

고추씨 기름의 저장 및 가열에 따른 이화학적 변화에 관한 연구

최 영 진 · 고 영 수

한양대학교 식품영양학과

Studies on the Variation of Physico-Chemical Characteristics During Storage and Frying

Young Jin Choi and Young Su Ko

Dept of Food and Nutrition, Hang Yang University

Abstract

To observe the propability as the frying oil and oxidative stability of red pepper seed oil, some physico-chemical tests of the oil were examined during 21 days storage period at 5°C, 15°C and 30°C, and AOM value determined and after heating the oil at 180±5°C for 40 hours with or without antioxidants.

The analysis storage stability of red pepper seed oil showed that the quality of storage group at 5°C was almost as good as fresh oil, and the storage group at 30°C showed certain degree of rancidity. Change of physico-chemical characteristic during storage were so small so that storage stability of red pepper seed oil was found to be good.

AOM stability of red pepper seed oil was 7 hours which is lower than other vegetable oil, but the degree of stability grew greatly after adding phenolic antioxidants, such on TBHQ or PG.

As for the chemical change after heating continuously for 40 hours, acid value, peroxide value and refractive index increased, but iodine value decreased as the heating processed. The fatty acid composition also showed the remarkable reduction of linoleic acid. The addition of antioxidants resulted in the delay of oxidation, the degree of which was greater in TBHQ than in PG.

서 론

식품을 튀기거나 가열할 때 사용하는 식용유를 선택할

때 주로 고려하는 사항은 그 화학적 조성보다는 유용성이다. 즉, 한가지 유종을 다른 유종으로 대체하기 전에 그 유종의 안정성과 가열하는 동안의 이화학적 변화에 대한 비교자료가 필요하가 된다¹⁾. 유지의 안전성은 일

반적으로 자동산화와 가열에 대한 안전성 및 가수분해에 대한 안전성등 매우 광범위하다. 자동산화에 대한 안전성은 보존중 일어나는 착색 및 향미와 영양가의 저하등을, 가열 안전성은 가열과정중 일어나는 여러가지 질적 저하 현상을 말한다²⁾. 유지의 산패요인에 대한 연구는 국내외적으로 매우 활발하며³⁻⁵⁾ 또 유종에 따른 열 안전성 및 가열적성에 관한 연구도 많이 보고되어 있다⁶⁻⁸⁾. 또한 최근 우리 나라의 튀김식품의 이용도가 급격히 증가하고 앞으로 더 가속화될 것이 예상됨에 따라 튀김 기름의 질적 저하를 억제할 수 있는 효과적인 방법의 연구가 필요하게 되었다⁹⁾. 가열한 기름의 질적 저하를 억제하기 위한 시도로 항산화제의 사용을 들 수 있는데 현재 국내외에서 가장 널리 사용되고 있는 식품 항산화제로서 Butylated Hydroxy Anisole (BHA), Butylated Hydroxy Toluene (BHT) 및 Propyl Gallate (PG) 등의 페놀계 합성 산화제가 그 주가 된다¹⁰⁾. 이 중 BHA와 BHT는 이행을 갖고 있으나 PG는 이행을 없는 것으로 알려져 있다¹⁰⁾. 한편 미국에서는 불포화 지방산의 함량이 많은 식물성기름과 어유·튀김유에 대해 매우 효과적인 항산화작용을 갖는 것으로 알려진 Tertiary Butylated Hydro Quinone (TBHQ)가 사용이 허가되어 널리 사용되고 있다¹¹⁾. Luckadoo등¹²⁾은 산화에 민감한 해바라기씨 원유의 보존에 TBHQ를 사용하여 큰 효과가 있었음을 보고하고 있으며 안전성도 높다는 보고도 있다^{11,13)}. 따라서 본 연구에서는 고추씨 기름의 이화학적 특성을 원유와 정제유로 나눠 비교하였으며 또한 산화안전성 평가를 위해 자동산화에 대한 안전성을 저장 실험을 통해 살펴보고, 가열 산화에 대한 안전성을 40시간 연속 가열하여, 기름의 이화학적 변화를 항산화제 첨가군과 고추씨 기름과 지방산 조성이 비슷한 옥수수 기름과의 차이를 비교·검토하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험재료

