

냉이(*Capsella bursa-pastoris*) 에탄올 추출물의 유리라디칼 소거 및 항산화 활성

홍정일 · 나경수* · 양한철**

고려대학교 식품공학과, *대구공업전문대학 식품영양과

**고려대학교 생물공학연구소

Free Radical Scavenging and Antioxidative Activities by Ethanol Extract from *Capsella bursa-pastoris*

Jeong-II Hong, Kyung-Soo Ra*, Han-Chul Yang**

Dept. of Food Tech., Korea Univ., Seoul 136-705, Korea

*Dept. of Food Nutrition, Taegu Technical Junior College, Taegu 704-305, Korea

**Institute of Biotechnology, Korea Univ., Seoul 136-705, Korea

Abstract

Screening was performed on edible natural sources to examine superoxide radical scavenging activities by using the method of superoxide dismutase assay. Among 47 kinds of samples, the extract of *Capsella bursa-pastoris* showed a potent superoxide radical scavenging activity of 11.6 unit /mg solid and was selected for further studies. In order to select optimal extraction solvent system, *Capsella bursa-pastoris* was extracted with various solvents and the electron donating abilities and inhibitory effects on lipid peroxidation of linoleic acid were measured. Among them, the ethanol extract of *Capsella bursa-pastoris* possessed the highest level of activities. The ethanol extract of *Capsella bursa-pastoris* was found to have an inhibitory effect on autoxidation of soybean oil at 50°C from peroxide value, conjugated diene value and refractive index. In the soybean oil containing 0.2 % of ethanol extract, induction period was increased 2 times in comparison with control.

Key words : *Capsella bursa-pastoris*, superoxide radical, ethanol extract

서 론

항산화제는 식품의 자동산화 방지, 특히 식품의 안전성에 영향을 미치는 중요한 요인의 하나인 유지산패¹⁾의 억제 측면에서 오래 전부터 연구가 진행되어 왔다. 항산화제는 각종 유리라디칼 또는 유지의 peroxy radical에 수소나 전자의 공여체로 작용하여 비라디칼 화합물로 상쇄시킴으로써 산패를 억제하는 라디칼 소거제(radical scavenger)가 대표적²⁾이며 그 외에 기능상 금속 제거제, 과산화물 분해제와 상승제(synergist)등으로 나눌 수 있다³⁾. 또한 천연 항산화제와 합

성 항산화제로 대별되는데 현재 합성 항산화제로 butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT), tertiary butylhydroquinone (T-BHQ), propyl gallate (PG) 등과 같은 페놀계 화합물이 주로 사용되고 있다. 그러나 합성 항산화제는 대부분 인체독성을 가진다고 보고되어 있어 사용규제를 받고 있고⁴⁾, 가장 많이 사용되는 BHT, BHA는 50mg /kg /day 이상을 섭취할 경우 생체 효소 및 지방의 변화로 암을 비롯한 여러가지 질병이 유발될 수 있다고 보고되었다⁵⁾.

최근 각종 한약재, 동식물성 식품재료 등의 천연물로부터 인체에 무해한 항산화성 물질을 탐색하는 연구

가 활발히 진행되고 있으며 국내에서도 다양한 소재로부터 항산화 활성에 대한 검색⁶⁾ 및 인삼⁷⁾, 해조류⁸⁾, 더덕⁸⁾, 칩뿌리⁹⁾, 산사 및 가자¹⁰⁾, 마늘¹¹⁾, 불나무¹²⁾ 등의 항산화 효과가 보고되어 있다. 대표적인 천연 항산화 물질로 보고된 것으로는 ascorbic acid, tocopherols과 같은 비타민류, caffeic acid, chlorogenic acid, ferulic acid와 같은 페놀산 류, catechine과 같은 tannin류¹³⁾, quercetin, kampferol과 같은 flavonoid류¹⁴⁾, carotenoid류, Maillard 반응의 반응 생성물¹⁵⁾ 등이 있으며, 그밖에 peptide¹⁶⁾나 단백질, alkaloid류, phospholipid와 같은 물질에서도 이러한 효과를 볼 수 있다¹⁷⁾.

