

박하의 *in vitro* 항산화활성

이승은[†] · 한희선 · 장인복 · 김금숙 · 신유수 · 손영득 · 박충범 · 성낙술

농촌진흥청 작물과학원

In vitro Antioxidant Activity of *Mentha viridis* L. and *Mentha piperita* L.

Seung Eun Lee[†], Hee Sun Han, In Bok Jang, Geum Soog Kim, Yu Su Shin, Yeong Deck Son, Chung Berm Park, and Nak Sul Seong

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

ABSTRACT : For selecting a new candidate as functional material, this study was conducted on *in vitro* antioxidant activity and total phenol content of methanol and water extracts prepared from two *Mentha* species (*M. viridis* L. (*M. spicata* L.) and *Mentha piperita* L. Extracts of *M. viridis* showed more efficient scavenging activity on superoxide and DPPH (α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) radical and inhibitory activity on oxidation of human low density lipoprotein (LDL) induced by CuSO_4 and auto-oxidation of linoleic acid than those of *M. piperita*. Methanol extract (65.88%~77.59%) and water extract (37.69%~87.21%) of *M. viridis* also exhibited more potent inhibitory activity on LDL oxidation than that of α -tocopherol (28.37~66.54%) at 1~100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ of final concentration. The total phenol contents of methanol extract and water extract of *M. viridis* (17.95% & 10.18%, respectively) as tannic acid equivalent were higher than those of *M. piperita* (15.44% & 9.19%). But the yields of methanol and water extracts of *M. viridis* (13.3% & 13.5%) were lower than those of *M. piperita* (14.1% & 14.6%). The results implies that the extracts from *M. viridis* (*spicata*) is more useful material for industrialization as functional food than those from *M. piperita*.

Key words : *Mentha viridis*, *Mentha piperita*, antioxidant, free radical, low density lipoprotein, total phenol

서 언

다양한 경로에 의해 유발되는 산화적 스트레스는 생체 안에 존재하는 항산화계에 의해 제거되지만 산화적 스트레스가 항산화계의 수준을 초과하고 이것이 제거되지 못하면 생체막의 손상, 고분자 단백질 및 DNA의 변형과 기능상실 등으로 인한 다양한 퇴행성 질환이 유발 (E Vance *et al.*, 1995; Sozmen *et al.*, 1994)될 수 있으므로 이로 인해 유발되는 건강문제를 해결할 수 있는 물질로 항산화제에 대한 관심이 집중되고 있다 (El-Alfy *et al.*, 2005; Eccleston *et al.*, 2002). 기존의 항산화제로 BHA (butylated hydroxy anisole), BHT (butylated hydroxy toluene), PG (propyl gallate) 등과 같은 합성 항산화제와 토코페롤과 같은 천연 항산화제가 개발되어 이용되고 있으나 우수한 효과를 지닌 합성 항산화제인 BHA, BHT는 독성이 문제가 되어 사용이 기피되고 있으며 토코페롤은 가격이 높은 단점을 가지고 있어 이들을 대체할 수 있는 효과적이고 고도 안전한 천연항산화제의 개발이 요구된다 (Choe & Yang, 1982).

문헌에 의하면 박하는 꿀풀과 (Lamiaceae)에 속하는 다년생 식물로 거풍, 해열, 해독의 효능이 있고 풍열, 두통, 인후종통, 복부고창 (腹部鼓脹), 치통, 피부소양에 대해 치료효과가 있으며 주성분으로 l-limonene이 포함되어 있다고 한다 (Bae, 2000).

본 실험의 재료로 사용된 박하는 spearmint 또는 green mint로 불리는 *Mentha viridis* L. (*Mentha spicata* L.)과 peppermint 또는 시양박하로 불리는 *Mentha piperita* L.인 데 지금까지 *Mentha piperita* L.에 대하여는 항 HIV-1 및 항 HSV-1 활성 (Yamasaki *et al.*, 1998), 항균성 (Blaszczyk *et al.*, 2000), 항암 및 방사선 보호작용 (Kumar *et al.*, 2004), 방사선에 의한 흰쥐 골수염색체손상에 대한 보호작용 (Samarth & Kumar, 2003), 항알러지 효과 (Inoue *et al.*, 2001) 등이 알려져 있으나 그 oil 및 성분인 pulegone은 독성을 나타내는 것 (Taylor & Francis, 2001)으로 알려져 있다. *Mentha spicata* L. 혹은 *Mentha viridis* L.에 대해서는 항돌연변이 활성 (Yu *et al.*, 2004) 등이 보고되어 있고 수종의 *Mentha* species에 대한 DPPH radical scavenging activity 연구 (Kosar

