

오미자 추출물의 항산화 효과

장은희 · 표영희 · 안명수
성신여자대학교 식품영양학과

Antioxidant effect of Omija (*Schizandra Chinesis Baillon*) Extracts

Eun-Hee Jang, Young-Hee Pyo and Myung-Soo Ahn
Dept. of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

Antioxidative activities of the extracts from *Schizandra Chinesis Baillon* (Omija) with various solvent were compared with some commercial antioxidants. AI (antioxidative index; induction period of oil containing extract/induction period of control oil) of Omija extracts from five kinds of solvents (MeOH, EtOH, BtOH, EA, PE) and other antioxidants were shown as following orders: 0.02% BHT > 0.05% EA > 0.05% MeOH > 0.05% EtOH > 0.1% EA > 0.05% PE > 0.05% BuOH \gg 0.02% alpha-tocopherol. Antioxidative effects of 0.05% EA and 0.05% MeOH extracts during autoxidation ($60 \pm 2^\circ\text{C}$) were higher than those of the other extracts but were not greater than that of 0.02% BHT. However, AI of EA and MeOH, EtOH extracts during thermal oxidation ($180 \pm 2^\circ\text{C}$) were greater than that of BHT. The antioxidant effect of alpha-tocopherol showed no apparent difference or a prooxidant effect as compared with result of control.

Key words: antioxidative activities, omija extracts, autoxidation, thermal oxidation

I. 서 론

유지는 지방, 필수지방산, 지용성비타민과 같은 영양소의 공급은 물론 튀김식품에 고유한 향미를 부여하거나 열매체로 중요하게 사용된다^{1,2}. 그러나 유지를 함유하는 식품은 저장, 가공중에 여러가지 이화학적 변화 특히 산화되면 과산화물의 생성이나 중합체의 형성으로 유지식품의 변색, 이취, 영양소 손실 및 독성 물질 등을 발생³시킨다.

항산화제는 유지의 산화로 인한 특정비타민류와 필수 아미노산 등의 손실을 최소화하거나 유지식품의 산패를 지연 또는 방지^{4,5}하는데 사용한다. 가장 많이 사용하는 합성 항산화제는 BHT, BHA, PG, TBHQ 등이나 이들을 실험동물에 고농도로 투여하면 간 비대증이 유발되거나 발암성이 나타난다^{6,9}고 하며 특히 BHT는 실험동물 간의 microsomal enzyme activity를 증가시킨다⁶고 하여 이들 폐놀계 합성항산화제의 안전성^{7,8}에 대한 문제는 논란이 되어 현재는 그 사용량이 법적으로 규제되어 있다. 따라서 적은 양으로도 항산화효과를 나타내고 쉽게 용해되며 이상한 맛과 색이 없고 안전성이 확보된 새로운 천연항산화제에 대

한 개발은 지금까지 꾸준히 시도되어 왔다. 연구초기에는 주로 천연항신료에 대한 연구가 많아 rosemary, sage, thyme 등이 다른 항신료에 비해 높은 항산화활성^{9,10}을 갖는 것으로 보고되어 왔고, oregano에 존재하는 flavonoids 물질은 BHT와 비슷한 항산화효과¹¹를 나타낸다고 하였다. 또 여러 생약재 및 식용식물의 추출물에 대한 항산화효과도 계속 보고되어 그 중 붉나무¹²와 propolis 추출물¹³, 소목의 추출물¹⁴ 등이 다른 생약재나 식물성분보다 항산화능이 높았다고 하며 김, 미역, 다시마 등의 수산물 추출물의 항산화 활성^{15,16}도 비교적 높게 나타났다고 하였다.

