

한국산 달맞이꽃 종자유의 산화안정성에 관한 연구

표 영 희 · 김 인 숙 · 안 명 수

성신여자대학교 식품영양학과

Study on the Oxidative Stability of Korean Evening Primrose Oil

Young Hee Pyo, In Sook Kim and Myung Soo Ahn

Department of Food and Nutrition, Sung Shin Womens University

Abstract

In the present study, the oxidative stability of Korean evening primrose oil (EPO) stored in various conditions, i.e., dark, cool, fluorescent light and daylight irradiation were investigated. Furthermore difference between the compositional content of gamma-linolenic acid (GLA) of EPO and that of alpha-linolenic acid of soybean oil (SOY) undergoing various modes of oxidation was observed.

The results of the present study were as follows:

More rapid autoxidative reactions of EPO than that of SOY in various conditions increased in order of daylight, fluorescent light, cool and dark. Especially, autoxidative rates of EPO increased rapidly on exposure to daylight and fluorescent light. This probably was due to chlorophyll functioned as a photosensitizer resulting in rapid oxidation of the EPO during irradiation of light. However, there was no difference between compositional content of GLA in EPO and alpha-linolenic acid in SOY undergoing various modes of oxidation. Therefore, the rapid oxidative rate of EPO could be due to the catalytic effect of the chlorophyll on the photooxidation and the free radical reaction of PUFA.

I. 서 론

달맞이꽃은 우리나라에 자생하고 있는 바늘꽃과에 속하는 2년생의 귀화식물¹⁾로 달맞이꽃 종자유가 세계적으로 각광을 받게 된 것은 이 종자유에 국소호르몬인

prostaglandin (PG)의 전구물질, gamma-linolenic acid (GLA)가 함유되어 있기 때문이다. GLA는 필수지방산과 PG-series의 전구체 및 유도체의 기능^{2,3)}을 갖고 있어 생체내에서 PG생산이 원활하게 이루어질 경우 각종 생리적 질환들, 즉 혈청 cholesterol농도 저하작용^{4,5)}, 혈압강하 작용^{6,7)}, 혈소판응집 억제작용^{8,9)},

atopy성 피부염¹⁰⁾ 및 면역계^{11,12)}에 대한 임상학적, 약리학적 측면의 연구 보고가 알려져 있다. 그러나 Bottazi등¹³⁾은 달맞이꽃 종자유를 가열산화시켰을 때 산도, 점도, uv 흡광도등은 증가하였고 요오드가, linoleic acid 함량 및 GLA의 함량은 감소되었다고 하여 달맞이꽃 종자유 산화 안정성에 대한 특성도 보고된 바있다. 특히 유지식품의 자동산화는 유리지방산 함량과 불포화도에 따라 증가하는 것¹⁴⁾으로 알려져 있으며 이러한 산화유의 동물 조직에 대한 독성여부도 오래전부터 보고되고¹⁵⁻¹⁷⁾있어 유지식품의 산화안정성이 연구의 초점이 되어 왔다. 따라서 대두유, 유채유와 같이 7~14%의 linolenic acid를 함유¹⁸⁾하고 있는 달맞이꽃 종자유는 자동산화는 매우 클 것으로 예측된다. 특히 GLA는 all-cis 6 : 9 : 12 double-bond system이기 때문에 이성화, 중합화 및 기타의 화학적인 성분변화가 쉽게 일어날 수 있어 달맞이꽃 종자유 제조는 Fig. 1.¹⁸⁾ 같이 저온에서 간단한 처리만으로 제조되고 있다.

우리나라에서는 달맞이꽃 종자유가 1986년말에 林¹⁹⁾에 의해 개발되어 현재 '營養等食品'으로 분류, 시판되고 있어 소위 건강식품(health food)으로 잘 알려져 있다. 그러나 달맞이꽃 종자유에 대한 체계적인 연구보고가 많이 이루어져 있지않아 본 연구에서는 우리나라에서 생산, 판매되고 있는 한국산 달맞이꽃 종자유의 유통기간 중의 여러 저장조건이 자동산화에 미치는 영향을 조사하였다. 즉 달맞이꽃 종자유를 일정기간 암소저장, 냉장저장, 형광조사저장 및 일광조사저장하여 저장중의 산화안정성을 측정, 비교하였으며 저장중의 달맞이꽃 종자유 유효 성분인 GLA(6 : 9 : 12 octadecatrienoic acid, 18 : 3n6)를 alpha linolenic acid(9 : 12 : 15 octadecatrienoic acid, 18 : 3n3) 함유시료인 대두유와

비교하여 이들 이성체간의 함량 변화의 차이를 관찰하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 달맞이꽃 종자유(원광식품 공업사)는 압착법으로 추출하여 생산된 미정제유였고 대두유(제일제당 주식회사)는 탈검된 미정제유를 사용하였다. 이들 실험재료는 모두 항산화제나 금속계제거가 함유되지 않은 것으로 기본적인 몇가지 물리화학적 성질은 Table 1.과 같았다.

