

냉동저장, 조리법, 재가열이 닭고기의 지질 산패에 미치는 영향

장선미 · 김영순* · 이숙미 · 이재민 · 김만수 · 조정순

명지대학교 식품영양학과, *고려대학교 병설보건전문대학 식품영양과

Effect of Frozen Storage, Cooking Methods and Reheating on Lipid Oxidation in Chicken Meat

Sun-Mi Chang, Young-Soon Kim*, Suk-Mi Lee, Jae-Min Lee

Man-Soo Kim, Jung-Soon Cho

Dept. of Food and Nutrition, Myong - Ji Univ, Yongin 449-728, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Junior College of Allied Health Science, Korea Univ, Seoul 130-703

Abstract

Effect of frozen storage(0, 15, 30, 40 days, -18°C), cooking methods(frying, microwaving) and reheating on lipid oxidation in chicken meats were evaluated by measuring thiobarbituric acid value(TBA value) and by measuring fluorescence value. TBA values were increased by storage days and were higher in leg meats than breast meats. According to cooking method, TBA values were higher in frying chicken meats. The fluorescence values were also increased by storage days and were higher in breast meats than leg meats.

Key words : TBA values, fluorescence values

서 론

경제 발전과 더불어 국민 생활 수준의 향상으로 식생활 패턴은 많은 변화를 가져와 식품의 소비형태가 고급화 되면서 동물성 단백질식품, 생채소, 과일 등의 식품으로 변화되었고 곡류의 소비는 감소하는 대신 육류의 소비가 급증하고 있다.

한국인 1인당 육류 소비량이 1988년에는 17.0kg에서 1991년에는 21.7kg으로 상승하였으며, 1992년 소비량은 22.6kg으로 추정되고 있다.¹⁾ 1991년도에는 국민 1인당 총육류 소비량중 쇠고기 5.1kg, 돼지고기 11.8kg, 닭고기 4.8kg 등으로 쇠고기 23.5%, 돼지고기 54.5%, 닭고기 22.1%의 구성비를 보이고 있고, 이와 같은 국내 닭고기 소비는 미국의 32kg, 일본의 14kg에 비해 현저히 떨어지고 있으며, 또 이들 국가들의 닭고기 소비 비중이 총 육류중 35% 수준을 보이는 것과 비교해 볼 때 국내 닭고기 소비가 정체되어 있음

을 알 수 있다.

그러나 최근 들어 건강 관리에 관심이 높아지면서 적육보다는 백육을 선호하는 추세와, 타육류와 비교하여 상대적으로 저렴한 가격, 패스트 푸드, 외식산업의 발달 등에 의해 국내 닭고기 소비도 급격한 증가세를 보이고 있다.²⁾ 닭고기와 적육과의 영양 비교시 닭고기는 저칼로리, 저지방, 고단백질 식육이며, 또, 지방이 껍질과 피하에 편재되어 있어 필요에 따라 적절히 제거할 수 있어 영양적으로 우수하다고 알려져 있다. 그러나 닭고기는 다른 육류에 비하여 다가 불포화 지방산 함량이 많아 저장성에 대한 문제가 제기되고 있으며, 식품을 보다 안전하고 신선한 상태로 식용하고자 하는 사회적, 경제적 요구 등에 의해 냉동 저장법이 발달하게 되었다.³⁾

Birdey는 냉동식품의 품질을 유지하는데 적합한 온도가 0°F (-18°C)라고 보고하여, 그 이후 0°F 를 냉동식품의 저장 온도로 많이 사용하게 되었고,⁴⁾ 최근 최소한의 품질 저하로 닭고기를 장기간 저장할 수 있는 방사선 조사법⁵⁻⁸⁾이나 냉동 변성 방지제의 첨가에 관한 연구가 많이 진행되고 있다.⁹⁾

우리나라 냉동식품 유통기한은 포장계육이 -18°C 이하에서 3개월이고, 냉동계육은 -20°C 이하에서 6개월로 규제하고 있는데¹⁰⁾, 육류를 동결저장할 경우 동결 전과는 이화학적 성상에 많은 차이가 있음이 보고되고 있고, 단백질의 변성은 식품적 가치를 상당히 저하시키며¹¹⁻¹³⁾ 특히 지질 성분의 변화는 영양학적 또는 위생적인 측면에서 매우 문제시 된다고 할 수 있다.¹⁴⁻¹⁶⁾

Green¹⁷⁾은 냉장 온도로 저장한 신선육에서도 지질의 산화는 급속히 진행되고 있으며,¹⁷⁾ 냉동 조건에서도 서서히 산화 현상이 일어나고, 특히 열처리 받을 때 지질산화는 크게 가속화 된다고 보고하였다.¹⁸⁾ 지질의 산화는 식품에 존재하는 효소, 금속, 미생물, 산소, 열 등 여러 요인에 의해 유지가 변성을 일으켜 불쾌한 냄새와 독성물질, 변색, 산패 등 영양상 바람직하지 못한 변화를 일으키는 것으로^{19, 20)} 특히 불포화 지방의 산화는 생체내 존재하는 유리기(free radical)의 연쇄 반응이며, 세포막 및 세포내 소기관 막에 손상을 일으켜 관상동맥 심장 질환 및 암 등을 일으키기도 한다고 보고되었다.²¹⁾

이때 생성되는 불포화 지방산의 산화물질인 콜레스테롤 산화물(cholesterol oxidation products)과 malonaldehyde와 그 복합체인 형광물질(fluorescence)이 강조되고 있으며 malonaldehyde 생체내 독작용에 대하여 많은 연구가 보고되고 있다.²²⁻²⁶⁾

Shamberger, Mukai 등의 연구에 의하면 onaldehyde(three-carbondialdehyde, $\text{OHC-CH}_2\text{-CHO}$)는 쥐 피부에 발암물질로 작용하고,²⁵⁾ 또, malonaldehyde와의 복합체인 형광물질은 2차 과산화물질로서 malonaldehyde와 탄소성분을 함유한 유리 아미노기(free amino group)와의 반응으로 형광(螢光)을 내는 물질이라 보고되고 있다.^{27, 38-40)}