오미자(*Schizandra Chinesis Baillon*)는 목련과에 속하는 자생목으로¹⁷ 현금, 회금, 수신, 금령자, 홍내소, 경저¹⁸ 등의 이름으로 불리워진다. 한방에서는 진정, 진해, 해열 등의 중추억제 작용과 간보호 및 혈압강하, 알코올에 대한 해독작용 및 항산화 효과 등^{19,20}으로 오미자가 사용되고 있으며 음식에서는 오미자의 홍색색소를 이용한 녹말다식이나 녹말편²¹, 오미자차 등의 음료 및 오미자술 등이 가공²²되어 이용되고 있다.

이같은 오미자에 대한 지금까지의 연구는 오미자의 영양성분과 anthocyanin 색소²³, 오미자 부위별 각 영

양소함량 및 지방산조성^{24,25)} 등이 보고되어 왔다. 또한 오미자의 성분 분획별 간조직의 과산화지질 생성억제 효과²⁶⁾와 오미자의 methylene chloride 추출물의 항산화효과²⁷⁾ 그리고 Su 등²⁸⁾의 대만산 생약추출물에 대한 항산화력 검토 결과 생강, 황기, 대황, 오미자 등이 강한 항산화력이 있다고 보고한 내용 등을 들 수 있다.

본 연구에서는 오미자추출물이 유지가공 및 저장시에도 항산화효과가 나타날 것으로 추정되어 다음과 같은 방법으로 실험을 수행하였다.

먼저 극성이 다른 5종류의 용매를 사용하여 오미자 추출물을 얻은 뒤 각각의 추출액을 각기 다른 농도로 대두유 기질에 첨가한 뒤 용매별, 첨가농도별로 나타난 항산화능을 BHT와 alpha-tocopherol과 비교하였고 가장 항산화 효과가 높게 나타난 첨가농도에서 각 용매별 오미자추출물을 항온저장과 가열조건에서 각각 자동산화와 가열산화를 시킨 뒤 용매별로 나타난 항산화효과를 합성항산화제와 비교하여 그 결과를 나타내었다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

오미자는 1993년에 수확 건조된 국내산 오미자를 한약 재료상에서 구입하여 사용하였다. 실험용 유지는 항산화제가 첨가되지 않은 순수 정제 대두유(동방유량제품)를 기증받아 냉장보관하며 사용하였다. 표준시약인 alpha-Tocopherol(α -Toc)과 BHT는 Sigma사 제품을 사용하였고 추출용매는 모두 1급 시약을 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 오미자 추출액의 제조

분쇄한 시료 100 g을 Methanol(MeOH), Ethanol(EtOH), Butanol(BtOH), Ethyl acetate(EA) 및 Petroleum ether(PE)와 1:10(w/v)이 되게 하여 상온에서 약 20시간 정도 교반한 후 10°C에서 9000 rpm으로 30분간 원심분리하였다. 상등액과 잔사를 분리한 후 잔사에 다시 5배의 용매를 가하여서 4시간 교반하고 같은 조건으로 원심분리하여 상등액을 처음의 상등액과 합하였다. 이것을 Whatman(No.44)여과지로 여과한 후 여과액을 40°C에서 감압농축하여 처음의 약 1/5정도만 남게 한 뒤 sodium sulfate로 탈수시켜 다시 여과하여 완전 농축시킨 것을 추출물로 하였다²⁷⁾.

(2) 시료의 제조

각 용매에 따른 오미자 추출물을 기질인 대두유

200 ml에 각각 0.05, 0.5 및 1.0% 농도로 첨가하여 magnetic stirrer로 10분간 교반한 뒤 시료로 사용하였다. 대조구는 기질만을 사용하였고 BHT와 α -Toc를 각각 0.02%(w/w) 첨가한 것을 비교구로 하였다.

추출물의 첨가농도는 식용상 문제가 없고 예비실험 결과 그 이하의 낮은 농도에서는 항산화 효과가 뚜렷하지 않아 0.05% 이상으로 하였다.