고추씨의 원유와 정제유는 최¹⁴⁾의 연구와 같다. 또 고추씨 기름의 가열특성을 비교시험하기 위해 지방산 조성이 비슷한 옥수수 기름을 비교군으로 하였다. 그리고 기름의 질적저하 억제를 위한 시도로써 강력한 항산화제인 TBHQ (Eastman Kodak Co. USA)와 PG (Eastman Kodak Co. USA)를 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 고추씨 기름의 이화학적 특성

고추씨 기름의 각종 이화학적 항수는 AOAC법¹⁵⁾에 따라 측정하였다. 이때 굴절율은 Abbe Refractometer (Model No. 16093, Erma Optical Co. Japan)로 25°C에서 점도는 Brookfield 점도계 (LVF type)을 사용하여 Spindle No. 3으로 25°C에서 측정하였다. 색상은 Lobibond Tintometer를 이용하여 원유는 1" cell로 정제유는 5 $\frac{1}{4}$ " cell로 각각 측정하였다.

2) 고추씨 기름의 저장 및 가열 안전성

(1) 저장조건

시료를 갈색병에 넣고 뚜껑을 꼭 닫아서 5°C, 15°C, 30°C로 각각 항온시킨 항온기에 넣어 보관하면서, 그 경시적 변화를, 7일간격으로 21일간 측정하였다.

(2) 가열조건

각 500g의 시료를 1 l 비이커에 넣고, oil bath에서 온도를 180°C±5°C로 조절하면서, 40시간 연속 가열하였다. 가열 매 10시간마다 시료 100 ml를 취하여 냉동고에 보관하면서 분석시료로 하였다. 가열중 비이커내의 유지의 specific area는 0.18 cm²/g oil로 유지시켰다.

(3) 기름의 이화학적 특성 측정법

① A.O.M. (Active Oxygen Method)에 의한 산화 안전성 시험

고추씨 기름과 옥수수기름 항산화제로 TBHQ와 PG를 각 0.02%농도로 넣은 고추씨 기름의 산화 안전성을 A.O.M법¹⁶⁾으로 비교하였다. 즉, 각 시료유를 탈취하여 과산화물가를 0으로 한다음 온도를 97.8°C로 유지하고 공기를 2.33 ml/sec로 시료내부에 주입하면서, 산화를 단시간에 촉진시켜 산화안전성을 측정하는 방법으로, 과산화물가가 100 meq/kg에 도달하는데 소요되는 시간을 A.O.M값으로 하였다.

② 기름의 이화학적 항수 측정법

유지의 이화학적 항수들 즉, 산가, 과산화물가, 요오드가, 굴절율 및 색상의 변화를 AOAC법¹⁵⁾으로 측정하였고, 지방산 조성은 Metcalfe법¹⁷⁾에 따라 가수분해시켜서, methyl ester화 한 후 GC에 주입하여 분석하였다. 이때 GC의 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Analytical condition of GC for fatty Acid in red pepper seed oil

Instrument	Chimadzu - 7AG
Column	glass - 3m
Column oven Temp	220 °C
Packing material	15% DEGS chromosorb-w
Carrier gas	N ₂
Injection	0.5 u1
Make up gas	60 ml/H
Detector	FID
Injector temp.	230 °C
Detector temp.	185 °C

Table 2. Some physico-chemical characteristics of the crude, refined, and redeodorized red pepper seed oil

	Crude oil	Refined oil	Redeodorized oil
Specific gravity (at 25°C)	0.920	0.918	0.919
Refractive Index (at 25°C)	1.4740	1.4743	1.4745
Viscosity (at 25°C)	60	50	40
Lovibond color* R : 61.0 Y : 7.7	R : 2.0 Y : 20	R : 2.0 Y : 13	
Acid Value	3.76	0.45	0.04
Peroxide Value (meq/kg)	-	7.50	0
Iodine Value (Wij's)	134.40	133.40	134.97

* crude oil color measured in 1" cell and refined, redeodorized oil color measured in 5/4" cell.

III. 결과 및 고찰

1. 고추씨 기름의 이화학적 특성

고추씨의 원유와 정제유 재탈취유의 이화학적 항수를 측정 한 결과는 Table 2와 같다.

