

더덕 에탄올추출물의 항산화효과

맹영선 · 박혜경

한림대학교 한국영양연구소

Antioxidant Activity of Ethanol Extract from *Dōdōk*(*Codonopsis lanceolata*)

Young-Sun Maeng and Hye-Kyung Park

Korea Nutrition Institute, Hallym University

Abstract

This study was carried out to investigate the antioxidant activity of the ethanol extract from *dōdōk* compared with that from ginseng. The peroxide values and thiobarbituric acid values were examined in order to estimate the antioxidant activity of the extract in soybean oil and lard. The antioxidant activity of the extract in soybean oil increased in the order of BHA < wild *dōdōk* cold extract (WDCE) < wild *dōdōk* reflux extract (WDRE) < ginseng cold extract (GSCE) < ginseng reflux extract (GSRE) < cultivated *dōdōk* cold extract (CDCE) < cultivated *dōdōk* reflux extract (CDRE) < TBHQ, while those in lard, in the order of BHA < WDCE < WDRE < GSCE < CDCE < GSRE < CDRE < TBHQ. From these results, ethanol extract from *dōdōk* showed significantly stronger antioxidant activity than that from ginseng.

Key words: *dōdōk*(*Codonopsis lanceolata*), ethanol extract, antioxidant activity

서 론

더덕(沙蔘, *Codonopsis lanceolata* Benth. et Hook.)⁽¹⁾은 한국, 중국 및 일본의 산간지방에서 야생하는 다년생 초본으로서 도라지와 함께 일반식용으로 널리 이용되고 있는 산채식품이다. 더덕은 기호품으로도 상당한 호평을 받는 식품일 뿐 아니라 鎮咳, 祛痰 등의 약효가 있다고 古來로부터 식이요법이 전해지며⁽²⁾, 血積, 驚氣, 頭痛, 惡瘡, 白帶, 身痒, 滋潤 및 消炎藥으로 또는 인삼의 대용약으로 쓰여오고 있다⁽³⁾.

인삼에 대해서는 각종 생화학적 및 약리학적 작용 뿐 아니라 항산화작용을 갖는 물질에 관해 보고되었으며⁽⁴⁻⁷⁾, 백 등⁽⁸⁾은 인삼의 각종 용매추출물의 항산화성 물질의 존재와 항산화정도를 검토한 결과 항산화성 물질들을 확인하였다. 한편, 더덕의 성분에 관해서는 일종의 saponin이 존재한다는 것이 확인되었으며^(9,10), 이^(11,12)는 더덕의 알코올추출물 중 Ehlich's reagent 양성물질들이 다량 함유되어 있으며, 이러한 물질들은 약용으로 쓰이는 蓼종류 등에 특히 많다고 보고한 바 있다. 정과 나⁽¹³⁾는 더덕으로부터 terpenoid 성분들을 분리, 동정한 결과 squalene의 cyclic product인 cycloartenol임을 밝혀 보고하였고, 이⁽¹⁴⁾는 한국산 더덕 중의 glucoside를 분리하고, 그 aglycone을 동정하였다. 그러나 더덕의 항산화성 물질에 대해서는 연구 보고된 바 없다.

따라서 본 실험에서는 더덕 중에서 항산화성 물질의 존재 유무를 확인하기 위하여 먼저 더덕 에탄올추출물의 항산화효과를 *in vitro* 상태에서 측정하였기에 이에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재료

재배더덕은 강원도 홍천 및 화천지역에서 1989년 10월에 채취한 것을, 산더덕은 강원도 강촌 봉화산에서 1989년 10월에 채취한 것을 시료로 사용하였으며, 비교군으로서 인삼은 강원도 횡성군 둔내에서 재배된 6년근 수삼으로 1989년 10월에 채취한 것을 사용하였다. 구입한 더덕과 인삼은 선별 후 깨끗이 세정하여 물기를 제거한 다음 표피를 벗기고 1 cm 정도로 세절하여 동결건조기(Labconco Co., USA)를 사용하여 동결건조하였다. 건조된 시료는 마쇄하여 유리병에 넣고 밀봉한 후 냉장고(4℃)에 보존하면서 시료로 사용하였다.

