

## 육가공 제품의 저장 및 조리방법이 지질산패에 미치는 영향

이재민\* · 조정순

명지대학교 식품영양학과

### Effects of Storage Days and Cooking Method on Lipid Oxidation in Processed Meat Products

Lee, Jae Min · Cho Jung Soon

Dept. of Food and Nutrition, Myongji Univ.

(Received March, 30, 1995)

#### ABSTRACT

Ham, sausage and bacon were treated with common household processing techniques including refrigerated storage(0, 14, 28 days) and cooking(pan-frying, microwaving, boiling).

Lipid oxidation was evaluated by measuring fatty acid composition, malonaldehyde(MA), TBA values and by measuring fluorescent products.

Major fatty acid composition were oleic acid and followed respectively palmitic acid, stearic acid, linoleic acid, linolenic acid.

There was no significant difference in fatty acid composition by cooking method but there was a tendency of being increased of unsaturated fatty acid during 28days storage.

Ma, TBA and fluorescent products showed a tendency of being increased continually according to storage days rather than cooking method.

#### I. 서 론

육가공 제품은 식품 산업계에서 육가공 기술의 향상과 소비 수요증대에 따라 80년대 이후부터 대기업들이 육가공업에 적극 참여하면서 각종 육가공 제품의 생산이 양적, 질적으로 향상되었다.

육가공 제품의 생산량이 지난 10년간 소시지류는 312%, 햄류는 1,838%, 베이컨이 594%, 그리고 통조림 및 기타 제품이 483%로 증가하고 있는 것은 수요의 증대와 소비자의 구미에 맞는 제품이 생산되고 있으며 앞으로 소비량은 계속 증가될 추세이다.<sup>1, 2)</sup>

육가공 제품은 제조 공정 중 살균방법에 따라 10°C 이하에서 냉장 유통을 해야하는 살균 제품(훈연이나 가열제품으로 햄류, 소시지, 베이컨류)과 상온 유통이 가능한 멸균제품(120°C에서 고온, 고압, 열수살균한 것으로 혼합 어육소시지, 통조림) 등으로 나눌 수 있다.<sup>3, 4)</sup>

최근 외국에서는 생육가공품(생소시지 등)의 90%는 신선육에 아질산염과 같은 미생물 발육억제 물질이 들어 있지 않아 저장기간을 극히 제한받는 육가공제품으로 많이 이용되고 있다.<sup>5)</sup>

국내에서는 생육가공제품의 생산량은 매우 적으므로 대부분의 육가공제품은 훈연, 가열처리 되어 나온

제품인데도 소비과정에서 필요 이상의 가열방법으로 조리하여 육가공제품의 지질산패에 의한 산화물질이 생성될 것으로 생각된다.

따라서 육가공제품은 아무리 공정에서 위생적으로 적절하게 수행하여 안전하게 제조되었다 하더라도 유통에서 저온유통이 안되거나, 이용할 때 조리방법에 따른 지질의 산패도는 소비자의 안전성을 크게 위협하게 된다.

오늘날 식품을 보다 안전하고 신선한 상태로 간편하게 식용하고자 하는 소비자의 욕구와 식품의 저장, 수송, 안전에 대한 사회적, 경제적 요구 등에 의해 식품의 냉장, 냉동 저장이 많이 이용되고 있으며 육류를 동결 저장할 때 식품 성분의 이화학적 변화 중 특히 지질 성분의 변화는 영양학적 또는 위생적인 측면에서 매우 주의해야 할 문제이다.<sup>6-8)</sup>

육류를 냉동저장, 조리, 다시 냉장저장 후 재가열 등이 지질산화에 미치는 영향에 대한 보고<sup>8-11)</sup>가 많으며, 냉장은도로 저장한 신선육 경우에는 지질의 산화는 급속히 진행되고<sup>12)</sup> 냉동조건에서도 서서히 산화현상이 일어난다. 특히 열처리를 했을 때 육류 중의 지질 산화는 크게 가속화된다.<sup>13)</sup>

육가공제품의 조리방법에 따른 지질 산패는 일차 산화물인 과산화물이며 이것이 분해되어 카보닐 화합물 등의 2차 분해산물을 생성하므로 2-thiobarbituric acid(TBA)분석을 이용하여 육류 및 다른 지질 함유 식품의 다가불포화지방산의 분해산물인 malonaldehyde(three-carbon dialdehyde, OHC-CH<sub>2</sub>-CHO)량을 측정하여 산화적 변화를 보았다.<sup>14-16)</sup>

MA는 육류 및 육가공제품 등 많은 식품에서 발견되어 단지 산패했을 때만 관련있는 것이 아니고 조리방법에 따라 그 함량은 다르게 나타나며 동물실험에서도 잠재적 발암물질로 작용한다.<sup>17, 18)</sup>

Shamberger<sup>19)</sup> 등은 생육과 조리육에서 각각 1~14  $\mu\text{g/g}$ , 0.3~3.9  $\mu\text{g/g}$ 을 함유하고 있고 Siu와 Draper는 생육에서 0.35~2.9  $\mu\text{g/g}$ , 조리육에서 0.7~5.3  $\mu\text{g/g}$ 의 MA를 함유하고 있다는 결과는 조리과정 자체가 MA 함량을 증가시키는 것을 알 수 있으며, MA의 형성 및 분해에 영향을 주는 인자는 온도, 조리시간, 식품에 전달되는 열의 형태, 식품의 산도 등이 있다.<sup>21-23)</sup> 한편, 형광물질(Fluorescence)은 MA와 복합체인 2차 과산화 물질로서 MA와 아미노산, peptide,

phospholipid 및 그 자체와 반응하여 형광을 내는 물질이며 육가공 제품의 지질 산패를 평가하는 유용한 방법으로 제시되고 있다.<sup>24-26)</sup>

그러므로 본 연구에서는 시판되고 있는 육가공 제품의 햄, 소시지, 베이컨을 유통기한의 초기, 중기, 말기로 냉장저장하여 uncooking, pan-frying, microwaving cooking, boiling의 조리방법에 따른 지질의 산패정도를 알아보기 위해 MA(malonaldehyde) 및 TBA를 분석하고, 형광물질을 측정하였으며 지방산 조성의 변화를 관찰하여 육가공제품에 대한 저장과 조리에 있어서 바람직한 이용방법에 도움을 주고자 한다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 육가공제품으로 시판되고 있는 햄(프레스햄), 소시지(야채 15% 혼합 어육 소시지), 베이컨을 구입하였다.

