

## 자초근 대두유에 대한 산화안정성 검토

김진숙 · 이지현 · 장영은 · 한영실<sup>1</sup> · 강명화<sup>2</sup> · 한귀정 · 조용식  
농업과학기술원 농촌자원개발연구소, <sup>1</sup>숙명여자대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>호서대학교 식품영양학과

### Oxidation Stability of Soybean Oil Containing *Lithospermum erythrorhizon*

Jin-Sook Kim<sup>†</sup>, Ji-Hyun Lee, Young-Eun Chang, Young-Sil Han<sup>1</sup>,  
Myung-Hwa Kang<sup>2</sup>, Gwi-Jung Han, Yong-Sik Cho  
National Rural Resources Development Institute, RDA

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

<sup>2</sup>Department of Food Science and Nutrition, Hoseo University

#### Abstract

To investigate the oxidative stability of the *Lithospermum erythrorhizon* extracted oil, we prepared extracted oil from the cultivated and wild roots of *Lithospermum erythrorhizon* by autoclave method with soybean oil. The oil were stored for 30 days at 60°C, and the peroxide value (POV), acid value (AV) and carbonyl value (CV) were measured periodically. The weight was highly decreased in the oil added roots of *Lithospermum erythrorhizon* during the storage period. POV of soybean oil containing wild and cultivated *Lithospermum erythrorhizon* was generally enhanced with prolonged storage time, with the POV of the samples being lower than 100 meq/kg.oil after 30 days of storage. However, the POV of soybean oil was higher than 100 meq/kg.oil after 10 days of storage. The pattern of the changes of AV and CV of soybean oil containing wild and cultivated *Lithospermum erythrorhizon*, were almost constant during the experimental periods. Nevertheless, the pattern of the changes of AV of soybean oil was rapidly increased during 20 days of storage, and that of CV of soybean oil was rapidly increased during days of storage and then slowly increased during the remainder of the experimental period. However, soybean oil was rapidly increased during 20 days of storage and then slowly decreased during the remainder of the experimental period. The overall results suggest that wild and cultivated *Lithospermum erythrorhizon* added antioxidant activities to the autooxidation of soybean oil.

Key words : *Lithospermum erythrorhizon*, oxidation stability, lipid peroxidation

## 1. 서 론

유지의 자동산화는 불포화지방산의 methylene기에서 수소원자가 떨어지면서 free radical을 형성하거나 미량으로 존재하던 hydroperoxide가 분해되어 alkoxy radical

또는 peroxide radical이 연쇄적인 반응으로 생성 분해되어 각종 carbonyl 화합물을 생성하여 고분자화 되면서 분자량과 점도 등의 증가를 가져와 품질을 변화시켜 암 및 노화와 같은 위험을 초래하는 것으로 알려져 있다(Lee SR 와 Shin HS 1999, Ahn SY 2002, Frankel EN 1984, Wu PF 와 Nawar WW 1986).

유지는 튀김 등과 같은 고온 가열처리 중에 중합, 가수분해 등의 가열산화가 동반되어 발연점이 낮아지고 거품 생성이 증가하고 자극적 성분의 생성, 점도 증가, 불쾌취 생성 등으로 인하여 결국에는 튀김유로

Corresponding author: Kim, Jin-Sook, National Rural Resources Development Institute, RDA, 88-2 Seodun-dong, Suwon, Kyeonggi-do 441-853, Korea  
Tel : 82-31-299-0581  
Fax : 82-31-299-0553  
E-mail : preetyjs@rda.go.kr

서의 지속적인 사용이 불가능하게 된다(Ahn SY 2002, Frankel EN 1984).

유지의 자동 및 가열 산화로 인한 품질 저하를 최소화하기 위해 산소차단, 빛과 열 차단, 자유라디칼 안정화, 이외에 방법으로는 산화방지제가 이용되고 있는데, 항산화제로는 propyl gallate, tocopherols, BHT, BHA, TBHQ 등과 같은 free radical terminator, ascorbic acid, glucose oxidase, sulfites 등과 같은 reducing agent 또는 citric acid, EDTA 등과 같은 chelating agent 등으로 분류된다(Dziezak JD 1986). 그 중 천연 항산화제로서 널리 이용되어온 토코페놀은 내열성이 강하여 튀김용 기름에 첨가하기에 적합하나 돈지와 같은 동물성 지방에만 유효하고 식물성 유지에 첨가하면 산화를 촉진하는 것으로 알려져 식물성 유지에는 거의 사용하지 않고 있다고 한다(Humann, BF 1990). BHT, BHA의 합성산화제는 항산화 효과는 뛰어나지만 장기간 섭취 시 변이원성 및 독성이 지적되고 있어 천연 항산화제의 개발에 대한 요구가 크게 대두되고 있다(Branen AL 1975, Kasuga A 등 1988).