더덕 및 인삼의 에탄올추출

인삼, 산더덕 및 재배더덕의 가온추출은 다음과 같이 행하였다. 건조된 시료 30g을 플라스크에 취하여 300 ml의 에탄올을 가한 후, 80℃에서 2시간 동안 reflux하여 냉각시킨 후 여과하고, 잔사에 다시 300 ml의 에탄올을 넣고 추출을 반복하여 여과한 후 여과액을 10 ml로 감압농축하여 시료로 사용하였다. 인삼, 산더덕 및 재배더덕의 가온추출물은 각각 GSRE(ginseng reflux extract), WDRE(wild *dōdōk* reflux extract) 및 CDRE(cultivated

Corresponding author: Young-Sun Maeng, Korea Nutrition Institute, Hallym University, Chunchon, Kangwondo 200-702, Korea

dōdōk reflux extract)로 약칭하였다.

한편 인삼, 산더덕 및 재배더덕의 상온추출은 다음과 같이 행하였다. 건조된 시료 30g을 플라스크에 취하여 에탄올 300 ml을 가한 후 25°C에서 125 rpm으로 교반시키면서 24시간 동안 추출하였다. 추출한 시료는 냉장 방치하여 상등액을 여과하고 잔사에 300 ml의 에탄올을 가하여 추출을 반복한 후 다시 여과하여 이들 여과액을 모아 10 ml로 감압농축하여 시료로 사용하였다. 상온추출한 인삼, 산더덕 및 재배더덕의 에탄올추출물은 각각 GSCE(ginseng cold extract), WDCE(wild *dōdōk* cold extract) 및 CDCE(cultivated *dōdōk* cold extract)로 약칭하였다.

에탄올추출물의 수소공여능 측정

더덕 및 인삼의 에탄올추출물의 수소공여능(hydrogen donating ability, HDA)을 DPPH(1,1-diphenyl-1-picrylhydrazyl)의 환원성을 이용하여 516 nm에서 UV/Vis-spectrophotometer(Beckman DU-65, USA)로 측정하였다^(15,16). 즉, 에탄올추출물 3 ml와 DPPH 용액(5.0×10^{-5} M) 3 ml를 시험관에서 5초 동안 vortex mixer로 섞어준 후 대조군에 대한 흡광도의 감소비율로서 수소공여능을 나타내었다.

에탄올추출물의 항산화효과 측정

본 연구에서는 대두유(동방유량주식회사)와 돈지(롯데삼강주식회사)를 기질로서 사용하였다. 각 유지는 Erickson 등의 방법⁽¹⁷⁾으로 실험실내에서 탈취공정을 거쳐 잔존하는 휘발성물질들을 제거한 후 사용하였다. 실험 직전에 측정된 각 유지의 물리, 화학적 특성은 Table 1과 같았다. 과산화물가는 AOCS 방법 Cd 8-53⁽¹⁸⁾으로 측정하여 meq/kg oil로 나타내었으며, TBA는 Sidwell의 방법⁽¹⁹⁾으로 측정하였다. 요오드가는 AOCS-Wijs 방법 Cd 1-25⁽²⁰⁾로 측정하였고, 검화가는 AOAC 방법⁽²¹⁾으로 측정하였다. 산가는 Pearson의 방법⁽²²⁾으로 측정하여 % oleic acid로 나타내었으며, 공액이중산가는 AOCS 방법 Ti la-64⁽²³⁾로 측정하였다.