구입한 육가공제품은 유통기한의 초기, 중기, 말기(0일, 14일, 28일)로 구분하여 냉장 저장 후 실험 재료로 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 조리방법

가정이나 집단 급식소에서 많이 이용되는 육가공 제품의 조리방법으로 전자렌지 조리(microwaving), 지짐(pan-frying), 끓임(boiling)을 선택하였으며 예비 실험을 통하여 익는 정도는 시각적으로 타지 않을 정도의 조리시간과 온도로 조정하였다.

#### (1) Microwaving

햄, 소시지, 베이컨 각각의 재료를 전자렌지(RE-6960 삼성 Co.)에서 강으로 햄은 2분, 소시지는 1분 30초, 베이컨은 40초 동안 조리하였다.

#### (2) Pan-frying

전기 후라이팬(EHQ-07, ZJUORISH Co.)을 이용하여 180°C에서 햄은 4분 30초, 소시지는 3분 30초, 베이컨은 3분 동안 조리하였다.

#### (3) Boiling

끓는 물속에서 햄, 소시지, 베이컨을 각각 4분, 3분, 2분 동안 조리하였다.

2) 분석실험

(1) Fatty acid 분석

각 시료를 A. O. A. C official method Ce 1-62 방법<sup>27)</sup>에 의하여 methylation 시킨 후 Gas chromatograph(GC) (Varian 3700)로 분석하였다. Chromatogram상에서 분리된 지방산 methyl ester의 동정은 표준 물질(SIGMA chemical Co.)의 retention time 과 면적을 총 면적에 대한 백분율로 나타내었다.

지방산 분석에 사용된 GC의 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Instruments and operation conditions for gas chromatograph.

Instrument	Varian 3700
Column	3m stainless steel unisal 3000
Column Temp.	195°C
Detector Temp.	FID at 240°C
Injection Temp.	230°C

(2) Malonaldehyde 분석

① Chloroform-methanol을 이용한 지질 추출

Pikul 등<sup>28)</sup>의 방법에 따라 chloroform과 methanol을 이용하여 Fig. 1에서와 같이 지질을 추출하였다.

② Malonaldehyde 분석

CM법으로 추출된 dry fat(1~8mg)에 0.8mL의 증류수와 8.1%의 Sodium dodecyl sulfute(SDS) 0.2mL를 넣어 혼합한 후 20% acetic acid 1.5mL를 첨가한다. 이때 acetic acid에 NaOH를 이용하여 pH 4로 조정한다. 20%의 acetic acid까지 첨가한 tude에 0.8% 수용 TBA용액 1.5mL를 첨가한 후 0.5% ethanol 0.1mL를 가한다. 이것을 끓는 물에서 60분간 가열한 후 냉각시킨 다음 원심분리(4000g, 10°C, 15 min)한다. 원심분리된 시료에서 상정액만을 취한 후 UV-spectrophotometer(SHIMADZU UV-3100. UV-Vis-NIR Spectrophotometer)로 532nm에서 흡광도를 측정하고, 표준 용액은 시료를 뺀 나머지를 공실험에서 하여 비색정량하였다.

③ TMP를 이용한 표준물질 계산<sup>28)</sup>

Malonaldehyde의 mg량과 TBA number를 결정하기 위하여 표준물질로 1, 1, 3, 3-Tetramethoxy-propane(이하 TMP)을 사용하였다.

