

시판식용유의 가열시간에 따른 품질 변화에 관한 연구

장 유 경·이 정 원*·김 택 제**

한양대학교 사범대학 가정과·서울대학교 가정대학 식품영양학과*

한국과학기술연구소 분석실**

(1977년 12월 16일 수리)

A Study on Quality Changes of Domestic Frying Oils by Thermal Oxidation

by

You Kyung Chang · Joung-Won Lee* · Teak Je Kim**

Dept. of Home Economics, College of Education, Han Yang University

*Dept. of Food and Nutrition, College of Home Economics, Seoul National University**

*Korea Institute of Science and Technology***

(Received December 16, 1977)

Abstract

Four domestic frying oils (soybean, corn, rapeseed and rice bran oil) were studied on their changing properties according to thermal oxidation by means of chemical analysis of their compositions and measurements of various physical and chemical properties.

The content of linoleic acid which is an essential unsaturated fatty acid and the total amount of unsaturated fatty acids were highest in soybean oil (53.2% and 80.3% respectively) among the unheated frying oils and the degree of its thermal degradation was lowest during the continuous heating period for 48 hours at 180°C. However in general, the contents of unsaturated fatty acids were sharply decreased by thermal oxidation whereas the saturated fatty acid contents ranging 10-17% were not changed considerably, which largely agreed with the results of iodine value measurements.

The free acid and peroxide values were also lowest in soybean oil (0.09 and 5.6 respectively) among the unheated oils whereas an anomalously high free acid value was observed in rapeseed oil (54.8) which was packed in unlevelled glass bottles. Such a high value is probably ascribed to the photo-catalyzed oxidation during storage. The viscosity measurements have shown similar values before heating, but after thermal oxidation for 32 hours the rapeseed and rice bran oils became too thick to measure viscosity by capillary flow method with heavy darkening in color.

서 론

유지는 중요한 에너지원인 동시에 생리작용에 필요한 필수불포화지방산을 공급하므로 영양학적으로 높이 평가되어야 한다. 최근 우리나라는 식생활과 기호성향

의 변화로 튀김식품의 공급이 급격히 증가되고 있다.

그러나 튀김은 고온 가열조리이므로 가열산화에 의한 색의 변화, 유리 지방산의 증가, 과산화물가의 증가 불포화지방산의 감소, 맛과 향기등이 변화하여 유지의 품질을 저하시키는 산패현상이 일어난다.^(1,2)

Andrews⁽³⁾에 의하면 과산화물의 증가는 실험동물의

성장물에 영향을 끼친다고 했고, 장시간에 걸친 고온 가열로 인한 유지의 변화된 성분인 독성물질은 장에서 암을 유발시키기도 한다는 보고가 있다. (4-6)

국내에서는 고추씨, 호박씨, 잣, 호도, 참깨 및 들깨 기름의 함유량과 지방산 조성을 검토하여 식용유 자원의 개발과 영양학적 식품가치를 평가한 것도 있다. (7)

필수불포화 지방산이 부족하게 되면 어린이들에게는 체중의 증가가 더디고 피부염을 일으키게 되므로 (8) 가열조리로 인한 필수불포화지방산의 분해를 피해야 한다.

튀김에 이용되었던 유지의 산패도를 측정하기 위하여 산가, 과산화물가 T.B.A.가 등 물리화학적 변화에 대한 연구는 (9-11) 많이 되었으나 지방산에 관한 연구는 비교적 적다.

따라서 본 연구에서는 현재 우리나라에서 튀김용으로 많이 쓰이는 식물성 식용유인 콩기름(Soybean oil), 옥수수기름 (Corn oil), 채종유(Rapeseed oil), 미강유 (Ricebran oil)등을 선택하여 실험실에서 튀김조건과 비슷한 상태로 48시간 동안 계속 가열하면서 매 16시간마다 시료를 채취하여 지방산 함량의 변화와 함께 산가, 옥소가, 과산화물가 및 점도 등의 변화를 비교하여 튀김에 이용되는 기름의 품질을 비교 검토하여 보았다.