에탄올추출물의 항산화효과를 측정하기 위하여 다음과 같이 기질을 조제하였다. 즉, 500 ml의 비이커에 각 유지를 120g씩 담은 후 10 ml의 더덕 및 인삼의 에탄올추출물을 각각 첨가한 후 30분간 혼합하였다. 한편, 비교군으로서 200 ppm 농도의 BHA(Sigma Chemical Co., USA)와 TBHQ(Eastman Kodak Co., USA)를 사용하였으며, 대조군은 에탄올 10 ml만 가하여 조제하였다. 조제된 시료는 즉시 50 ml 비이커에 12g씩 나누어 담았으며, 이 때 specific surface는 1.05 cm²/g oil이었다. 모든 시료는 45°C로 조절된 항온기에서 산화를 진행시키면서 일정 시간간격으로 시료를 채취하여 과산화물가⁽¹⁸⁾와 TBA가⁽¹⁹⁾를 측정함으로써 산화정도를 측정하였으며, 그 변화폭으로부터 항산화효과를 비교하였다.

Table 1. Some chemical characteristics of the soybean oil and lard used in this study

Values	Soybean oil	Lard
Peroxide value	0.3	0.6
TBA value	0.03	0.05
Iodine value	131.5	63.4
Saponification value	186.9	190.6
Acid value	0.06	0.11
Conjugated dienoic acid value	0.37	0.29

또한, 각 시료의 과산화물가가 20 meq/kg oil에 도달하는 시간(days)을 유도기간(IP, induction period)으로 하여, 이들 유도기간으로부터 RAE(relative antioxidant effectiveness)를 다음과 같은 식으로 산출하였다.

$$RAE = \frac{IP \text{ of antioxidant added substrates}}{IP \text{ of the control}} \times 100$$

결과 및 고찰

추출물의 수율과 특성

산더덕, 재배더덕 및 인삼의 에탄올추출물의 수율과 특성은 Table 2와 같았다. 가열추출한 경우에는 추출물의 수율이 높고 갈변반응이 일어나 색이 짙으며 침전물이 많고, 추출물에 갈변반응물질이 섞여 추출수율이 상온추출보다 훨씬 높았다.

에탄올추출물의 수소공여능

더덕 및 인삼의 에탄올추출물의 수소공여능을 기준항산화제 BHA 및 TBHQ와 비교한 결과는 Table 3과 같았다. DPPH에 의한 수소공여능(HDA)은 GSRE < GSCE < CDRE < WDRE < CDCE < BHA < TBHQ < WDCE의 순으로 증가하였다. 산더덕 상온추출물의 수소공여능이 가장 컸으며, 가열추출한 것보다 열을 가하지 않은 상온추출의 경우 그 효과가 현저한 것으로 나타났다. 항산화제 BHA의 수소공여능은 TBHQ와 유사했으며, 전반적으로 인삼 < 재배더덕 < 산더덕의 순으로 HDA는 증가하였다.

에탄올추출물의 항산화효과

에탄올추출물들의 항산화성을 비교하기 위하여 에탄올추출물과 BHA 및 TBHQ가 첨가된 대두유 및 돈지의 자동산화에 대한 과산화물가의 변화를 35일간 측정할 결과는 Fig. 1 및 2와 같았다.

각 추출물들은 모두 항산화작용을 나타내어, 추출물을 첨가하지 않은 대조군에 비해 과산화물의 생성 억제작용을 보였다. 과산화물가가 20에 도달하는 시간을 유도기간으로 하고, 이를 기초로 RAE를 환산한 결과는 Table 4와 같았다.

Table 2. Yields and characteristics of ethanol extract of *dōdōk* and ginseng

Samples	Extract method	Yields (% w/w)	Characteristics
Ginseng	Reflux	7.94	Brown color, sweet caramel flavor.
	Cold	3.65	Pale yellow, sediment amount is larger than <i>dōdōk</i> . Sweet ginseng flavor.
Wild <i>dōdōk</i>	Reflux	13.69	Brown color, sweet caramel flavor. Brown color is darker than ginseng.
	Cold	1.60	Fresh and sweet <i>dōdōk</i> flavor. Minute sediment.
Cultivated <i>dōdōk</i>	Reflux	14.12	Light brown color, caramel color. Sweet <i>dōdōk</i> flavor.
	Cold	2.91	Pale yellow <i>dōdōk</i> flavor. Fresh and sweet <i>dōdōk</i> flavor.