옛부터 우리나라에서는 영계 백숙, 삼계탕이라 하여 천연 항산화제로 알려진 인삼을 이용한 음식이 몸에 이롭다하여 즐겨 하였으며, 또 최근 패스트 푸드와 외식 산업의 발달로 인하여 닭고기의 소비가 급증하고 있음을 고려해 보았을 때, 계육의 저장과 조리법에 따른 지질 변화와 이에 항산화제 첨가가 지질의 자동산화에 미치는 영향에 관한 국내 연구가 미비함을 알 수 있다.^{29, 30)}

따라서 본 연구는 냉동 저장기간(0일, 15일, 30일, 45일)에 따라 닭고기 조리시 보편적으로 사용되는 조리법 중에서 튀김(frying), 전자레인지(microwaving)를 이용하여 조리한 후 이를 4일간 냉장 저장 후 재가열하여, 분석 실험과정에서 계육의 자동산화를 방지하기 위한 항산화제인 BHT를 첨가했을 때와 첨가하지 않았을 때 malonaldehyde와 fluorescence 생성 정도를 측정하여, 냉동저장과 조리법, 재가열 등이 지질의 산화에 미치는 영향에 관하여 연구하였기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 재 료

본 실험에서 사용한 닭고기는 육용종 암탉 아바에이 커종으로 1994년 5월부터 8주간 일반사료로 건국대학교 축산학과 사육실에서 사육하였다.

사육된 닭은 도살직후 뼈 제거 작업을 거쳐 가슴살(breast)군, 다리살(leg)군으로 분리하였다. 분리된 가슴살과 다리살은 각각의 평균 중량이 400g이 되게 한 후 스티로폴 도시락에 넣어 비닐랩을 씌워 -18°C 에서 0일, 15일, 30일, 45일동안 냉동 저장한 후 실험 재료로 사용하였다.

2) Patties의 제조

0일, 15일, 30일, 45일 동안 저장된 닭의 가슴살과 다리살을 조리하지 않은 것(uncooking)과 조리방법(frying, microwaving)에 따라 조리한 것(after cooking), 그리고 조리후 4일간 냉장고에 저장한 후 재가열(after reheating)한 것으로 구분하여 grinder로 곱게 갈았다. 곱게 갈 시료를 각각의 평균 중량이 $70 \pm 0.1(\text{g})$ 이 되도록 patties를 만들어 분석 시료로 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 조리 방법

최근 패스트 푸드나 가정에서 많이 사용되는 조리

방법중 튀김(frying)과 전자레인지(microwaving)를 사용하였으며, 예비 실험을 통하여 실험에 적절한 조리시간과 온도를 조정하였다.

(1) Frying

자동 온도 조절 전기 튀김기(HD 4255/E. Philips)를 이용하여 식용유를 충분히 넣은 후 온도가 170℃가 될 때까지 예열한 후 8분간 조리하였다. 튀겨진 시료를 4일간 냉장 저장한 후 재 가열시는 160℃에서 4분간 조리하였다.

(2) Microwaving

각각의 고기 patties를 전자레인지(RE-6960. 삼성)에서 레인지강으로 4분 30초동안 조리하였으며, 조리된 시료를 4일간 냉장 저장한 후 재 가열시는 레인지강에서 3분 30초 동안 다시 조리하였다.

2) 분석실험

(1) Malonaldehyde analysis

Pikul 등³¹⁾의 방법에 따라 chloroform과 methanol을 이용하여 지질을 추출한 후 추출된 dry fat (1~8mg)에 0.8ml의 증류수(BHT첨가시 : 0.01% BHT함유 증류수 0.7ml)와 8.1%의 sodium dodecyl sulfate(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 tube에 0.8% 수용 TBA용액 1.5ml를 첨가한 후 0.5% ethanol 0.1ml(BHT 첨가시 : 0.5% ethanolic BHT 0.1ml첨가)를 가한다. 이것을 끓는 물에서 60분간 가열한 후 냉각시킨 다음 원심분리(4,000g, 10℃, 15min)한다. 원심분리된 시료에서 상정액만을 취한 후 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-3100, UV-Vis-NIR Spectrophotometer)로 532nm에서 흡광도를 측정하고, 표준 용액은 시료를 뺀 나머지를 공실험으로 하여 비색정량하였다. Malonaldehyde의 mg량과 TBA number를 결정하기 위하여 표준물질로 1,1,3,3-tetramethoxy-propane(이하 TM-P)을 사용하였다.

(2) Thiobarbituric acid value

TBA가는 닭고기 조직 1kg당 malonaldehyde의 mg량으로 표시하였다.²⁸⁾

(3) 형광물질(fluorescence) 측정법

0일, 15일, 30일, 45일의 닭고기시료 1g을 20ml의 Folch's reagent(chloroform : methanol = 2 : 1)로 균질화하여 실온에서 2시간 정치하여 둔 후 분액깔대기에 여과지로 여과한다. 여과된 액에 Folch's reagent를 이용하여 20ml로 조정한 후 증류수 4ml를 첨가한다. 이 혼합액을 4℃에서 하룻밤 정치하여 유기층과 수성층으로 분리한다. 분리된 두층에서 유기층을 선택하여 Fluorescences spectrophotometer(Tegimenta SFM 25, Kontron Instrument)에서 excitation 360nm, emission 440nm로 측정하고, 표준 용액은 시료를 뺀 나머지를 공실험하여 결정하였다.

3. 통계처리

모든 실험은 3회 반복 실험을 통해 SPSS /PC+프로그램(version 4.0)을 통해 ANOVA Test의 Duncan's Multiple range test를 이용하여 평균치간의 유의성 검증을 P-0.05수준에서 행하였다.³²⁾

결과 및 고찰

1. Malonaldehyde analysis

1) 지질 함량

닭의 가슴살과 다리살을 저장기간과 조리방법, 그리고 조리한 후 재가열했을 때 지방 함량 변화는 Table 1, Table 2와 같다.