(3) 항온저장 및 가열조건

각 시료를 시험관에 15 g씩 담아 60±2°C의 항온기에서 30일간 저장하는 자동산화 조건과 180±2°C의 oil bath상에서 24시간 가열하는 가열산화 조건에서 경시적으로 각각 시료를 채취하여 용매별 오미자 추출물의 항산화능을 측정하였다.

(4) 용매별 오미자 추출물의 항산화력 측정

각 시료의 산화정도를 측정하는 지표는 AOCS법²⁹⁾의 과산화물가(POV)와 표준유지 분석 시험법³⁰⁾의 산가(AV)로 측정하였으며 POV가 일정량에 도달하는 시간을 유도기간으로 하여 각 시료의 항산화 정도를 비교하고 AI(Antioxidative index: 각 항산화제 첨가구의 유도기간을 대조구의 유도기간으로 나눈 값)로 표시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 용매별 추출물의 항산화 효과

MeOH, EtOH, BuOH, EA 및 PE 등의 5가지 용매로 추출한 오미자의 용매별 추출물을 0.05%, 0.5%, 1.0% 농도로 기질 대두유에 첨가하여 POV법으로 각 시료의 항산화력을 비교하여 AI로 나타낸 결과는 Table 1과 같았다.

오미자 추출물의 기질 대두유에 대한 항산화 효과는 Table 1에서 처럼 모든 시료에서 항산화력이 관찰되었다. 특히 EA 0.05%와 MeOH 0.05%의 첨가 시료

Table 1. Antioxidant activity of various solvent extract of Omija on soybean oil

		Concentration (%)			
		0.02	0.05	0.10	1.0
Extract	MeOH		1.92*	1.54	1.46
	EtOH		1.77	1.42	1.02
	BtOH		1.55	1.51	0.98
	EA		2.03	1.76	1.55
	PE		1.69	1.47	0.22
Antioxidant	BHT	2.81			
	α -Toc	1.32			

*Antioxidative index (AI: Induction period of oil containing Omija extracts/induction period of control oil).

는 AI가 각각 2.03과 1.92로 나타나 BHT의 2.81에는 못 미치나 다른 용매 추출물에 비해 항산화능이 높은 것으로 비교되었다. 또한 EtOH 추출물도 0.05% 농도에서 AI가 1.77로 비교적 높았으며 나머지 BtOH과 PE 추출물도 각각 1.55와 1.69로 나타나 α -Toc의 1.32에 비해 항산화 효과가 높게 인정되었다. 이같은 결과는 김 등²⁷과 최 등³⁰의 생약추출물과 식물성 천연 항산화제에 대한 연구에서 오미자가 다른 생약 및 식물성분과 함께 항산화 효과가 있었다는 보고내용과 일치하는 것으로 나타났다. 특히 5가지 용매 중 EA와 MeOH 추출물의 첨가시료가 가장 항산화 효과가 높게 나타난 것은 생약제인 황금의 용매별 추출물의 항산화 효과 측정에서 Aceton과 Etyhl acetate 추출물이 가장 항산화력이 강했다²⁷는 보고 내용과 유사한 것으로 극성이 강한 용매일수록 추출물의 수율이 높고 항산화성분의 추출이 더 좋은 것으로 나타났다.

한편 추출물의 첨가 농도를 달리한 각 시료의 항산화 효과는 Table 1에서와 같이 첨가농도가 높아질수록 항산화 효과가 높아지지는 않았으며 오히려 1.0% 수준일 때는 급격히 그 효과가 감소되는 것으로 나타나 0.05% 정도의 첨가농도가 비교적 적합한 범위인 것으로 판단되었다. 따라서 용매를 달리한 오미자 추출물의 기질 대두유에 대한 항산화 효과는 POV로 측정했을 때 EA와 MeOH 추출물을 각각 0.05% 수준으로 첨가할 때 가장 그 효과가 높은 것으로 나타났으며 그때의 항산화력은 0.02%의 BHT를 첨가한 것 보다는 약간 약하였다. 그러나 0.02%의 α -Toc보다는 모든 용매추출물들이 항산화 효과가 높게 나타나 오미자의 추출물이 유지에 대해 항산화력이 있는 것으로 판단되었다.