본 실험에서는 superoxide dismutase assay상에서 superoxide radical의 소거능을 보인 식품 재료 중 유의할 만한 효과를 나타낸 냉이(*Capsella bursa-pastoris*)를 선정하여 항산화 활성 및 유리라디칼 소거능을 검색하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 재료

냉이를 비롯한 식품 재료는 보문 시장 및 경동 시장에서 구입하여 수세 후 동결건조하여 유리 라디칼 소거활성 측정의 검색 시료로 사용하였다.

2) 시약

실험에 사용한 추출 및 기타 용매는 특급시약을 사용하였고, cytochrome c (from horse heart M.W. 12384), capillary GC용 99% linoleic acid (*cis*-9, *cis*-12-octadecadienoic acid), 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH), xanthine oxidase(from milk, Grade IV) 및 2-thiobarbituric acid는 Sigma 사 제품을 사용하였다.

3) 검색시료의 제조

동결 건조한 식품재료를 각 0.05~0.1 g씩 취하여 pH 7.5, 50 mM phosphate buffer를 20 ml 가하여 상온에서 1시간 진탕 추출하였다. 이를 8,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 취하고 잔사는 다시

위와 동일한 방법으로 추출조작을 반복하였다. 각각 추출액을 합하여 여과한 후 40 ml로 정용하여 활성 측정에 사용하였다.

2. Superoxide anion radical 소거 활성 측정

Superoxide anion radical 소거 활성의 측정은 xanthine /xanthine oxidase를 이용한 superoxide dismutase 활성 측정법을 이용하였다¹⁸⁾ 50 mM, pH 7.5, phosphate buffer, EDTA, cytochrome c, xanthine이 혼합된 반응액 중에 일정량의 추출액을 섞은 후 xanthine oxidase 희석액 20 μ l를 가하여 반응을 개시하였다. 반응개시 후 60초간의 흡광도 변화를 550 nm (UVICON - 930 spectrophotometer)에서 측정하였다. 추출액의 첨가량을 다르게 하여 5~10회 측정하고 각각에 대해서 550 nm에서 cytochrome c의 환원이 억제되는 비율로써 검량선을 작성하였다. 반응액의 총 volume은 1 ml이 되게 하였고 반응액 중 함유물의 최종농도는 각각 phosphate buffer 8.70×10^{-1} mM, EDTA 1.74×10^{-3} mM, cytochrome c 1.74×10^{-3} mM, xanthine 3.48×10^{-2} mM이 되게 하였다. 한편 xanthine oxidase는 550 nm에서의 분당 흡광도 변화가 약 0.02 가량 되도록 2.3 M $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 용액으로 희석하여 첨가하였다. 활성은 cytochrome c의 환원을 50% 저해할 때의 물질 첨가량을 IC_{50} 으로 나타내었으며 이때를 1 unit로 하여 건조중량 1 mg당 SOD unit로 표시하였다.

3. 냉이의 항산화 성분 추출

냉이 건조시료에 10배량의 증류수 및 에탄올, 메탄올, 아세톤, 부탄올, 에테르, 에틸 아세테이트를 가하고 80°C에서 1시간 환류 추출하여 농축 건조한 후, 용매별 항산화 활성 및 수소 공여능, 과산화지질 형성 억제능을 측정하였다. 이중 가장 높은 활성을 나타낸 에탄올을 추출용매로 선정하였다.

4. 수소공여능 측정

수소공여능 측정은 Blis의 방법¹⁹⁾에 준하여 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH)을 이용하여 측정하였다. 즉 DPPH 20 mg을 에탄올 150 ml에 녹여 DPPH 용액을 만든 후 이 용액 0.5 ml에 각각 1

mg/ml의 농도로 제조한 시료용액을 0.2 ml 또는 0.5 ml 가하고 즉시 5초간 진탕 후 517 nm에서 30분 동안의 흡광도 감소를 측정하였다.

5. 과산화지질 형성 억제능 검토

과산화지질 형성 억제능은 기질로 linoleic acid를 이용하여 측정하였다. 0.8% sodium lauryl sulfate 용액에 0.1%가 되도록 linoleic acid를 첨가하여 반응 기질로 사용하였다. 기질용액에 시료를 일정량 첨가한 후 test tube상에서 조사거리를 30 cm로 하여 UV light(30W)를 60분, 120분 조사하였다. 이 반응액을 1 ml 취한 후 20% 초산과 0.8% TBA 용액을 각각 1 ml씩 가하고 20분간 100°C에서 가열하였다. 냉각후 1 ml 증류수와 n-BuOH:pyridine (15:1)용액을 4 ml 가하고 진탕하여 원심분리한 후 n-BuOH층의 흡광도를 532 nm에서 측정하였다.