실 험

1. 시료 및 처리 방법

현재 시판되고 있는 튀김용 기름중에서 대표적인 콩기름, 옥수수기름, 채종유, 미강유 등 네가지를 선택하였다. 이들중 콩기름과 옥수수기름은 유명 메이커의 철제통에 들어 있는 공장용 기름이고, 채종유와 미강유는 메이커의 이름을 알 수 없고 포장이 허술한 병에 넣어 시판되고 있는 기름이다.

각 기름을 350ml씩 취하여 500ml들이 비-커에 넣고 180°C로 조절된 항온증탕에서 교반기로 저어주면서 16시간, 32시간, 48시간 경과후 100ml씩 시료를 채취하였다. 이때 교반기를 사용한 이유는 공기를 잘 통하게 하기 위한 것이었고, 가열에 의한 뚜렷한 성분의 변화를 알기 위해서 시료 채취후 새 기름을 보충하지 않았다.

2. 분석 및 물성측정

처리 채취된 시료의 조성변화를 알기 위해서 AOAC (12) 법에 따라 가수분해시켜 메칠 에스텔화 한 후 가스 크로마토그래피에 의하여 조성을 분석하였다.

이들 시료의 요오드가 및 과산화물가는 각각 AOAC 법에 따라 측정하였으며, 유리지방산의 함량 역시 AOAC법에 따라 측정하였다.

또한 이들 시료의 점도(Viscosity)측정은 Ostwald 점도계를 사용하여 25.2°C로 조절한 물증탕내에서 20분 경과후 Capillary flow method로 3회 측정하여 평균치를 얻었다.

결과 및 고찰

1. 필수 지방산의 함량변화

(1) 리노레지지방산(Linoleic fatty acid) : 가열하지 않은 콩기름, 옥수수기름, 채종유의 리노레산의 함량은 Table 1과 Fig. 1에서 보는바와 같이 각각 53.2%, 52.0%, 53.3%로서 Evans등 (13)이 보고한 가열하지 않은 콩기름의 리노레산의 함량과 근사하지만 미강유는 37.4% 로서 상당히 함량이 낮음을 알 수 있다.

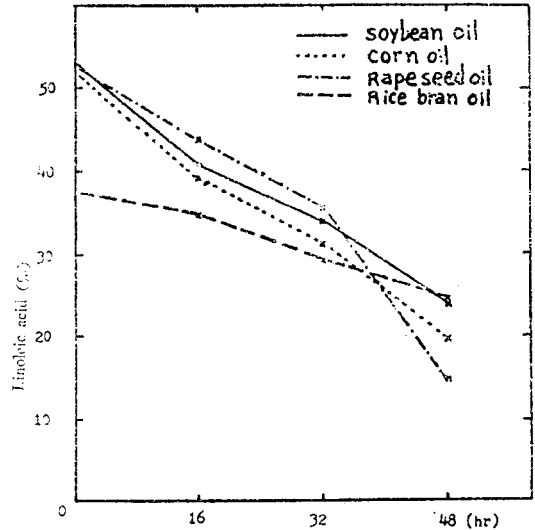


Fig. 1. Changes in linoleic acid contents of frying oils thermally oxidized at 180°C

이들 식용유의 가열시간에 따른 리노레산의 함량의 변화를 보면 채종유, 콩기름 및 옥수수기름은 32시간까지는 비슷하게 감소하나 채종유는 32시간이후 급격히 감소하여 48시간이 경과하면 15% 이하로 낮아짐을 보여주고 있다. 또한 콩기름 및 옥수수기름도 48시간 경과후에는 리노레산의 전체함량이 25%이하로 떨어져 초기 함량중 50% 이상이 없어짐을 알 수 있으며 이 경향은 Perkins (14) 등의 옥수수 기름에 대한 연구 결과와도 비교적 잘 일치함을 알 수 있다.

미강유의 경우를 보면 초기 함량은 낮으나 가열시간에 따른 변화는 비교적 다른 식용유에 비하여 적음을 알 수 있다.