Igene 등³³⁾은 쇠고기와 닭고기를 -18℃에서 0개월, 8개월, 13개월 냉동 저장하여 조리한 후 48시간 동안 4℃와 -18℃에서 저장한 후 지방 함량과 지방산 조성, TBA가 등에 관한 실험을 하였을 때, 닭고기의 지방산 함량에 대한 변화는 생시료일 때 가슴살이 2.58%, 1.93%, 1.85%이며 다리살이 9.12%, 6.06%, 7.27%로 낮아져 저장 기간이 길어질수록 지방 함량이 감소되는 경향으로 나타나며, 또, 최³⁴⁾의 보고에 의하면 -18℃에서 0일, 30일, 60일, 90일, 120일 간격으

Table 1. Changes in tissue fat content of chicken muscle during frozen storage and reheating not added BHT

Meat sample	Storage time (days)							
	0day	Reheating after 4day's refrigeration	15days	Reheating after 4day's refrigeration	30days	Reheating after 4day's refrigeration	45days	Reheating after 4day's refrigeration
Uncooking								
Breast	c) ₁ z) ₁ 0.67±0.12		c) ₁ z) ₁ 0.73±0.12		a) ₁ y) ₁ 1.33±0.12		b) ₁ x) ₁ 1.00±0.20	
Leg	b) ₁ z) ₁ 0.73±0.12		b) ₁ z) ₁ 0.87±0.12		a) ₁ y) ₁ 1.53±0.12		a) ₁ x) ₁ 1.40±0.40	
Microwaving								
Breast	d) ₁ xy) ₁ b) ₁ x) ₁ 1.07±0.31	1.07±0.12	b) ₁ z) ₁ b) ₁ y) ₁ 0.87±0.23	1.60±0.20	b) ₁ y) ₁ a) ₁ x) ₁ 1.60±0.20	2.31±0.14	d) ₁ x) ₁ bc) ₁ y) ₁ 1.07±0.23	1.47±0.31
Leg	de) ₁ xy) ₁ de) ₁ x) ₁ 1.13±0.12	1.33±0.12	e) ₁ yz) ₁ b) ₁ x) ₁ 1.07±0.31	2.00±0.20	cd) ₁ y) ₁ a) ₁ x) ₁ 1.47±0.12	2.38±0.04	de) ₁ x) ₁ c) ₁ xy) ₁ 1.20±0.20	1.53±0.31
Frying								
Breast	e) ₁ yz) ₁ de) ₁ x) ₁ 0.87±0.12	0.13±0.12	cd) ₁ y) ₁ bc) ₁ y) ₁ 1.33±0.12	1.60±0.20	bc) ₁ y) ₁ a) ₁ x) ₁ 1.60±0.35	2.38±0.05	cd) ₁ x) ₁ b) ₁ xy) ₁ 1.33±0.23	1.73±0.12
Leg	cd) ₁ x) ₁ d) ₁ x) ₁ 1.33±0.12	1.20±0.35	bc) ₁ x) ₁ a) ₁ x) ₁ 1.67±0.12	2.27±0.12	ab) ₁ x) ₁ a) ₁ x) ₁ 2.00±0.20	2.32±0.06	cd) ₁ x) ₁ ab) ₁ x) ₁ 1.47±0.31	2.00±0.20

Values are Means ± S.D

Means with different lowercase letter are significantly by Duncan's multiple range test (P<0.05).

abcde for storage time.

xyz cookig methods.

로 저장한 후 지방량 변화를 보았을 때 30일 저장시 지방 함량이 가장 많이 증가하는 것으로 보아 본 연구와 일치하였다.

Pikul 등²⁰⁾의 보고에 의하면 닭고기를 -18℃로 0개월, 3개월, 6개월 저장한 후 측정된 생시료의 지방 함량 변화는 가슴살이 1.08%, 1.10%, 1.11%이고 다리살이 2.32%, 2.34%, 2.35%로 다소 증가한다고 하여, 본 실험과 차이가 있었으며, 24시간 냉장 해동시 육즙 손실과의 관계에 따른 차이도 있다고 생각된다. 조리법과 이에 따른 재가열시 지방 함량을 살펴보면, BHT 무첨가군, BHT 첨가군 모두 생시료보다 조리한 시료의 함량이 높게 나타났는데, 이는 생시료를 조리하는 동안 수분 등 여러 성분과 함께 조직 내부의 지질이 육조직 표면으로 스며 나왔기 때문이라 생각된다.

조리법별로 살펴보면 BHT 무첨가군, BHT 첨가군 모두 튀김(frying)조리가 전자레인지(microwaving) 조리보다 다소 높게 나타났는데 이러한 경향은 가슴살에서보다 다리살이 더 두드러지게 나타났다. 또한 30일 저장시 지질의 함량이 생시료와 마찬가지로 가장 높다가 감소하는 경향을 나타내었다.

재가열과 지질 함량의 변화를 살펴보면 튀김, 전자레인지 조리 모두 재가열후가 재가열 전보다 높은 수치의 지방 함량을 나타내었는데, 특히 30일 저장후 재가열시 아주 높은 수치의 지방 함량을 보여주었다. 재가열시 지방 함량의 증가는 저장기간에 따른 지방함량 변화와도 관계가 되며, 조리시 육조직 표면으로 스며 나온 지질이 냉장저장과 재가열을 통하여 지질의 농도가 증가하였기 때문이라 여겨진다.

