순위법으로 채점하였다.

Table 1. Preparation of Assay Tubes for TEP Standard and Sample

	Blank	Standard Tube Number					Sample
		1	2	3	4	5	
Standard TEP $10^{-5}\text{g (ml)}$	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	
Distilled Water (ml)	0	4.6	4.2	3.8	3.4	3.0	
0.02 M-TBA reagent (ml)	5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Sample distillate (ml)							5.0
Total Volume	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

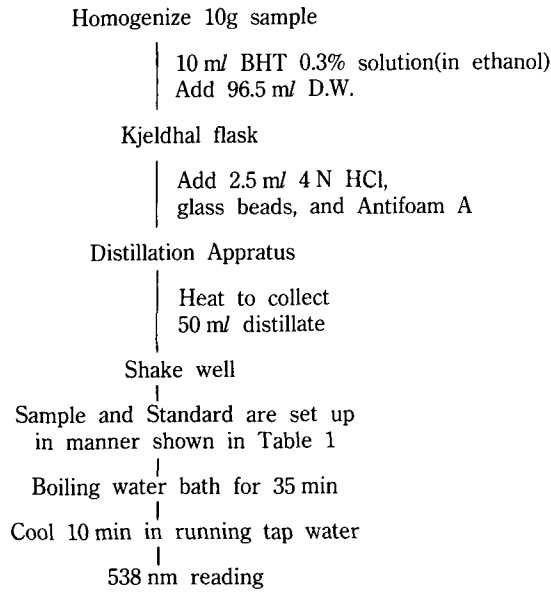


Fig. 1. Schematic Diagram for Determination of TBARS Values

Table 2. Moisture and Fat Composition of Raw and Cooked Samples

	Raw Sample		Cooked Sample	
	Moisture	Fat	Moisture	Fat
CMVP <sup>1)</sup>	68.0±1.63 <sup>3)</sup>	6.7±0.94	49.3±0.94	8.7±0.94
PC <sup>2)</sup>	61.3±2.40	8.0±1.63	39.3±0.94	14.5±0.94

<sup>1)</sup>CMVP: combined meat and vegetable product  
<sup>2)</sup>PC: Pork cutlet  
<sup>3)</sup>Mean± S.D

5. 통계처리

실험 DATA는 PC/SAS Package를 이용<sup>10,11)</sup>하였다. 모든 시료간의 유의성 검정은 ANOVA와 Duncan's multiple range test로 값들의 차이의 유의성 여부를 검정하였고, 이들 여러 변인 중에서 지방산화에 유의적으로 영향을 미치는 인자를 알아보기 위하여 Stepwise regression analysis로 검정을 하였다. 또한 관능검사 결과는 Friedman's Chi-square Test로 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

시판 반조리 냉동 육류제품 가운데 원료조성이 상이한 2가지 시료를 선택하여 조리, 저장, 해동 및 재가열 방법을 달리한 후 지방산패의 지표가 되는 TBARS 분석 및 관능검사를 실시하였다. CMVP는 주식회사 미원제품의 동그랑땡으로서 돈육 27%, 계육 23%, 두부 18%와 대두단백, 빵가루 등으로 이루어졌으며, PC는 주식회사 미원제품인 돈까스로서 돈육 11%, 계육 39%, 빵가루 22

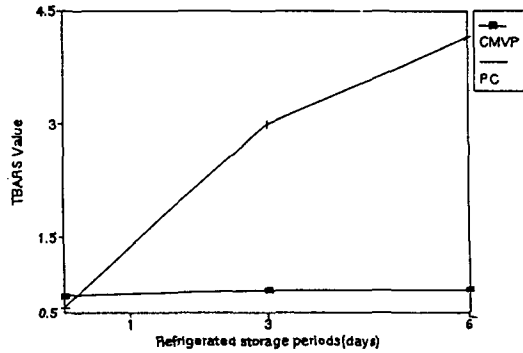


Fig. 2. TBARS Value for Refrigerated Samples at Different Storage Periods

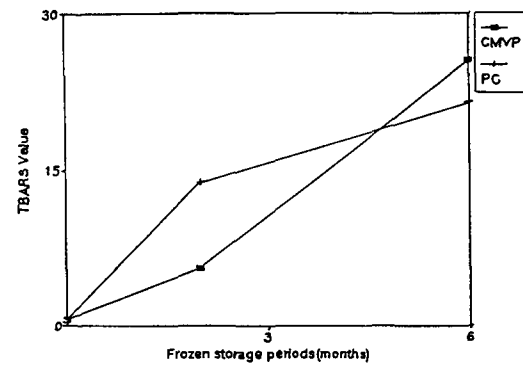


Fig. 3. TBARS Value for Frozen Samples at Different Storage Periods

와 대두단백, 소맥분으로 이루어졌다.