(2) 리노렌 지방산(Linolenic fatty acid) : 가열하지

Table 1. Effect of Frying on Fatty Acid Composition and Properties of Oils

Fatty acids(%) and properties	Time (hr)		0				16			
	Kinds of oil		Soybean oil	Corn oil	Rapeseed oil	Rice bran oil	Soybean oil	Corn oil	Rapeseed oil	Rice bran oil
Palmitic acid	9.0	9.3	9.9	0.2	8.33	9.3	9.7	0.2		
Stearic acid	3.3	1.5	1.5	16.7	3.3	1.5	1.5	16.3		
Oleic acid	20.5	21.7	21.6	1.2	20.1	20.6	21.8	1.1		
Linoleic acid	53.2	52.0	53.3	37.4	40.7	39.3	43.8	34.6		
Linolenic acid	7.1	2.4	0.3	29.7	5.5	1.3	0.2	21.5		
Saturated fatty acid	12.3	10.8	11.4	16.9	11.6	10.8	11.2	16.5		
Unsaturated fatty acid	80.8	76.1	75.2	68.3	66.3	61.2	65.8	57.2		
Acid value	0.69	0.13	0.15	0.45	0.13	0.45	0.33	0.54		
Iodine value	121	117	117	100	1.9	110	113	95		
Peroxide value	5.6	13.5	54.8	13.1	34.7	25.5	13.5	5.2		
Viscosity (centistokes)	48.58	51.32	52.46	99.39	78.23	130.68	100.35	182.46		

Fatty acids(%) and properties	Time (hr)		32				48			
	kinds of oil		Soybean oil	Corn oil	Rapeseed oil	Rice bran oil	Soybean oil	Corn oil	Rapeseed oil	Rice bran oil
Palmitic acid	8.2	9.3	9.9	0.2	7.5	8.6	9.5	0.2		
Stearic acid	3.2	1.6	1.6	15.3	3.3	1.6	1.5	15.2		
Oleic acid	19.2	19.3	20.3	1.0	15.6	15.9	16.9	1.0		
Linoleic acid	34.0	32.1	35.5	29.3	23.8	19.7	14.9	24.1		
Linolenic acid	3.8	0.7	0.2	13.6	1.7	0.1	<0.1	5.0		
Saturated fatty acid	11.4	10.9	11.5	15.5	10.8	10.2	11.0	15.4		
Unsaturated fatty acid	57.0	52.1	56.0	43.9	41.1	35.7	31.9	30.1		
Acid value	0.23	0.72	0.50	*A	0.34	1.09	*B	*C		
Iodine value	112	105	106	88	103	94	92	74		
Peroxide value	26.4	5.1	15.7	6.3	25.3	4.3	21.2	2.0		
Viscosity (centistokes)	156.46	334.80	241.07	428.24	416.21	5395.6				

See page 115 *A.B.C.

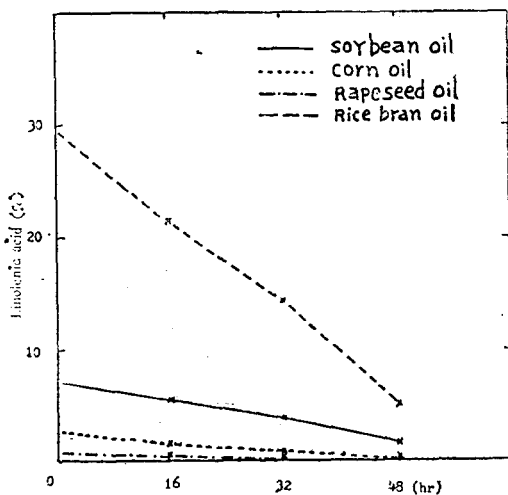


Fig. 2. Changes in linolenic acid contents of frying oils thermally oxidized at 180°C

많은 기름의 리노렌산은 Table 1과 Fig. 2에서 보는 바와같이 미강유가 29.7%로 가장 높고, 채종유는 0.3%로서 그 함량이 가장 낮다.

그러나 가열에 따른 변화를 보면 채종유는 함량이 아주 낮기 때문에 변화가 없고 함량이 높은 미강유는 급격히 감소하여 5%로 남게 된다. 따라서 일반적으로 가열온도가 높고 가열시간이 길수록 필수불포화지방산 함량의 변화가 심하다는 것을 알 수 있다.

(3) 포화지방산과 불포화지방산의 함량 변화 :

포화지방산(Palmitic acid+Stearic acid)과 불포화지방산(Oleic acid+linoleic acid+linolenic acid)의 가열에 따른 함량변화는 Table 1과 Fig. 3과 같다.