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6836 (E-mail) lse1003@rda.go.kr
Received September 6, 2005 / Accepted December 30, 2005

et al., 2004)가 보고되어 있으나 보다 다양한 반응계에서의 비교연구는 이루어져 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 두 종의 박하가 여러 가지 *in vitro* 반응계에서 어떠한 항산화작용을 나타내는지를 비교 검토하여 보다 우수한 새로운 천연 항산화제 후보 소재를 발굴하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 추출물 조제

실험에 사용된 2종의 박하인 *M. viridis* L. (*M. spicata* L.)와 *M. piperita* L.는 2004년 6월 농촌진흥청 작물과학원 약용자원시험포장에서 지상부를 채취한 후 세척, 동결건조, 분쇄하여 추출물 조제에 사용하였다. 메탄올 추출물은 분쇄된 각 건조시료를 accelerated solvent extraction (ASE apparatus)를 이용하여 50°C에서 5분간 메탄올로 2회 반복 추출하고 이를 여과, 감압농축하여 조제하였고, 물 추출물은 동일 용량의 증류수로 상온에서 24시간 진탕추출한 후 여과하는 과정을 2회 반복한 후 동결건조하여 조제하였으며 각 추출물의 수득량을 측정하였다.

2. 시약 및 기기

실험에 사용된 PMS (phenazine methosulfate)를 비롯한 분석용 시약은 Sigma Co. (USA) 제품을, DMSO (dimethylsulfoxide)를 포함한 용매는 특급을, 시료추출에는 ASE-300 (Dionex Co, USA)을 사용하였고, linoleic acid 산화저해 실험에는 shaking incubator (DS-310R, Dasol, Korea)를, 흡광도 측정에는 UV-visible spectrophotometer (Cary 300, Varian, Australia)를 사용하였다.

3. 항산화 활성 검정

1. Superoxide 라디칼 소거능 : *M. viridis*, *M. piperita*의 메탄올 추출물 및 물 추출물의 superoxide 라디칼에 대한 소거활성은 Nishikimi et al. (1972)의 방법에 의해 다음과 같이 실험하였다. 4가지 추출물을 최종반응농도가 5, 10, 50, 100, 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이 되도록 조제한 후 각각 0.5 ml 씩 취해 0.1 M Tris-HCl 완충용액 (pH 8.5) 0.1 ml, 100 μM PMS 0.2 ml 과 함께 560 nm에서 흡광도 측정하여 이때의 흡광도를 S_0 로 하고, 계속하여 500 μM NBT 0.2 ml 및 500 μM NADH 0.4 ml 를 가한 후 560 nm에서 측정된 흡광도를 S 으로 한 후 결과 산출에 사용하였다. 또한 대조로서 시료대신 용매를 사용하여 동일한 과정으로 실험하여 C_0 및 C 를 얻었고 각 흡광도를 $[(C-C_0)/(S-S_0)]/(C-C_0) \times 100$ 에 대입하여 Superoxide 소거능 (%)을 산출하였다.

2. DPPH 라디칼에 대한 소거활성 : Bloi (1958)의 방법에 준해 조제한 1.5×10^{-4} M DPPH 용액 2.97 ml 에 일정농도의 박하 추출물 0.03 ml 을 가해 혼합하고 일정시간 후 517 nm 에

서 흡광도를 측정하였으며 대조로서 시료대신 용매를 사용하여 동일한 과정으로 수행한 반응액에 대해 흡광도를 측정하고 시료의 흡광도를 대조의 흡광도에 대한 백분율로 하여 소거능 (%)을 산출하였다.