6. 항산화 활성 측정

1) 시료유의 조성 및 저장

냉이의 항산화 활성을 검사하기 위하여 대두유를 10 g씩 동일 규격의 용기에 넣어 첨가물의 함량을 0.05, 0.2, 0.4%로 하여 50°C의 항온조에 저장, 4일 간격으로 시료를 채취하여 물리화학적 성질을 측정하였다. 시료의 첨가는 냉이 에탄올 추출물 1 g을 10 ml의 에탄올에 녹인 후 이를 유지 100 g당 각각 0.5 ml, 2 ml, 4 ml을 첨가하여 0.05, 0.2, 0.4% (w/w)가 되게 하였다. 이후 대조구와 0.05, 0.2%의 시료농도에 에탄올을 첨가하여 최종량이 유지 100 g당 4 ml이 되게 한 후 균일하게 현탁시키고 이를 동일 규격의 용기에 약 10 g씩 분주하여 저장하였다. 비교군으로 BHT를 0.2%가 되도록 동일한 방법으로 첨가하였다.

2) 유도기간 및 상대적 항산화 효과의 산출

냉이 에탄올 추출물의 항산화 효과를 비교하기 위하여 상대적 항산화 효과를 산출하였다. 대조구와 BHT, 냉이 에탄올 추출물이 포함된 대두유 기질의 과산화물가가 60 meq/kg oil에 도달될 때까지의 소요기간을 유도기간으로 설정하였고, 대조구의 유도기간에 대한 각 물질 첨가 대두유 기질의 유도기간으로부터 상대적 항산화 효과 (relative antioxidant effectiveness,

RAE)를 산출하였다²⁰⁾.

$$RAE(\%) = \frac{\text{항산화물질 첨가 대두유의 유도기간}}{\text{대조구의 유도기간}} \times 100$$

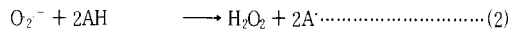
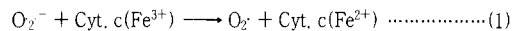
7. 기타 측정 방법

냉이의 각 용매 추출물의 총 페놀 물질량은 Folin-Denis의 방법을 변형하여 측정하였으며²¹⁾, 냉이 에탄올 추출물의 과산화물가²²⁾, CDNV(conjugated diene value)²³⁾, 굴절율(refractive index)은 A. O. C. S 방법에 따라 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 식품 재료로부터 유리 라디칼 소거능의 검토

47종의 식품재료로부터 superoxide dismutase 활성 측정법을 이용하여 유리 라디칼 특히 superoxide anion radical에 대한 소거능을 조사하였다. 이 반응계에 SOD나 기타 superoxide anion radical을 소거할 수 있는 물질이 존재할 경우 cytochrome c의 환원이 저해되고²⁴⁾ 그 저해정도를 측정함으로써 매우 민감하게 유리라디칼 소거능을 검토할 수 있다. Superoxide anion radical은 (1)과 같이 cytochrome c를 환원시키는 환원제로 작용할 수 있지만, 산화제로서도 작용할 수 있다²⁵⁾. 따라서 superoxide anion radical에 대한 소거활성을 가진 물질들은 (2)와 같은 반응을 통해 일반적인 유리 라디칼 소거에 의해 항산화 활성을 갖는 물질들과 동일한 양상을 나타내리라고 예상된다.



검색결과 가장 높은 활성을 나타낸 녹차는 vitamin C와 같은 수용성 물질과 polyphenol류들이 다량 함유되어 있고, 항산화 활성을 나타내는 물질들로 (-)-epigallo - catechin, (-)-epicatechin, (-)-epicatechin gallate, (-)-epigallo - catechin gallate, (+)-catechin등이 상세하게 보고되어 있다^{26, 27)}. 맥아는 발아가 진행됨에 따라 그 활성이 증가하는 현상을 나타내었으며 냉이(*Capsella bursa-pastoris*)가 11.