콩기름, 옥수수기름, 채종유 및 미강유의 초기 포화지방산의 함량은 각각 12.3%, 10.8%, 11.4%, 16.9%를 포함하며 48시간 가열 후에는 각각 10.8%, 10.2

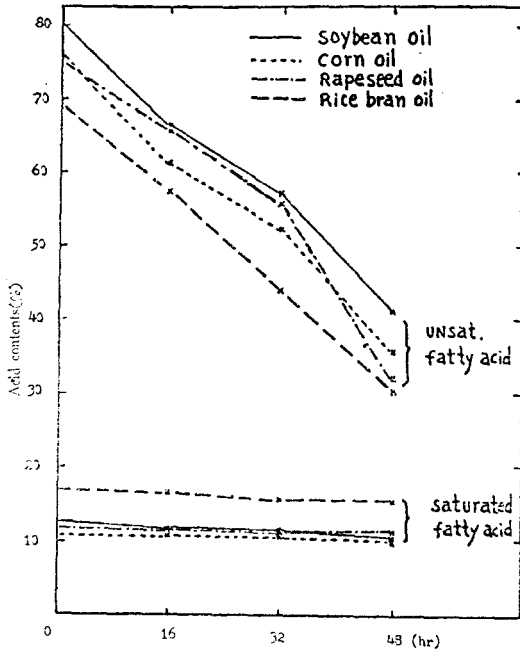


Fig. 3. Changes in the contents of saturated (palmitic and stearic) and unsaturated (oleic, linoleic and linolenic) fatty acids of frying oils thermally oxidized at 180°C

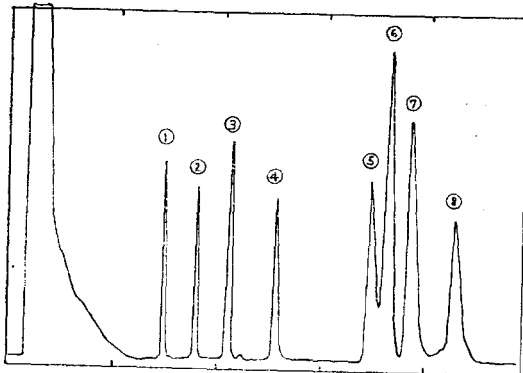


Fig. 4. Gas chromatogram of methyl ester of standard fatty acid.

- ① C10 : 0 ② C12 : 0 ③ C14 : 0 ④ C16 : 0
- ⑤ C18 : 0 ⑥ C18 : 1 ⑦ C18 : 2 ⑧ C18 : 3

Operating condition of GLC

Instrument: Varian Aerograph Model 204

Column : 20''×1/8'' SS 5% FFAP on chromosorb W (80/100 mesh)

Oven temp. : 50°C at 80°C/min Temp. programming

Detect. temp. : 250°C

Inject. temp. : 200°C

Carrier gas : N₂ as 30ml/min

Fuel gas : air at 300ml/min, H₂ at 30ml/min

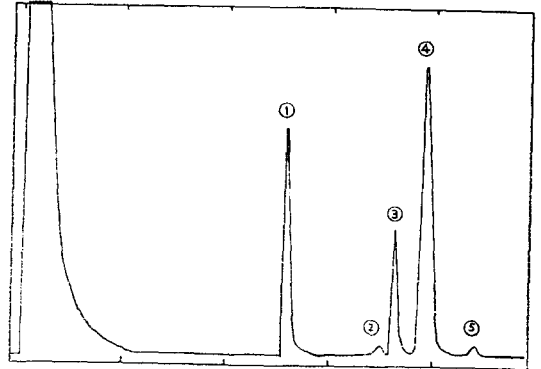


Fig. 5. Gas chromatogram of methyl ester of unheated rapeseed oil

- ① C16 : 0 ② C18 : 0 ③ C18 : 1 ④ C18 : 2
- ⑤ C18 : 3

%, 11.0%, 15.4%로 거의 감소되지 않았다.