3. 저밀도 지단백 (low density lipoprotein, LDL)의 산화에 대한 저해활성 : Miller et al. (1996)의 방법을 변형하여 다음과 같이 실험하였다. 50~100 μg 의 protein을 함유하도록 human LDL을 조제한 후, 일정 농도의 박하 추출물 0.02 ml, 10 mM phosphate-buffered saline (PBS) 0.115 ml, 0.25 mM CuSO_4 0.04 ml 와 함께 37°C에서 3시간 동안 반응시켰다. 계속하여 이 반응액에 20% TCA 용액 1 ml 를 가해 반응을 중단시킨 후 0.05 N NaOH에 녹인 0.67% TBA 용액 1 ml 를 가하고 95°C에서 15분간 가열, 냉각을 순차적으로 행하였다. 얻어진 반응액을 3,000 rpm에서 15분 동안 원심분리한 후 분리된 상등액 중에 함유된 malondialdehyde (MDA)의 양을 540 nm에서 측정하여 대조군에 대한 저해율 (%)로서 결과를 나타내었다.

4. Linoleic acid 자동산화에 대한 저해효과 : Haraguchi et al. (1992)의 방법에 따라 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid 0.4 ml, 0.04 M phosphate buffer (pH 7.0) 0.8 ml, 증류수 0.77 ml 그리고 각 농도의 박하추출물 0.03 ml 로 반응액을 조성하여 40°C의 암소에서 반응시켰다. 24시간 후 이 반응액 0.1 ml 을 취해 75% ethanol 2.7 ml, 30% ammonium thiocyanate 용액 0.1 ml, 3.5% HCl에 녹인 0.02 M ferrous chloride 0.1 ml 와 혼합한 후 500 nm에서 흡광도를 측정하여 산화정도를 관찰하였고 결과는 시료대신 용매를 사용한 대조군의 흡광도에 대한 저해율 (%)로서 나타내었다.

4. 총페놀 함량 정량

페놀계 항산화제들은 연쇄반응에서 alkylperoxy radical이나 alkylradical에 수소를 공여함으로써 그 radical을 제거하여 산화를 억제하는 것으로 보고되어 있는 바 (Labuza, 1973), 박하의 항산화 활성에 영향을 미치는 페놀화합물의 양을 비교하기 위해 Kim et al. (1993)의 방법에 따라 다음과 같이 실험하였다. 일정 농도의 박하 추출물을 각각 100 μl 를 취해 2% Na_2CO_3 용액 2 ml 을 혼합하고 2분 후 50% Folin-Ciocalteu reagent 0.1 ml 를 첨가하였으며 상온에서 30분간 방치한 후 750 nm에서 측정된 흡광도를 tannic acid를 표준물질로 사용한 검량선식에 대입하여 추출물에 대한 총페놀 함량 (%)을 산출하였다.

5. 통계분석

박하 추출물에 대해 수행된 항산화실험의 유의성은 SAS (statistical analysis systems) program을 이용하여 $p < 0.05$ 의 수준에서 one way ANOVA test 중 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