이러한 천연 식물자원 탐색 중에 항산화성 소재로 이루어진 연구결과를 보면 구기자, 인삼, 홍화화 솔잎 등을 이용하여 식용유에 대한 항산화 효과를 확인한 바있고(Kim JS 1996, Lee JH 1998, Kang MH 등 2001, Paik TH 등 1982), 일부 자초근의 항산화성 보고가 있다(김진숙 2001).

자초(*Lithospermum erythrorhizon* Sieb et Zucc., gromwell)는 지치과(*Boraginaceae*)에 속하는 식물로서 한과인 강정의 착색 및 약용의 목적으로 뿌리인 자초근을 이용하고 있다(진존인 1984). 특히 자초근은 민간에서 해열, 피부병, 습진, 동상, 화상, 절상에 사용되었으며, 항균, 양혈, 청혈, 해독, 해열제로도 이용한 기록이 있다(김재길과 초배근 1995, Chung MS 와 Lee MS 1994a, Chung MS 와 Lee MS 1994b).

자초근의 색소는 shikonin 함유 naphthoquinone계 색소로 다른 천연색소에 비해 색소 안정성과 항산화능

효과가 있는 식물 색소자원이라고 보고되고 있으나(Zhao I 1997, Weng XC 등 2000), 단편적인 결과에 그치고 있다. 그래서 경상북도 봉화지역의 안동 권씨 집안에서 한과의 일종인 강정 고물(세반)의 착색에 사용되고 있는(윤서석 1988) 자초근 대두유의 지방 산화 안정성 검토를 위해서는 자초근 무 첨가 대두유와 자초근 첨가 대두유를 제조하여 서로 산화 방지 또는 지연 속도를 비교해 볼 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 항산화제가 전혀 첨가되어 있지 않은 식용 대두유에 야생 및 재배 자초근을 첨가하여 제조한 야생 및 재배 자초근 대두유의 산화안정도를 조사해 봄으로써 야생 및 재배 자초근이 천연색소 및 항산화성 소재로서 식품에 효과적으로 활용될 수 있는 가능성을 제시하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시료 전처리

본 실험에 사용한 야생 및 재배 자초근은 경북 봉화군에서 구입하여 증류수로 3회 수세하여 급속 동결(-70°C)한 후 freeze-drying하여 4°C의 냉장고에 보관하면서 시료로 사용하였다. 이들 야생과 재배 자초근의 에탄올 추출물에 대한 항산화성 관련 성분은 Table 1과 같다.

### 2. 자초근 대두유 제조

대두유((주)오뚜기, 항산화제 무첨가)는 시중에서 구입하여 사용하였다. 야생 자초근에 대두유를 첨가하고 잘 혼합하여 autoclave(1.5 mmHg · kg/cm<sup>2</sup>, 121±1°C)에서 자초근이 대두유에 잘 용출되도록 열처리하여 냉각(20±2°C)시킨 후 여과(Whatman, No. 2)하여 야생 자초근 대두유를 Fig. 1과 같이 제조하여 시료로 사용하였으며, 재배 자초근 대두유도 이와 같은 방법으로 제조하여 실험용 시료로 사용하였다.

Table 1. Antioxidant activity of wild and cultivated *Lithospermum erythrorhizon* ethanol extract

<i>Lithospermum erythrorhizon</i> extract <sup>1)</sup>	Polyphenol(μg)	EDA <sup>2)</sup> (%)	NSE <sup>3)</sup> (%)
Wild	149.08±2.06	57.46±1.82	21.62±1.09
Cultivated	144.92±0.88	40.75±0.73	18.74±0.04

<sup>1)</sup>Concentration of *lithospermum erythrorhizon* extract : 1 mg/mL

<sup>2)</sup>Electron donating ability.

<sup>3)</sup>Nitrate scavenging effect.