그러나 콩기름, 옥수수기름, 채종유, 미강유의 불포화지방산의 초기함량은 각각 80.8%, 76.1%, 75.2% 68.3%였던 것이 48시간 가열 후의 함량은 각각 41.1%, 35.7%, 39.1%, 30.1%로 거의 비슷한 감소율을 나타내고 있으며, 초기 함량이 48시간 가열 후에는 거의 50% 이상 손실되고 있다. 그러나 이들 네가지 식용유에서 전체적으로 보아 콩기름의 불포화 지방산의 가열에 따른 감소량이 비교적 가장 적음을 알 수 있다.

Kumerow⁽¹⁵⁾는 공기중에서 지방의 가열은 불포화 지방산이 과산화물로 되고 이 과산화물은 carbonyl과 hydroxy acid로 분해되며, 그중 일부는 부분적으로 산화된 지방이 고분자화된다고 했다.

본 실험에서도 상당한 량의 불포화지방산이 감소한다는 사실과 뒤에서 설명될 점도 측정결과로 보아 이들 식용유의 가열산화 결과 상당량의 과산화물과 고분자물이 형성되는 것으로 생각된다.

본 실험에서 이용된 표준지방산과 가열하지 않은 기름중 채종유의 가스 크로마토그램이 그림 4,5에 나와 있다.

2. 지방의 가열에 의한 변화

(1) 산가

산가는 산패측정의 기본이며 일반적으로 산패에의하여 산가가 증가된다.⁽¹⁶⁻¹⁸⁾ 각 지방의 산가는 Table 1과 Fig. 6에 나타나 있다. 여기서 미강유는 가열시간이 32시간 이상인 경우에는 메틸알콜에 거의 녹지 않고, 아세톤에는 녹으나, 용액의 turbidity와 색 (deep red brown) 때문에 End point를 읽을 수 없었다. 채종유도 가열시간이 48시간 이상인 것은 메틸알콜, 아세톤, 아이소 프로필 알콜에 녹지 않으므로 역시 산가를 측정

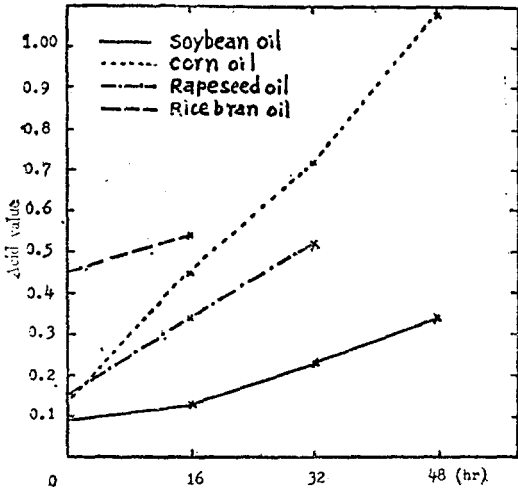


Fig. 6. Changes of free acid value of frying oils thermally oxidized at 180°C

할 수 없었다.

가열하지 않은 콩기름, 옥수수기름, 채종유, 미강유의 산가는 각각 0.09%, 0.13%, 0.15%, 0.45%로서 콩기름의 산가가 가장 낮고, 미강유는 산가가 가장 높다. 이는 유명 메이커의 기름인 콩기름은 소비자가 사용할 때까지 보관이 잘 된 것으로 생각되나, 메이커를 알수 없는 시장에서 병으로 판매되고 있는 미강유는 상당히 산가가 높은 것으로 나타났다. 가열 시간에 따른 산가의 대체적인 변화는 허⁽¹⁶⁾ 등의 실험에서 시간경과에 따른 산가의 증가와 신⁽⁹⁾의 튀김회수가 늘어날수록 산가가 증가하는 경향과 비슷함을 알 수 있다.

그러나 이들 네가지 식용유를 서로 비교하면 가열 16시간까지는 콩기름은 비교적 다른 기름에 비하여 산가의 증가율이 작으나 옥수수 기름의 산가는 증가율이 가장 크다. 그 이후에도 콩기름은 산가가 서서히 증가하나 옥수수 기름의 산가는 계속 급격히 증가하여 48시간 이후에는 식품위생규정⁽¹⁰⁾적인 1.0이 초과됨을 알 수 있다.

(2) 요오드가

요오드가는 지방의 불포화도를 측정하는 것이며 일반적으로 가열시간이 증가함에 따라 요오드가가 감소된다.⁽²⁰⁾

본 실험의 요오드가는 Table 1과 Fig. 7에 나타나 있다.