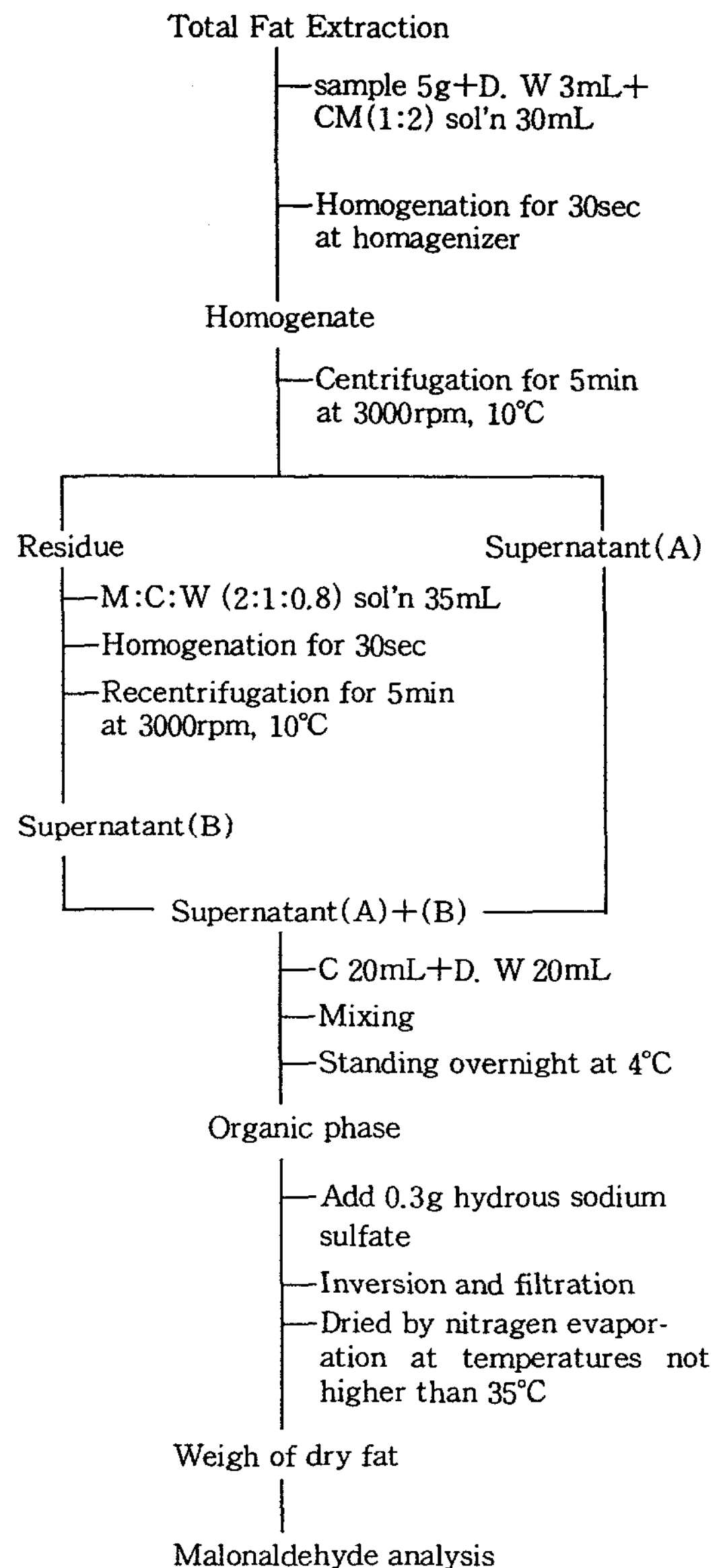


Fig. 1. Total Fat extraction from ham, sausage, bacon.

분석조건에서 1mol의 malonaldehyde가 TMP 각 1mol로부터 분리되며, TMP가 100% 같은 mol의 malonaldehyde로 전환된다는 것을 기준으로 532nm에서 흡광도를 측정하여 malonaldehyde의 mg으로 환산하였다.

(3) Thiobarbituric acid number

TBA는 햄, 소시지, 베이컨의 kg당 malonaldeh-

yde의 mg량으로 표시하였다.<sup>28)</sup>

(4) 형광물질(fluorescence) 측정법<sup>20)</sup>

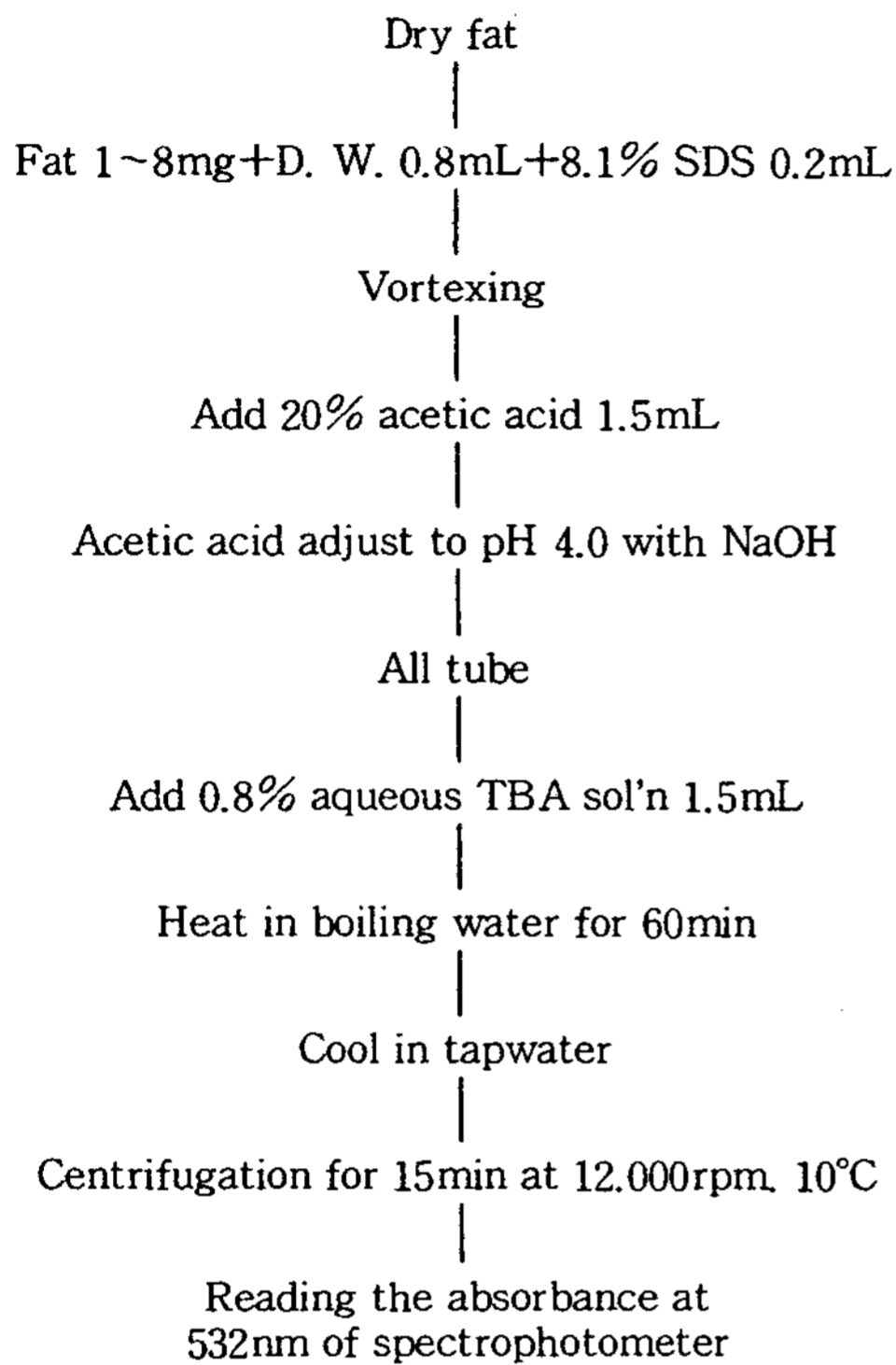


Fig. 2. Malonaldehyde analysis from ham, sausage, bacon.