본 실험에서 지질 함량은 BHT 무첨가군, BHT 첨가군 모두 비슷한 경향으로 변화하였으며, 이러한 양

Table 2. Changes in tissue fat content of chicken muscle during frozen storage and reheating added BHT

(%)

Meat sample	Storage time (days)							
	0day	Reheating after 4day's refrigeration	15days	Reheating after 4day's refrigeration	30days	Reheating after 4day's refrigeration	45days	Reheating after 4day's refrigeration
Uncooking								
Breast	b) ¹ z) ² 0.53±0.12		b) ¹ z) ² 0.73±0.23		a) ¹ y) ² 1.20±0.35		a) ¹ z) ² 1.27±0.12	
Leg	b) ¹ z) ² 0.67±0.12		b) ¹ yz) ² 0.87±0.23		a) ¹ xy) ² 1.73±0.31		a) ¹ yz) ² 1.47±0.12	
Microwaving								
Breast	e) ¹ y) ² de) ³ x) ⁴ 1.00±0.00	1.13±0.12	de) ³ xyz) ⁴ b) ⁵ x) ⁶ 1.27±0.12	1.80±0.34	bc) ⁷ xy) ⁸ a) ⁹ x) ¹⁰ 1.67±0.31	2.34±0.06	cd) ¹¹ yz) ¹² cde) ¹³ y) ¹⁴ 1.40±0.00	1.33±0.31
Leg	cd) ¹ x) ² d) ³ x) ⁴ 1.27±0.12	1.33±0.31	bcd) ⁵ xy) ⁶ bc) ⁷ x) ⁸ 1.47±0.58	1.73±0.31	ab) ⁹ x) ¹⁰ a) ¹¹ x) ¹² 1.97±0.31	2.37±0.05	bc) ¹³ xy) ¹⁴ bcd) ¹⁵ xy) ¹⁶ 1.73±0.31	1.53±0.12
Frying								
Breast	d) ¹ yz) ² d) ³ x) ⁴ 0.93±0.12	1.07±0.12	cd) ⁵ xyz) ⁶ b) ⁷ x) ⁸ 1.27±0.31	1.73±0.23	bc) ⁹ xy) ¹⁰ a) ¹¹ x) ¹² 1.47±0.31	2.21±0.20	bc) ¹³ yz) ¹⁴ bc) ¹⁵ xy) ¹⁶ 1.47±0.12	1.60±0.00
Leg	d) ¹ x) ² d) ³ x) ⁴ 1.33±0.12	1.40±0.20	bcd) ⁵ x) ⁶ ab) ⁷ x) ⁸ 1.67±0.42	1.93±0.31	bcd) ⁹ xy) ¹⁰ a) ¹¹ x) ¹² 1.73±0.12	2.32±0.06	ab) ¹³ x) ¹⁴ bc) ¹⁵ x) ¹⁶ 1.93±0.23	1.80±0.00

Values are Means ± S.D

Means with different lowercase letter are significantly by Duncan's multiple range test(P<0.05).

abcde for storage time.

xyz cookig methods.

상은 분석실험 과정에서 항산화제 첨가는 지방 함량 변화에 크게 영향을 주지 않은 것으로 사료된다.

2) Malonaldehyde 함량

0일, 15일, 30일, 45일 저장후 각각의 저장기간에 따른 조리 방법과 조리후 4일간의 냉장 저장을 거쳐 재가열했을 때 malonaldehyde의 함량 변화는 Table 3, Table 4와 같다.

BHT 무첨가군에서는 생시료군과 조리군 모두 냉동 저장기간에 따라 증가하는 추세를 보였다. Leszczynski 등²⁸⁾의 연구에 의하면 닭고기를 3개월, 6개월 냉동 저장후 재가열하여 전자레인지로 조리했을 때 3개월 냉동 저장후 가슴살과 다리살의 지방 함량이 각각 1.67%, 3.82% 임에도 불구하고 malonaldehyde의 함량이 가슴살은 33.0g, 다리살은 19.6g으로 가슴살이

다리살보다 2배 가량 높은 것으로 보고하였다. 이는 가슴살과 다리살의 불포화 지방산 함량과 관계가 있다고 보고하였는데 즉, 가슴살이 다리살보다 인지질의 비율이 배가 높으며, 이 인지질 내에는 중성지방보다 불포화 지방산량이 더 많기 때문이라 발표하였다. 이러한 보고와 비교하였을 때 본 실험에서 가슴살의 malonaldehyde량이 유의적으로 높지 않은 결과를 나타낸 것은 위 연구의 저장기간과 본 실험의 저장 기간에 많은 차이가 있었기 때문이라 여겨진다.

BHT 첨가군을 살펴보면 0일 저장시 생시료의 가슴살과 다리살의 malonaldehyde량은 각각 1.65g, 1.29g이었으나 45일 냉동 저장후 가슴살 3.37g, 다리살 2.93g으로 배이상 증가하였다. 이는 각 조리법에도 같은 추세로 증가하였다.

Malonaldehyde함량을 부위별로 살펴보면, 조리법

Table 3. Malonaldehyde concentration of uncooking, after cooking, refrigerator storage and reheating in meat sample which had been frozen for 0, 15, 30, 45days not added BHT

		MA(μg)/meat sample							
		Storage time (days)							
Meat sample		0day	Reheating after 4day's refrigeration	15days	Reheating after 4day's refrigeration	30days	Reheating after 4day's refrigeration	45days	Reheating after 4day's refrigeration
Uncooking									
Breast	c) wx)	2.15±0.01		c) y)		b) w)		a) x)	
Leg	c) y)	1.95±0.12		c) z)		b) x)		a) x)	
Microwaving									
Breast	g) vw) g) v)	2.30±0.09	3.85±0.06	f) x) b) x)	e) w) d) x)	c) x) b) vw)			
Leg	f) xy) f) w)	2.10±0.07	2.82±0.29	e) xy) e) w)	d) x) c) x)	b) wx) a) w)			
Frying									
Breast	f) y) d) v)	2.44±0.14	4.05±0.01	e) v) c) v)	d) v) a) v)	b) v) a) v)			
Leg	e) vw) d) w)	2.33±0.14	3.01±0.06	e) w) c) w)	d) wx) a) w)	b) wx) a) w)			

Values are Means \pm S.D

Means with different lowercase letter are significantly by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

abcdef for storage time.

vwxyz cooking methods.