가열하지 않은 경우 불포화지방산의 함량이 높은 콩기름이 역시 요오드가가 121로서 가장 높고, 불포화지방산의 함량이 적은 미강유는 요오드가가 100이다. 콩기름은 본 실험에 사용된 다른 기름과는 달리 가열 16

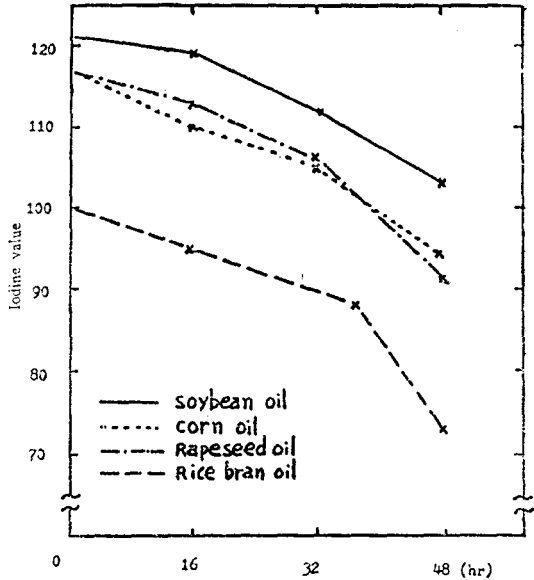


Fig. 7. Changes of iodine value of frying oils thermally oxidized at 180°C

시간까지는 요오드가가 급격히 감소하나 그 이후에는 거의 변화가 없다. 그러나 옥수수 기름, 채종유, 미강유는 가열시간에 따라 계속 요오드가가 감소되는 것으로 보아 불포화지방산의 함량이 계속 감소함을 알 수 있으며 이 경향은 앞에서 설명한 불포화지방산의 가스 크로마토그래피에 의한 분석결과와 비교적 일치하고 있음을 알 수 있다.

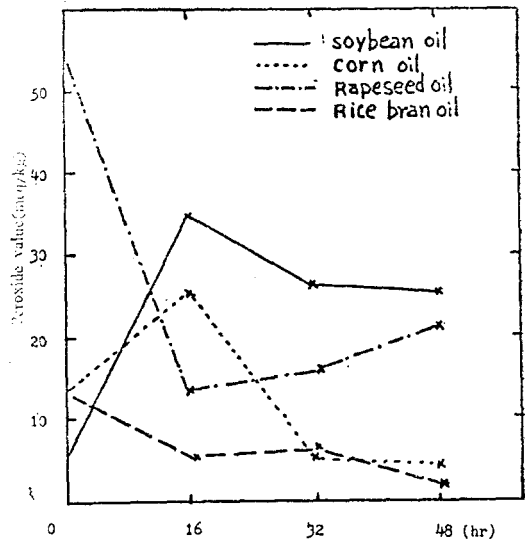


Fig. 8. Changes of peroxide value of frying oils thermally oxidized at 180°C

(3) 과산화물가

지방의 산패를 결정하는 또 다른 척도로 과산화물가를 이용한다.

Table 1과 Fig. 8에서와 같이 가열하지 않은 콩기름과 옥수수기름의 과산화물가는 각각 5.6, 13.5이고 시장에서 메이커를 알 수 없고 병에 넣어 판매되는 채종유의 과산화 물가는 54.8로서 상당히 높고, 같은 종류의 병에 든 미강유는 13.1로 낮은 것은 아마도 미강유 본래의 불포화도가 낮고 포화도가 높는데 연유한다고 본다면 채종류의 과산화 물가가 이렇게 높게 나타난 것은 병에 저장되어 있는 동안 태양광선에 의한 영향이 아닌가 추측된다.

구⁽²¹⁾ 등에 의하면 자연 광선하에서 50일경과 되었을 때 과산화물가가 60이상이었다는 사실과, 신⁽⁶⁾이 검토한 것과 같이 저장기간, 저장방법에 따라 즉 강력한 자연광선이나 자외선이 더욱 영향을 준다는 사실은 본 실험에서 사용한 식용유 중에서 과산화물가가 낮은 것은 철제용기에 담겨져 있는 것들이었고, 병에 담겨져 있는 채종유가 높게 나온 사실과 일치함을 알 수 있다. 따라서 식용유는 광선이 점점 쪼이지 않도록 포장하여야 한다는 것을 확인할 수 있었다.