0일, 14일, 28일의 햄, 소시지, 베이컨 1g을 20mL의 Folch's reagent(chloroform : methanol=2:1)로 균질화하여 실온에서 2시간 정치하여둔 후 분액깔대기에서 여과지로 여과한다. 여과된 액에 Folch's reagent를 이용하여 20mL로 조정한 후 증류수 4mL를 첨가한다. 이 혼합액을 4°C에서 하룻밤 정치하여 유기층과 수성층으로 분리한다.

분리된 두 층에서 유기층을 선택하여 Fluorescences spectrophotometer(TEGIMENTA SFM 25, KONTRON INSTRUMENT Co.)에서 excitation 360nm, emission 440nm로 측정하고, 표준 용액은 시료를 뺀 나머지를 공실험하여 결정하였다.

3. 통계처리

모든 실험은 3회 반복 실험을 통해 ANOVA TEST의 Multiple range test를 이용하여 평균치간의 유의성 검증을 P-0.05 수준에서 행하였다.<sup>29)</sup>

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 지방산 조성의 변화

햄, 소시지, 베이컨을 냉장 온도에서 0일, 14일, 28일 저장했을 때 저장기간 및 조리방법에 따른 지방산 조성의 변화는 Table 2~4와 같으며 지방산의 종류는

Table 2. Fatty acid composition of ham during storage and cooking method

Storage time	Cooking method	Fatty acid*							
		10 0	12 0	14 0	16 0	16 1	18 0	18 1	18 2
0 day	Uncooking	0.143	0.027	1.17	22.92	3.50	11.45	44.51	12.43
	Microwaving	0.154	0.040	1.25	24.25	3.75	11.20	44.14	12.31
	Pan-frying	0.165	0.028	1.20	22.82	3.75	10.83	45.58	12.72
	Boiling	0.141	0.027	1.25	23.35	3.65	11.08	44.15	12.52
14 days	Uncooking	1.900	0.042	2.16	37.34	5.07	17.81	57.54	9.85
	Microwaving	2.466	2.937	3.19	23.35	6.17	11.77	37.73	6.62
	Pan-frying	0.405	0.127	1.54	26.91	3.92	11.98	42.19	7.16
	Boiling	0.136	0.131	1.81	28.16	3.39	14.26	39.47	10.68
28 days	Uncooking	4.397	0.601	11.56	24.44	2.88	12.43	38.75	12.03
	Microwaving	1.973	0.388	1.49	22.42	3.41	9.88	41.96	13.71
	Pan-frying	2.110	0.269	1.24	22.39	2.99	11.99	42.06	13.09
	Boiling	2.192	0.636	2.22	21.47	3.67	10.04	42.38	12.32

\* Number of carbon atoms : number of double bonds.

capric acid(C 10:0), lauric acid(C 18:1), myristic acid(C 14:0), palmitic acid(C 16:0), palmitoleic acid(C 16:1) stearic acid(C 18:0), oleic acid(C 18:1), linoleic acid(C 18:2) 등 8가지 종류로 확인할 수 있었다.

Table 2~4에서 햄, 소시지, 베이컨을 구성하고 있

는 주요 지방산은 oleic acid > palmitic acid > stearic acid > linoleic acid 순으로 많이 함유되어 있었으며 정<sup>30)</sup> 등이 보고한 지방산 함량과 같은 경향이었다. 가장 높게 나타난 oleic acid의 경우 0일에 햄 > 소시지 > 베이컨 순으로 함유하고 있었으며 uncooking, microwaving, pan-frying, boiling의 조리 방법에 따

Table 3. Fatty acid composition of sausage during storage and cooking method

(% in total fat)

Storage time	Cooking method	Fatty acid*							
		10 0	12 0	14 0	16 0	16 1	18 0	18 1	18 2
0 day	Uncooking	0.433	0.029	1.30	23.82	3.02	13.36	43.24	0.94
	Microwaving	0.306	0.034	1.46	24.99	3.17	12.95	42.82	10.43
	Pan-frying	0.280	0.090	1.97	22.00	3.00	13.03	42.80	11.06
	Boiling	0.228	0.034	1.35	22.97	3.19	12.24	44.58	11.56
14 days	Uncooking	0.442	2.591	1.63	43.66	2.70	20.05	24.72	1.30
	Microwaving	1.469	5.009	6.17	28.62	7.24	14.53	29.85	3.26
	Pan-frying	3.079	1.421	3.07	41.33	1.76	20.54	22.85	2.10
	Boiling	6.066	4.563	9.03	26.29	12.59	12.10	11.46	4.63
28 days	Uncooking	1.731	0.324	1.56	22.98	2.92	11.87	41.02	12.84
	Microwaving	2.320	0.272	1.38	22.22	3.02	11.07	41.37	13.60
	Pan-frying	1.544	0.325	1.77	23.75	3.34	11.57	42.69	10.25
	Boiling	2.869	0.478	1.74	25.01	2.91	12.71	38.48	11.96

\* Number of carbon atoms : number of double bonds.

Table 4. Fatty acid composition of bacon during storage and cooking method

(% in total fat)

Storage time	Cooking method	Fatty acid*							
		10 0	12 0	14 0	16 0	16 1	18 0	18 1	18 2
0 day	Uncooking	0.067	0.031	1.45	24.18	3.07	14.45	41.21	10.77
	Microwaving	0.334	0.043	1.47	27.45	3.65	15.17	47.55	12.88
	Pan-frying	0.063	0.031	1.37	24.02	2.98	13.90	40.78	12.09
	Boiling	0.075	0.030	1.44	24.93	3.14	13.40	41.10	12.04
14 days	Uncooking	3.418	0.985	3.39	40.63	2.10	18.41	22.04	3.37
	Microwaving	0.131	0.105	1.58	25.60	3.66	11.88	41.11	12.08
	Pan-frying	5.219	1.543	6.13	26.41	4.19	14.75	27.16	3.95
	Boiling	0.809	0.175	2.20	36.89	0.32	19.90	21.50	3.45
28 days	Uncooking	1.545	0.310	1.67	23.37	3.50	11.12	45.51	10.16
	Microwaving	1.103	1.145	2.09	24.38	3.57	11.85	43.13	8.95
	Pan-frying	2.203	0.454	1.53	23.92	3.38	11.36	43.55	11.64
	Boiling	0.218	0.457	1.62	25.76	3.51	12.55	43.36	8.68

\* Number of carbon atoms : number of double bonds.