대두유의 경우, 대조군의 유도기간이 14~15일인데 비해, 인삼 추출물 첨가군은 20~22일, 산더덕 추출물 첨가군은 18~20일, 재배더덕 추출물 첨가군은 22~24일로 재배더덕 추출물이 가장 강한 효과를 나타내었으며, 특히 상온추출한 것보다 가열추출한 것의 효과가 더욱 컸었다. 식물성유인 대두유에 있어서 BHA는 200 ppm 농도에서 항산화작용을 나타내지 않았으며, 오히려 그 자체가 산화촉진제로 작용하는 것으로 보였다. 돈지의 경우, 대조군의 유도기간은 17~18일인데 비해 인삼 추출물 첨가군은 32~36일, 산더덕 추출물 첨가군은 30~31일, 재배더덕 추출물 첨가군은 35~38일로 대두유에서와 마찬가지로 재배더덕 추출물의 항산화효과가 가장

Table 3. Hydrogen donation ability of antioxidants, ginseng and *dōdōk* extracts

Antioxidants		Ginseng extract		<i>dōdōk</i> extract			
BHA	TBHQ	GSCE	GSRE	WDCE	WDRE	CDCE	CDRE
67.0	68.4	28.2	18.5	71.3	53.1	66.3	30.0

높았으며, 역시 가열추출한 것에서 그 효과는 상승되었다. 이것은 가열추출물의 수율이 현저하게 높으며, 또한 가열추출 및 농축과정에서 당류와 아미노산과의 갈색화반응 촉진에 따른 갈색화반응 생성물의 항산화성에 기인하는 것으로 여겨진다.

이들 추출물들의 항산화작용을 나타내는 경향은 동일하였으나, 그 효과를 나타내는 정도(RAE)는 돈지에 첨가한 경우에 더욱 효과적이었으며, 비교 항산화제로서 사용한 BHA의 효과는 RAE가 121.4로 미약한 항산화작용을 나타내었다. 저장기간 40일 동안 TBHQ 첨가군은 POV가 10 meq/kg oil 미만으로서 미처 유도기간에 도달하지 않은 상태였다.

각 기질의 자동산화에 따른 최종 산화생성물 중 대표적인 카보닐화합물인 malon aldehyde의 함량을 측정 한 TBA가의 변화는 Fig. 3 및 4와 같았다. 과산화물가와 마찬가지로 TBA가도 각 추출물을 첨가하였을 때에는 대조군에 비해 뚜렷한 산화억제효과를 나타내었으며, 그 경향도 과산화물가와 거의 비슷하였다.

유지를 기질로 하였을 때 과산화물가와 TBA가로서

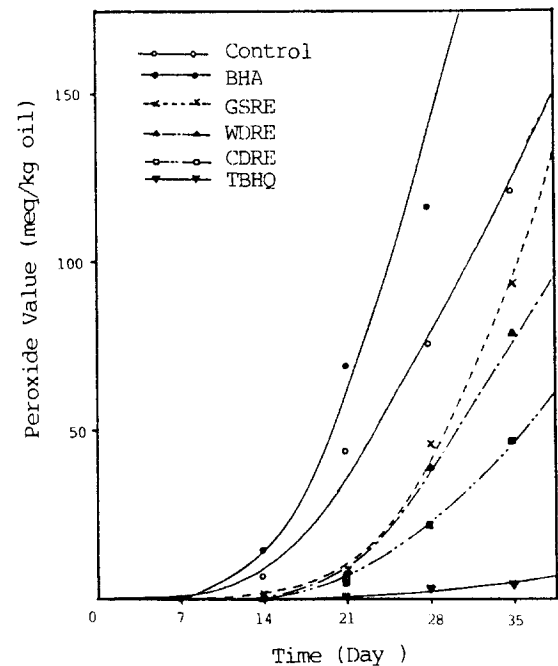
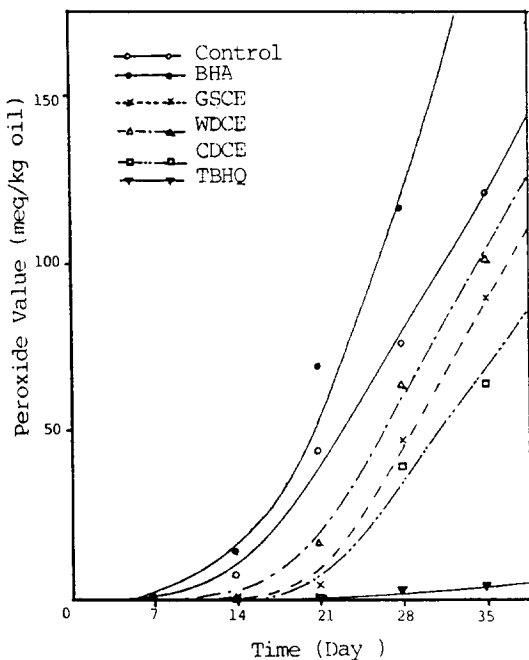