2. 실험 방법

달맞이꽃 종자유와 대두유를 암소저장, 냉장저장, 형광조사저장 및 일광조사의 저장조건에서 일정시간 저장한 뒤 시료의 화학적 변화 및 지방산조성의 변화를 다음과 같이 측정하였다.

암소와 형광조사저장은 실험대의 내부한쪽면에 칸막이(60 cm×100 cm, 상하 2층)를 설치하여 광선을 완전히 차단시킨 뒤 저장실로 이용하였다. 이때 상층은 바다의 중심위치에서 30 cm 높이에 형광등(동도전기공업 Co., 48 w, 3400 Lux)을 설치하고 가장 조사가 잘 되는 중심위치에 시료를 놓은 뒤 가끔씩 위치를 바꾸어 주며 저장하였다. 하층은 암소저장실로 이용하여 시료를 Al-foil로 여러번 싸서 광선의 흡수를 차단시켰다. 이때

Table 1. Some physicochemical properties of evening primrose oil (EPO) and soybean oil (SOY)

Evaluations	EPO	SOY
Saponification Value ³⁵⁾	194.0 ± 1.6	178.8 ± 1.0
Iodine value ³⁶⁾	161.6 ± 0.4	144.0 ± 0.2
Peroxide value ²⁰⁾ (meq kg ⁻¹)	12.1 ± 0.2	1.6 ± 0.1
Free fatty acid ²¹⁾ (as% oleic acid) ³⁷⁾	6.08 ± 0.01	0.78 ± 0.01
Refractive index	1.4750	1.4718
Lovibond color ³⁸⁾ (1 inch cell)	R : 30 Y : 60 W : 0.2 B : 1	R : 3 Y : 70 W : 2 B : 0
Chlorophyll (ppm) ³⁹⁾	19.94	41.49 X 10 ⁻³

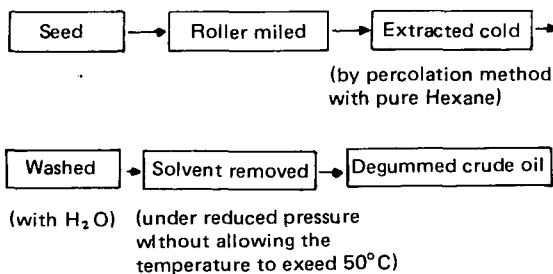


Fig. 1. Processes for manufacture of evening primrose oil¹⁸⁾

두 저장실의 온도는 $32 \pm 2^\circ\text{C}$ 였으며 실험중 시료의 측정 온 냉동실(선일금속 Co., $-20 \pm 2^\circ\text{C}$)에 저장하면서 사용하였다. 한편 냉장저장은 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 냉장조건에서 저장하였고 일광조사저장은 시료를 아침에 채광이 좋은 위치에 갖다 두어 직사일광조사를 받도록 하였으며 조사시 시료의 평균 온도는 $40 \pm 5^\circ\text{C}$ 였다. 이들 시료 역시 냉동실에 저장하면서 경시적인 측정에 이용하였다. 이때 모든 시료는 각각 3개의 petri dish에 일정량씩 나누어 저장하였다. 이들 시료에 대한 화학적 성질의 변화는 AOCS 법²⁰⁾에 의한 과산화물가(peroxide value, meqkg⁻¹, POV)와 Pearson법²¹⁾에 의한 유리지방산가(free fatty acid value, FFA%) 및 AOCS법²²⁾법에 의한 공액이중산가(conjugated diene value, CDNV%) 그리고 HPLC에 의한 지방산조성²³⁾의 변화를 측정하여 그 결과를 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 과산화 물가, 유리지방산가 및 공액이중산가

달맞이꽃 종자유와 대두유를 실온의 암소와 형광조사 및 일광조사 그리고 냉장온도 조건에서 60시간 저장하면서 일정기간별로 %FFA와 POV 및 CDNV를 측정할 결과는 Table 2.3 및 4와 같이 나타났다. Table 3.과 4.에서 달맞이꽃 종자유와 대두유의 저장전 초기 POV와 CDNV는 각각 $12.1 \pm 0.2 \text{ mgq kg}^{-1}$ 과 $0.37 \pm 0.01\%$ 로 대두유의 측정치 $1.6 \pm 0.1 \text{ meq kg}^{-1}$ 과 $0.11 \pm 0.01\%$ 보다 모두