Table 2에 구입한 그대로의 시료를 분석한 결과 두 부함량이 높은 CMVP가 PC에 비해 높은 수분함량과 낮은 지방함량을 보였다. Low fat fried sample이 raw sample에 비해 수분함량은 28~36%의 감소를 보였으며, 지방함량은 30~80%의 증가를 보였다. 두 가지 시료를 비교해 볼 때 빵가루로 튀김옷을 입힌 PC의 경우 조리에 따른 수분감소 및 지방의 증가가 훨씬 크다는 것을 알 수 있다.

Fig. 2와 3은 반조리 냉동제품을 구입한 후 냉장 또는 냉동저장 중에 일어나는 지방산패를 나타내었다. 냉장고에 일주일 미만 보관한 것은 TBARS가에 심각한 영향을 미치지 않았으나 냉동고에서 2개월 이상 보관할 때 급격히 증가하는 것으로 보인다. 따라서 이와 같은 반조리 지방함유 냉동 육류제품을 냉장고에서 몇달 씩 보관하는 것은 바람직하지 않다고 볼 수 있다.

Table 3은 조리 후 냉장저장한 시료를 먹기 전에 다시 재가열한 다음 TBARS가를 측정된 결과이다. 조리방법으로는 low fat frying와 deep fat frying을 선택하여 실시하였는데 이에 따른 TBARS가는 두 가지 시료에서 상반되는 결과를 보여, 이 두 가지 조리방법이 지방산

**Table 3. TBARS Values for Cooked Samples by Various Cooking and Reheating Methods at Different Refrigerated Storage Periods**

Samples	Storage periods	0 day	1 days	3 days (Mean±S.D)	8 days	15 days
CMVP <sup>1)</sup>	LFF <sup>3)</sup> /PF <sup>4)</sup>	3.9±0.2	5.6±1.2	4.8±0.2	10.6±0.1	9.0±0.1
	LFF/MW <sup>5)</sup>	3.9±0.2	5.6±0.7	3.3±0.4	6.4±0.6	11.0±0.5
	DFP <sup>6)</sup> /PF	5.8±0.3	10.7±0.1	5.1±0.6	5.7±0.1	13.5±0.8
	DFP/MW	5.8±0.3	6.0±0.8	5.0±0.3	6.6±0.8	17.3±0.6
PC <sup>2)</sup>	LFF/PF	5.8±0.8	7.7±0.2	9.3±0.5	23.7±0.8	34.0±0.4
	LFF/MW	5.8±0.8	8.5±0.9	4.4±0.4	21.3±0.6	27.3±0.4
	DFP/PF	5.4±0.2	11.3±0.6	8.7±0.5	23.2±0.9	29.2±0.1
	DFP/MW	5.4±0.2	6.1±0.2	7.3±0.1	17.0±0.1	30.6±0.7

<sup>1)</sup>combine meat and vegetable product<sup>2)</sup>pork cutlet<sup>3)</sup>LFF: Low fat frying<sup>4)</sup>PF: Pan frying<sup>5)</sup>MW: Microwave oven reheating<sup>6)</sup>DFP: Deep fat frying**Table 4. Duncan's Multiple Range Test of TBARS Values at Different Refrigerated Storage Periods**

Sample Name	0	1	3	8	15	F-value	Pr>F
				(days)			
CMVP	4.5 <sup>c</sup>	7.4 <sup>b</sup>	6.5 <sup>b</sup>	7.3 <sup>b</sup>	12.4 <sup>a</sup>	36.2	***
PC	5.5 <sup>c</sup>	9.3 <sup>c</sup>	8.9 <sup>c</sup>	15.8 <sup>b</sup>	34.9 <sup>a</sup>	53.2	***

\*\*\*0.1% Significant (d&lt;c&lt;b&lt;a)

**Table 5. TBARS Values for Reheated Samples after Different Defrosting Treatments**

Defrosting Sample	RT <sup>1)</sup>	MW <sup>2)</sup>	RF <sup>3)</sup>	F-value
CMVP	7.6 <sup>ab</sup>	8.7 <sup>a</sup>	6.8 <sup>ab</sup>	2.85*
PC	9.7	9.6	9.5	3.73 <sup>NS</sup>

\*p&lt;0.05

<sup>NS</sup>indicates no significant differences (b<a)<sup>1)</sup>RT: Room Temperature<sup>2)</sup>MW: Microwave<sup>3)</sup>RF: Refrigerator

패에 미치는 영향은 시료의 원료조성에 따라 Variation이 큰 것으로 보인다. 재가열 방법 역시 두 가지 시료에서 상반된 결과를 보였다.