산가는 원유·정제유 모두 타유종의 산가보다 높았으며, 정제유의 산가는, 일반 식용유보다 산가가 높은 glycerine처리한 미강유¹⁹⁾와 비슷하였으나, 재탈취 공정을 거치면서 타 유종과 비슷한 수치를 보였다.

과산화물가는, 원유에서는 색상이 너무 짙어 측정이

불가능했으며, 정제유의 과산화물가는 7.5로 매우 높은 값을 보여주었다. 산가와 마찬가지로 재탈취 공정을 통해 상당량 저하시킬 수 있었다. 비중은 0.918~0.920으로 다른 보고¹⁹⁾와 비슷한 결과를 보였다.

점도는, 원유가 정제유보다 높게 나타나 불순물 함량이 많음을 나타내고 있다. 굴절률은 다른 식물성 기름보다¹⁸⁾ 높게 나타났는데, 이는 굴절률이 탄소수의 길이가 길수록 이중결합이 많을수록 증가한다는 보고²⁾와 관계 있는 듯 하다.

색상은 원유에서는 붉은색이 매우 진하였고 정제를 통해 감소되어, 대두유, 채종유¹⁸⁾보다 진했지만 옥수수 기름보다는 색상이 연하였다. 재탈취를 하는 동안 황색도(Y값)는 더욱 연해졌다.

2. 고추씨 기름의 저장 조건에 따른 이화학적 변화

정제된 고추씨 기름을 재탈취한 것을, 일정기간 온도를 달리하여 저장한 후의 이화학적 특성을 측정 한 결과는 Table 3과 같다.

실험기간 동안 온도를 달리하여 저장한 기름의 산가는 큰 변화가 없었으나, 저온(5°C) 저장군의 산가의 증가는 다른 온도에서의 저장시료보다 적었다.

과산화물가는, 온도의 변화에 따른 영향이 커, 고온(30°C) 저장군에서 현저한 증가를 보여서, 7일째에 실온(15°C) 저장군의 4배, 21일째는 15배나 증가하였다. 요오드가는 온도의 상승과 저장기간의 변화에 따라 거의 변화가 없었지만, 저온·실온 저장군에 비해, 고온 저장시료에서의 요오드가가 조금 더 많이 감소됨을 볼 수 있었다. 굴절률은 온도와 저장기간 변화에 따른 변화가 거의 없었고, 고온 저장시료에서 21일째에 감지할 만큼의 굴절률의 증가가 일어났다. 이는 Arya등²⁰⁾의 유지산패 초기에 굴절률의 증가가 매우 적다는 보고와 같은 경향이었다.

저장중의 색상은 적색도(R값)는 변화가 없었으나, 황색도(Y값)는 점차 증가되어, 저장 21일째에 온도의 차이에 관계없이 같은 수치를 보였다.

각 온도별 저장에 따른 지방산 조성도 전체적으로 별 다른 변화가 없었다.

이상의 결과를 통해 볼때 저장중의 이화학적인 변화가 거의 없어, 저장에 대해 고추씨 기름이 안정함을 알 수 있다. 또한 온도의 변화에 대한 산화 안정성은, 저온 저

Table 3. Variation of some physico-chemical characteristics and fatty acid composition of reodorized red pepper seed oil during storage

Chamber, temp	0		7		14		21	
	5°C	30°C	5°C	30°C	5°C	30°C	5°C	30°C
Acid Value	0.04	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07
Peroxide Value (meq/kg)	0	0.17	0	0.28	0	1.6	0	7.2
Iodine Value	134.97	134.7	134.9	134.9	134.9	134.6	134.9	134.2
Refractive Index (at 25°C)	1.4745	1.4745	1.4745	1.4748	1.4745	1.4749	1.4746	1.4752
Color R/Y	2.0/13.0	2.0/15.0	2.0/15.4	2.0/16.0	2.0/15.8	2.0/18.0	2.0/20.0	2.0/20.0
Fatty acid								
C 16 : 0	12.81	12.80	12.83	12.83	12.81	12.85	12.81	12.854
C 18 : 0	2.05	2.05	2.05	2.06	2.06	2.08	2.08	2.093
C 18 : 1	10.48	10.50	10.51	10.53	10.53	10.54	10.56	10.06
C 18 : 2	72.10	71.99	71.99	71.95	71.94	71.87	71.83	71.76
C 18 : 3	1.21	1.19	1.18	1.18	1.17	1.15	1.15	1.12

1) color was measured in 5%* cell.