높게 나타나 달맞이꽃 종자유중의 과산화물가와 공액이중산가가 높은 편이었다. 특히 Table 2.에서 달맞이꽃 종자유와 대두유의 유리지방산함량은 $6.08 \pm 0.01\%$ 로 대두유의 $0.78 \pm 0.01\%$ 에 비해 훨씬 높아 달맞이꽃 종자유에는 유리된 형태의 지방산함량이 대두유보다 많이 분포되어 있음을 알 수 있었다. 암소와 냉장조건에서의 저장시간에 따른 POV와 CDNV의 변화는 60시간까지 큰 변화가 나타나지 않았으나 냉장조건에서 약간 더 불안정한 결과를 보였다. 시료에 대한 일광조사의 영향은 달맞이꽃 종자유가 대두유에 비해 모두 급격한 변화(Fig. 2)를 나타내어 POV가 20시간이전에 이미 50 mgq kg^{-1} 에 달할 것을 알 수 있었다. 이것은 유지식품에 대한 일광조사가 유지의 자동산화율을 가속화시킨다는 여러보고^{24,25)}와 일치하는 것으로 이러한 결과는 유지중의 미량의 과산화물이 빛에 의해 분해되면 free radical과 hydroxy radical을 함께 생성함으로써 지질과산화반응을 촉진하기²⁶⁾ 때문이다. 이때 엽록소나 pheophytin등과 같은 유지의 색소성분은 빛의 조사시 일중항산소(O_2)를 생성하여 과산화반응²⁵⁾을 동시에 일으켜 radical 반응과 함께 지질과산화의 연쇄반응을 가속화시킨다. 달맞이꽃 종자유와 대두유의 엽록소 함량은 19.94 ppm 으로 대두유의 $41.49 \times 10^{-3} \text{ ppm}$ 에 비해 대단히 높은 함량(약 480배)으로 나타났다. 이러한 수치는 Usuki등²⁷⁾이 보고한 대두유의 평균 엽록소 함량 $75.9 \times 10^{-3} \text{ ppm}$, 유채유 $157.3 \times 10^{-3} \text{ ppm}$ 그리고 참기름의 1.26 ppm 에 비해 매우 높은 함량으로 비교되었다. 따라서 일광 조사저장시

Table 2. Variations of free fatty acid value of evening primrose oil (EPO) and soybean oil (SOY) oxidized under various conditions

Oxidative modes Oils Time(hrs)	Dark ($32 \pm 2^\circ\text{C}$)		Cool ($4 \pm 1^\circ\text{C}$)		Fluorescent light ($32 \pm 2^\circ\text{C}$)		Daylight ($40 \pm 5^\circ\text{C}$)	
	EPO	SOY	EPO	SOY	EPO	SOY	EPO	SOY
0	6.08±0.01	0.78±0.01	6.08±0.01	0.78±0.01	6.08±0.01	0.78±0.01	6.08±0.01	0.78±0.01
5	6.18±0.02	0.83±0.02	6.11±0.01	0.75±0.04	6.20±0.03	0.81±0.02	6.28±0.04	0.83±0.02
10	6.18±0.02	0.90±0.01	6.06±0.02	0.79±0.01	6.29±0.04	0.98±0.02	6.38±0.03	0.85±0.05
15	6.28±0.04	0.78±0.02	6.18±0.05	0.82±0.02	6.32±0.02	0.82±0.00	6.31±0.03	0.85±0.02
20	6.30±0.02	0.88±0.02	6.28±0.04	0.82±0.02	6.39±0.03	0.93±0.04	6.38±0.02	0.80±0.04
25	6.26±0.05	0.77±0.04	6.37±0.02	0.81±0.02	6.36±0.02	0.81±0.06	6.41±0.04	0.85±0.01
30	6.26±0.04	0.81±0.02	6.27±0.06	0.80±0.02	6.23±0.07	0.90±0.03	6.42±0.03	0.88±0.02
40	6.29±0.02	0.85±0.02	6.29±0.02	0.82±0.01	6.33±0.02	0.85±0.03	--	--
50	6.39±0.03	0.81±0.03	6.36±0.03	0.84±0.02	6.77±0.05	0.87±0.04	--	--
60	6.34±0.03	0.88±0.01	6.54±0.05	0.82±0.02	6.32±0.10	0.85±0.03	--	--

Table 3. Variations peroxide value of evening primrose oil (EPO) and soybean oil (SOY) oxidized under various conditions