에 관계없이 가슴살이 유의적으로 높아 위에서 살펴본 Leszczynski 등²⁸⁾의 연구결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

저장 기간별로 살펴보면 지방 함량이 30일 냉동 저장시 가장 높게 나타난 후 감소함을 보였으나, malonaldehyde량은 BHT 무첨가군, 첨가군 모두 저장기간이 증가함에 따라 같이 증가함을 보인 것은 지방 함량에 관계없이 지질은 계속적인 산화를 한다는 결과를 나타내었다.

조리법별로 살펴보면, 전자레인지 조리보다 튀김 조리의 malonaldehyde함량이 높았는데, Newburg 등³⁵⁾은 조리법에 대한 malonaldehyd량 측정시 hamburger를 튀김했을 때 가장 높은 수치를 나타내었다고 보고하여, 본 실험 결과와 일치하였다. 이는 튀김시 사용

되는 식용유가 육조직 표면에 흡수되어 지질이 산화함에 따라 같이 산화된 것으로 사료된다.

Siu 등³⁶⁾은 malonaldehyde의 함량이 닭, 돼지고기, 쇠고기에서 조리한 고기가 조리하지 않은 고기보다 높은 수치를 나타내며, 특히 조리시간이 길수록 malonaldehyde량이 증가한다고 하였다.

위 보고와 본 실험과 비교해 본다면, 튀김의 조리시간이 전자레인지 조리시간보다 배이상 길어, 튀김 조리법의 malonaldehyde함량이 높은 이유도 여기에 기인한 것이라 여겨진다. BHT 무첨가군과 BHT 첨가군을 비교해 본다면, BHT무첨가군의 malonaldehyde함량이 BHT 첨가군보다 2배 이상 높은 것으로 나타났다. 이는 TBA 분석동안의 열처리 과정에서 지질의 자동산화가 일어났으며, BHT가 이러한 자동 산화

Table 4. Malonaldehyde concentration of uncooking, after cooking, refrigerator storage and reheating in meat sample which had been frozen for 0, 15, 30, 45days added BHT

Meat sample	Storage time (days)							
	0day	Reheating 15days after 4day's refrigeration		Reheating 30days after 4day's refrigeration		Reheating 45days after 4day's refrigeration		Reheating after 4day's refrigeration
MA(μ g)/meat sample								
Uncooking								
Breast	d) y)	c) wx)		b) vw)		a) w)		
	1.65 \pm 0.10	2.10 \pm 0.12		2.78 \pm 0.12		3.37 \pm 0.03		
Leg	c) z)	b) y)		b) w)		a) x)		
	1.29 \pm 0.19	1.82 \pm 0.09		1.92 \pm 0.10		2.93 \pm 0.22		
Microwaving								
Breast	e) wx) d) w)	e) vwx) bc) v)	d) v) b) w)	cd) w) a) v)				
	1.96 \pm 0.20 2.99 \pm 0.03	2.21 \pm 0.18 3.67 \pm 0.06	2.95 \pm 0.34 3.93 \pm 0.24	3.32 \pm 0.27 4.83 \pm 0.22				
Leg	e) xy) de) y)	de) x) c) x)	cd) wx) ab) w)	b) w) a) wx)				
	1.81 \pm 0.01 2.18 \pm 0.02	2.07 \pm 0.06 2.57 \pm 0.22	2.35 \pm 0.38 3.83 \pm 0.42	3.49 \pm 0.11 4.12 \pm 0.20				
Frying								
Breast	f) v) d) v)	f) v) c) v)	e) vw) a) v)	c) v) b) w)				
	2.21 \pm 0.04 3.24 \pm 0.14	2.43 \pm 0.15 3.86 \pm 0.02	2.81 \pm 0.16 4.47 \pm 0.18	3.86 \pm 0.29 4.18 \pm 0.04				
Leg	e) vw) d) x)	de) vw) c) w)	c) vw) c) x)	b) w) a) x)				
	2.12 \pm 0.01 2.49 \pm 0.08	2.34 \pm 0.13 2.86 \pm 0.06	2.76 \pm 0.31 2.94 \pm 0.06	3.32 \pm 0.13 3.84 \pm 0.14				

Values are Means \pm S.D

Means with different lowercase letter are significantly by Duncan's multiple range test(P<0.05).

abcdef for storage time.

vwxyz cookig methods.

를 방지하여 malonaldehyde량의 급격한 증가를 막아 주었다고 사료된다.

2. TBA가 (Thiobarbituric acid value)

0일, 15일, 30일, 45일 저장후 각각의 저장 기간에 따른 조리방법과 조리후 4일간의 냉장 저장을 거쳐 재가열했을 때 TBA의 변화는 Table 5, Table 6과 같다. BHT 무첨가 때, BHT 첨가군 모두 재가열시 높은 TBA가를 보였으며, 튀김 조리가 전자레인지 조리보다, 또 지질함량이 많은 다리살이 가슴살보다 TBA가 높았다.

Dawson³⁷⁾은 칠면조육을 같은 후 조리하여 3℃에서 7일간 냉장 저장한 후 TBA가를 측정, 비교하였는데, 조리, 냉장저장, 같은 등의 조건에 대하여 생

시료보다 높은 수치를 나타내어 육지질이 여러 조건에 민감하게 반응한다는 것을 보여주는 것으로, 지질은 이 모든 조건이 혼합되었을 때 가장 많은 산화를 나타내며, 특히, 고기를 갈았을 경우 지질 산화가 더 커진다는 것을 보여주었다.

3. 형광물질 측정 (Fluorescence 측정)

0일, 15일, 30일, 45일 냉동 저장후 조리, 냉장저장, 재가열시 형광물질의 변화는 Table 7과 같다.

형광물질 생성 결과는 생시료 뿐만 아니라, 튀김, 전자레인지 조리에서 모두 가슴살이 다리살보다 높게 나타났다으며, 저장 기간별로 보면 점진적인 증가세를 보였다. 특히 재가열시에는 재가열 전보다 배 이상의 급격한 증가를 보였다.