3. 저장기간에 따른 무게 변화

자초근 대두유를 oven test 방법에(Guston FD와 Norris FA 1983, 송태희 등 2003) 의하여 60℃의 항온기(JEIO TECH, BI-600M, Korea)에서 0~30일까지 저장하면서 일정 간격으로 꺼내어 시료의 중량 변화를 측정하였다.

4. 저장기간에 따른 지방 산패도 측정

1) Peroxide value (POV)

시료의 과산화물가 측정은 A.O.C.S.(1990) 방법에 준하여 측정하였다.

2) Acid value (AV)

시료의 산가 측정은 A.O.C.S.(1990) 방법에 따라 분석하였다.

3) Carbonyl value (CV)

카보닐가는 유지 50 mg을 test tube에 취하여 0.05% 2,4-dinitro-phenyl hydrazine의 benzene 용액 5 mL 넣고 30분간 60℃에서 반응시킨 후 실온에서 1시간 방냉하였다. 이 용액에 4% KOH-ethanol 용액 10 mL을 가하여 발색시킨 다음 440 nm에서 흡광도를 측정하여 카보닐가를 계산하였다(Kwon YG와 Koh HY 1989).

$$CV(\mu\text{M/g}) = \text{O.D.} \times 1000 / 0.854 \times W$$

5. 통계처리

실험 결과는 SAS program을 이용하여 각 실험군당 평균과 표준편차를 계산하였고, 각 실험군 간의 비교는 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후  $\alpha < 0.05$ 에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 실험군 평균치간의 유의성을 검정하였다.

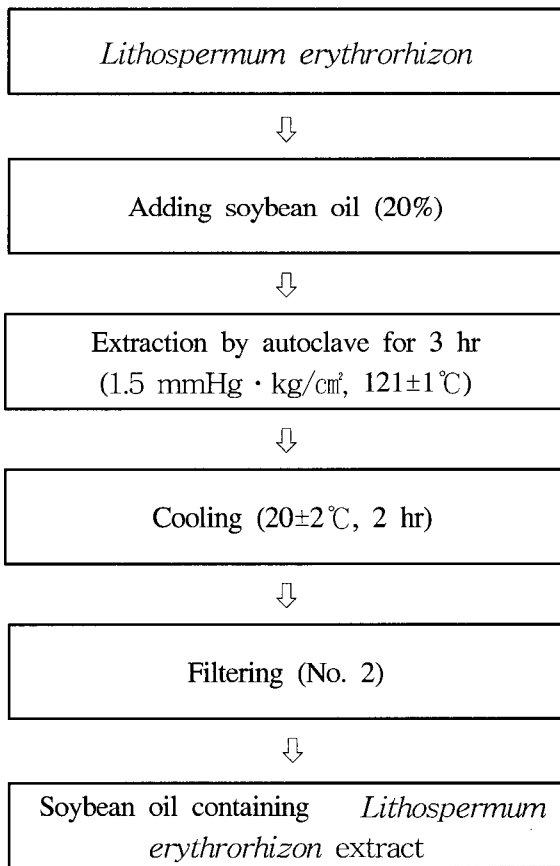


Fig. 1. Procedure of the preparation of the soybean oil containing *Lithospermum erythrorhizon* extract.

III. 결과 및 고찰

1. 중량 변화

식용 유지의 중량 증가는 자동산화 중 서서히 형성된 중합체와 흡수된 산소량에 의한 것이며 이 중합체의 형성은 기질의 화학적 변화 뿐만 아니라 식용 유지의 경우 평균 분자량의 증가와 점도의 증가를 가져온다고 알려져 있다(김동훈 1994). 또한 Artman(1996)에 의하면 유지 중량의 증가는 산화 과정에서 aldehyde, alcohol, ketones 등과 같은 carbonyl 화합물 등이 중합체가 축적되어 중량이 증가한다고 하였다.

따라서 이러한 지방 산화의 속도를 지연하기 위해 항산화능 소재로 알려진(김진숙 2001) 자초근에 대하여 재배방법이 다른 야생종과 재배종에 대두유를 첨가하여 제조한 자초근 대두유(WO, CO)의 저장기간에 따른 중량 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 자초근을 첨가하지 않은 대두유(SO, 대조구)에서는 10일 이후 20일에 이르기까지 중량이 유의적으로 크게 증가하였고( $p < 0.0001$ ) 20일 이후 서서히 감소하였다.