Fig. 1. Changes of peroxide values of the soybean oil containing ethanol extract, BHA and TBHQ at 45°C

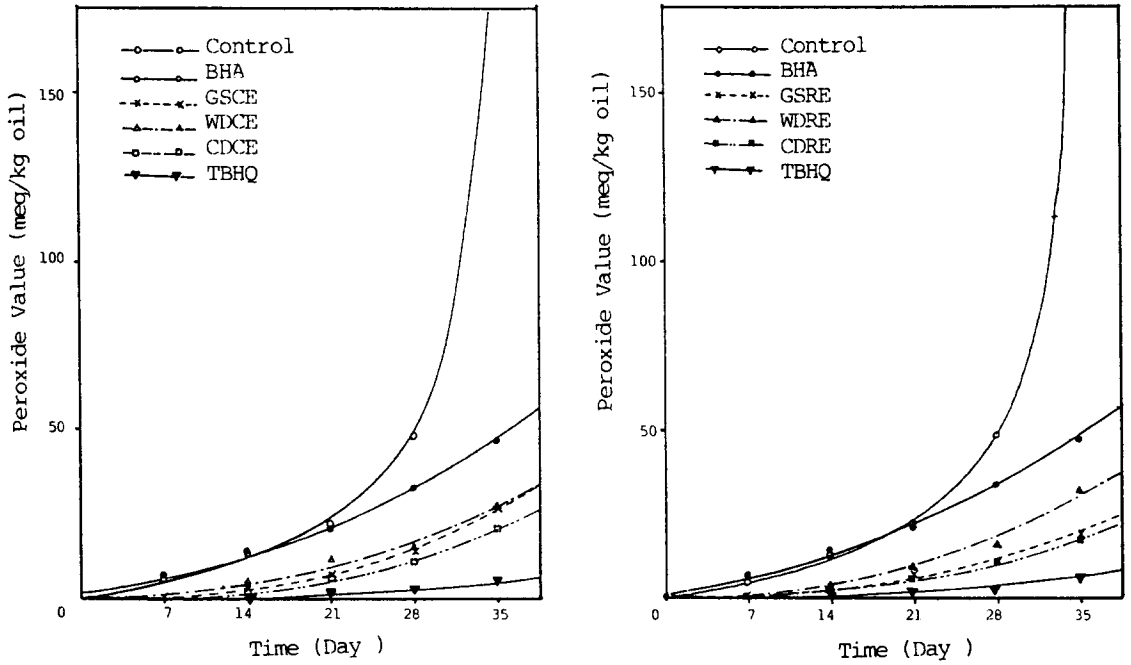


Fig. 2. Changes of peroxide values of the lard containing ethanol extract, BHA and TBHQ at 45°C