Table 1. Screening of radical scavenging activity in natural sources by the method of superoxide dismutase assay

Material	Scientific name	Unit /mg solid	IC ₅₀ (mg)
강낭콩	<i>Solanum tuberosum</i>	1.050	0.952
갯	<i>Brassica juncea</i>	9.150	0.109
부추	<i>Allium odorum</i>	2.900	0.345
달래	<i>Allium monanthum</i>	1.500	0.667
근대	<i>Beta vulgaris</i>	—	—
대파	<i>Allium fistulosum</i>	—	—
도라지	<i>Platycodon grandiflorum</i>	0.730	1.370
쑥갓	<i>Chrysanthemum</i> spp.	—	—
오이	<i>Cucumis sativus</i>	1.500	0.667
상치	<i>Loctuca sativa</i>	—	—
마늘	<i>Allium sativum</i>	0.800	1.250
아욱	<i>Malvaceae</i>	—	—
갯잎	<i>Perilla frutescens</i>	—	—
시금치	<i>Spinaoia oleracea</i>	4.500	0.222
풋고추	<i>Capsicum annum</i>	1.800	0.556
파슬리	<i>Petroselinum sativum</i>	4.288	0.233
콩나물	<i>Glycine max</i>	4.500	0.222
소맥배아	<i>Triticum aestivum</i>	—	—
메밀	<i>Fagopyrum esculentum</i>	—	—
현미	<i>Oryza sativa</i>	0.399	2.506
맥아(24hr발아)	<i>Hordeum vulgare</i>	0.408	2.451
(48hr발아)		0.906	1.104
(72hr발아)		1.556	0.642
(96hr발아)		2.291	0.436
(120hr발아)		2.879	0.347
화분	1.120	0.893	
울무	<i>Coix lacrymajob</i>	—	—
알로에	<i>Aloe arborescens</i>	—	—
매실	<i>Prunus mume</i>	4.200	0.238
다시마	<i>Laminaria japonica</i>	0.723	1.383
녹차(1번차)	<i>Camellia sinensis</i>	300.00	0.0033
(2번차)		250.80	0.0040
(3번차)		180.20	0.0055
(4번차)		64.00	0.0156
돌나물	<i>Sedum makinoimento</i>	4.458	0.224
취나물	<i>Purperaria thunbergiana</i>	0.389	2.571
태양초		2.917	0.343
씀바귀	<i>Ixeris dentata</i>	1.708	0.585
귤피	<i>Citrus reticulata</i>	2.340	0.427
돌미나리	<i>Oenanthe javanica</i>	0.247	4.049
명일엽		6.088	0.164
표고	<i>Lertinus edodes</i>	4.750	0.211
운지	<i>Coriolus versicolor</i>	0.396	2.525

Table 1. Continued

목 이	<i>Auricularia auricularica</i>	-	-
노 타 리	<i>Pleroxus ostreatus</i>	8.849	0.113
양 송 이	<i>Agricus bisporus</i>	1.463	0.684
냉 이	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	11.60	0.086

(-) not detected

60U, 잿이 9.15U로서 다른 식품재료에 비해 높은 활성을 가져 이후의 실험재료로 냉이를 선정하였다 (Table 1).

2. 냉이의 추출 용매에 따른 항산화 및 유리 라디칼 소거 활성

1) 추출 용매별 특성

냉이의 phosphate buffer 추출물은 SOD활성 측정법에 의해 superoxide anion radical에 대해 높은 소거활성을 나타내었는데, 다른 여러 유기용매로 추출시의 효과를 추가 검토하기 위하여 냉이를 용매를 달리 하여 추출물을 제조하고 각각의 특성과 활성을 검토하였다.

추출물의 특성을 비교해 볼 때 항산화성 물질인 phenol, aromatic amine, 단백질 등의 흡수가 일어나는 285 nm에서의 흡광도는²⁸⁾ 에틸 아세테이트, 부탄올, 에탄올 추출물에서 높았고 추출물의 폐놀성분 함량은 아세톤 및 에틸 아세테이트 추출물의 경우에 높은 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. Properties of various solvent extracts from *Capsella bursa-pastoris*

Solvents	Solid yield(%)	Phenol content (%)	Abs. 285 nm
H ₂ O (cool)	40.51	1.690	0.805
H ₂ O (hot)	43.19	1.210	0.630
Ethyl ether	5.35	0.986	2.015
Acetone	5.91	4.054	2.575
95% EtOH	17.25	2.053	3.026
95% MtOH	20.78	2.036	1.938
Ethyl acetate	3.52	4.261	4.290
BuOH	6.59	2.888	3.720