Table 4. Peroxide value of corn oil and red pepper seed oil added antioxidants in A.O.M. conditions (meq/kg)

	Heating Time (hour)						
	2	4	6	8	10	12	14
CO	4.2	16.4	35.2	44.8	76.2	129.2	-
RPSO	5.1	34.3	75.3	112.4	-	-	-
+TBHQ	2.1	3.4	4.8	6.4	8.2	17.4	24.2
+PG	2.3	8.2	12.4	21.4	35.2	62.1	82.4

CO : corn germ oil

RPSO : red pepper seed oil

TBHQ : red pepper seed oil + TBHQ

PG : red pepper seed oil + PG

장균이 고온 저장군보다 좋게 나타났다.

3. 고추씨 기름의 가열에 따른 이화학적 변화

(1) A.O.M에 의한 산화 안정성

옥수수 기름과 고추씨 기름, 항산화제를 넣은 고추씨 기름의 A.O.M에 의한 산화 안정성 시험 결과는 Table 4와 같다.

고추씨 기름의 A.O.M값은 7시간 정도로, glycerine 처리한 미 강유의 약 6시간¹⁸⁾보다 길었으나, 옥수수기름의 약 11시간, 대두유·채종유의 약 18시간¹⁹⁾보다는 적은데, 이는 고추씨 기름의 불포화도가 다른 기름보다 높기 때문이라 여겨진다.

항산화제를 첨가한 군의 A.O.M 안정성은, 항산화제 첨가에 따라 그 효과가 현저하여 TBHQ의 경우 매우 크게 나타나고 있다. 이는 TBHQ가 불포화도가 큰 식물성 기름에 대한 항산화 효과가, 다른 항산화제보다 극히 우수하다는 보고^{21,22)}와 같은 경향이였다. 또한 PG는 동물성기름과 마가린에 대한 항산화 효과가 TBHQ와 같거나 더 좋은 효과를 나타냄이 보고²³⁾되고 있으나 불포화도가 높은 식물성 기름에선 항산화 효과가 TBHQ에 미치지 못함을 볼 수 있었다. 또한 고온에서는 항산화 효과가 쉽게 손실된다는 보고^{22,24)}와 같은 경향을 보였다.

(2) 연속 가열에 따른 고추씨 기름의 이화학적 변화

① 산가의 변화

옥수수 기름과 고추씨 기름, 항산화제를 첨가하여

Table 5. Variation of acid value, peroxide value, and iodine value of oils thermally oxidized at $180^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ for 40 hours

Thermal oxidation time (hr)	0	10	20	30	40
Acid Value					
CO	0.058	0.21	0.43	0.69	0.94
RPSO	0.090	0.24	0.51	0.79	1.21
+ TBHQ	0.087	0.11	0.18	0.29	0.41
+ PG	0.090	0.18	0.27	0.38	0.74
Peroxide Value (meq/kg)					
CO	0.65	2.95	3.95	3.20	3.10
RPSO	0.06	3.32	5.75	4.92	4.81
+ TBHQ	0.07	0.90	1.24	1.78	1.89
+ PG	0.06	1.34	2.44	2.60	3.10
Iodine Value					
CO	127.97	126.48	123.21	120.67	117.97
RPSO	134.97	132.39	128.21	124.42	121.62
+ TBHQ	134.92	134.13	133.68	131.21	130.42
+ PG	134.94	133.94	132.41	130.54	127.21

CO : corn germ oil

RPSO : red pepper seed oil

TBHQ : red pepper seed oil + TBHQ

PG : red pepper seed oil + PG

$180 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 40시간 연속 가열에 따른 산가의 변화는 Table 5와 Fig. 1과 같다.