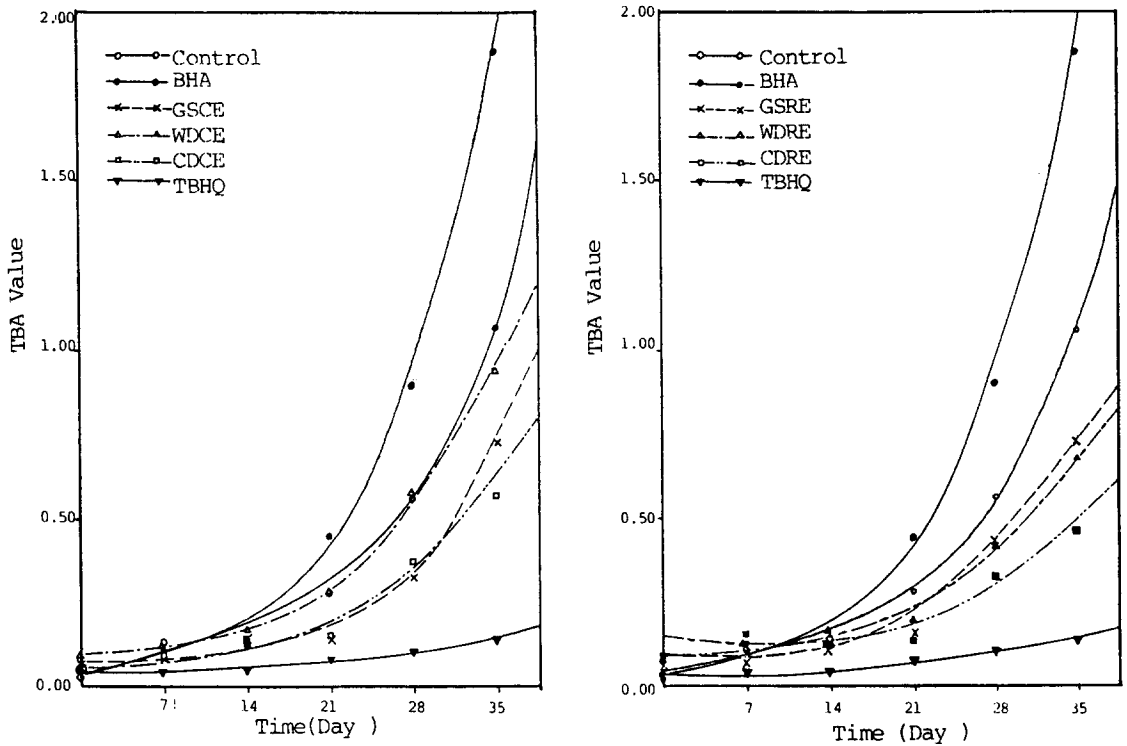


Fig. 3. Changes of TBA values of the soybean oil containing ethanol extract, BHA and TBHQ at 45°C