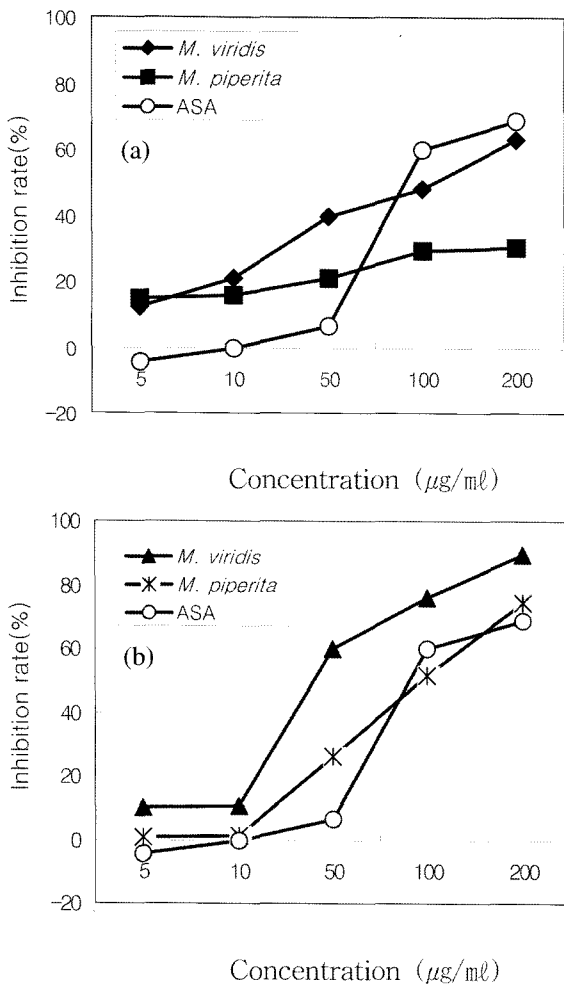


Fig. 1. Scavenging activities on superoxide radical of methanol (a) and water extracts (b) prepared from *M. viridis* L. and *M. piperita* L. (ASA; ascorbic acid).

결과 및 고찰

1. Superoxide 라디칼 소거효과

Superoxide 라디칼에 대한 박하의 소거능을 분석한 결과, 5~200 µg/ml의 농도에서 메탄올 추출물은 *M. viridis*가 12~62.4%, *M. piperita*가 15.01~30.21%를 나타내 *M. viridis*가 *M. piperita*보다 우수한 효과를 나타내었으며 대조물질인 ascorbic acid의 -4.2~68.96%와 비교할 때 두 종의 박하 메탄올추출물 모두 50 µg/ml 이하의 농도에서는 ascorbic acid보다 우수한 superoxide 소거능을 나타내었으나 100 µg/ml 이상의 농도에서는 낮은 활성을 나타내 농도에 따라 그 효능에 차이가 있는 것으로 확인되었다. 한편, 동일 농도에서 물 추출물은 *M. viridis*가 10.13~89.36%, *M. piperita*가 0.8~74.79%의 활성을 나타내 *M. viridis*가 좀 더 높은 효과를 나타내었으며 물 추출물은 대부분의 실험농도에서 대조물질인 ascorbic

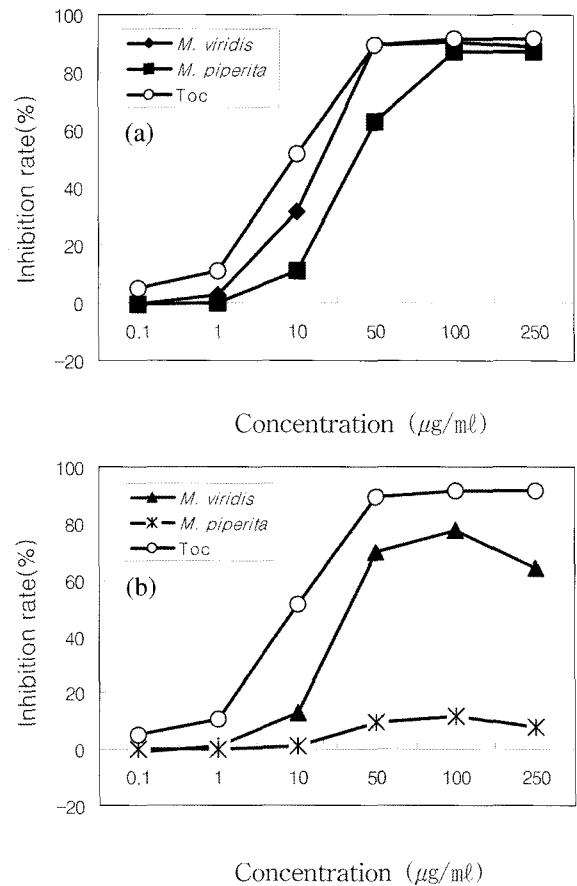


Fig. 2. Scavenging activities on DPPH radical of methanol (a) and water extracts (b) prepared from *M. viridis* L. and *M. piperita* L. (Toc; α -tocopherol).

acid보다 우수한 superoxide 소거능을 나타내는 것으로 확인되었다 (Fig. 1). 이러한 결과를 종합할 때 *M. viridis*가 *M. piperita*보다 좀 더 우수한 superoxide 소거능을 나타내었으며 두 종 모두 메탄올로 추출한 경우보다 물로 추출한 경우가 우수한 superoxide 소거능을 가지며 물로 추출하였을 때 대조물질인 ascorbic acid 보다도 우수한 superoxide 소거능을 가지는 것을 알 수 있었다.