유지를 가열함에 따른 산화 변질로 인한 산가의 증가는 정도의 차이는 있지만 대체적으로 증가하여 장등²⁵⁾과 신¹⁸⁾의 보고와 같은 경향을 나타내었다. 옥수수기름과 고추씨 기름의 산가 증가율은 비슷한 경향을 보였으나, 고추씨 기름의 가열시간에 따른 산가의 증가는 더욱 커, 40시간 가열로 식품위생 규정치인 $1.0^{26)}$ 이 초과되었다.

항산화제 첨가에 따라 산가의 증가가 현저히 억제되었다. PG보다 TBHQ의 항산화 효과가 우수하게 나타나 A.O.M 안정성 실험과 일치하였으나, PG의 항산화력은 A.O.M 안정성 실험에서 보다 떨어지고 있다. 가열시간이 오래 경과함에 따라 항산화제의 효과가 감소됨을 볼 수 있다.

② 과산화물가의 변화

유지의 일반적인 산화기구로, 기름에 흡수된 산소가 hydroperoxide를 형성하여 가열 과정에서 과산화물을 형성한것을 정량적으로 측정해본 결과는 Table 5와

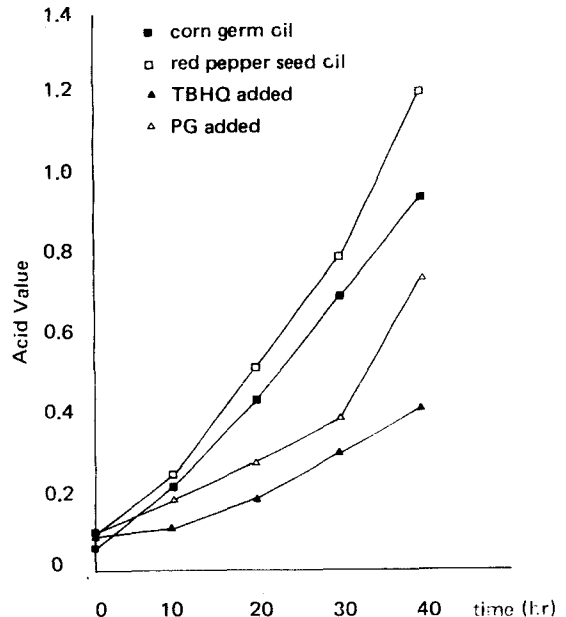


Fig. 1. Variation of acid value of red pepper seed oil heated at $180^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ for 40 hours.

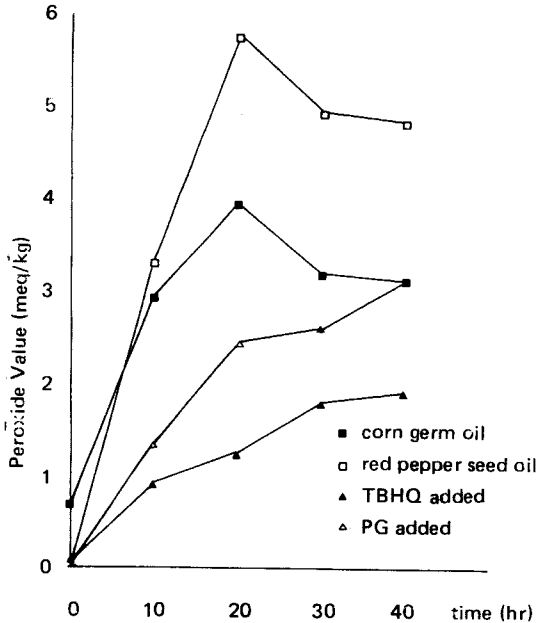


Fig. 2. Variation of peroxide value of red pepper seed oil heated at 180±5°C for 40 hours.

Fig. 2와 같다.

180±5°C에서의 열산화시의 과산화물가의 변화는, 불규칙하여 10~20시간 사이에서 최고치에 도달하였다가 차차 감소하고 있다. 이는 유지의 산화기구에서 과산화물을 형성한 후, 이것이 곧 radical을 형성해 나가기 때문에 측정치의 변화를 주는 것이다. 그러므로 과산화물가는 유지를 실온·저온 저장시의 산패 측정엔 좋은 지표지만, 가열 산화시의 변패측정에 적합치 않다는 보고²⁵⁾와 맥락을 같이한다고 볼 수 있겠다.