2. 항온 저장시의 항산화 효과

각 용매별 오미자 추출물의 항산화 효과가 가장 높았던 0.05% 농도에서 오미자 추출물을 기질 대두유에 첨가한 뒤 60±2°C에서 30일간 저장하면서 POV와 AV를 측정할 결과는 Table 2와 Fig. 1과 같이 나타났다. 유도기간은 POV가 80 meq/kg oil에 도달하는 시간으로 나타내었으며 그 결과는 AI로 표시하였다.

용매별 오미자 추출물의 항온 저장시의 항산화 작용은 Table 2에서처럼 대부분의 시료가 대조구에 비해 2배 이상의 항산화 효과를 나타내었다. 특히 EA와 MeOH의 추출물은 AI가 각각 2.94와 2.82로 나타나 BHT의 3.02에 비하면 약간 낮았으나 다른 용매에 비해서는 뚜렷하게 항산화 효과가 높은 것으로 비교되었다. 또한 EtOH 추출물도 AI가 2.01로 나타나 대조

구에 비해 2배 이상의 항산화력을 나타내어 항온 저장시에도 이들 3가지 용매 추출물이 가장 효과가 높은 것으로 측정되었다. 이같은 결과는 AV 측정치의 결과에서도 유사한 경향을 나타내어 Fig. 1에서처럼 저장일이 길어질수록 EA와 MeOH 추출물의 AV는 다른 시료에 비해 큰 변화를 나타내지 않았다. 즉 저장 22일째의 대조구의 AV는 0.85인데 비해 MeOH 추출물은 0.43으로 2배 정도 AV가 낮게 나타났고 EA추출물은 0.20으로 4배 이상 낮아 BHT의 0.49와 비교할 때 이들 용매 추출물이 오히려 산가 측정치에서는 항산화 효과가 높은 것으로 비교되었다. 그러나 EtOH 추출물을 제외한 나머지 용매 추출물은 대조구에 비해 그다지 뚜렷한 차이점이 없었고 α -Toc의 AV는 0.91로 나타나 대조구에 비해 오히려 높게 나타났다. 따라서 용매별 오미자 추출물의 항온 저장시 대두유에 대한 항산화 작용은 POV와 AV에 의해 EA와 MeOH 추출물이 가장 항산화 효과가 높게 나타나 BHT보다 약간 낮거나 비슷한 수준인 것으로 비교되었다. 그러나 BtOH과 PE 추출물은 α -Toc보다는 항산화능이 인정되나 대조구에 비해 그다지 두드러지지 않았다.

Table 2. Antioxidant activity of the substrates subjected to autoxidation

Extract	Antioxidative index*	
	MeOH	2.82
Ⓜ	EtOH	2.01
	BtOH	1.63
	EA	2.94
	PE	1.72
	BHT	3.02
Antioxidant	α -Toc	1.44

*Expressions are the same as in Table 1.

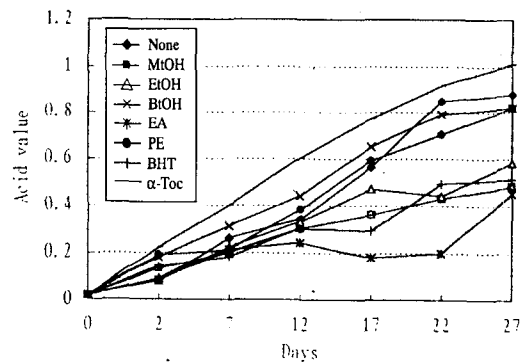


Fig. 1. Changes of acid value of soybean oil included each omija extract stored for 30 days at 60°C.