2. DPPH 라디칼 소거효과

박하 추출물의 DPPH 라디칼에 대한 소거능을 분석한 결과 (Fig. 2), 0.1~250 µg/ml의 농도에서 *M. viridis*의 메탄올 추출물은 -0.83~90.36%, *M. piperita*의 메탄올 추출물은 -0.68~87.01%의 소거능을 보였고, *M. viridis*의 물 추출물은 -1.28~77.49%, *M. piperita*의 물 추출물은 -0.02~11.79%의 소거능을 나타내 메탄올과 물 추출물 모두에서 *M. viridis*가 *M. piperita*보다 더 우수한 DPPH 라디칼 소거능을 나타내는 것을 알 수 있었으며 물 추출물보다는 메탄올 추출물이 높은 활성을 나타내는 것으로 확인되었다. 특히 *M. viridis*의 메탄올 추

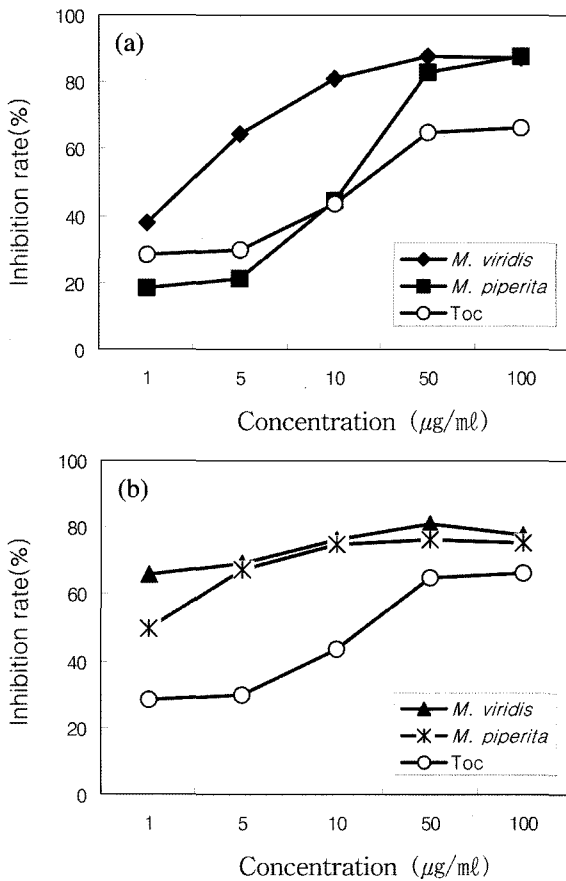


Fig. 3. Antioxidant activities on the oxidation of human low density lipoprotein (LDL) of methanol (a) and water extracts (b) prepared from *M. viridis* L. and *M. piperita* L. (Toc; α-tocopherol).

출물이 나타낸 DPPH 라디칼 소거능은 대조물질인 α-tocopherol의 DPPH 라디칼 소거능 (4.86~91.63%)에 근접하는 우수한 효과를 나타내는 것으로 확인되었다.

3. 인간 저밀도지단백 (LDL)의 산화에 대한 저해효과

사람의 혈청에서 분리된 저밀도지단백질의 산화에 대한 박하의 저해활성을 분석한 결과는 다음과 같다. 1~100 μg/ml의 농도에서 *M. viridis*의 메탄올 추출물은 65.86~77.59%의 LDL 산화 저해능을, *M. piperita*의 메탄올 추출물은 50~75.45%의 LDL 산화 저해능을 나타내었으며 *M. viridis*의 물 추출물은 37.69~87.21%, *M. piperita*의 물 추출물은 18.45~87.69%의 LDL 산화 저해능을 보여 *M. viridis*가 *M. piperita* 보다 우수한 LDL 산화 저해능을 나타낸 것을 알 수 있었다 (Fig. 3). 그리고 *M. viridis*의 메탄올 추출물은 실험된 전 농도에서 대조물질 α-tocopherol의 28.37~66.54% 보다 월등하게 우수한 효과를 나타낸 반면 *M. piperita*의 메탄올 추출물은 10 μg/ml 이상의 농도에서만 α-tocopherol보다 더 우수하였다. 한편, 물 추출물의 경우에는 전 실험농도에서 *M. viridis*과 *M. piperita*