Oxidative modes Oils Time (hrs)	Dark (32 ± 2°C)		Cool (4 ± 1°C)		Fluorescent light(32±2°C)		Daylight (40± 5°C)	
	EPO	SOY	EPO	SOY	EPO	SOY	EPO	SOY
0	12.1 ± 0.2	1.6 ± 0.1	12.1 ± 0.2	1.6 ± 0.1	12.1 ± 0.2	1.6 ± 0.1	12.1 ± 0.2	1.6 ± 0.1
5	12.3 ± 0.3	1.7 ± 0.1	12.3 ± 0.2	1.9 ± 0.1	19.9 ± 0.3	2.5 ± 0.1	43.3 ± 0.5	13.5 ± 0.1
10	13.8 ± 0.1	2.2 ± 0.1	12.3 ± 0.1	3.0 ± 0.2	35.0 ± 0.3	3.8 ± 0.2	59.0 ± 0.3	21.1 ± 0.2
15	13.5 ± 0.1	2.5 ± 0.1	13.3 ± 0.2	2.4 ± 0.1	35.1 ± 0.3	4.9 ± 0.2	75.2 ± 0.2	29.3 ± 0.2
20	18.0 ± 0.2	3.7 ± 0.1	11.2 ± 0.3	3.2 ± 0.1	53.0 ± 0.2	5.5 ± 0.1	91.4 ± 0.4	43.0 ± 0.3
25	13.8 ± 0.1	2.8 ± 0.1	19.7 ± 0.2	3.6 ± 0.1	49.9 ± 0.4	4.8 ± 0.3	111.7 ± 0.5	59.6 ± 0.2
30	20.3 ± 0.1	3.2 ± 0.3	21.1 ± 0.1	3.8 ± 0.1	65.6 ± 0.2	5.6 ± 0.2	150.5 ± 0.4	103.4 ± 0.3
40	20.9 ± 0.2	3.8 ± 0.1	25.0 ± 0.2	3.0 ± 0.1	103.0 ± 0.3	6.1 ± 0.1	—	—
50	16.8 ± 0.3	4.0 ± 0.1	30.5 ± 0.2	3.0 ± 0.1	127.9 ± 0.2	7.6 ± 0.1	—	—
60	15.3 ± 0.2	4.0 ± 0.1	76.0 ± 0.3	3.9 ± 0.1	163.0 ± 0.4	9.5 ± 0.2	—	—

Table 4. Variations of conjugated diene value of evening primrose oil (EPO) and soybean oil (SOY) oxidized under various conditions

Oxidative modes Oils Time(hrs)	Dark (32 ± 2°C)		Cool (4 ± 1°C)		Fluorescent light (32 ± 2°C)		Daylight (40 ± 5°C)	
	EPO	SOY	EPO	SOY	EPO	SOY	EPO	SOY
0	0.37±0.01	0.11±0.01	0.37±0.01	0.11±0.01	0.37±0.01	0.11±0.01	0.37±0.01	0.11±0.01
5	0.43±0.01	0.11±0.01	0.41±0.01	0.13±0.01	0.49±0.02	0.15±0.02	0.73±0.02	0.24±0.01
10	0.43±0.02	0.13±0.01	0.42±0.02	0.15±0.01	0.58±0.02	0.15±0.02	0.92±0.05	0.34±0.03
15	0.44±0.01	0.14±0.01	0.41±0.03	0.16±0.02	0.64±0.03	0.15±0.04	1.05±0.02	0.41±0.06
20	0.45±0.01	0.15±0.02	0.42±0.05	0.16±0.02	0.74±0.06	0.16±0.02	1.20±0.04	0.52±0.06
25	0.47±0.02	0.16±0.01	0.45±0.02	0.16±0.03	0.82±0.02	0.17±0.03	1.43±0.02	0.69±0.05
30	0.52±0.01	0.17±0.02	0.47±0.04	0.17±0.02	0.99±0.05	0.18±0.03	2.00±0.03	1.21±0.05
40	0.53±0.01	0.16±0.03	0.50±0.06	0.16±0.02	1.26±0.04	0.20±0.04	—	—
50	0.57±0.01	0.16±0.03	0.60±0.05	0.16±0.04	1.48±0.02	0.22±0.02	—	—
60	0.59±0.02	0.16±0.05	0.71±0.04	0.16±0.02	1.85±0.08	0.34±0.04	—	—

달맞이꽃 종자유는 빠른 자동산화율은 광산화반응의 sensitizer로써 엽록소와 같은 색소성분이 기여했을 것으로 추정된다. 일광조사에 의한 달맞이꽃 종자유는 자동산화율은 Fig. 3.에서와 같이 조사 시간에 비례하여 급증하였다. 이같은 결과는 광산화중에서도 직사일광조사가 가장 영향력이 크다는 종전의 보고내용들^{28,29)}과 일치하는 것으로 일광조사시의 산화촉진작용은 광선의 파장뿐만 아니라 조사강도 및 조명강도도 관여하는 것으로 알려지고 있다. Table 3.에서처럼 달맞이꽃 종자유는 7시간 조사시 이미 POV가 50.0±0.4 mgq kg⁻¹에 도달

하여 20~25시간의 형광조사와 비슷한 결과를 나타냈다. 그러나 대두유에 비해 두 조사 방법간에 현격한 산화율의 차이는 발견되지 않았다. 이것은 엽록소가 비극성 용매하에서 빛에 의해 무색이 되거나^{30,31)} peroxy radical이 관여하여 탈색되면 광산화반응에서 더이상 sensitizer로 작용하지 않는다는 보고내용³²⁾과 유사한 결과라고 생각된다.