Table 5. TBA value of uncooking, after cooking, refrigeration storage and reheating in meat sample which had been frozen for 0, 15, 30, 45days not added BHT

Meat sample	Storage time (days)															
	0day	Reheating after 4day's refrigeration		15days	Reheating after 4day's refrigeration		30days	Reheating after 4day's refrigeration		45days	Reheating after 4day's refrigeration					
TBA value																
Uncooking																
Breast	b) ¹	z) ¹		b) ¹	z) ¹		a) ¹	x) ¹		a) ¹	z) ¹					
	0.013±0.006			0.017±0.006			0.047±0.006			0.053±0.15						
Leg	c) ¹	z) ¹		c) ¹	yz) ¹		b) ¹	x) ¹		a) ¹	z) ¹					
	0.013±0.006			0.013±0.006			0.043±0.006			0.073±0.025						
Microwaving																
Breast	e) ¹	y) ¹	de) ¹	x) ¹	e) ¹	xyz) ¹	b) ¹	x) ¹	c) ¹	y) ¹	a) ¹	x) ¹	cd) ¹	yz) ¹	b) ¹	x) ¹
	0.023±0.006		0.043±0.006		0.020±0.010		0.070±0.010		0.050±0.000		0.013±0.063		0.063±0.012		0.107±0.021	
Leg	e) ¹	y) ¹	c) ¹	y) ¹	de) ¹	x) ¹	cd) ¹	y) ¹	cd) ¹	y) ¹	a) ¹	x) ¹	bc) ¹	x) ¹	b) ¹	x) ¹
	0.024±0.002		0.037±0.003		0.025±0.007		0.087±0.013		0.041±0.003		0.150±0.002		0.067±0.011		0.108±0.021	
Frying																
Breast	f) ¹	y) ¹	de) ¹	x) ¹	ef) ¹	xyz) ¹	b) ¹	x) ¹	cd) ¹	y) ¹	a) ¹	x) ¹	bc) ¹	xy) ¹	b) ¹	x) ¹
	0.021±0.004		0.046±0.005		0.037±0.003		0.078±0.011		0.063±0.015		0.169±0.006		0.080±0.013		0.127±0.008	
Leg	f) ¹	x) ¹	ef) ¹	x) ¹	de) ¹	x) ¹	bc) ¹	xy) ¹	cd) ¹	y) ¹	a) ¹	y) ¹	ad) ¹	x) ¹	a) ¹	x) ¹
	0.030±0.000		0.033±0.012		0.043±0.006		0.098±0.000		0.060±0.000		0.160±0.000		0.087±0.021		0.143±0.015	

Values are Means ± S.D

Means with different lowercase letter are significantly by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

abcdef for storage time.

xyz cookig methods.

Gray²⁷⁾ 보고에서 형광물질은 매우 민감한 반응을 일으키는 물질이기 때문에 지질 산화 측정의 한 방법으로 중요시 되고 있다고 보고한 것을 보았을 때, 조리후 냉장저장과 그에 따른 재가열이 지질의 산화에 많은 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

부위별로 살펴보면 형광물질 수치가 가슴살이 다리살보다 유의적으로 높게 나타났으며, 이러한 경향은 malonaldehyde 함량과 비슷한 양상을 보였다. 즉, 형광물질 생성이 malonaldehyde와 밀접한 관계가 있다는 많은 연구결과와 일치함을 나타낸다.^{38)·40)}

Pikul 등²⁰⁾ 의 연구에서 2일, 3개월, 6개월 냉동 저장한 닭고기를 전자레인지 조리법으로 조리하였을 때, 형광물질이 전반적으로 증가하였으며 malonaldehyde 함량이 높은 부위가 형광물질 수치가 높은 것으로

보아, 본 연구 결과와 같은 경향을 나타냄을 알 수 있다.

요 약

본 실험은 0일, 15일, 30일, 45일 냉동 저장 기간에 따라 닭의 가슴살과 다리살로 패스트 푸드와 가정에서 많이 이용하고 있는 조리법중 튀김(frying), 전자레인지(microwaving)를 이용, 조리한 것과 조리후 4일간 냉장 저장후 재가열한 것을 실험재료로 하였다. 실험하는 동안 지질의 자동 산화를 방지하기 위해 항산화제인 BHT를 첨가했을 때와 첨가하지 않았을 때, malonaldehyde의 농도와 TBA가 그리고 fluorescence의 생성 정도를 측정하여, 냉동 저장과 조리법, 재가열

Table 6. TBA value of uncooking, after cooking, refrigeration storage and reheating in meat sample which had been frozen for 0, 15, 30, 45days added BHT