반면에 항산화성 관련 성분의 함량 차이가 있는 야생과 재배의 자초근을 첨가하여 제조한 야생 자초근 대두유와 재배 자초근 대두유의 저장기간별 중량 변화 차이는 거의 없었다. 또한 야생 및 재배 자초근 대두유(WO, CO)에 있어, 모두 저장 초기인 0일부터 30일

까지 중량의 큰 변화를 보이지 않았다.

최근 솔잎 추출유의 저장기간별 중량 측정 결과 (Chung HK 등 2003), 대두유는 14일째에 생·찐 솔잎 추출유는 21일째, 올리브 추출유는 14일부터 중량이 서서히 증가하여 28일에 중량이 가장 크게 증가하였다고 했으며, 참기름, 옥수수유, 홍화유의 저장기간별 중량 측정 결과, 참기름 21일, 홍화유 14일 그리고 옥수수유는 7일 이후부터 중량이 증가하였다고 보고한 바 있다(Kang MH 등 2001).

이상의 결과로 보아 대두유의 10~20일째 중량의 증가는 유지의 산화가 진전되어 산화물이 증가되었으며, 자초근의 첨가가 중량의 변화를 줄이고 중량 증가시간에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 또한 자초근 대두유와 같은 조건으로 제조된 솔잎 추출유나 올리브 추출유와의 중량 증가 속도를 비교해 볼 때, 자초근 대두유가 다른 솔잎이나 올리브 추출유보다 중량 감소 속도가 느린 것으로 보이나 정확한 실험 비교가 아니므로 솔잎, 올리브 및 자초근 중에서 어떠한 소재가 더 유지의 지방산화에 효과적이라고 언급하는 것은 좋은 결과 해석이 아니라고 본다.

2. 지방산패도

1) Peroxide value (POV)

야생 자초근과 재배 자초근에 대두유를 첨가하여 제

조한 자초근 대두유를 60°C에서 30일 동안 저장하면서 일정 간격으로 과산화물가를 측정하였다. 그 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같이, 대두유(SO, 대조구)의 경우, 처음 0일째 과산화물가가 1.87 meq/kg.oil이었던 것이 저장 중 서서히 증가하여 10일째에 이미 153.68 meq/kg.oil에 도달하였고, 15일째에는 크게 증가하여 1187.56 meq/kg.oil에 이르렀으며(p<0.0001), 20일째부터는 서서히 감소하여 저장 30일째에는 309.97 meq/kg.oil로 나타났다. 이는 과산화물이 유지의 산화가 진행됨에 따라 증가하다가 carbonyl 화합물로 분해되어 결국에 가서는 감소된다는 이론을 뒷받침한다(Chang HK 등 1999).

야생 자초근 대두유(WO)와 재배 자초근 대두유(CO)는 0일째 각각 8.76, 7.78 meq/kg.oil이었던 것이 저장 15일에는 12.75, 10.79 meq/kg.oil로 약간 증가하였으며 저장 30일째에는 27.64, 24.85 meq/kg.oil로 재배 자초근 대두유가 야생 자초근 대두유 보다 다소 높았으나 산패 발생시기와는 영향이 없는 것으로 나타났다.

한편 과산화물가는 유지의 초기 자동산화정도를 나타내는 지표로서 우리나라의 경우 식품위생법상 몇몇 특정 제품을 제외하고는 식용유나 유지 제품에 대한 과산화물가에 대한 규제는 없다. 하지만 일본의 경우 튀김유지는 과산화물가가 30 meq/kg을 넘어서는 안 된다고 규정하며, 우지와 돈지로 튀긴 라면을 먹을 때

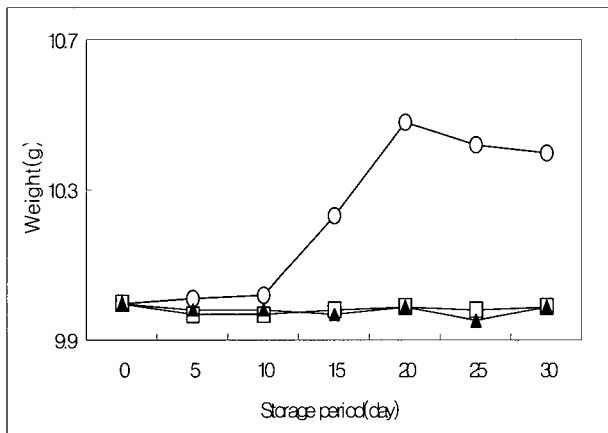


Fig. 2. Weight gain of the soybean oils containing *Lithospermum erythrorhizon* each extract stored at 60°C for 30days.