3. 가열시의 항산화 효과

기질 대두유에 오미자의 각 용매별 추출물을 0.05%로 첨가하고 180±2°C에서 24시간 가열하면서 측정된 POV와 AV의 결과는 Table 3과 Fig. 2와 같았다. 이때의 유도기간은 POV가 20 meq/kg oil에 도달하는 시간으로 나타내었고 그 결과는 AI로 표시하였다.

각 용매별 오미자 추출물의 가열시 기질 대두유에 대한 항산화 효과는 저온 저장시의 조건 보다도 그 결과를 뚜렷하게 나타내었다. Table 3과 같이 MeOH과 EtOH, EA 추출물은 AI가 각각 2.96, 2.93 및 2.98로 합성항산화제인 BHT첨가군의 1.95보다 오히려 높게 나타나 오미자 추출물의 항산화력이 가열조건에서 더 강하게 작용하는 것으로 비교되었다. 저온저장에 비해 가열시 BHT의 항산화력이 감소된 것은 BHA보다 BHT는 고온일 때 쉽게 휘발되거나 분해된다는 보고³²⁾와 비슷한 결과로 생각되며 BtOH과 PE 추출물의 AI도 1.67과 1.84로 측정되어 이들 용매추출물도 가열시에 항산화 작용을 나타내었다. 한편 α-Toc의 가열시 AI는 0.58로 나타나 대조구에 비해 오히려 산화촉진

의 결과로 나타났다. 이같은 결과는 대두유의 지방산 조성이 50% 이상 linoleic acid라는 사실로 미루어 볼 때 α-Toc은 불포화도가 높을수록, 첨가농도가 증가할수록 linoleic acid에 대한 과산화물 생성량을 증가시켰다는 기존의 보고내용^{32,34)}들과 유사한 결과로 추정되었다.

Fig. 2의 AV 측정 결과에서도 몇가지 경우를 제외하고는 POV 측정치와 일관된 경향을 보여 주었다. 가열시간이 경과됨에 따라 대조구의 AV는 점진적으로 증가하는 것에 비해 BtOH 추출물을 제외한 나머지 모든 추출물의 시료들은 대조구에 비해 AV의 측정치가 낮게 나타났다.

특히 EA와 MeOH, EtOH 추출물의 첨가 시료는 24시간 가열시의 AV가 각각 0.28과 0.31, 0.36으로 나타나 대조구의 AV 0.75에 비해 2배 이상의 항산화력이 측정되었으며 BHT의 0.39와 비슷한 경향을 나타내었다. 그러나 BtOH 추출물은 AV가 0.77로 α-Toc의 AV 0.85보다는 낮으나 대조구와는 별 차이가 없었다.

따라서 용매별 오미자 추출물을 180±2°C에서 24시간 가열하면서 측정된 POV와 AV의 결과는 EA와 MeOH, EtOH 추출물의 첨가시료가 일관되게 대조구에 비해 기질 대두유에 대해 항산화 효과가 나타났고 그 때의 항산화력은 BHT보다 약간 높게 나타났다. 그러나 BtOH 추출물은 POV 측정에서는 항산화능이 있었으나 AV 측정에서는 대조구와 차이가 없는 것으로 나타나 다른 용매에 비해 가열조건에서 불안정한 것으로 나타났다. 가열시 α-Toc의 항산화능은 관찰되지 않았으며 오히려 산화촉진의 결과로 나타났다.

Table 3. Antioxidant activity of the substrates subjected to thermal oxidation

		Antioxidative index*
Extract	MeOH	2.96
	EtOH	2.93
	BtOH	1.67
	EA	2.98
	PE	1.84
Antioxidant	BHT	1.95
	α-Toc	0.58

*Expressions are the same as in Table 1.