2) 수소공여능 및 과산화지질 형성 억제능 검토

냉이의 수소공여능 및 과산화지질형성 억제능을 DPPH(1,1-diphenyl 2-picryl hydrazyl)에 대한 환원능과 자외선 조사에 대한 linoleic acid의 TBA 반응 물질 생성량으로 측정하였다. 냉이의 열수 및 냉수의 물 추출물보다 에탄올, 메탄올 및 부탄올 등의 극성 용매에서 높은 수소공여능 및 과산화 지질 형성 억제능을 보였으나, 에틸 아세테이트, 아세톤, 에테르 등의 중간 극성 용매에서는 낮은 활성을 나타내었다. 특히 에탄올 추출물의 경우에 수소공여능 및 자외선 조사시의 과산화지질 형성 억제능에서 모두 높은 활성을 나타내었으므로 추출 용매를 에탄올로 선정하였다 (Table 3, 4).

Table 3. Electron donating abilities of various solvent extracts from *Capsella bursa-pastoris*

Solvents	Decrease at 0.02 %*	517 nm 0.05 %**
H ₂ O (cold)	0.317	0.482
H ₂ O (hot)	0.284	0.520
Ethyl acetate	0.152	0.326
Acetone	0.093	0.240
BuOH	0.390	0.729
Ethyl ether	0.087	0.269
95% EtOH	0.506	0.846
95% MtOH	0.297	0.763

reaction mixture * 0.5 ml DPPH soln. + 0.2 ml sample soln. + 0.3 ml EtOH, ** 0.5 ml DPPH soln. + 0.5 ml sample soln.

sample soln. 1mg sample /ml EtOH

3. 냉이 에탄올 추출물의 항산화 활성

냉이 에탄올 추출물의 대두유 기질에 대한 항산화 효과로 과산화물가, conjugated diene value, 굴절

Table 4. Inhibitory effects on lipid peroxidation of various solvent extracts from *Capsella bursa-pastoris*

Solvents	Contents (%)	Abs. at 532 nm	
		60min	90min
95% EtOH	0.0125	0.585	0.787
95% MtOH	0.0125	0.584	0.833
Ethyl ether	0.0125	0.685	0.800
BuOH	0.0125	0.680	0.835
Ethyl acetate	0.0125	0.670	0.876
Acetone	0.0125	0.842	1.018
BHT	0.0125	0.219	0.224
Control		1.301	1.732

율을 측정하였다. 유지의 산화과정을 통하여 형성되는 과산화물의 양을 측정된 결과, 합성 항산화제인 BHT에는 미치지 못하지만 냉이 에탄올 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 유도기간이 연장되는 뚜렷한 항산화 효과를 나타내었으며, 추출물 0.2% 첨가는 무첨가에 비

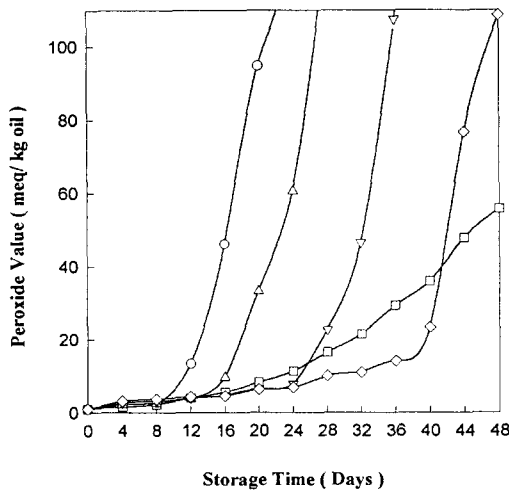


Fig. 1. Changes of the peroxide value of the soybean oil containing EtOH extracts from *Capsella bursa-pastoris* and BHT at 50°C.

○ Control, □ BHT 0.2%, △ extract 0.05%
 ▽ extract 0.2%, ◇ extract 0.4%

Table 5. Induction periods and relative antioxidant effectiveness (RAE) of control and the soybean oil containing BHT or *Capsella bursa-pastoris* EtOH extracts

	Conc. (%)	Induction period	RAE
Control	—	17.22	1.00
BHT	0.2	49.10	2.85
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0.05	23.91	1.39
	0.2	32.88	1.91
	0.4	42.75	2.48

해 유도기간이 약 2배 증가하였다(Fig. 1, Table 5).