○ SO : soybean oil (control), □ CO : soybean oil containing cultivated *Lithospermum erythrorhizon* extract, ▲ WO : soybean oil containing wild *Lithospermum erythrorhizon* extract.

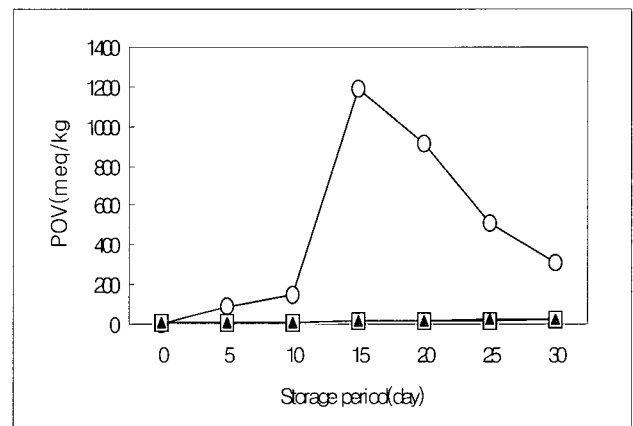


Fig. 3. Changes of peroxide value of the soybean oils containing *Lithospermum erythrorhizon* each extract stored at 60°C for 30days.

○ SO : soybean oil (control), □ CO : soybean oil containing cultivated *Lithospermum erythrorhizon* extract, ▲ WO : soybean oil containing wild *Lithospermum erythrorhizon* extract.

느끼는 산패취는 과산화물가가 30~40 meq/kg정도라 한다(Chang 등 1977).

이것으로 볼 때 자초근을 첨가하지 않은 대두유(대조구)는 저장 0일을 제외한 모든 저장기간에 있어 과산화물가가 40 meq/kg을 넘어서지만 야생과 재배 자초근 대두유는 저장 30일 까지도 40 meq/kg 값에 미치지 못하므로 관능적 특성상 산패취를 느끼지 못하는 것으로 생각되었다.

또한, 빙일 추출물이 저장기간에 따른 대두유의 과산화물가를 낮추어 주었다는 보고(Choi EO 등 1989)와 flavone 및 polyphenol 계통의 화합물이 유도기간을 연장시켜 어유의 산화를 방지한다는 결과(Kim MW 등 2003)와 유사한 경향을 보였다.

따라서 자초근의 첨가가 대두유의 산화 유도기간을 연장시켜 30일까지는 산패가 발생되지 않은 것으로 생각되며 그 중에서도 재배 자초근 대두유가 지방의 자동산화 억제에 더 효과적인 것으로 확인되었다.

이상의 결과로 자초근 대두유를 가지고 강정 고물을 물들이는데 사용할 수 있는 기간은 oven test의 저장 시 30일이었으므로 상온으로 환산하면 180주(6개월) 내에서 사용할 수 있으며(Guston FD와 Norris FA 1983, 송태희 등 2003), 야생과 재배 자초근에 있어서 에탄올에 야생이 좀 더 많이 용출된 반면 재배는 기름에 더 용출된 것으로서 용출 용매에 따라 다른 항산화능을 보인 것으로 판단되었다.

2) Acid value (AV)

야생 및 재배 자초근에 각각 대두유를 첨가하여 제조한 자초근 대두유를 60°C에서 30일 동안 저장하면서 저장 5일 간격으로 산가를 측정 한 결과는 Fig. 4와 같다. 대두유(SO, 대조구)의 경우, 처음 0일째 0.56이었던 것이 저장 5일째에 1.14로 이미 품질 판정 기준인 1.0을 넘어섰으며, 20일째에는 26.56으로 크게 증가하였다가(p<0.0001) 그 이후에 감소하기 시작하여 저장 30일째에는 24.81이었다.

한편, 야생 자초근 대두유(WO)와 재배 자초근 대두유는(CO) 0일째 0.28이었던 것이 저장 15일에는 0.84, 0.56으로 약간 증가하였으며 야생은 저장 25일째 0.85, 재배는 저장 30일째 0.85로 품질 판정 기준에 미치지 않은 것으로 나타났다.