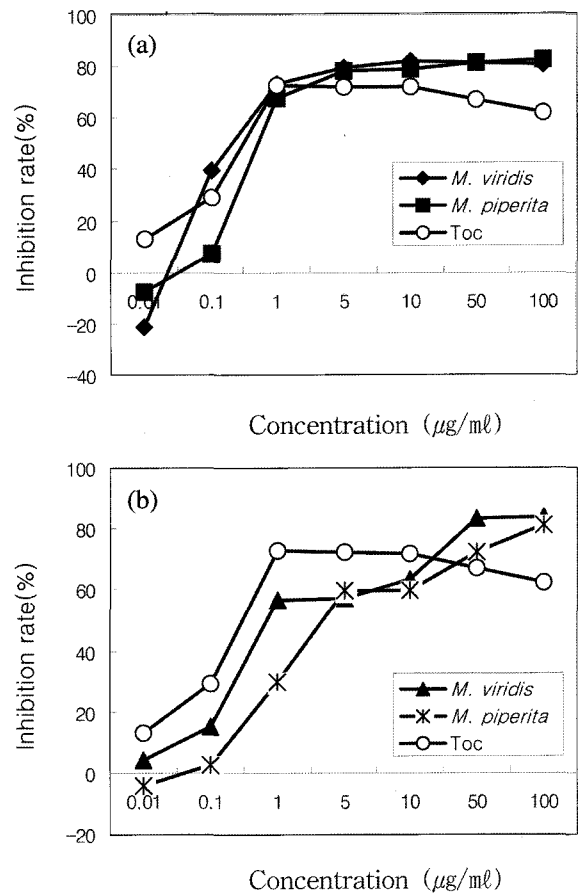


Fig. 4. Antioxidant activities on linoleic acid auto-oxidation of methanol (a) and water extracts (b) prepared from *M. viridis* L. and *M. piperita* L. (Toc; α-tocopherol).

모두 α-tocopherol보다 우수한 결과를 나타내었다. 이러한 결과를 종합할 때, *M. piperita* 보다는 *M. viridis*가, 그리고 메탄올 추출물보다는 물 추출물이 더욱 효과적으로 사람의 저밀도지단백질의 산화에 대해 저해효과를 나타내는 것을 알 수 있었다. 따라서 *M. viridis*는 동맥경화발병의 주요요인인 LDL의 산화 (Gaut & Heinecke, 2001; Gugliucci & Menini, 2002)를 효과적으로 저해함으로써 이와 관련된 순환기계 질환의 발병 또한 차단하는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

4. Linoleic acid의 산화에 대한 저해효과

세포막 구성 지방산인 linoleic acid의 산화에 대한 2종 박하의 저해효과를 분석한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 실험결과 *M. viridis*의 메탄올 추출물은 0.01~100 μg/ml의 농도에서 -21.1~81.86%의 활성을 나타내었고 *M. piperita*의 메탄올 추출물은 -7.52~81.32%의 활성을 보였으며, 물 추출물에서는 *M. viridis*가 4.11~83.7%, *M. piperita*가 -4.03~81.36%의 산화저해활성을 나타내었다. 그리고 2종 박하의 메탄올 추출

적 요

물은 모두 5 µg/ml 이상의 농도에서 α-tocopherol의 linoleic acid 산화저해능인 62.32~71.97%보다 우수하였고, 물 추출물은 50 µg/ml 이상의 농도에서 α-tocopherol의 32.32~66.93%와 비교할 때 우수한 효과를 나타냄으로써 저농도보다는 고농도에서 효과적으로 항산화작용을 나타내는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 종합할 때, 박하는 α-tocopherol 정도로 우수한 linoleic acid 자동산화 저해효과를 가지며 2종의 박하 중에는 *M. viridis*가 *M. piperita*보다 좀 더 우수한 것으로 판단되었다.