Meat sample	TBA value							
	Storage time (days)							
	0day	Reheating after 4day's refrigeration	15days	Reheating after 4day's refrigeration	30days	Reheating after 4day's refrigeration	45days	Reheating after 4day's refrigeration
Uncooking								
Breast	b) ¹ y) ¹ 0.009±0.001		b) ¹ y) ¹ 0.013±0.006		a) ¹ xy) ¹ 0.033±0.008		a) ¹ x) ¹ 0.043±0.004	
Leg	c) ¹ y) ¹ 0.009±0.002		c) ¹ y) ¹ 0.017±0.006		b) ¹ y) ¹ 0.033±0.006		a) ¹ x) ¹ 0.043±0.004	
Microwaving								
Breast	e) ¹ xy) ¹ d) ¹ x) ¹ 0.020±0.001	0.034±0.003	e) ¹ y) ¹ b) ¹ y) ¹ 0.027±0.006	0.066±0.013	cd) ¹ xy) ¹ e) ¹ z) ¹ 0.049±0.009	0.093±0.006	bc) ¹ x) ¹ a) ¹ y) ¹ 0.046±0.004	0.064±0.014
Leg	e) ¹ xy) ¹ e) ¹ x) ¹ 0.023±0.002	0.025±0.007	e) ¹ x) ¹ e) ¹ y) ¹ 0.025±0.007	0.033±0.012	c) ¹ xy) ¹ a) ¹ y) ¹ 0.045±0.010	0.090±0.010	d) ¹ x) ¹ b) ¹ y) ¹ 0.061±0.012	0.063±0.007
Frying								
Breast	f) ¹ xy) ¹ e) ¹ x) ¹ 0.028±0.003	0.034±0.003	e) ¹ x) ¹ cd) ¹ xy) ¹ 0.030±0.010	0.067±0.009	b) ¹ x) ¹ a) ¹ x) ¹ 0.045±0.012	0.100±0.008	c) ¹ x) ¹ b) ¹ xy) ¹ 0.057±0.005	0.067±0.001
Leg	d) ¹ x) ¹ d) ¹ x) ¹ 0.028±0.003	0.035±0.004	cd) ¹ x) ¹ b) ¹ x) ¹ 0.037±0.006	0.055±0.010	c) ¹ x) ¹ a) ¹ xy) ¹ 0.048±0.002	0.068±0.000	b) ¹ x) ¹ a) ¹ x) ¹ 0.064±0.008	0.069±0.002

Values are Means ± S.D

Means with different lowercase letter are significantly by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

abcdef for storage time.

xyz cooking methods.

등이 닭고기의 지질 산화에 미치는 영향에 관한 연구를 한 결과는 다음과 같다.

지방 함량은 다리살이 가슴살보다 높게 나타났으며, 조리법으로는 튀김조리가 전자레인지 조리보다 높게 나타났다가 저장 0일에서 부터 30일까지는 지방 함량이 증가하다가 45일 저장시는 감소하는 경향을 보였으며, 30일 저장후 재 가열한 시료의 지방 함량이 유의적으로 높았다. BHT무첨가군과 BHT 첨가군 비교시 지방 함량에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Malonaldehyde의 농도는 전체적으로 증가하는 경향을 보였으며, 부위별로 살펴보면 가슴살이 다리살보다 다소 높은 함량을 나타내긴 했지만 유의적인 차이는 보이지 않았다. 또, 튀김 조리가 전자레인지 조리보다 높은 malonaldehyde량을 보였으며, 재가열시는

유의적으로 높은 수치의 malonaldehyde의 함량을 나타내었다. BHT무첨가군의 malonaldehyde 농축량이 BHT 첨가군의 malonaldehyde량 보다 약 40%이상 증가함을 보였다.

TBA가는 저장기간 동안 전체적으로 증가하였으며, 다리살이 가슴살보다 다소 높은 수치를 보였다. 조리법별로 살펴보면 튀김 조리시 TBA가가 전자레인지 조리시보다 높게 나타났다. BHT첨가군, 무첨가군 모두 재가열시 높은 TBA가를 보였다.

2차지질산화물인 형광물질은 저장기간에 따라 점진적으로 증가세를 보였으며, 가슴살의 수치가 다리살보다 유의적으로 높게 나타났다. 특히 재가열시에는 재가열 전보다 배 이상의 급격한 증가세를 보였다.

이상의 결과로 보아 냉동 저장 동안 지질의 자동 산

Table 7. Fluorescence value in organic layer layer from Folch extracted chicken meat sample which had been frozen for 0, 15, 30, 45 days.

(FU/g sample)

Meat sample	Storage time (days)							
	0day	Reheating after 4day's refrigeration	15days	Reheating after 4day's refrigeration	30days	Reheating after 4day's refrigeration	45days	Reheating after 4day's refrigeration
Uncooking								
Breast	6.33±0.06		6.37±0.47		9.30±0.20		27.97±0.31	
Leg	3.93±0.57		5.60±0.36		6.20±0.20		9.70±0.47	
Microwaving								
Breast	6.73±0.21	40.90±0.79	7.67±0.06	73.67±12.11	9.83±0.15	92.07±0.38	20.83±0.20	89.17±2.15
Leg	6.70±0.27	24.80±6.10	7.10±0.27	33.67±0.76	15.13±0.49	42.00±0.10	16.43±0.45	90.17±1.43
Frying								
Breast	16.00±1.48	59.70±0.52	19.03±0.42	68.83±1.46	25.10±0.27	91.10±0.99	43.13±0.81	105.30±1.40
Leg	15.53±0.40	45.90±4.32	16.87±0.15	55.27±0.23	22.90±0.17	55.57±0.29	34.37±0.32	83.47±1.01

Values are Means ± S,D

Means with different lowercase letter are significantly by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

abcdefg for storage time.

uvwxyz cookig methods.

화는 계속 진행되고 있고, 특히 반복된 열처리와, 불포화 지방산 함량이 많은 부위가 유의적인 산화를 보였다. 항산화제인 BHT 무첨가군이 BHT 첨가군보다 높은 산화가 일어나는 것을 보았을 때 식품내에서의 항산화작용에 관한 연구가 계속적으로 필요하다고 본다.

참고문헌

- 농림 통계 연보 : 농림수산부(1992)
- 한국의 양계 : 한국가금학회(1993)
- 문수재 : 육가공 제품의 영향. 식품과학과 산업., 23(4), 38(1990)
- 이태호 : 냉동 식품 업계의 현황 및 전망. 식품과학과 산업., 24(3), 3(1991)
- 이미경, 김종근, 변명우, 권종호, 조한옥 : 감마선 조사된 닭고기의 조리적성. *J.Korean Soc. Food Nutr.*, 14(2), 151(1985)
- 조한옥, 이미경, 변명우, 권종호, 김종근 : 닭고기 에 오염된 미생물의 감마선 살균. *Korean J. Food. Tech.*, 17(3), 170(1985)
- 추양제이티, 이영현, 첸티씨 : Microbial quality and TBA values of chicken patties as affected by irradiation and storage temperature. *Korean J. Food Sci.Tech.*, 22(3), 290(1990)
- 추양제이티, 이영현, 첸티씨 : Color and sensory characteristics of chicken patties as affected by irradiation and storage temperature. *Korean J. Food Sci. Tech.*, 23(4), 410(1991)
- 양승호, 김영호, 이무하 : The effect of cryop-