신⁽⁶⁾이 과산화물가 50이상에서 산패취가 나타난다고 한 것과 같이 과산화물가가 54.8인 채종유에서도 산패취를 느낄 수 있었다.

(4) 점도

점도의 변화는 고분자물이 증가한다는 것을 나타냄과 동시에 요오드가가 감소되는 것과 관련이 있다. 일반적으로 식용유의 점도는 가열시간이 길수록 그리고

가열온도가 높을수록 증가한다.⁽¹⁵⁾

Table 1과 Fig. 7에서와 같이 가열하지 않은 콩기름, 옥수수기름, 채종유의 점도는 거의 비슷하나 미강유의 점도는 다른 식용유의 점도보다 2배가량 된다. 각 튀김용 기름의 점도는 16시간 이후에 급격히 변화되고 가열시간 48된 채종유와 미강유는 색도 상당히 변화되었고 점성이 높아 점도 측정이 불가능하였다.

따라서 채종유와 미강유는 가열 32시간 이상 경과한 것은 실제 튀김요리에 사용이 거의 불가능함을 알 수 있다. 가열시간의 증가에 따른 점성의 증가는 콩기름의 경우 제일 적게 나타나며 이것은 앞서 설명한 요오드가의 감소 경향 및 불포화 지방산의 감소 경향과 잘 일치하고 있다. 위의 가열시간에 따른 점성의 증가는 불포화지방산이 가열에 의하여 분해됨과 동시에 중합에 의하여 점성이 큰 고분자물을 형성하는 것으로 추측된다. 결론적으로 본 실험에서 선택한 네가지 식용유 중에서 가열시간에 따른 불포화 지방산의 감소경향, 산패의 정도 및 점성 변화 등으로 보아 콩기름이 튀김조리에 가장 적합하며 미강유가 불량한 것으로 나타남을 알 수 있다.

요 약

튀김용으로 사용되는 식물성 기름인 콩기름(Soybean), 옥수수기름(Corn oil), 채종유(Rapeseed oil) 및 미강유(Rice bran oil) 등 네가지를 선택하여 가열 시간에 따른 성분 및 물성 변화를 측정하므로써 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 필수 불포화지방산: 가열하지 않은 콩기름, 옥수수기름, 채종유, 미강유의 리노레산(C₁₈⁼²)은 각각 53.2%, 52.0%, 53.3%, 37.4%로서 미강유의 리노레산의 함량이 가장 낮다. 48시간 가열했을 때의 리노레산의 잔존량은 콩기름, 옥수수기름, 채종유, 미강유가 각각 23.8%, 19.7%, 14.9%, 34.1%이다. 리노렌산(C₁₈⁼³)의 가열하지 않은 콩기름, 옥수수기름, 채종유, 미강유의 함량은 각각 7.1%, 2.4%, 0.3%, 29.7%이고 48시간 가열후 각각 1.7%, 0.1%, 0.1%, 5.0%로 상당히 감소된다.

2. 포화 지방산: 팔미트산과 스테아르산의 전 함량은 가열하지 않은 콩기름, 옥수수기름, 채종유 및 미강유의 경우 각각 12.3%, 10.8%, 11.4%, 16.9%, 이고 48시간 가열후 각각 10.8%, 10.2%, 11.2%, 15.4%로서 가열후에도 거의 변화를 일으키지 않는다.