달맞이꽃 종자유와 대두유의 각기 다른 저장조건에서의 POV와 CDNV간의 상관관계는 Table 5.와 같이 나타났다. 특히 형광조사와 일광조사시의 POV와 CDNV

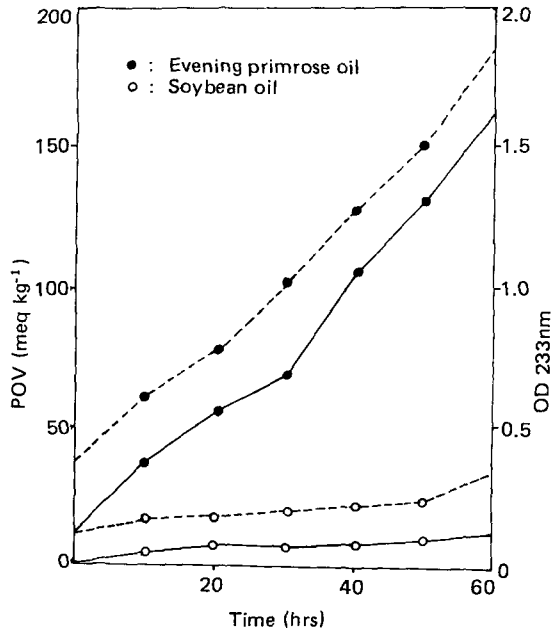


Fig. 2. Changes of peroxide value(—) and conjugated diene value(---) of evening primrose oil and soybean oil oxidized under fluorescent light (32±2°C)

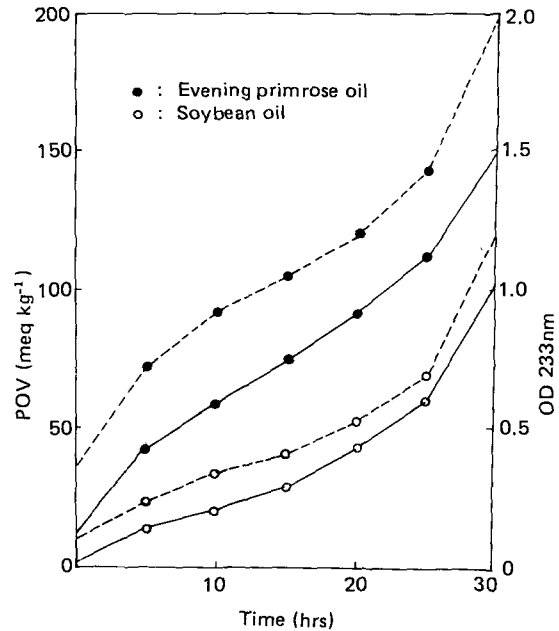


Fig. 3. Changes of peroxide value(—) and conjugated diene value (---) of evening primrose oil and soybean oil oxidized under daylight (40±5°C)

Table 5. Regression analysis between the peroxide value and the conjugated diene value of evening primrose oil (EPO) and soybean oil (SOY) oxidized under various conditions

Oil	EPO		SOY	
	RE*	CC**	RE	CC
Equation				
Oxidative modes				
Dark	Y = 0.271 + 0.013X	0.597	Y = 0.085 + 0.020X	0.864
Cool	Y = 0.360 + 0.005X	0.937	Y = 0.094 + 0.020X	0.844
Fluorescent light	Y = 0.287 + 0.009X	0.996	Y = 0.054 + 0.025X	0.908
Daylight	Y = 0.036 + 0.013X	0.980	Y = 0.098 + 0.010X	0.998

* Regression equation

** Correlation coefficient

X axis : peroxide value

Y axis : conjugated diene value

측정치는 상관계수 0.9이상으로 正의 높은 상관관계가 성립되었다.