5. 총페놀 함량 및 수율

항산화활성에 정적인 상관성을 나타내는 페놀성분의 함량 차이를 비교하기 위해 수행한 박하의 총페놀 함량의 결과는 다음과 같다. 즉, *M. viridis*의 메탄올 추출물과 물 추출물의 총페놀 함량이 각각 17.95%와 10.18%였고 *M. piperita*의 메탄올 추출물과 물 추출물의 총페놀 함량이 각각 15.44% 및 9.19%으로 나타났으며 이러한 결과를 보면 메탄올 추출물 및 물 추출물 모두 *M. viridis*가 *M. piperita*보다 대체적으로 높은 함량을 나타낸 것을 알 수 있었다. 그런데 이러한 결과는 Zheng과 Wang (2001)이 생시료 형태로 분석한 *M. piperita* (2.26 mg of gallic acid equivalent (GAE)/g of fresh weight) 및 *M. spicata* (0.94 mg GAE/g of fresh weight)의 페놀함량과는 상반된 경향이었다.

또한 2종의 박하로부터 얻어진 추출물의 수율을 측정 한 결과, *M. viridis*의 메탄올 추출물 및 물 추출물은 각각 13.3% 및 13.5%였고, *M. piperita*의 메탄올 추출물 및 물 추출물은 각각 14.1% 및 14.6%로 나타나 수율에서는 *M. piperita*에서 *M. viridis*보다 좀 더 높은 수치를 나타내었는데 이는 Dorman et al. (2003)이 보고한 *M. piperita* Frantsila (332 mg/g of dry weight) 및 *M. spicata* var. *crispa* (231 mg/g of dry weight)과 일치하는 결과이다 (Table 1).

이상과 같은 실험결과를 종합하면 실험된 4가지 *in vitro* 항산화계에서의 활성과 총페놀 함량에서 *M. viridis* (*M. spicata*)가 *M. piperita*보다 우수하였으며 따라서 *M. viridis*는 보다 유용한 기능성 소재로 개발될 가능성이 높다고 사료된다.

Table 1. Total phenol contents and yields of methanol (a) and water extracts (b) from *M. viridis* L. and *M. piperita* L.

Extracts	Species	Total phenol (%)	Yield (% w/w)
Methanol	<i>M. viridis</i>	17.95±0.04 ^{a†}	13.3
	<i>M. piperita</i>	15.44±0.32 ^b	14.1
Water	<i>M. viridis</i>	10.18±0.33 ^a	13.5
	<i>M. piperita</i>	9.19±0.33 ^b	14.6

[†]Values with superscript within the same column are significantly different at *p* < 0.05 by Duncan's multiple range test.

새로운 기능성 소재를 발굴하기 위한 목적으로 2종의 박하 (*M. viridis* (*spicata*), *M. piperita*)를 대상으로 수행된 몇 가지 *in vitro* 항산화계에서의 활성, 총페놀 함량 및 수율을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. Superoxide 라디칼에 대한 박하의 소거능은 *M. viridis*가 *M. piperita* 보다 우수하였으며 특히 물 추출물은 대조물질인 ascorbic acid보다 우수하였다.

2. DPPH 라디칼에 대한 소거능은 메탄올 추출물 및 물 추출물 모두에서 *M. viridis*가 *M. piperita*보다 우수하였으며 특히 *M. viridis*의 메탄올 추출물은 물 α-tocopherol과 비슷한 수준이었다.

3. 사람의 저밀도지단백질의 산화에 대한 박하의 저해활성을 분석한 결과는 *M. viridis*가 *M. piperita* 보다 우수하였으며 *M. viridis*의 모든 추출물 (65.88%~77.59%, 37.69%~87.21%)은 α-tocopherol (28.37%~66.54%)보다 월등하게 우수하였다.

4. Linoleic acid의 산화에 대한 저해효과는 *M. viridis*가 *M. piperita*보다 높았으며 α-tocopherol의 활성에 근접하는 수준이었다.

5. 총페놀 함량은 *M. viridis* (17.95% & 10.18%)가 *M. piperita* (15.44% & 9.19%)보다 높은 값을 나타내었으며 메탄올 추출물이 물 추출물보다 그 함량이 높았다.