위의 결과는 팜유에서 6일 저장 시 무 첨가구의 산가에 비하여 붉은 나무 추출물 첨가구의 산가가 2배나 낮았고, 돈지에서 12일 저장 시 무 첨가의 산가에 비하여 추출물 첨가구의 산가가 5배 낮았다는 결과와 유사한 경향을 보였다(Han DS 등 1991).

따라서 자초근의 첨가가 대두유의 자동산화로 인한 hydroperoxide 분해로 carbonyl 화합물 생성되는 것을 억제하는 것으로 나타났으며 재배 자초근 대두유의 효과가 더욱 높은 것으로 확인되었다.

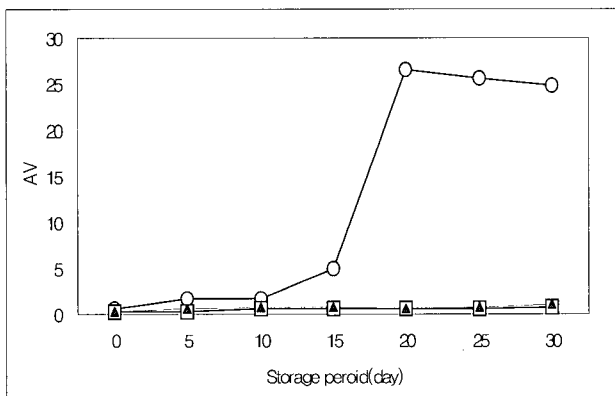


Fig. 4. Changes of acid value of the soybean oils containing *Lithospermum erythrorhizon* each extract stored at 60°C for 30days.

○ SO : soybean oil (control), □ CO : soybean oil containing cultivated *Lithospermum erythrorhizon* extract, ▲ WO : soybean oil containing wild *Lithospermum erythrorhizon* extract.

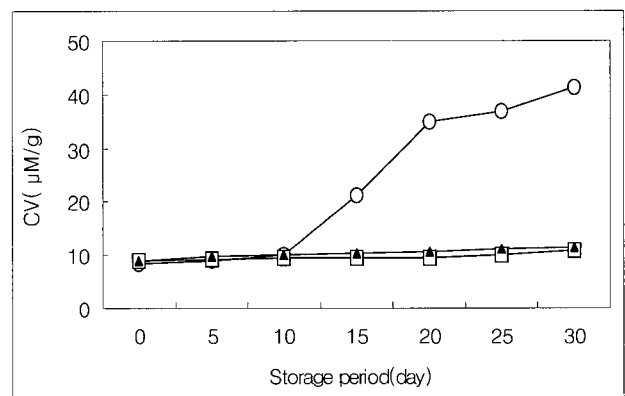


Fig. 5. Changes of carbonyl value of the soybean oils containing *Lithospermum erythrorhizon* each extract stored at 60°C for 30days.

○ SO : soybean oil (control), □ CO : soybean oil containing cultivated *Lithospermum erythrorhizon* extract, ▲ WO : soybean oil containing wild *Lithospermum erythrorhizon* extract.

### 3) Carbonyl value(CV)

야생 자초근과 재배 자초근을 각각 대두유에 첨가하여 제조한 야생 자초근 대두유와 재배 자초근 대두유를 60°C에서 30일 동안 저장하면서 저장 5일 간격으로 카보닐가 형성 정도를 측정한 결과는 Fig. 5와 같다. 대두유(SO, 대조구)의 경우 처음 0일째 카보닐가가 8.42  $\mu\text{M/g.oil}$ 이었던 것이 저장 중 서서히 증가하여 15일부터 20일째에 급격하게 상승하여 35.0  $\mu\text{M/g.oil}$ 에 이르렀으며 25일째부터는 서서히 증가하여 저장 30일째에는 41.26  $\mu\text{M/g.oil}$ 로 나타났다.

과산화물가 및 산가와는 달리 저장 마지막에도 카보닐가가 증가한 것은 유지의 자동산화가 진행됨에 따라 hydroperoxide가 축적되면서 carbonyl 화합물로 분해되어 증가된 것으로 사료된다.