2. 지방산 조성

달맞이꽃 종자유와 대두유의 각기 다른 저장조건에서의 지방산조성의 변화는 불포화물(unsaturation ratio: C_{18:1} + C_{18:2} + C_{18:3}/C_{16:0} + C_{18:0}, UR³⁹⁾의

변화로 비교되었다. Table 6.과 7.에서 처럼 형광조사와 일광조사에 따른 영향은 두드러지게 나타나 40시간 형광 조사후의 달맞이꽃 종자유는 불포화율이 7.92%에서 5.20%로 감소되었으며 대두유는 처음 6.32%에서 5.75%로 감소되어 달맞이꽃 종자유는 불포화율이 대두유에 비해 현격한 변화를 타나내었다. 일광조사시 역시 30시간 조사후 두 시료에서 모두 불포화율이 감소되어

Table 6. Variations of fatty acid compositions of evening primrose oil (EPO) and soybean oil (SOY) oxidized under fluorescent light at $32 \pm 2^\circ\text{C}$

Oils	Time (hrs)	Fatty acid						UR*
		16 : 0	18 : 0	18 : 1n9	18 : 2n6	18 : 3n6	18 : 3n3	
EPO	0	9.15	2.06	7.16	72.78	8.85	—	7.92
	10	9.69	2.29	7.10	72.20	8.72	—	7.35
	20	10.31	2.34	7.18	71.56	8.61	—	6.91
	30	11.93	2.39	7.21	70.79	7.68	—	5.98
	40	12.01	4.13	7.08	69.76	7.02	—	5.20
SOY	0	10.00	3.65	21.25	54.83	—	10.16	6.32
	10	10.31	3.49	21.23	55.15	—	9.82	6.25
	20	10.25	3.60	21.72	54.74	—	9.69	6.22
	30	10.50	3.86	20.87	55.23	—	9.54	5.96
	40	10.87	3.94	21.72	54.00	—	9.47	5.75

* Unsaturation ratio : $(C_{18:1} + C_{18:2} + C_{18:3}) / (C_{16:0} + C_{18:0})$

Table 7. Variations of fatty acid compositions of evening primrose oil (EPO) and soybean oil (SOY) oxidized under daylight at $40 \pm 5^\circ\text{C}$

Oils	Time (hrs)	Fatty acid						UR*
		16 : 0	18 : 0	18 : 1n9	18 : 2n6	18 : 3n6	18 : 3n3	
EPO	0	9.15	2.06	7.16	72.78	8.85	—	7.92
	10	10.73	2.19	7.25	71.19	8.64	—	6.74
	20	11.44	2.28	7.27	71.11	7.90	—	6.29
	30	12.97	2.34	7.32	70.15	7.22	—	5.53
SOY	0	10.00	3.65	21.25	54.83	—	10.16	6.32
	10	12.12	3.79	21.22	53.27	—	9.60	5.29
	20	13.20	3.98	21.49	52.32	—	9.01	4.82
	30	14.55	4.07	23.04	50.13	—	8.21	4.37

* Unsaturation ratio : $(C_{18:1} + C_{18:2} + C_{18:3}) / (C_{16:0} + C_{18:0})$

앞에서의 POV와 CDNV의 결과와 일관된 경향을 나타냈다. 따라서 달맞이꽃 종자유와 대두유의 불포화지방산 함량은 자동산화의 radical 반응과 광산화 반응에 의해 diene 구조의 hydroperoxides와 같은 과산화물질이 생성되는 것³⁴⁾으로 사료된다. 한편 Takagi 등³⁵⁾은 linolenic acid의 이성체중 C⁵, C⁹, C¹²-18:3의 자동산화율이 C⁹, C¹², C¹⁵-18:3보다 낮다고 하여 지방산 이성체간의 산화율에 차이가 있음을 보고하였다. 본 실험의 달맞이꽃 종자유와 대두유의 저장시간에 따른 linolenic acid 이성체의 변화는 Fig. 4 와 같았다. 그림

에서와 같이 암소저장에서 대두유의 18:3과 달맞이꽃 종자유 18:3n6은 차이가 없었으나 형광조사시의 18:3n6은 20시간 조사후 급격히 감소되어 18:3n3과 뚜렷한 차이를 나타냈다. 그러나 일광조사에서의 두 지방산 이성체간의 변화는 비슷하였으며 대두유의 18:3n3이 달맞이꽃 종자유 18:3n6보다 오히려 조사시간에 따른 잔류량이 감소된 것으로 나타났다. 따라서 각기 다른 저장조건에서의 linolenic acid의 이성체, 18:3n6과 18:3n3의 뚜렷한 차이는 구별되지 않았다. 그러므로 달맞이꽃 종자유와 대두유의 자동산화율의 차이는