- roTECTANTS on the quality changes of pork and beef during frozen storage. *Korean J. Food Sci. Tech.*, **21**(3), 364(1989)
10. 김연상 : 우리나라 육가공 산업의 현황. *식품과학과 산업*, **23**(4), 3(1990)
 11. Khan, A. W., Van den Berg, L. and Lentz, C. P. : Effect of frozen storage on chicken muscle proteins. *J. Food Sci.*, **28**, 425(1963)
 12. Khan, A. W., Van den Berg, L. : Changes in chicken muscle proteins during aseptic storage at above-freezing temperature. *J. Food Sci.*, **29**, 49(1964)
 13. Khan, A. W., Lentz, C. P. : Influence of prerigor, rigor and postrigor freezing on drip losses and protein changes in chicken meat. *J. Food Sci.*, **30**, 787(1965)
 14. 최병규 : 계육의냉장중 품질 변화에 대한 연구. *한국축산학회지*, **22**(6), 516(1980)
 15. 정구룡, 최병규, 황철성 : 해동 계육의 저장중에 있어서 지질 변화에 관한 실험적 연구. *한국축산학회지*, **23**(6), 553(1981)
 16. Tomas, M. C. and Anon, M. C. : Study on the influence of freezing rate on lipid oxidation in fish and chicken breast muscle. *International J. Food Sci. & Tech.*, **25**, 718(1990)
 17. Green, B. E. : Lipid oxidation and pigment changes in raw beef. *J. Food Sci.*, **34**, 110(1969)
 18. Sato, K. and Hegarty, G. R. : Warmed-over flavor in cooked meats. *J. Food Sci.*, **36**, 1098(1971)
 19. Dix, T. A. and Marnett, L. J. : Metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbon derivatives to ultimate carcinogenesis during lipid peroxidation. *Science*, **221**, 77(1983)
 20. Pikul, J., Leszczynski, Dennis E., Bechtel, Peter, J. and Kummerow, Fred A. : Effect of frozen storage and cooking on lipid oxidation in chicken meat. *J. Food Sci.*, **49**, 838(1984)
 21. Pearson, A. M., Gray, J. I., Arlene, M., Wolzak, N. and Horenstein, A. : Safety of oxidized lipid muscle foods. *Food. Tech.*, **121**(1983)
 22. Siu, G. M. and Draper, H. H. : A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. *J. Food Sci.*, **43**, 1147(1979)
 23. Mukai, Frank H. and Goldstein, Bernard D. : Mutagenicity of malonaldehyde, a decomposition products of peroxidized polyunsaturated fatty acids. *J. Sci.*, **191**, 868(1976)
 24. Marnett, Lawrence J. and Tuttle, Metissa A. : Comparison of the mutagenicities of malonaldehyde and the side products formed during its chemical synthesis. *J. Cancer. Res. Res. Res.*, **40**, 276(1980)
 25. Shamberger, R. J., Andreone, T. L. and Willis, C. E. : Antioxidants and cancer. IV. Malonaldehyde has initiating activity as a carcinogen. *J. Nat. Cancer Inst.*, **53**, 1771(1974)
 26. Mukai, F. II. and Goldstein, B. D. : Mutagenicity of malonaldehyde, a decomposition products of polyunsaturated fatty acids. *Science*, **191**, 868(1976)
 27. Gray, J. I. : Measurement of lipid oxidation. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **55**, 539(1979)
 28. Leszczynski, D. E., Pikul, J., Niewiarowicz, A. and Kummerow, F. A. : Lipid oxidation in chicken breast and leg meat after sequential treatments of frozen storage, cooking, refrigerated storage and reheating. *J. Food. Tech.*, **19**, 575(1984)
 29. 공양숙, 문윤희 : 산란 노계육의 냉장 및 동결 저장중 물리화학적 특성 변화 : *Korean Soc. Food Nutr.*, **16**(3), 55(1987)
 30. 전기홍, 이무하, 김영봉 : 돼지고기와 닭고기 지방 산화에 대한 인삼의 효과. *Korean J. Food. Sci. Tech.*, **24**(1), 7(1992)
 31. Pikul, J., Leszczynski, D. E. and Kummerow, F. A. : 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(1983)
32. 전용진 : 통계자료분석. 크라운출판사(1991)
33. Igene, J. O., Pearson, A. M., Merkel, 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. Animal. Sci.*, **49**(3), 701 (1979)
34. 최재희 : 냉동 저장과 조리법이 닭고기의 지질 산패에 미치는 영향. 명지대학교 석사학위논문(1992)
35. Newburg, D. S. and Concon, J. M. : Malonaldehyde concentration in food are affected by cooking conditions, *J. Food Sci.*, **45**, 1681 (1980)
36. Siu, G. M. and Drapper, H. H. : A survey of the malonaldehyde content of retail meat and fish. *J. Food. Sci.*, **43**, 1147(1978)
37. Dawsons, L. E. and Schierholz, K. : Influence of grinding cooking and refrigerated storage on lipid stability in turkey. *Poultry Sci.*, **55**, 618(1976)
38. Fletcher, B. L., Dillard, C. J. and Tappel, A. L. : Measurements of fluorescent lipid peroxidation products in biological systems and tissues. *Analytical Biochemistry*, **52**, 1(1973)
39. Choi, K. S. and Tappel, A. L. : Inactivation of ribonuclease and other enzyme by peroxidizing lipid and by malonaldehyde. *Biochem.*, **8**, 2827(1969)
40. Choi, K. S. and Tappel, A. L. : Synthesis and characterization of the fluorescent products derived from malonaldehyde and amino acid. *Biochem.*, **8**, 2821(1969)

(1995년 6월 7일 수리)