Table 4는 조리 후 warmed-over flavor 생성을 위해 냉장저장한 결과이다. 15일까지 TBARS가 점차적으로 증가하는 양상을 보였으며, 이는 Duncan's multiple range test에 의하여 유의적이었다(p<0.001).

MacDonald 등<sup>12)</sup>에 의하면 4℃에 냉장 저장한 육류의 경우, 처음 7일간은 산패취와 TBARS가 유의적인 상관관계(p<0.05)를 보였다고 하나 본 실험에서는 관능검사 결과(Table 7)과 크게 일치하는 결과를 보이지 않았다. Robles 등<sup>9)</sup>의 보고에 따르면 TBARS가 8 이하이면 excellent quality, 9~20일 때는 acceptable, 21일

**Table 6. Stepwise Regression Analysis of Various Parameters Affecting TBARS Values of Semiprepared Frozen Muscle Foods**

6.1 Combined Meat and Vegetable Product  
 TBARS=0.556+0.146 storage period-0.210 cooking method+0.008 moisture-0.049 fat

Variables	B Value	Parial R <sup>2</sup>	Model R <sup>2</sup>
Storage Period	0.146	0.2217	0.2217
Cooking method	-0.210	0.1200	0.3417
Moisture	0.008	0.0418	0.3835
Fat	-0.049	0.0133	0.3968

6.2 Pork Cutlet

TBARS=0.568+0.880 Cooking method+0.695 storage period+0.031 moisture-0.110 fat

Variables	B Value	Parial R <sup>2</sup>	Model R <sup>2</sup>
Storage Period	0.695	0.2897	0.2897
Cooking method	-0.880	0.1682	0.4579
Moisture	0.031	0.0414	0.4993
Fat	-0.110	0.0269	0.5262

이상이면 unacceptable 하다고 하는데, 이것과 비교할 때 본 관능검사용 시료는 acceptable한 범위에 속하므로 panel들이 그 차이를 잘 식별하지 못한 것이 아닌가 생각된다.

Table 5의 해동방법을 달리한 실험 결과 CMVP의 경우에만 해동방법이 유의적인 차이를 보였는데(p<0.05) 냉장고에서 해동한 경우가 지방산패가 가장 적었으며, 실온, 전자렌지의 순으로 나타났다. 이에 따른 관능검사의 결과는 역시 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 8).

지금까지 살펴본 변인들 중 어느 것이 TBARS value를 가장 잘 설명하고 있는지를 알아보기 위하여 Stepwise

**Table 7. Friedman's Chi-square Test for Sensory Evaluation According to Different Refrigerated Storage Periods**

	CMVP				F-value	Pr>F
	0	1	4	8		
Rancid Flavor	3.0	3.3	3.1	2.9	0.4	0.94 <sup>NS</sup>
Greasiness	2.1	3.4	2.7	3.7	9.0	0.02*
After Taste	2.0	3.7	3.3	3.0	8.8	0.03*
Aroma	3.7	3.2	3.5	3.3	0.9	0.83 <sup>NS</sup>
Softness	3.4	3.1	3.6	3.3	0.4	0.93 <sup>NS</sup>
Adhesiveness	2.7	2.7	3.9	3.1	7.9	0.05 <sup>NS</sup>
Overall Quality	2.7	3.4	3.4	2.9	2.3	0.51 <sup>NS</sup>

	PC				F-value	Pr>F
	0	1	4	8		
Rancid Flavor	3.4	1.9	3.1	2.4	5.0	0.17 <sup>NS</sup>
Greasiness	4.0	2.7	2.4	2.7	7.7	0.05*
After Taste	3.6	1.4	3.3	2.9	12.9	0.005***
Aroma	2.8	3.3	2.7	3.5	1.8	0.6 <sup>NS</sup>
Softness	3.1	2.4	2.4	2.9	2.1	0.6 <sup>NS</sup>
Adhesiveness	3.1	3.1	2.6	3.6	2.5	0.5 <sup>NS</sup>
Overall Quality	3.7	1.7	2.9	2.7	8.8	0.03*

\*5% Significant, \*\*\*0.1% Significant

<sup>NS</sup>indicates no significant differences

Based on following scales: rancid flavor, greasiness, after taste, aroma (1=extreme, 2=strong, 3=moderate, 4=slight, 5=none)

: softness, adhesiveness, overall quality, (1=very poor, 2=poor, 3=fair, 4=good, 5=very good)

regression analysis를 실시하였다.