옥수수 기름에서 보다 고추씨 기름에서의 과산화물 생성이 많았으며, 항산화제 첨가에 따라 생성량이 억제되어 40시간 가열에도 최고치에 도달하고 있음을 볼 수 있다. PG의 산화방지력은 산가에서와 마찬가지로 TBHQ에 미치지 못하였다.

③ 요오드가의 변화

각 시료의 가열시간에 따른 요오드가의 변화는 Table 5와 Fig. 3과 같다.

요오드가는 지방의 불포화도를 측정하는 것으로, 유지의 자동산화나 열산화시 요오드가가 빨리 감소하게 된다²⁷⁾.

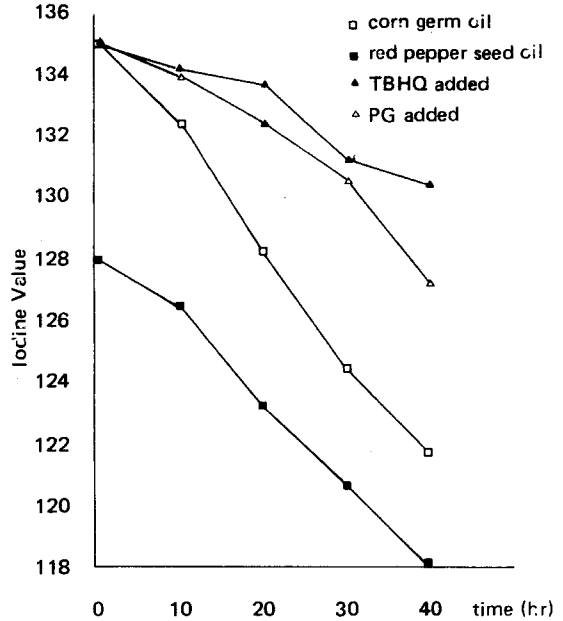


Fig. 3. Variation of iodine value of red pepper seed oil heated at 180±5°C for 40 hours.

요오드가는, 산가와는 대조적으로 가열시간에 따라 감소하였다. 고추씨기름의 요오드가가 감소는 옥수수 기름보다 컸는데, 이는 가열 식물성 기름에서 요오드가의 감소는, 불포화도가 높을수록 열산화진행에 따라 더욱 뚜렷해진다는 보고²⁸⁾와 같은 경향이였다. 처음 10시간 동안은 비교적 완만하게 감소하다가 그 이후 상당히 감소하였다. 항산화제의 첨가로 요오드가의 감소가 많이 억제되었고, 그 효과는 TBHQ가 PG보다 우수하였다.

④ 굴절율의 변화

굴절율은 유지의 산화 유도기에는 거의 변화가 없다가, 유도기가 끝나면 이중결합이 늘어나고, 공액화(conjugation)가 일어나 중합되어 굴절율이 증가하게 되며²⁰⁾, 굴절율은 가열 산화된 기름에서 생성된 중합물질과 정비례 관계에 있다²⁹⁾.

각 시료의 굴절율의 변화는 Table 6과 Fig. 4에 있다.

옥수수 기름의 굴절율은, 고추씨 기름보다 불포화도가 낮아 적게 나타났지만, 증가율은 거의 직선적으로 증가하여, 굴절율이 가열온도와 시간에 따라 비례적으로 증가한다는 맹²⁷⁾의 보고와 같은 경향을 보였다. 고추씨 기름은 가열 10시간까지는 서서히 증가하다가, 그 이후

Table 7. Variation of fatty acid composition of the oils thermally oxidized at $180^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ for 40 hours

Fatty acid	Thermal Oxidation Time (hr)							
	0				10			
	CO	RPSO	+TBHQ	+PG	CO	RPSO	+TBHQ	+PG
C16:0	11.06	12.86	12.52	12.68	11.39	12.96	12.67	12.83
C18:0	2.120	2.10	2.21	2.20	2.12	2.28	2.18	2.34
C18:1	26.24	10.75	10.72	10.65	26.44	10.65	10.59	10.71
C18:2	56.61	71.32	71.51	71.08	56.31	70.87	71.34	70.72
C18:3	1.90	1.16	1.39	1.28	1.55	1.38	1.56	1.21