른 지방산 함량 변화에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

그러나 저장 기간에 따른 지방산 조성의 변화는 햄을 제외한 소시지, 베이컨은 14일 저장한 후에 불포화 지방산(C 18:1, C 18:2)이 감소하였으며 포화 지방산(C 16:0, C 18:0)은 증가하였다가 28일 저장 후에는 다시 불포화 지방산이 증가하는 경향을 보여 저장 기간이 길어질수록 지질의 산패에 따른 안정성 문제가 계속 연구가 되어야 할 것으로 사료된다.

## 2. Malonaldehyde 함량

MA는 불포화 지방산의 자동산화에 의한 유리기의 연쇄반응산물로서 MA가 TBA와 반응하여 적색으로 발색되는 정도를 분광광도계로 측정하는 것으로서 지질의 산패정도와 밀접한 관계가 있다.<sup>15~20)</sup>

0일, 14일, 28일 저장 기간과 조리방법에 따른 MA 함량 변화는 Table 5~7과 같다.

조리방법에 따른 MA 함량변화는 햄에서 조리하지 않은 것(uncooking)이 0일 일때 10.26 $\mu$ g에서 28일 후 33.06 $\mu$ g으로 3배 이상 유의하게 ( $p < 0.05$ ) 증가되었으며 다음은 boiling > microwaving > pan-frying 순으로 증가하였다. 소시지는 pan-frying에서 0일 일때, 7.45 $\mu$ g에서 28일 후 29.77 $\mu$ g으로 4배 이상 유의하게 ( $p > 0.05$ ) 증가하였으며 microwaving > uncooking > boiling 순으로 햄보다 증가 폭이 훨씬 크게 나타났다. 베이컨은 uncooking에서 0일 일때 10.27 $\mu$ g에서 28일 후 41.00 $\mu$ g으로 4배 정도 유의하게 ( $p < 0.05$ ) 증가하였으며, 그 다음은 boiling > microwaving > pan-frying 순으로 그 함량이 증가하였다.

Table 5. Malonaldehyde content of uncooking, microwaving, pan-frying and boiling method in ham during storage

Cooking method	Storage time		
	0 day	14 days	28 days
Uncooking	<sup>y)</sup> 10.252 $\pm$ 0.767 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 11.808 $\pm$ 1.123 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 33.059 $\pm$ 0.968 <sup>a)</sup>
Microwaving	<sup>x)</sup> 9.925 $\pm$ 0.773 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 12.921 $\pm$ 0.647 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 21.890 $\pm$ 0.781 <sup>b)</sup>
Pan-frying	<sup>z)</sup> 6.417 $\pm$ 0.186 <sup>b)</sup>	<sup>y)</sup> 8.386 $\pm$ 1.040 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 9.148 $\pm$ 0.551 <sup>b)</sup>
Boiling	<sup>z)</sup> 4.914 $\pm$ 0.798 <sup>c)</sup>	<sup>y)</sup> 7.886 $\pm$ 0.720 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 10.935 $\pm$ 0.513 <sup>c)</sup>

Values are Means  $\pm$  S. D.

Means with different lowercase letter are Significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )

abcd for cooking method

xyz for storage time

Table 6. Malonaldehyde content of uncooking, microwaving, pan-frying and boiling method in sausage during storage

Cooking method	Storage time		
	0 day	14 days	28 days
Uncooking	<sup>y)</sup> 10.332 $\pm$ 0.378 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 12.363 $\pm$ 1.402 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 30.802 $\pm$ 1.423 <sup>b)</sup>
Microwaving	<sup>x)</sup> 9.197 $\pm$ 0.738 <sup>b)</sup>	<sup>y)</sup> 26.449 $\pm$ 0.968 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 43.604 $\pm$ 0.396 <sup>a)</sup>
Pan-frying	<sup>z)</sup> 7.447 $\pm$ 0.437 <sup>c)</sup>	<sup>y)</sup> 12.430 $\pm$ 1.576 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 29.769 $\pm$ 0.702 <sup>b)</sup>
Boiling	<sup>z)</sup> 10.778 $\pm$ 0.743 <sup>d)</sup>	<sup>y)</sup> 13.274 $\pm$ 0.723 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 27.890 $\pm$ 0.919 <sup>c)</sup>

Values are Means  $\pm$  S. D.

Means with different lowercase letter are Significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )

abcd for cooking method

xyz for storage time

그러므로 위의 모든 조리방법은 저장기간이 길수록 MA함량이 뚜렷이 증가하는 경향으로 Mcmillin<sup>31)</sup> 과 Singh<sup>32)</sup> 등이 결과와 일치한다.

한편 0일, 14일, 28일 모두 uncooking > microwaving > pan-frying > boiling 순으로 MA함량이 감소하는 경향은 전자렌지에 의한 가열시간 단축에도 불구하고 햄과 소시지의 microwaving에서 MA함량이 높게 나타난 것은 Siu 등의 결과와는 차이가 있었으며, 조리하지 않은 것보다 조리하는 경우가 감소된 것은 조리방법의 조건이 다르기 때문인 것으로 사료된다.

3. TBA가 (Thiobarbituric acid unumber)

TBA는 조직 1kg 당 malonaldehyde의 mg으로 표시되며 MA함량에 각각의 지질함량을 곱하여진 값으로 얻어진다.<sup>10)</sup>

0일, 14일, 28일 저장한 후에 얻어진 TBA가와 조리

육가공 제품의 저장 및 조리방법이 지질산패에 미치는 영향 7

방법에 따른 TBA가의 변화는 Table 8~10과 같다.