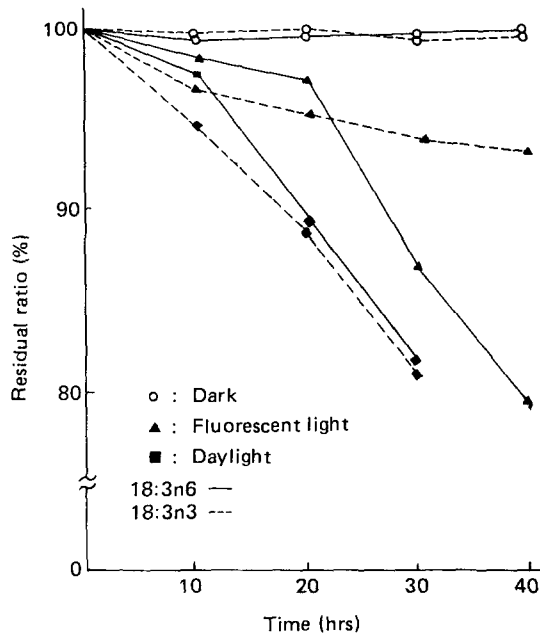


Fig. 4. Changes of gamma-linolenic acid and alpha-linolenic acid oxidized under various conditions

각 시료에 함유된 linolenic acid의 이성체간의 차이에 기인되기 보다 두시료에 함유된 불포화지방산 함량의 차이가 더 큰 작용요인일 것으로 생각된다.

IV. 결 론

한국산 달맞이꽃 (*oenothera odorata* Jacquin) 종자유의 여러 저장조건 즉 암소, 냉장, 형광 및 일광조사저장에서의 산화안정성을 측정하였다. 또한 저장중 달맞이꽃 종자유 유효성분인 r-linolenic acid (18:3n6)의 변화를 관찰하기 위해 대두유의 α -linolenic acid (18:3n3)와 비교하였다. 이들 시료에 대한 자동산화반응의 측정은 과산화물가, 유리지방산가, 공액이중산가 및 지방산조성의 변화를 측정하여 비교하였으며 실험결과는 다음과 같았다.

달맞이꽃 종자유는 각기 다른 저장조건에서의 산화안정성은 대조시료인 대두유에 비해 모든 조건에서 자동산화의 반응율이 높게 나타났다. 특히 형광 및 일광조사에서의 POV, CDNV 및 % FFA는 암소와 냉장조건에 비해 매우 빠르게 진행되었다. 이같은 결과는 달맞이꽃

종자유의 저장전 초기의 높은 유리지방산 함량 및 hydroperoxide 함량이 자동산화의 free radical 반응을 촉진시키고 동시에 고함량으로 함유된 엽록소등의 색소 성분이 광산화반응을 유발시킴으로써 과산화의 연쇄반응을 가속화시킨 것으로 추정된다. 이와같은 달맞이꽃 종자유 자동산화에 따른 18:3n6의 함량변화는 대두유의 18:3n3과 비교했을 때 뚜렷한 차이가 발견되지 않았다. 따라서 달맞이꽃 종자유가 대두유에 비해 자동산화 반응이 빠르게 나타난 것은 linolenic acid의 이성체간의 차이에 기인되기 보다 80% 이상으로 함유된 PUFA함량¹⁸⁾이 더 큰 작용요인일 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) 안학수, 이춘경, 한국농식물 자원도감, 일조각, 1982, p. 147-148
- 2) Albert, L., Leninger, Principles of Biochemistry, Worth Publishers, INC., 595 1982, p.
- 3) 森田育男, 過酸化脂質と生體, 學會出版 センタ, 1988, p. 229
- 4) M. Sugano, T., Ide, T. and Ishida, K., Yoshida, Hypocholesterolemic Effect of Gamma-Linolenic Acid as Evening Primrose Oil in Rats, *Ann. Nutr. Metabol.* 30, 289 (1986)
- 5) M. Sugano, T. Ishida, K. Yoshida, K. Tannka, M. Niwa, M. Arima, A. Morita, Effects of Mold Oil Containing GLA on the Cholesterol and Eicosanoid in Rats, *Agric. Biol. Chem.*, 50(10), 2483(1986)
- 6) Cedric H. Hassall, Stephen J. Kirtland, Dihomo-r-Linolenic Acid Reverses Hypertention Induced in Rats by Diets in Saturated Fat, *Lipids*, 19(9), 699(1984)
- 7) P.M.S. O'Brien, K.Morrison, F.Broughton Pipkin, The Effect of Dietary Supplementation with Linoleic and r-Linolenic Acids on the Pressor Response to Angiotensin II, *Br. J. Clin. Pharmc.*, 19, 335(1985)
- 8) Vericel, E., Lagarde, M., Mendy, F., Effects of Linoleic Acid and GLA in Take on Platelet Function in Elderly People, *Thromb. Res.*, 42(4), 499(1986)
- 9) K. Yasuhiro, S. Yasushi, GLA Derivatives as Platelet Aggregation Inhibitor, *Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP 61 44*, 853(1986)
- 10) Horrobin, D.F., Treatment of Skin Disorders, *Eur. Pat. Appl. EP 173*, 478(1984)