한편, 야생 자초근 대두유(WO)와 재배 자초근 대두유(CO)는 0일째 각각 9.04, 8.82  $\mu\text{M/g.oil}$ 이었던 것이 저장기간 동안 꾸준히 증가하여 저장 30일째에는 각각 11.53 10.90  $\mu\text{M/g.oil}$ 로 나타나 재배가 야생 보다 다소 낮게 나타나 재배 자초근은 야생 자초근보다는 지방의 자동산화에 좀 더 효과적인 것으로 확인되었다.

## IV. 요약 및 결론

생활수준의 향상으로 동물성 식품 및 지방 섭취 빈도가 증가됨에 따라 건강에 대한 관심이 높아지고 있는 실정에서 자초의 뿌리 색소가 다른 천연색소에 비해 색소 안정성이 식물 색소자원임에도 불구하고 식품에의 활용화를 위한 구체적인 연구가 미미하다.

따라서 본 연구에서는 식용 대두유에 대한 야생 및 재배의 자초근 대두유를 제조하여 저장기간에 따른 유지 증량의 변화와 유지 산패도를 측정한 결과는 다음과 같다.

첫째, 저장기간에 따른 자초근 대두유 증량 변화는 대두유(SO)는 10-20일째에 증량이 유의적으로 증가하였으나( $p < 0.0001$ ) 야생 및 재배 자초근 대두유(WO, CO)는 저장기간 동안 증량의 큰 변화를 보이지 않았다.

둘째, 저장기간에 따른 과산화물가의 변화는 대두유(SO)는 15일째에 유의적으로( $p < 0.0001$ ) 크게 증가하였고, 야생 및 재배 자초근 대두유(WO, CO)는 저장 30일까지도 산패 발생시기에 미치지 않은 것으로 나타났다.

다.

셋째, 저장기간에 따른 산가의 변화도 대두유(SO)의 경우 저장 5일째에 이미 품질판정 기준인 1.0을 넘어섰으나 야생 및 재배 자초근 대두유(WO, CO)는 저장 25일째까지도 0.852, 0.561로 품질 판정 기준에 미치지 못하는 것으로 확인되었다.

넷째, 카보닐가는 자초근 무첨가 대두유(SO, 대조구)의 경우 저장 중 서서히 증가하여 15일부터 20일째에 급격하게 상승하였고, 과산화물가와 산가는 이와는 다르게 저장 30일째까지 계속적으로 증가하였다. 반면에 야생 및 재배 자초근 대두유(WO, CO)도 저장기간 동안 꾸준히 증가하는 경향이었으나 대조구와는 다르게 증가 경향이 아주 적었다. 이는 고온 처리에 의해 지방 산화가 야생 또는 재배 자초근을 넣어 제조한 자초근 대두유가 자초근을 첨가하지 않은 대두유에 비해 지방산화 속도가 매우 빠르게 진행되었다고 판단되었다.

결론적으로 자초근에 대두유를 첨가하여 제조한 자초근 대두유는 대두유(대조구, CO)보다 지방 자동산화에 대해 안정한 것으로 평가되었고, 그 중에서도 야생 자초근 대두유보다는 재배 자초근 대두유가 지방 자동산화에 대하여 더 안정성이 있는 것으로 보였으나 유의적이지 않았으므로 야생 또는 재배 구분 없이 항산화성 소재로 자초근을 이용하여도 무방할 것으로 사료되었다.

한편, 전통 강정고물인 세반에 착색으로 쓰이는 자초근 대두유의 항산화성 효과가 시사되었으므로 자초근이 색소자원으로서 식품에 활용될 수 있는 영역 확장을 목적으로 계속 연구 중에 있다.

## 참고문헌

- 김동훈. 1994. 식용유지의 산패. 고려대학교 출판부. 서울. pp 422-426
- 김재길, 초배근. 1995. 동양전통약물원색도감. 영림사. p 45
- 김진숙. 2001. 농촌생활연구시험연구보고서. 농업과학기술원 농촌생활연구소. 수원. p163-174
- 송태희, 최용, 최희숙, 금종화, 신두호, 반헌국. 2003. 식품화학. 효일문화사. 서울. p 166
- 윤서석. 1988. 한국음식 역사와 조리. 수학사. p 327
- 진존인. 1984. 한방의약대사전 1권, 동도문화사. p 302
- Ahn SY. 2002. Food Chemistry. Kyomunsa. p 62-72
- AOCS. 1990. Official Methods and Recommended Practices of