본 실험결과 햄, 소시지, 베이컨 모두 저장 중기, 즉, 14일 냉장 저장했을시 TBA가 가장 높다가 저장 말기(28일 냉장 저장 후)에는 다소 감소하는 경향을 보였다. 그러나 지질의 함량이 전반적으로 높은 베이컨은 28일 냉장 저장시까지 TBA가가 증가하는 것으로 나타난 TBA가는 지질 함량과 많은 관계가 있다는 것을 보여주었다.

조리법 별로 살펴보면 조리 조건에 따른 일관성있는 변화를 나타내지는 않았으나 햄과 베이컨의 경우 pan-frying으로 했을 때 microwaving이나 boiling조리에 비해 높은 경향을 보였으며 소시지의 경우는 microwaving으로 조리하였을 때가 다른 조리법으로 조리했을 때보다 다소 높은 수치를 보였다.

Dawson 등은 칠면조육을 갈아 조리한 후 3°C에서 냉장 저장한 후 TBA가를 측정 비교하였을 때 조리,

Table 7. Malonaldehyde content of uncooking, microwaving, pan-frying and boiling method in bacon during storage.

Cooking method	Storage time		
	0 day	14 days	28 days
Uncooking	<sup>x)</sup> 10.265±1.273 <sup>b)</sup>	<sup>y)</sup> 31.628±1.798 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 41.001±0.954 <sup>a)</sup>
Microwaving	<sup>y)</sup> 9.604±1.031 <sup>b)</sup>	<sup>y)</sup> 10.407±1.030 <sup>c)</sup>	<sup>x)</sup> 25.182±0.339 <sup>c)</sup>
Pan-frying	<sup>z)</sup> 14.412±0.867 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 23.335±0.950 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 33.707±0.901 <sup>b)</sup>
Boiling	<sup>z)</sup> 6.900±1.503 <sup>c)</sup>	<sup>x)</sup> 21.754±0.869 <sup>b)</sup>	<sup>y)</sup> 18.084±0.994 <sup>c)</sup>

Values are Means ± S. D.

Means with different lowercase letter are Significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

abcd for cooking method

xyz for storage time

Table 8. TBA number of ham during storage and cooking methods

(TBA number)

Cooking method	Storage time		
	0 day	14 days	28 days
Uncooking	<sup>x)</sup> 1.090±0.233 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.563±0.250 <sup>c)</sup>	<sup>y)</sup> 0.376±0.089 <sup>a)~b)</sup>
Microwaving	<sup>y)</sup> 0.793±0.051 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.790±0.045 <sup>b)~c)</sup>	<sup>y)</sup> 0.366±0.062 <sup>a)~b)</sup>
Pan-frying	<sup>z)</sup> 0.902±0.275 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 1.430±0.048 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.274±0.084 <sup>b)</sup>
Boiling	<sup>y)</sup> 0.776±0.148 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.881±0.180 <sup>b)</sup>	<sup>y)</sup> 0.437±0.025 <sup>a)</sup>

Values are Means ± S. D.

Means with different lowercase letter are Significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

abcd for cooking method

xyz for storage time

Table 9. TBA number of sausage during storage and cooking methods

(TBA number)

Cooking method	Storage time		
	0 day	14 days	28 days
Uncooking	<sup>x)</sup> 1.312±0.441 <sup>a)~b)</sup>	<sup>x)</sup> 1.354±0.106 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 1.314±0.150 <sup>a)~b)</sup>
Microwaving	<sup>x)</sup> 1.273±0.454 <sup>a)~b)</sup>	<sup>x)</sup> 1.442±0.225 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 1.510±0.124 <sup>a)</sup>
Pan-frying	<sup>z)</sup> 0.645±0.125 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 1.474±0.153 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 1.092±0.079 <sup>b)</sup>
Boiling	<sup>x)</sup> 1.449±0.214 <sup>a)</sup>	<sup>z)</sup> 0.889±0.211 <sup>b)</sup>	<sup>y)z)</sup> 1.304±0.299 <sup>b)</sup>

Values are Means ± S. D.

Means with different lowercase letter are Significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )  
abcd for cooking method  
xyz for storage time

Table 10. TBA number of bacon during storage and cooking methods

(TBA number)

Cooking method	Storage time		
	0 day	14 days	28 days
Uncooking	<sup>x)</sup> 1.088±0.665 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.340±0.110 <sup>b)</sup>	<sup>z)</sup> 0.820±0.019 <sup>a)</sup>
Microwaving	<sup>x)</sup> 0.759±0.258 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.645±0.068 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.283±0.111 <sup>c)</sup>
Pan-frying	<sup>M)</sup> 1.438±0.062 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.526±0.149 <sup>a)~b)</sup>	<sup>z)</sup> 0.497±0.150 <sup>b)</sup>
Boiling	<sup>M)Y)</sup> 0.798±0.366 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.362±0.014 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 0.952±0.120 <sup>a)</sup>

Values are Means ± S. D.

Means with different lowercase letter are Significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )  
abcd for cooking method  
xyz for storage time

냉장저장, 갈음(grinding) 등의 조건에 대해 생시료 보다 높은 TBA를 나타내어 육지질의 여러 조건에 민감하게 반응함을 보여 주고 있으며 Wilsan 등에 의하면 혈압육(dark meat)은 dark tissue 중의 phospholipid 함량이 높기 때문에 white meat에 비해 높은 TBA를 나타낸다고 하였다.<sup>33, 34)</sup>

그러나 TBA number(TBA가)만 가지고는 산화 상태를 대신할 수 없으며 지질 함량 및 지질 조성, 단백질과 수분 함량 등에 의해서도 영향을 받으므로<sup>35, 36)</sup> 조리과정, 시료의 분석 방법 등 보다 세심한 조건에 따른 TBA변화율을 함께 평가하는 것이 좀더 정확한 지표가 되리라 본다.

#### 4. 형광물질(Fluorescence) 측정

형광물질은 Malonaldehyde와 탄소 성분을 함유한 유리 아미노기와 결합으로 생성되는 산물로 형광을 내는 물질이다.<sup>24, 25)</sup>

0일, 14일, 28일 냉장 저장 및 조리방법에 따른 형광물질함량의 변화는 Table 11~13과 같다.