- 11) Horrobin, D.F., Pharmaceutical Composition Containing GLA or Dihomo-GLA and Rutin or Bioflavinoids, *Eur. Pat. Appl. EP* **93**, 516(1983)
- 12) F.Fumihiro, T.Shinjiro, I.Shinsaku, Antitumor Effect of GLA on Cultured Human Neuroblastome Cells. *Prostaglandins Leukotrienes Med.*, **23**, 311(1986)
- 13) Bottazi, F., Iggo, R., Lotti G., *Agrochimica*, **29**, 331(1985)
- 14) H.W.S.Chan, Autoxidation of Unsaturated Lipids, Academic Press Inc., LTD, 1987, p. 57
- 15) Kaneda, t., Ishii, S., Nutritive Value or Toxicity of Highly Unsaturated Fatty Acids(I), *J. Biochem.*, **41**, 327(1954)
- 16) Nakatsugawa, K., Kaneda, T., Absorption and Metabolism of Methyl Linoleated Hydroperoxides in Rats, *Yukagaku*, **32**, 361(1983)
- 17) Kimura, T., Iida, K., Takei, Y., Mechanisms of Adverse Effect of Air Oxidized Soybean Oil-Feeding in Rats., *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **30**, 125(1984)
- 18) B.J.F. Hudson, Evening Primrose (*oenothera* Spp.) Oil and Seed, *JAOCS*, **61**(3), 540(1984)
- 19) Lim, U.K., Basic Studies on the Evening Primrose in Korea(I), *Dept. Agrobiolgy Agr. Seoul Nat. Uni.* (1987)
- 20) A.O.C.S., 1964, AOCS Official and Tentative Method, 2nd ed., Method cd 8-53, *Am. Oil Chem. Soc. Chicago*
- 21) Pearson, D., 1970, Laboratory Techniques in Food Analysis, Batterworths and Co., Ltd., London, p. 125
- 22) A.O.C.S., 1964, AOCS Official and Tentative Method, 2nd ed., Method Ti-1a-64, *Am. Oil Chem. Soc. Chicago*
- 23) Pyo, Y.H., Studies on the Physicochemical Characteristics of Korean Evening Primrose Oil, *Dept. Food & Nut., Sung Shin Wom. Uni. Ph. D. Thesis*, 1989, p. 25
- 24) D.J. Carlsson, T. Suprunchuk, D.M. Wiles, Photoxidation of Unsaturated Oils: Effects of Singlet Oxygen Quenchers, *JAOCS*, **53**, 656(1976)
- 25) A.Kiritsakis, L.R. Dugan, Studies in Photoxidation of Olive Oil, *JAOCS*, **62**(5), 892(1985)
- 26) K.Miyashita, T.Takagi, Study on the Oxidative Rate and Prooxidant Activity of Free Fatty Acids, *JAOCS*, **63**(10), 1380(1986)
- 27) R.Usuki, T.suzuki, Y. Endo, T. Kaneda, Residual Amounts of Chlorophylls and Pheophytins in Refined Edible Oils. *JAOCS*. **61**(4), 785(1984)
- 28) Bate Smith, E.C., Morris, T.N., *Food Science, Cambridge Uni. Press*, 1952, p. 213
- 29) Radtke, R., Smits, P., Heiss, R., *Fette. Seifen. Anstrichmittel*, **72**, 497(1970)
- 30) Morris, M.M., Park, Y., Mackinney G., *J. Agri. Food Chem.*, **21**, 277(1973)
- 31) Chauvet, J.P., Francoise, V., Ropper, V., *Photochem. Photobiol.* **34**, 557(1981)
- 32) A.K. Kiritsakis, C.M. Stine, L.R. Dugan JR., Effect of Selected Antioxidants on the Stability of Virgin Olive Oil, *JAOCS*, **60**(7), 1286(1983)
- 33) P.J.KE, R.G. Achman, B.A. Linke, Autoxidation of Polyunsaturated Fatty Compounds in Mackerel Oil: Formation of 2, 4, 7-Decatrienals, *JAOCS*, **52**, 349(1975)
- 34) M.J. Werman, I. Neeman, Oxidative Stability of Avocado Oil, *JAOCS*, **63**(3), 355(1986)
- 35) Shaw, J.H., Formo, M.W., *JAOCS*, **31**, 448(1954)
- 36) A.O.A.C., 1980, Official Methods of Analysis, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. p. 440
- 37) A.O.A.C., 1980, *Ibid.*, p. 437
- 38) A.O.C.S., 1964, AOCS Official and Tentative Method, 2nd ed., *Method Am. Oil Chem. Soc. Chicago*
- 39) A.O.C.S., 1964, *Ibid.*, p 49.