3. 산가: 가열하지 않은 콩기름, 옥수수기름, 채종유, 미강유의 산가는 0.09, 0.13, 0.15, 0.45이고 가

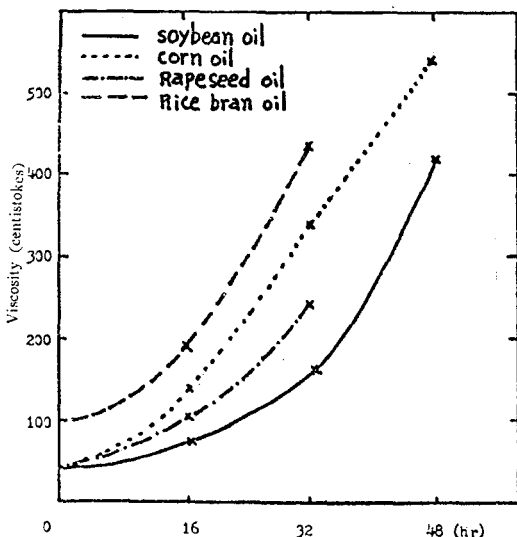


Fig. 9. Viscosity changes of frying oils thermally oxidized at 180°C

열시간에 따른 산가의 변화는 콩기름의 경우 제일 적게 나타났으며 미강유는 32시간, 48시간 가열에서, 채종유는 48시간 가열에서 변색 또는 불용성 때문에 산가 측정이 불가능 했다.

4. 요오드가 : 가열하지 않은 콩기름, 옥수수기름, 채종유의 요오드가는 각각 121, 117, 117로서 거의 비슷하나 포화도가 높고 불포화도가 낮은 미강유는 요오드가가 100이다.

5. 과산화물가 : 가열하지 않은 콩기름, 옥수수기름, 채종유, 미강유의 과산화물가는 각각 5.6, 13.5, 54.8, 13.1이며 이 중에서 채종유의 값이 불포화도가 비슷한 콩기름 및 옥수수기름에 비하여 훨씬 높은 것은 포장이 허술한 병에 보관하므로써 자연광선에 의한 산패에 기인하는 것으로 추측되며 따라서 식용유의 경우 포장 저장 방법 및 저장 기간등이 매우 중요함을 알수 있다

6. 점도 : 가열하지 않은 콩기름, 옥수수기름, 채종유, 미강유는 각각 48.58, 51.32, 52.46, 97.39센티스토크로 대체적으로 비슷하나 32시간 이상 가열 후에는 미강유와 채종유는 점도 측정이 불가능 할 정도로 커져 실제 튀김 조리용으로 사용이 거의 불가능 함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 김형수, 김용휘, "식품학개론", 수학사, 서울. pp. 133-142, (1975).
2. 김동훈, "식품화학" 탐구당, 서울, pp.162-178, (1975).
3. John S. Andrews, Wendell H. Griffith, James F. Mead, and Robert A. Stein, *J. Nutrition* 70:199, (1960).
4. Lavik, P. S., and Baumann, C. A., *Cancer research*, 1, 181, (1941).
5. Shay, H., Harris, C., and Gruensten, M., *Cancer*, 4, 988, (1959).

6. Sugai, M., Witting, L. A., Tsuchiyama, H., and Kummerow, F. A., The effect of heated fat on the Carcinogenic activity of 2-acetylaminofluorence (in press) (1962).
7. 모수미, 한국영양학회지. 8(2), (1975).
8. Robert S. Goodhart, Maurice E. Shils., "Modern Nutrition in Health and Disease", Lea and Febiger, Philadelphia pp.134-136, (1973).
9. 신경균, 대한가정학회지 11(4), 12, (1973).
10. 김종민, 안숙자, 대한 가정학회지 14(1), 165, (1976).
11. 노신애, 대한가정학회지. 14(4), 79, (1976).
12. "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists." William Horwitz. Editor 12th edition. Washington, D. C. (1975).
13. Evans, C. D., List, G. R., Moser, Heleen A. Cowan, I. C., *JAACS*, 50 218. (1973).
14. Perkins, E. G., and Kummerow, F. A., *J. Nutrition*, 68:101, (1959).
15. Kummerow, F. A., Toxicity of Heated Fats, in Symposium of Foods: Lipids and Oxidation, pp. 294-297, (1963).
16. 허태련, 김동훈, 한국식품과학회지. 6(1), 24, (1974).
17. 최홍식, 권태완, 한국식품과학회지, 5(1), 36, (1973).
18. 장현기, 성낙웅, 한국식품과학회지. 4(1), 18, (1973).
19. 정동효, 장현기. "최신식품분석법" 삼중당. 서울 pp.257-316 (1973).
20. Lowe, B. "Experimental Cookery", John Wiley and sons, Inc., New York pp.519-531, (1963).
21. 구자현, 김동훈, 한국식품과학회지. 3(3), 178, (1971).