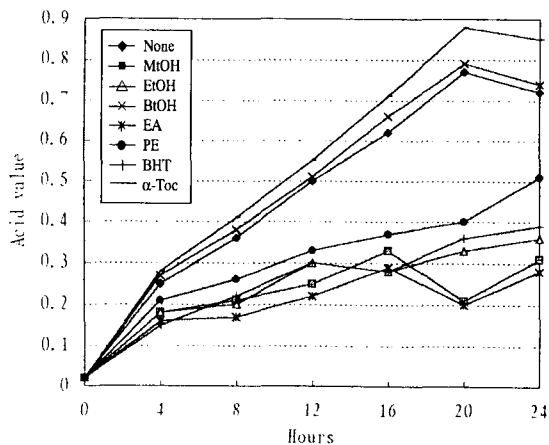


Fig. 2. Changes of acid value of soybean oil included each omija extract heated for 24 hours at 180°C.

IV. 요약

국내산 오미자의 용매별 추출물의 항산화력을 검토하기 위해 극성이 다른 5종의 용매를 사용하였고 0.05%, 0.1% 그리고 1.0% 농도로 기질 대두유에 첨가하여 용매별, 농도별에 따른 각각의 결과를 POV와 AV 측정치를 통해 비교하였다.

용매 종류에 따른 오미자 추출액의 항산화 효과는 EA > MeOH > EtOH > PE > BtOH 순으로 나타났고 이들의 항산화력은 0.02%의 BHT 보다도 약했으나 0.02%의 α-Toc에 비해서는 월등히 높았다. 또한 첨가농도별 오미자 추출액의 항산화 효과는 모든 시료에서 0.05% 농도가 가장 높았고 그 이상의 농도에서는 그다지 효과가 두드러지지 않거나 오히려 감소하였다. 각 용매별 오미자 추출액을 0.05% 농도로 대두유에 첨가한 뒤 항온저장(60±2°C)과 가열조건(180±2°C)에서 각각의 항

산화능을 측정된 결과 두 조건에서 모두 EA와 MtOH, EtOH 추출액의 순으로 항산화력이 높게 나타났으며 특히 가열시에는 BHT의 항산화력보다 높은 것으로 비교되었다.

나머지 용매, PE와 BtOH 추출물도 대조구에 비해 항산화능이 인정되었으나 가열조건에서 BtOH은 대조구와 뚜렷한 차이점이 발견되지 않았다. 그러나 α -Toc 첨가구에 비해서는 모든 조건에서 용매별 오미자 추출물의 항산화 작용은 훨씬 높게 측정되었다. 따라서 오미자에 함유된 항산화 성분의 검색과 천연 항산화제로서의 이용 가능성에 대한 지속적인 연구가 진행된다면 오미자의 용매 추출물은 천연 항산화제로 사용될 수 있을 것으로 사료되었다.