Table 6에서 보는 바와 같이 두 시료 모두에 있어서 지방산패에 영향을 미치는 정도는 저장기간, 조리방법, 수분함량, 지방함량의 순으로 나타났다. 이 네 가지 요인들의 누적된 결정계수(model R<sup>2</sup>)는 CMVP는 0.3968, PC는 0.5262로서, 지방산패에 지표가 되는 TBARS는 이 네 가지 변인에 의해 40~53% 정도 설명될 수 있다.

이 결과로서 반조리 냉동 육류제품의 지방산패는 저장기간에 의하여 가장 영향을 많이 받는 것으로 보이며, 조리방법도 어느 정도는 영향력이 있음을 알 수 있다. Smith 등<sup>13)</sup>에 의하면 닭고기의 oven baking에 있어서 내부온도 74℃ 이하로 조리한 경우 4℃에서 48시간 저장한 WOF 생성유도 실험에서 좋은 결과를 보여주었다. 돼지고기의 경우 oven baking의 경우 내부온도를 65℃에서 85℃로 올려줌에 따라 WOF가 증가했다<sup>7)</sup>. 이는 WOF 생성의 촉매가 되는 nonheme iron의 release가 가열조리하는 동안 증가하기 때문이다<sup>7,14)</sup>.

본 실험에서는 distillation TBA assay 방법을 사용하였으며 항산화제로서 BHT를 첨가하였는데, 이는 분석도중에 일어나는 산화로 인하여 분석치가 원래 시료의 TBARS 함량보다 높게 나타날 우려가 있기 때문이다<sup>14)</sup>. 가장 많이 사용되는 항산화제로는 BHT<sup>15,16)</sup>, 또는 EDTA와 PG<sup>17,18)</sup>의 병용을 들 수 있다. Pikul 등<sup>13)</sup>에 의하면 BHT는 효과적인 항산화제이면서, 아울러 malonal-

**Table 8. Friedman's Chi-square Test for Sensory Evaluation According to Different Reheating Methods**

	CMVP				Pr>F
	RT	RF	MW	F-value	
Rancid Flavor	3.7	3.0	3.5	0.87	0.85 <sup>NS</sup>
Greasiness	3.5	3.7	2.8	2.80	0.25 <sup>NS</sup>
After Taste	3.5	2.8	3.3	1.24	0.54 <sup>NS</sup>
Aroma	2.6	2.6	3.0	0.38	0.8 <sup>NS</sup>
Softness	2.8	3.0	3.8	3.90	0.14 <sup>NS</sup>
Adhesiveness	2.7	3.0	3.2	0.67	0.7 <sup>NS</sup>
Overall Quality	2.8	2.3	3.5	2.60	0.4 <sup>NS</sup>

	PC				Pr>F
	RT	RF	MW	F-value	
Rancid Flavor	2.8	2.2	2.0	1.83	0.4 <sup>NS</sup>
Greasiness	2.3	3.2	3.3	3.00	0.2 <sup>NS</sup>
After Taste	3.0	1.7	1.8	7.12	0.028*
Aroma	3.3	3.5	4.2	2.80	0.25 <sup>NS</sup>
Softness	2.7	2.0	2.5	0.33	0.85 <sup>NS</sup>
Adhesiveness	2.5	3.0	2.7	1.17	0.56 <sup>NS</sup>
Overall Quality	3.0	2.2	2.3	1.68	0.68 <sup>NS</sup>

\*5% Significant

<sup>NS</sup>indicates no significant differences

Based on following scales: rancid flavor, greasiness, after taste, aroma (1=extreme, 2=strong, 3=moderate, 4=slight, 5=none)

: softness, adhesiveness, overall quality, (1=very poor, 2=poor, 3=fair, 4=good, 5=very good)

dehyde의 release를 방해하지 않으며, malonaldehyde와 TBA의 결합을 방해하지 않는다고 한다. 또한 항산화제를 첨가할 때는 distillation을 하기 이전에 하는 것이 가장 효과적이며, 이전의 보고들에 있어 TBA가 높은 variation을 갖는 이유는 측정 중에 일어나는 산화 때문인 것으로 보인다.