Fatty acid	Thermal Oxidation Time (hr)											
	20				30				40			
	CO	RPSO	+TBHQ	+PG	CO	RPSO	+TBHQ	+PG	CO	RPSO	+TBHQ	+PG
C16:0	11.37	13.79	12.63	12.91	12.26	14.81	13.92	13.04	13.21	15.93	14.01	13.98
C18:0	2.08	2.32	2.28	2.38	2.31	2.49	2.34	2.40	2.46	2.73	2.40	2.54
C18:1	27.12	11.82	11.34	11.45	28.80	13.92	11.51	12.21	29.72	14.55	11.78	12.62
C18:2	54.73	69.21	69.51	68.34	54.19	66.48	68.00	67.20	52.93	65.21	60	65.02
C18:3	1.42	0.96	1.40	1.53	1.57	1.81	1.52	1.64	1.64	0.75	1.08	1.73

CO : Corn germ oil
RPSO : Red pepper seed oil
TBHQ : Red pepper seed oil + TBHQ
PG : Red pepper seed oil + PG

oleic acid와 포화지방산 함량은 증가하였다. 항산화제 첨가군의 지방산 조성의 변화는, 다소 억제되었고, 이 또한 TBHQ가 PG보다 효과적이었다.

IV. 결 론

고추씨 기름의 가열유로서의 적성과 안정성을 알아보기 위해, 고추씨 기름의 이화학적 특성과, 저장기간에 따른 변화 가열동안의 변화를, $180 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 40시간 연속 가열하여 산화 안정성을 조사하여, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 고추씨 기름의 이화학적 항수는 산가, 과산화물가 모두 정제를 거치면서 감소되어 정제유에서 각각 0.45, 7.5를 나타내었다. 비중은 0.918~0.920으로 다른 식물성 기름과 유사한 값이었다. 점도는 원유가 정제유 보다 높았으며, 고추씨 기름의 불포화도가, 다른 식물성 기름 보다 높기 때문에, 굴절율이 높게 나타났다. 색상은 원유에서는 매우 진했으나, 정제를 통해 감소하여 대두유 보다는 진하나 옥수수 기름보다는 연한 색을 나타냈다.

2) 고추씨 기름의 저장 안정성을 실험해 본 결과, 이 화학적인 변화가 거의 없어, 저장에 대한 안전성이 우수함을 알 수 있었다.

3) 고추씨 기름의 A.O.M에 의한 산화 안전성은 7시간으로, 다른 식물성 기름에 비해 떨어졌으나, TBHQ나 PG같은 페놀계 항산화제 첨가로 안전성은 크게 증가되었다.

4) 40시간 연속 가열에 따른 이화학적 변화는 가열 시간이 증가함에 따라, 산가, 과산화물가, 굴절율은 증가하였고, 요오드가는 감소하였다. 지방산 조성도 linoleic acid의 감소가 뚜렷하였고 항산화제의 효과는 TBHQ가 PG보다 우수하였다.

참 고 문 헌

- 1) 이양자 : 유지식품의 영양 생화학적 의의. 한국영양학회지, 11(2), 10-15, 1978.
- 2) 신호선 : 식용유지의 보존 안전성. KAIST, 식용유지 기술, 4장, 1984.