참고문헌

- Griffiths, B.: The role of fats in foods, food flavor, *Ingr. Proc. Pack*, **7**: 43 (1985).
- Perkins, E.G.: Nutritional and chemical changes occurring in heated fats, *Food Technol.*, **19**: 508 (1969).
- Waslien, C.I. and Rehwoldt, R.E.: Micronutrients and antioxidants in processed foods analysis of data from 1987 food additives survey, *Nutrition Today*, July/August, **36** (1990).
- Haumann, B.F.: Antioxidants, *INFORM*, **1**: 1002 (1990).
- Dziezak, J.D.: Antioxidants, *Food Technol.*, **40**(9): 94 (1986).
- Takahashi, O. and Hiraga, K.: Toxicol App. *Pharmacol.*, **43**: 399 (1978).
- Ito, N., Fukushima, S. and Hasegawa, A.: Carcinogenicity of BHA in F344 rats, *J. Natl. Cancer Inst.*, **70**: 343 (1983).
- Branen, A.L.: Toxicology and biochemistry of BHA and BHT, *JAOCs*, **52**: 59 (1975).
- Farag, R.S., Badci, A.Z.M.A., Hawedi, F.M. and El-Baroty, G.S.A.: Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media, *JAOCs*, **66**: 792 (1989).
- Farag, R.S., et al: Influence of thyme and clove essential oils on cottonseed oil oxidation, *JAOCs*, **66**: 800 (1989).
- Vekiari, S.A., Oreopoulou, V., et al: Oregano flavonoids as lipid antioxidants, *JAOCs*, **70**: 483 (1993).
- 최웅, 신동화, 장영상, 신재익: 식용유지에 대한 붉나무 추출물의 항산화효과, *한국식품과학회지*, **24**: 320 (1992).
- 임대관, 최웅, 신동화, 정용섭: Propolis 추출물의 유지산화 억제효과 비교, *한국식품과학회지*, **26**: 622 (1994).
- 임대관, 최웅, 신동화: 소복 추출물의 항산화효과, *한국식품과학회지*, **28**(1): 77 (1996).
- 박재환, 강규찬, 백상용, 이운형, 이규순: 식용 해조류에서 항산화물질의 분리, *한국식품과학회지*, **23**: 256 (1991).
- 조순영, 유병진, 장미화, 이수정, 성낙주, 이응호: 수산미이용 자원중에 존재하는 항산화물질의 검색, *한국식품과학회지*, **26**: 417 (1994).
- 이선우: 한국본초학, 영구문화사, 264-265 (1981).
- 박인현, 이상래, 정태현: 신판 약초식물재배, 선진문화사, 150 (1985).
- 이상인: 본초학, 수서원, 172 (1981).
- Toda, S., Kimura, M., et al: *Shoyakugaku Zasshi*, **42**(2): 156 (1988).
- 이춘영, 김우정: 천연향신료와 식용색소, 향문사, 95 (1987).
- 양희천, 이종문, 송기방: *한국농화학회지*, **25**(1): 35 (1982).
- Nakajima, K., Taguchi, H. and Ikega, Y.: *Yukugaku Zasshi*, **103**(7): 743 (1983).
- 이정숙, 이미경, 이성우: 오미자의 부위별 일반성분과 무기질함량에 관한 연구, *한국식문화학회*, **4**(2): 173 (1989).
- 이정숙, 이성우: 오미자의 부위별 총아미노산과 유리아미노산 조성에 관한 연구, *한국식문화학회*, **4**(2): 181 (1989).
- 이정숙, 이성우: 오미자의 부위에 따른 지방산조성과 항산화 활성에 관한 연구, **6**(2): 147 (1991).
- 김현구, 김영언, 도정룡, 이영철, 이부용: 국내산 생약 추출물의 항산화 효과 및 생리활성, *한국식품과학회지*, **27**(1): 80 (1995).
- Su, J., T. Osawa, S. Kawakishi, S. and M. Namiki: Antioxidative flavonoids isolated from *osbeckia chinensis* L., *Agric. Bio. Chem.*, **51**: 2801 (1987).
- AOCS: Official and Tentative Method of the American Oil Chemists Society, 2nd ed. method Cd 8-53, *Amer. Oil Chem. Soc.*, Chicago (1964).
- 일본유지화학협회: 標準油脂分析試驗法, 2.4.1-83 (1994).
- 최웅, 신동화, 장영상, 신재익: 식물성 천연 항산화물질의 검색과 그 항산화력 비교, *한국식품과학회지*, **24**(2): 142 (1992).
- Jung, M.Y. and Min, D.B.: Effects of alpha, gamma and delta tocopherols on oxidative stability of soybean oil, *J. Food Sci.*, **55**: 1464 (1990).
- Tae S. Hahm, Denise L. King and David B. Min: Food Antioxidants, *Foods & Biotechnol.* **5** (1993).
- Cillard, J. and Cillard, P.: Behavior of alpha, gamma and delta tocopherols with linoleic acid in aqueous media, *JAOCs*, **57**: 39 (1980).

(1996년 7월 6일 접수)