또한 conjugated diene value와 굴절율의 변화에 있어서도 과산화물가의 변화와 유사하게 냉이 에탄올 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 유지의 산패가 억제되는 결과를 나타내었다(Fig. 2, 3). 이상의 결과로부터 냉이의 에탄올 추출물이 비교적 높은 유리라디칼 소거능 및 항산화 활성을 가지는 것으로 사료되어 추

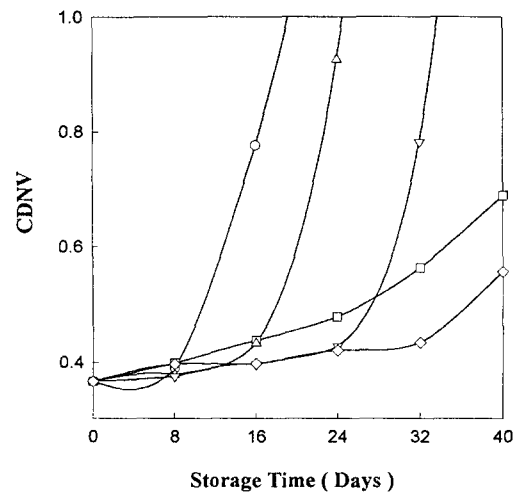


Fig. 2. Changes of the Conjugated diene value of the soybean oil containing EtOH extracts from *Capsella bursa-pastoris* and BHT at 50°C.

○ Control, □ BHT 0.2%, △ extract 0.05%
 ▽ extract 0.2%, ◇ extract 0.4%

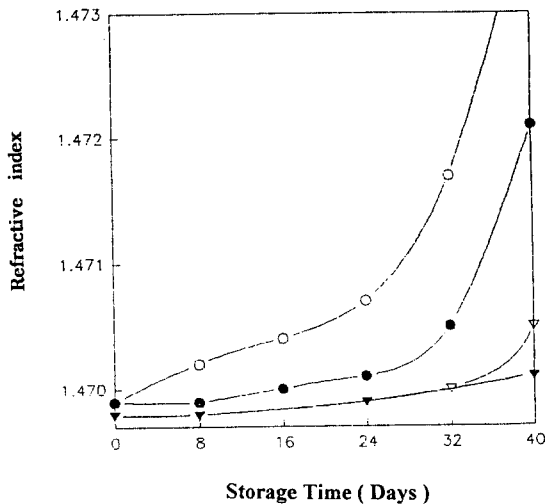


Fig. 3. Changes of refractive index of the soybean oil containing EtOH extracts form *Capsella bursa-pastoris* and BHT at 50°C.

○ Control, ● extract 0.05%
▽ extract 0.2%, ▼ extract 0.4%

후 냉이 에탄올 추출물의 분획 및 상제한 항산화 활성의 기작에 대해 연구 중이다.

요 약

천연 식품재료를 대상으로 superoxide dismutase 활성 측정법을 이용 superoxide radical 소거능에 대하여 검색하였다. 총 47종의 시료중 냉이 buffer 추출물이 11.6 unit/mg solid의 비교적 높은 활성을 나타내었으므로 이후 실험의 대상시료로 선정하였다. 냉이의 최적 추출용매를 선정하기 위하여 각종 용매로 추출한 후 수소공여능 및 linoleic acid에 대한 과산화지질 형성 억제능을 조사한 결과 에탄올 추출물에서 가장 높은 활성을 보였다.

냉이 에탄올 추출물은 50°C에서의 대두유 자동산화에 대해 항산화 활성을 나타내었으며, 에탄올 추출물 0.2% 첨가시 대조구에 비해 유효기간이 약 2배 증가하는 효과를 나타내었다.