- 3) 馬采蘭, 李良子, 金榮洙: 가열한 옥수수 기름과 튀김 식품의 산패도에 관한 연구, 한국영양학회지, **11**(4), 327-331, 1974.
- 4) 古岡倭子, 立花邦子, 金田尙志: 自動酸化油の毒性に關する研究, 제 4 보: 油化學, **23**(4), 327-331, 1974.
- 5) Poling, CE., Warner, WD. Mone, PE and Rice, EE: The Nutritional Value of Fats After Use in Commercial Deep-fat Frying. *J. Nutr.*, **72**, 109-120, 1960.
- 6) L, M. Du Plessis, P. Van Twisk, PK Van Niekerk, and M. Steyn: Evaluation of Peanut and Cotton Seed Oils for Deep Frying. *JAOCS*, **56**(5), 575-578, 1981.
- 7) 배명숙, 최혜미: 튀김재료가 튀김기름의 변화와 튀김 산물에 미치는 영향. 대한가정학회지, **18**(1), 25-33, 1980.
- 8) Bracco, U., Dieffenbacher, A. and Kolarovic, L.: Frying performance of palm Oil liquid Fractions. *JAOCS*, **58**(1), 6-9, 1981.
- 9) 김동훈: 유지의 산화방지제, 식용유지기술, KAIST, 5장, 1984.
- 10) 梶本五郎, 井上昭, 湯本甫: 日本食品工業學會誌, **14**(2), 72-75, 1967.
- 11) B.D. Astill, C.J. Terhaar, W.J. Krasavage, G.L. Wolf, R.L. Roudabush: Safety Evaluation and Biochemical Behavior of Mono-tertiary butyl hydroquinone. *JAOCS*, **52**(2), 53-58, 1975.
- 12) Luckadoo, E.R Sherwin: Tertiary Butyl Hydroquinone as Antioxidant for Crude Sunflower Seed Oil. *JAOCS*, **49**(2), 95-97, 1972.
- 13) 太田靜行: TBHO と タエン酸イソプロピル IV. *New Food Industry*, **25**(8), 44-49, 1983.
- 14) 최영진: 고추씨 기름의 지용성 성분과 저장 가열에 따른 이화학적 변화에 관한 연구, 1988, 한양대 박사학위논문
- 15) AOAC: Official Method of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists. 1984.
- 16) Hassel, R.L.: Thermal Analysis: An Alternative Method of Measuring Oil Stability. *JAOCS*, **53**(2), 179-181, 1976.
- 17) Metcalfe, L.D., Schmit, A.A., and Pelka, J.R.: Rapid Preparation of Fatty Acid Esters From Lipids for Gas Chromatographic Analysis. *Anal. Chem.*, **38**(5), 514-515, 1966.
- 18) 신정미: 미강유의 열안정성 및 튀김적성에 관한 연구, 숙대석사학위논문, 1984.
- 19) 김재철, 이준식: 고추씨 기름의 정제와 분석에 관한 연구, 한국식품과학회지 **12**(2), 126-132, 1980
- 20) Arya, S.S., Ramanujam, S. and Vijayaraghavan, P. K.: Refractive Index as an Objective Method for Evaluation of Rancidity in Edible Oils and Fat. *JAOCS* **46**(1), 28-30, 1969.
- 21) 太田靜行, 湯木悅二: フライ食品の理論と實察, 幸書房, 1978.
- 22) E.R. Sherwin: Antioxidants for Vegetable Oils. *JAOCS*, **53**(6), 430-436, 1976.
- 23) M. Aoyama, T. Maruyama, H. Kanematsu, I. Nhya, M. Tsuka moto, S. Tokairin and T. Matsumoto: Studies on the Improvement of Antioxidant. Effect of Tocopherols XI. Antioxidant Efficiencies and Effective Synergists on Margarine. 油化學, **35**(6), 449-453, 1986.
- 24) 이형섭, 김동훈: 반복가열과정중의 일부 항산화제 잔존량 및 대두유 성상의 변화, 한국식품과학회지, **11**(2), 82-92, 1979.
- 25) 장유경, 이정원, 김택제: 시판 식용유의 가열시간에 따른 품질변화에 관한 연구, 한국식품과학회지, **10**(2), 112-118, 1978.
- 26) 장동효, 장현기: 최신식품분석법, 삼중당, 257-316, 1973.
- 27) Mang Young Sun: Physio-Chemical Characteristics for the Stability Evaluation of Commercial Frying Fats and Oils During Thermal Oxidation. 고려대학교 박사학위논문, 1985.
- 28) Johnson, O.C, and Kummerow, F.A.: Chemical Changes Takes Place in an Edible Oil During Thermal Oxidation. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **34**(4), 407-410, 1957.
- 29) 太田靜行: 油脂食品の劣化とその防止, 幸書房, 1977.
- 30) 松尾登: 油脂の加熱に關する變性, 油化學, **12**(5), 261-270, 1963.