#### IV. 결론 및 요약

시판 반조리 냉동육류 제품의 품질저하의 원인이 되는 지방 산패정도를 알아보고자, 저장방법 및 기간, 조리방법, 해동방법 및 재가열방법을 변인으로 하여 TBARS를 측정하였다. 시료의 냉장 및 냉동보관 중 산패가 많이 일어났으며, 조리한 시료가 조리하기전 시료보다 보관 중 산패가 더욱 많이 일어났음을 알 수 있었다. 조리한 시료를 냉장고에 15일간 저장한 WOF 생성 유도 실험에서, 시간이 지남에 따라 점차적으로 TBARS가 증가함을 볼 수 있었다( $p < 0.001$ ). 또한 조리방법과 재가열 방법은 유의적인 차이를 초래하지 않았으며, 해동 실험에서는 냉장, 실온, 전자렌지의 순으로 TBARS가 커짐을 볼 수 있었다( $p < 0.05$ ).

이들 결과를 종합적으로 설명하고자 stepwise regression analysis를 실시한 결과 저장기간, 조리방법, 수분함량, 지방함량의 순으로 지방산패에 영향을 미치는 것으로 보이며, 이들 4가지 변인으로써 TBARS가의 40~53

%를 설명할 수 있었다.

### 참고문헌

1. Gray, J.I., Measurement of Lipid oxidation, A review, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 55: 539-546(1978).
2. Greene, B.E. and T.H. Cumuze, Relationship between TBA numbers and inexperienced panelists assessments of oxidized flavor in cooked beef, *J. Food Sci.* 47: 52-58(1981).
3. Igene, J.O. and A.M. Pearson, Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems, *J. Food Sci.* 44: 1285-1290 (1979).
4. Igene, J.O., Pearson, A.M., Merkle, R.A. and Coleman, T.H., Effect of frozen storage time, cooking and holding temperature upon extractable lipids and TBA values of beef and chicken, *J. Anim. Sci.* 49: 701-704 (1979).
5. Igene, J.O., A.M. Pearson, L.R. Dugan Jr. and J.F. Price, Role of triglycerides and phospholipids on development of rancidity in model systems during frozen storage, *Food Chem.* 5: 263-276(1980).
6. Igene, J.O., K. Yamauchi, A.M. Pearson, J.I. Gray and S.D. Aust, Evaluation of 2-thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) in relation to warmed-over flavor (WOF) development in cooked chicken, *J. Agric. Food Chem.* 33: 364(1985).
7. Pearson, A.M. and J.I. Fray, Mechanism responsible for warmed-over flavor in cooked meat. In "The Miallard Reaction in Food and Nutrition." G.R. Waller and M.S. Feather 287. *Am. Chem. Soc.*, Washington, DC (1983).
8. AOAC methods, Chapter 24. Meats and Meat Products (1984).
9. Robles, M., E. Cervantes and P.J. Ke, Recommended method for testing the objective rancidity development in fish based on TBARS formation. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. No. 1089. 1-27(1982).
10. 이승욱 편저, 통계학의 이해, 자유아카데미 (1990).
11. Cray, SAS/STAT Guide for personal computers, Institute Inc., North Carolina (1988).
12. MacDonald, B., J.I. Gray, Y. Kakuda and M.L. Lee, Role of nitrite in cured meat flavor, chemical analysis, *J. Food Sci.* 45: 889(1980).
13. Smith, D.M., A.M. Salih, and R.G. Morgan, Heat treatment effects on warmed-over flavor in chicken breast meat, *J. Food Sci.* 52(4): 842-845(1987).
14. Younathan, M.T., Causes and prevention of warmed-over flavor, Reciprocal Meat Conference Proc 38: 74 (1985).
15. Pikul, J., D.E. Leszcynski, F.A. Kummerow, Elimination of sample autoxidation by butylated hydroxytoluene additions before thiobarbituric acid assay for malonaldehyde in fat from chicken meat, *J. Agric Food Chem* 31: 1338-1342(1983).
16. Pikul, J., D.E. Leszcynski, P.J. Bechtel and F.A. Kummerow, Effects of frozen storage and cooking lipid oxidation in chicken meat, *J. Food Sci.* 49: 704-708 (1984).
17. Rhee, K.S., Minimization of further lipid peroxidation in the distillation 2-thiobarbituric acid test of fish and meat, *J. Food Sci.* 43: 1776-1778(1979).
18. Rhee, K.S., R. Leu, Y.A. Ziprin, J.T. Keeton, J.J. Bohac and H.R. Cross, Minimization of oxidative flavor deterioration in refrigerated batter-breaded restructured pork nuggets by glandless cottonseed flour in the meat or coating, *J. Food Sci.* 53(2): 388-390(1988).