참고문헌

1. Frankel, E. N. : Lipid oxidation : mechanisms, products and biological significance, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **61**, 1908 (1984)
2. Hahm, T. S., King, D. L., Min, D. B. : Food Antioxidants, *Food and Biotechnology*, **2**, 1 (1993)
3. 박재한, 강규찬, 백상봉, 이윤형, 이규순 : 식용 해조류에서 항산화 활성 물질의 분리, *한국식품과학회지*, **23**, 256 (1991)
4. Ariga, T., Koshiyama, I., Fukushima, D. : Antioxidative properties of procyanidins B-1 and B-3 from Azuki Beans in aqueous systems, *Agric. Biol. Chem.*, **52**, 2717 (1988)
5. Branen, A. L. : Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **52**, 59 (1975)
6. 최웅, 신동화, 장영상, 신재익 : 식물성 천연 항산화 물질의 검색과 그 항산화력 비교, *한국식품과학회지*, **24**, 142 (1992)
7. 위재준 : 인삼의 항산화 및 조혈활성 분획성분의 분리 및 동정, 서울대학교 박사 학위논문 (1989)
8. 맹영신, 박혜경 : 더덕 에탄올 추출물의 항산화 효과, *한국식품과학회지*, **23**, 311 (1991)
9. 오만진, 이가순, 손화영, 김성렬 : 칩뿌리의 항산화 성분, *한국식품과학회지*, **22**, 793 (1990)
10. 김정숙, 이기동, 권중호, 윤형식 : 산사 및 가자 에테르 추출물의 항산화 효과, *한국농화학회지*, **36**, 203 (1993)
11. 전희정, 이성우 : 마늘 성분의 산화방지 작용에 관한 연구, *대한가정학회지*, **24**, 43 (1986)
12. 장영상, 최웅, 신동화, 신재익 : 항산화 효과가 있는 붉나무 추출물의 몇가지 synergist 첨가 효과, *한국식품과학회지*, **24**, 149 (1992)
13. Hatano, T., Edamatsu, R., Hiramatsu, M.,

- Fujita, Y., Yosuhara, T., Yoshida, T., Okuda, T. : Effects of the interaction of tannins with co-existing substance. VI., *Chem. Pharm. Bull.*, **37**, 2016 (1989)
14. Bros, W., Saran M. : Radical scavenging by flavonoid antioxidants, *Free Rad. Res. Comm.* **2**, 289 (1987)
15. Kawashima, K., Itoh, H., Chibata, I. : Antioxidant effect of peptide in combination with sugar on autoxidation of edible oils, *Agric. Biol. Chem.*, **45**, 987 (1981)
16. Decker, E. A., Faraji, H. : Inhibition of lipid oxidation by carnosine, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **67**, 650 (1990)
17. Larson, R. A. : The Antioxidants of Higher Plants, *Phytochemistry*, **27**, 969 (1988)
- 18 McCord, J. M., Fridovich, I. : Superoxide dismutase, *J. Biol. Chem.* **244**, 6049 (1969)
19. Blios, M. S. : Antioxidant determination by the use of a stable free radical, *Nature*, **181**, 1199, (1958)
20. Maeng, Y. S., Kim, D. H. : Antioxidant activity of ethanol extracts from a Maillard browning mixture and some antioxidants in soybean oil and soybean oil-water emulsion systems. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **13**, 273 (1981)
21. Salunkhe, D. K., Chavan, J. K., Kadam, S. S. : Dietary tannins: Consequences and Remedies, CRC Press, pp. 84-87, (1989)
22. A. O. C. S : "AOCS Official and Tentative Method", 2nd ed., *Am. Oil Chem. Soc.*, Chicago ; method Cd 8 - 53, (1964)
23. A. O. C. S : "Official Method and Analysis", 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., p. 440, (1980)
24. McCord, J. M., Fridovich, I. : The reduction of cytochrome c by milk xanthine oxidase, *J. Biol. Chem.*, **243**, 5753 (1968)
25. Fridovich, I. : Superoxide dismutase, *Adv. in Enzymol.* **41**, pp. 37-44, (1974)
26. 부용출, 전체옥 : 녹차와 목단피의 항산화 성분, *한국농화학회지*, **36**, 326 (1993)
27. Ho, C. T., Chen, Q., Shi, H., Zhang, K. Q., Roren, R. T. : Antioxidative effect of polyphenol extract prepared from various chinese tea, *Preventive medicine*, **21**, 520 (1992)
28. 김나미, 성현순, 김우정 : 용매와 추출조건이 계피 추출액의 항산화성에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, **25**, 204 (1993)

(1994년 7월 1일 수리)