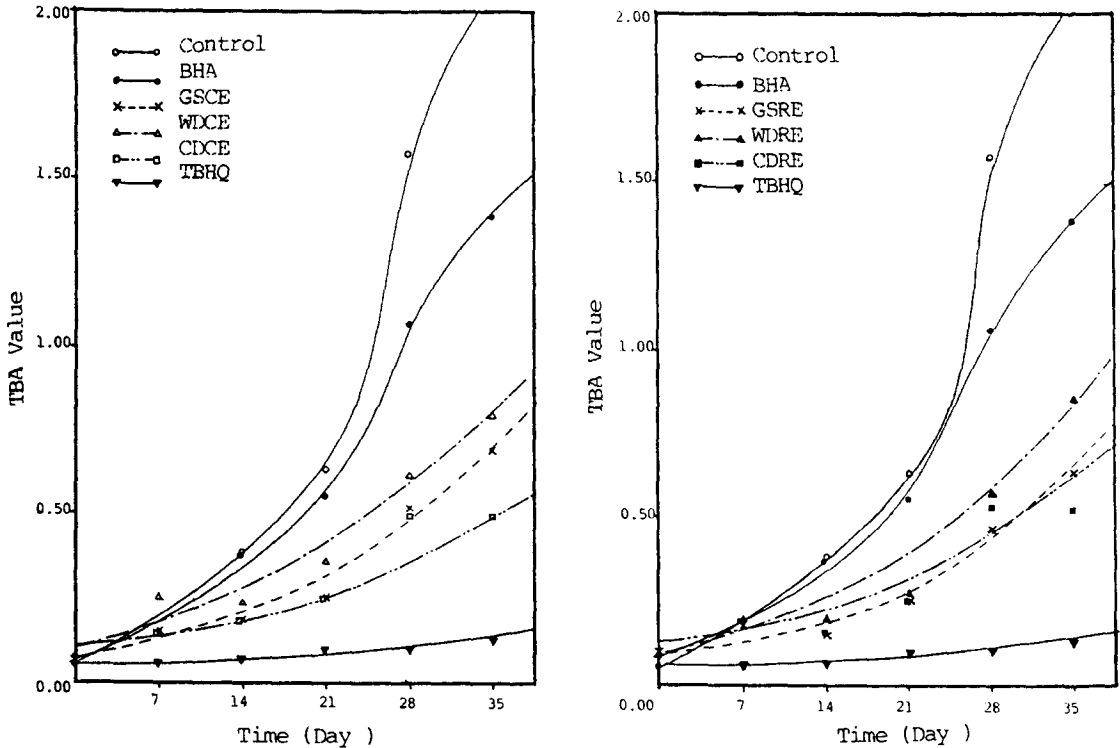


Fig. 4. Changes of TBA values of the lard containing ethanol extract, BHA and TBHQ at 45°C

Table 4. Induction periods(IP) and relative antioxidant effectiveness(RAE) of the substrates

Substrates	Soybean oil		Lard	
	IP	RAE	IP	RAE
Control	14.4	100.0	17.3	100.0
BHA	11.8	81.9	21.0	121.4
GSCE	20.9	145.1	32.2	186.1
GSRE	21.5	149.3	35.7	206.4
WDCE	18.0	125.0	30.3	175.2
WDRE	20.0	138.9	30.6	176.9
CDCE	21.9	152.1	35.0	202.3
CDRE	23.6	163.9	37.6	217.3

측정하여 나타난 항산화효과는 대두유 기질의 경우 BHA<WDCE<WDRE<GSCE<GSRE<CDCE<CDRE<TBHQ의 순이었으며, 돈지기질의 경우 BHA<WDCE<WDRE<GSCE<GSRE<CDCE<CDRE<TBHQ의 순이었다.

이들 결과로 미루어 볼 때 더덕 에탄올추출물은 뚜렷한 항산화효과가 있음을 알 수 있었으며, 재배더덕의 경우에는 인삼 에탄올추출물의 효과보다도 그 항산화효과가 큰 것으로 보였다.

요 약

본 실험에서는 더덕 에탄올추출물의 항산화효과를 검토하고자 수소공여능과 과산화물기 및 TBA가를 측정하여 비교하였다. 더덕 에탄올추출물의 항산화효과는 추출방법에 따라 약간의 차이가 있었고, 가열추출한 경우에는 추출물의 수율이 높고 갈변반응물질이 생성되어 함께 추출되었다. 수소공여능을 측정한 결과, ginseng reflux extract(GSRE)<ginseng cold extract(GSCE)<cultivated *dōdōk* reflux extract(CDRE)<wild *dōdōk* reflux extract(WDRE)<cultivated *dōdōk* cold extract(CDCE)<BHA<TBHQ<wild *dōdōk* cold extract(WDCE)의 순으로 산더덕 상온추출물의 수소공여능이 가장 컸으며, 가열추출한 경우 수소공여능은 떨어지는 것으로 나타났다. 한편, 유지에 대한 항산화효과는 대두유기질의 경우 BHA<WDCE<WDRE<GSCE<GSRE<CDCE<CDRE의 순이었으며, 돈지기질의 경우 BHA<WDCE<WDRE<GSCE<CDCE<GSRE<CDRE<TBHQ의 순으로 나타났다. 이들 결과로 미루어 볼 때, 더덕 에탄올 추출물은 *in vitro* 상태에서 상당한 수소공여능과 항산화효과를 나타내었으며, 인삼 추출물의 항산화작용은 수소공여능에 기인하기 보다는 다른 mecha-

nism에 기인되는 것으로 사료되었다.