저장기간별로 햄, 소시지, 베이컨의 형광물질 생성 결과는 점진적으로 증가하는 경향을 나타냈으며 조리방법에 형광물질의 생성은 햄의 경우 조리방법 간에는 유의적인 차이가 없으며 소시지는 boiling에 비해 microwaving, pan-frying에 의해 증가되는 경향을 보였다.

Gray의 보고에서 형광물질은 매우 민감한 반응을 일으키는 물질이기 때문에 이에 관한 연구가 진전되어야 한다고 했다.<sup>37)</sup>

유기층에 대한 형광물질의 생성은 phospholipid의 아미노기에 의해 생성된 것으로 보여지며 Pikul<sup>7)</sup> 등의 연구에서 2일, 3개월, 6개월 냉동 저장한 닭고기를 전자렌지 조리법으로 조리하였을 때 형광물질의 증가는 malonaldehyde함량과도 상관이 있는 것으로 보아 본 연구 결과와 같은 경향을 나타내었다.



Table 11. Fluorescence products in organic layer from Folch extracted ham during storage

(FU/g sample)

Cooking method	Storage time		
	0 day	14 days	28 days
Uncooking	<sup>y)</sup> 0.012±0.001 <sup>a)</sup>	<sup>z)</sup> 0.007±0.001 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 0.021±0.001 <sup>b)</sup>
Microwaving	<sup>z)</sup> 0.010±0.001 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.013±0.002 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.025±0.001 <sup>a)</sup>
Pan-frying	<sup>y)</sup> 0.011±0.002 <sup>a)</sup>	<sup>z)</sup> 0.008±0.001 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 0.024±0.002 <sup>a)</sup>
Boiling	<sup>y)</sup> 0.011±0.002 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.009±0.002 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 0.023±0.001 <sup>a)</sup>

Values are Means ± S. D.

Means with different lowercase letter are Significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

abcd for cooking method

xyz for storage time

Table 12. Fluorescence products in organic layer from Folch extracted sausage during storage

(FU/g sample)

Cooking method	Storage time		
	0 day	14 days	28 days
Uncooking	<sup>y)</sup> 0.009±0.004 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.010±0.004 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.013±0.000 <sup>c)</sup>
Microwaving	<sup>y)</sup> 0.008±0.002 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.009±0.002 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.016±0.001 <sup>a)</sup>
Pan-frying	<sup>z)</sup> 0.006±0.001 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.010±0.002 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.016±0.001 <sup>b)</sup>
Boiling	<sup>y)</sup> 0.010±0.004 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.008±0.002 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.015±0.001 <sup>b)</sup>

Values are Means ± S. D.

Means with different lowercase letter are Significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

abcd for cooking method

xyz for storage time

Table 13. Fluorescence products in organic layer from Folch extracted bacon during storage

(FU/g sample)

Cooking method	Storage time		
	0 day	14 days	28 days
Uncooking	<sup>y)</sup> 0.004±0.001 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 0.006±0.001 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.004±0.000 <sup>c)</sup>
Microwaving	<sup>y)</sup> 0.003±0.001 <sup>b)</sup>	<sup>y)</sup> 0.004±0.001 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 0.009±0.003 <sup>b)</sup>
Pan-frying	<sup>y)</sup> 0.006±0.001 <sup>a)</sup>	<sup>y)</sup> 0.005±0.001 <sup>a)</sup>	<sup>x)</sup> 0.015±0.001 <sup>a)</sup>
Boiling	<sup>y)</sup> 0.003±0.001 <sup>b)</sup>	<sup>y)</sup> 0.004±0.001 <sup>b)</sup>	<sup>x)</sup> 0.006±0.001 <sup>b)~b)</sup>

Values are Means ± S. D.

Means with different lowercase letter are Significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

abcd for cooking method

xyz for storage time

#### IV. 결 론

본 연구는 유통기한의 초기, 중기, 말기(0, 14, 28 days) 동안 햄, 소시지, 베이컨을 냉장 저장하여 조리

하지 않은 것(uncooking)과 가정 및 집단 급식소 등에서 주로 이용되는 조리법인 지짐(pan-frying), 전자렌지 조리(microwaving), 끓임(boiling)으로 조리하였을 때 지방산 조성변화와 MA, TBA가, 형광물질의 생성 정도를 측정하여 지질 산패에 미치는 영향을

관찰한 결과는 다음과 같다.

1. 햄, 소시지, 베이컨을 구성하고 있는 주요 지방산은 oleic acid(C 18:0) > palmitic acid(C 16:1) > stearic acid(C 18:0) > linoleic acid(C 18:2) 순으로 많이 함유되어 있으며 각각의 조리방법에 의한 지방산 함량변화는 유의적인 차이가 없으며 저장기간에 따른 지방산 조성의 변화는 14일 저장시는 불포화 지방산이 감소되고 포화 지방산 함량이 증가하였다가 28일 저장 후 다시 불포화지방산이 증가하는 경향을 보였다.

2. Malonaldehyde함량은 저장 기간에 따라 햄, 소시지, 베이컨 모두 유의하게 ( $p < 0.05$ ) 증가하였으며, uncooking햄은 0일  $10.25 \mu\text{g}$ 에서 28일  $33.06 \mu\text{g}$ 으로, 소시지는  $10.33 \mu\text{g}$ 에서  $30.80 \mu\text{g}$ , 베이컨은  $10.27 \mu\text{g}$ 에서  $41.00 \mu\text{g}$ 으로 각각 증가하였다.

조리방법에 따라 햄과 소시지는 microwaving, 베이컨은 pan-frying으로 하였을 때 MA함량이 가장 높았다.

3. TBA가는 햄, 소시지는 저장 중기에 가장 높았고 지질 함량이 많은 베이컨은 저장 기간에 따라 계속적인 산화를 보였으며 조리방법에 따라서는 일관성있는 변화를 보이지 않았다.

4. 형광물질은 저장기간에 따라 햄, 소시지, 베이컨 모두에서 점진적으로 증가하는 경향을 보였으며, 조리방법에 따른 형광물질의 생성은 햄의 경우 조리방법에 따른 유의적인 차이가 없었으나 소시지는 microwaving과 pan-frying에 의해, 베이컨은 pan-frying에 의해 증가되는 경향을 보였다.