- the American Oil Chemists Society. IL. USA. pp 8-53
- Artman NR. 1996. The chemical and biological properties of heated and oxidized fats. *Adv Lipid Res* 7 : 245-330
- Branen AL. 1975. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J Am Oil Chem Soc.* 52 : 59-62
- Chang HK, Min KC, Lee SD, Choi BD. 1999. *Food Chemistry*. Jin-Ro Press. p 106-117
- Chang SS, Matijasevic BO, Heiseh OAL, Hwang CH. 1977. Natural antioxidants rosemary and sage. *J Food Sci.* 42 : 1102-1109
- Choi EO, Lee YS, Choi SB. 1989. Effects of antioxidants in the frying oil on the flavor compound formation in the *RamYon* during storage. *Korean J Food Sci Technol.* 25(5) : 444-448
- Choi W, Shine DH, Chang YS, Shine JI. 1992. Antioxidant activity of ethanol extract from *Rhus javanica* linne on the edible oil. *Korean J Food Sci Technol.* 24(4) : 320-325
- Chung HK, Choe CS, Lee JH, Chang MJ, Kang MH. 2003. Oxidative stability of the pine needle extracted oils and sensory evaluation of savored laver made by extracted oils. *Korean J Food Culture* 18(2) : 89-95
- Chung MS, Lee MS. 1994a. Stability and sensory evaluation of naphthoquinone pigments from the roots of *Lithospermum erythrorhizon*. *Korean J Food Sci Technol* 26 : 152-156
- Chung MS, Lee MS. 1994b. Stability of naphthoquinone pigments isolated from the roots of *Lithospermum erythrorhizon* by various sugars and acids. *Korean J Food Sci Technol* 26 : 157-161
- Dziezak JD. 1986. Antioxidants. *Food Technology.* 40(9) : 94-95
- Frankel EN. 1984. Lipid oxidation products and biological significance. *J Am Oil Chem Soc.* 61(12) : 1908-1913
- Gunston, FD and Norris, FA. 1983. Flavor stability and antioxidants in "Lipid in Foods", Ch.19, Pergamon press Ltd. Oxford. England
- Han DS, Lee OS, Shin HK. 1991. Effect of naturally occurring antioxidants on the oxidative stability of fish oil. *Korean J Food Sci Technol.* 23(4) : 433-436
- Humann, BF. 1990. Antioxidants ; Firms seeking products they can label as 'natural' *Inform.* 1, p 1002
- Kang MH, Song ES, Chung HK, Shim KB, Kang CW, Ryu YH, Lee JB. 2001. Comparison of oxidative stability in sesame, corn and safflower oils. *Kor. J. Intl Agri.* 13:115-120
- Kasuga A., Aoyagi Y, Sugahara T. 1988. Antioxidant activities of edible plants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.* 35:828-832
- Kim JS. 1996. Screening of antioxidative components from red ginseng saponin, *Korean J Ginseng* 20(2) : 173-178
- Kim MW, Ahn MS, Lim YH. 2003. The antioxidative activities of mullberry leaves extracts on edible soybean oil. *Korean J Food Culture.* 18(1) : 1-8
- Kwon YG, Koh HY. 1989. Effect of storage temperature and humidity on water adsorption and rancidity of peanuts. *J Korean Soc Food Nutr.* 18(2) : 216-222
- Lee JH. 1998. Effects of *Lycium chinense* miller extracts on the autooxidation and thermal oxidation of oils. Doctorate thesis. The Sejong University of Korea
- Lee SR, Shin HS. 1999. *New Food Chemistry*. Shin-Kwang Press. pp 143-160
- Paik TH, Hong JT and Hong SY. 1982. Studies on the antioxygenic substances in *Panax ginseng* roots. *Korean J Food Sci Technol.* 14 : 130-135
- Weng XC, Xiang GQ, Jiang AL, Liu YP, Wu LL, Dong XW, Duan S. 2000. Antioxidant properties of components extracted from puccoon(*Lithospermum erythrorhizon* Sieb. et Zucc.). *Food Chemistry.* 69 : 143-146
- Wu PF, Nawar WW. 1986. A technique for monitoring the quality of used frying oils. *J Am Oil Chem Soc.* 63 : 1363-1371
- Zhao I. 1997. Advances of pharmacology of puccoon. *Medical Journal of China.* 8(2) : 115-116

---

(2005년 1월 14일 접수, 2005년 6월 21일 채택)