감사의 말

본 연구는 1989년도 한림대학교 학술연구조성비에 의해 이루어진 연구의 일부로서 연구비 지원에 깊은 감사를 드립니다.

문헌

1. 임기홍: 약용식물학(각론). 서울, 동명사, p.354(1965)
2. 杏林書院編: 化學實驗最新藥物學. Seoul, Korea (1949)
3. 楊湯銘(李時珍): 本草綱目. 서울, 고문사, p.412 (1977)
4. Han, B.H., Park, M.H., Woo, L.K., Woo, W.S. and Han, Y.N.: Studies on the antioxidant component of Korean Ginseng. *Korean Biochem. J.*, 12(1), 33(1979)
5. 최강주: 홍삼 및 백삼의 지방질성분의 항산화성분에 관한 연구. 고려대학교대학원 박사학위논문 (1983)
6. 주충노, 광한식: α -Tocopherol의 항산화작용에 미치는 인삼 사포닌 분획의 영향. *한국인삼학회지*, 12, 128 (1988)
7. Park, J.D., Choi, K.J. and Kim, M.W.: Inhibitory activities of Red Ginseng stored for long periods on lipid peroxidation in rat hepatic microsome. *Korean J. Ginseng Sci.*, 13, 211(1989)
8. 백태홍, 홍정태, 홍순영: 인삼 중의 항산화물질에 관한 연구. 제 1보. 인삼의 각종 용매추출물의 항산화작용. *한국식품과학회지*, 14, 130(1982)
9. 利米達夫, 木村雄四郎: 最新和漢藥用植物. 日本 (1985)
10. 김종현, 정명현: 더덕의 생약학적 연구. *생약학회지*, 6, 43(1975)
11. 이용화: 사삼성분분석에 관한 연구-사삼중 Ehrlich's Reagent 양성물질에 대하여(제 1보). *춘천교대논문집*, 4, 249(1967)
12. 이용화: 사삼성분분석에 관한 연구-사삼중 Ehrlich's Reagent 양성물질에 대하여(제 2보). *춘천교대논문집*, 10, 193(1971)
13. 정보섭, 나연선: 사삼의 Terpenoid 성분에 관한 연구. *생약학회지*, 8, 49(1977)
14. 이진하: 한국산 더덕 중의 glycoside에 관하여. *江原大食資研論文集*, 1, 37(1974)
15. Endo, Y., Ususki, K. and Kaneda, T.: Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oils in the dark. II. The mechanism of antioxidant action of chlorophyll. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 62, 1387 (1985)
16. Ikeda, N. and K. Fukuzume: Tocopherols as antioxidants in autoxidation of methyl linoleate. *J. Japan Oil Chem. Soc.*, 26, 343 (1977)
17. Erickson, D.R., Pryde, E.H., Brekke, O.L. and Mounts, T.L.: Deodorization. In *Handbook of soybean oil processing and utilization*. AOCS, Champagn., IL, p.155 (1984)
18. AOCS: *Official and Tentative Method of the American Oil Chemists Society*, 2nd ed. Method Cd 8-53. Am. Oil Chem. Soc., Chicago (1964)
19. Sidwell, C.G., Salwin, H. and Mitchell, J.H. Jr.: The use of thiobarbituric acid as a measure of fat oxidation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 31, 603(1954)
20. AOCS: *Official and Tentative Method of the American Oil Chemist's Society*, 2nd ed. Method Cd 1-25. Am. Oil Chem. Soc., Chicago (1964)
21. AOAC: *AOAC Methods of Analysis*. 13th ed., Washington DC, p.441 (1980)
22. Pearson, D.: *Laboratory Techniques in Food Analysis*. Butterworth & Co., London, p.215 (1964)
23. AOCS: *Official and Tentative Method of the American Oil Chemist's Society*, 2nd ed. Method Ti la-64. Am. Oil Chem. Soc., Chicago, (1964)

(1991년 2월 8일 접수)