이상에서와 같이 육가공 제품은 저장기간이 길어 질수록 불포화 지방산량이 증가하고 malonaldehyde, TBA가, 형광물질도 증가하는 경향이며 조리방법에 따라서는 지질의 산패가 일관성이 없었으나 햄과 소시지는 microwaving으로, 베이컨은 pan-frying으로 하였을 때 MA함량이 높았다. 따라서 조리방법 보다는 저장기간이 육가공 제품의 지질 산패 미치는 영향이 크므로 이에 대한 안정성에 유의해야 할 것이다.

## 문 헌

1. 축협중앙회 : 축산물 가격안정 및 수급자료(1988).

2. 문수재 : 육가공 제품의 영양, 식품과학과 산업, 23(4), (1990).
3. 김안규 : 식품가공 제품의 제조기술, 식품과학과 산업, 23(4), (1990).
4. 이무화 : 육가공제품의 안정성, 식품과학과 산업 23(4), (1990).
5. J. W. Lankey : Assessment of sodium lactate addition to fresh pork sausage, S. food sci, 56(1), (1991).
6. Sharon L. Melton : Methodology for following lipid oxidation in muscle foods, Food Tech. July, (1983).
7. J. Pikul : Effects of frozen storage and cooking on lipid oxidation in chicken meat, J. Food sci, 49. (1984).
8. 정구룡, 최병구, 황철성 : 해동 계육의 저장 중에 있어서 지질 변화에 관한 실험적 연구. 한국축산학회지, 23(6), (1981).
9. M. C. Tomas, M. C. Anon : Study on the influence of freezing rate on lipid oxidation in fish and chicken breast muscle. Instrument J. Food sci. & Tech, 25(1990).
10. J. Pikul : Lipid oxidation in chicken breast and leg meat after sequential frozen storage, cooking, refrigerated storage and reheating, J. Food Tech. 19(1984).
11. C. Y. W. ANG : Comparisons of broiler tissues for oxidative change after cooking and refrigerated storage, J. Food sci. 53(4), (1988).
12. J. Pikul : Lipid oxidation in chicken muscle and skin after roasting and refrigerated storage of main broiler parts, J. Food sci. 55(1), (1990).
13. Green B. E : Lipid oxidation and pigment changes in raw beef, J. Food sci, 36, (1971).
14. P. S Newbur : Malonaldehyde concentrations in food are affected by cooking conditions, J. Food sci, 45, (1980).
15. G. M. Siu : A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish, 43, (1978).

16. Mukai, F. Il, Goldstein, B. D : Mutagenicity of malonaldehyde, a decomposition product of polyunsaturated fatty acids. *Science*, 191, 868 (1976).
17. Samberger, R. J, Andreone, T. L, Willis, C. E : Antioxidants and cancer. VI. Malonaldehyde has initiating activity as a carcinogen, *J. Nat. Cancer Inst*, 53, 1771(1974).
18. Frank H. Mukai, Bernard D. Golstein : Mutagenicity of malonaldehyde, a decomposition product of peroxidized polyunsaturated fatty acids, *J. sci*, 191, 868(1976).
19. R. J. Shamberger, B. A. shamberger, C. E. Willis : Malonaldehyde content of food, *J. Nutr.* 107, (1977).
20. G. M. Siu, H. H Draper : A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. *J. Food sci*, 43(1979).
21. Henrik J. : Oxidative stability of frozen pork patties effect of light and added salt, *J. Food sci*, 56(5).
22. C. A. Costello : Effect of heating bacon and sausage in nonwoven, melt-blown material, *J. Food sci*, 55(2), (1990).
23. K. S. Choi, A. L. Tappel : Inactivation of ribonuclease and other enzyme by peroxidizing lipid and by malonaldehyde. *Biochem*, 8, 2827(1969).
24. Kamarei, A. R. : Assessment of autoxidation in freeze-dried meats by a fluorescence assay, *J. Food sci*, 49, (1984).
25. K. S. Choi, a. L. Tappel : Synthesis and characterization of the fluorescent products derived from malomaldehyde and amino acid. *Biochem*, 8(1969).
26. B. L. Fletcher, C. J. Dillard, A. L. Tappel : Measurements of fluorescent lipid peroxidation products in biological systems and tissues. *Analytical Biochemistry*, 52, 1(1973).
27. A. O. A. C. : Association of official analytical chemists, 12th. ed, 497~498(1975).
28. J. Pikul, D. E. Leszczynski, F. A. Kummerow : Elimination of sample autooxidation by butylated hydroxytoluene additions before thiobarbituric acid assay for malonaldehyde in fat from chicken meat. *J. Agric. Food. Chem*, 31, 133(1983).
29. 전용진 : 통계자료분석, 크라운출판사, (1991).
30. 정은경, 백희영 : 한국인 주요 지방 급원 식품의 지방산 함량, *한국영양학회지* 26(3), (1993).
31. K. W. Mcmillin : Flavor and oxidation stability of ground beef patties as affected by source and storage, *J. Food sci*, 56(40), (1991).
32. Singh : Use of time-temperature indicators to monitor quality of frozen hamburger, *food tech.* 38(12), (1985).
33. L. E. Dawson : Influence of grinding, cooking and refrigerated storage on lipid stability in turkey, *poultry sci*, 55(1976).
34. Wilson, Effect of total lipid and phospholipid on warmed-oven flavor in red and white muscle from several species as measured by TBA analysis, *J. Agric. Food chem.* 24:7. (1976).
35. Marayan, Complex formation between oxidized lipids and egg albumin, *J. Am. Oil chem sci*, 41(1964).
36. Leung, Influence of water activity on chemical reactivity, *Food tech.* 40(1986).
37. J. I. gray, Measurement of lipid oxidation, *J. Am. oil. chem soc.* 55(1976).