6. 추출물의 수율은 메탄올 추출물 및 물 추출물 모두에서 *M. piperita* (14.1% & 14.6%)가 *M. viridis* (13.3% & 13.5%)보다 높게 나타나 항산화활성 및 총페놀 함량과는 상반되는 결과를 나타내었다.

이상의 실험결과를 종합할 때, 실험된 박하 중에서 *M. viridis*가 *M. piperita*보다 우수한 산업화 후보 자원이라고 사료된다.

LITERATURE CITED

Bae KH (2000) Medicinal plants of Korea, Kyo-Hak Publishing Co. Ltd, Seoul. p. 439.
 Blaszczyk T, Krzyzanowska J, Lammer-Zarawska E (2000) Screening for antimycotic properties of 56 traditional chinese drugs. *Phytotherapy research* 14:210-212.
 Bloi MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
 Choe SY, Yang KH (1982) Toxicological studies of antioxidants, butylated hydroxy toluene (BHT), and butylated hydroxy anisole (BHA). *Korean J. Food Sci. Technol.* 14:283-288.
 Dorman HJD, Kosar M, Kahlos K (2003) Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties and cultivars.
 Eccleston C, Baoru Y, Tahvonon R, Kallio H, Rimbach GH, Minihane AM (2002) Effects of an antioxidant-rich juice (sea

- buckthorn) on risk factors for coronary heart disease in humans. *J. Nutritional Biochemistry* 13:346-354.
- El-Alfy AT, Ahmed AAE, Fatani AAJ** (2005) Protective effect of red seeds proanthocyanidins against induction of diabetes by alloxan in rats. *Pharmacological Research* 52:264-270.
- Evance CR, Halliwell B, Lunt GG** (1995) Free radicals and oxidative stress: environment, drugs and food additives. Portland Press, pp. 1-31.
- Gaut JP, Heinecke JW** (2001) Mechanisms for oxidizing low-density lipoprotein. *Trends Cardiovasc. Med.* 11:103-112.
- Gugliucci A, Menini T** (2002) Three different pathways for human LDL oxidation are inhibited in vitro by water extracts of the medicinal herb. *Life Science* 71:693-705.
- Haraguchi H, Hashimoto K, Yagi A** (1992) Antioxidative substances in leaves of *Polygonum hydropiper*. *J. Agric. Food Chem.* 40:1349-1351.
- Inoue T, Sugimoto Y, Masuda H, Kamei C** (2001) Effects of peppermint (*Mentha piperita* L.) extracts on experimental allergic rhinitis in rats. *Biol. Pharm. Bull.* 24:92-95.
- Kim NM, Sung HS, Kim WJ** (1993) Effect of solvents and some extraction conditions on antioxidant activity in cinnamon extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25:204-209.
- Kosar M, Dorman HJD, Basar KHC, Hiltunen R** (2004) Screening of free radical scavenging compounds in water extracts of mentha samples using a postcolumn derivatization method. *J. Agric. Food Chem.* 52:5004-5010.
- Kumar A, Samarth RM, Yasmeen S, Sharma A, Sugahara T, Terado T, Kimura H** (2004) Anticancer and radioprotective potentials of *Mentha piperita*. *Biofactors* 22:87-91.
- Labuza TP** (1973) Kinetics of lipid oxidation in foods, CRC critical Rev. Food Technol., p. 335.
- Miller CP, Jirkovsky I, Hayhurst DA, Adelman SJ** (1996) In vitro antioxidant effects of estrogens with a hindered 3-OH function on the copper-induced oxidation of low density lipoprotein. *Steroids* 61:305-308.
- Nishikimi M, Rao NA, Yagi K** (1972) The occurrence of superoxide anion in the reaction of reduced phenazine methosulfate and molecular oxygen. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 46:849-854.
- Samarth RM, Kumar A** (2003) Mentha (Linn.) leaf extract provides protection against radiation induced chromosomal damage in bone marrow of mice. *Indian J. Exp. Biol.* 41:229-237.
- Sozmen EY, Tanyakin T, Onat T, Kufay F, Erlacin S** (1994) Ethanol-induced oxidative stress and membrane injury in rat erythrocytes. *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 32, 741-744.
- Taylor F** (2001) Final report on the safety assessment of *Mentha piperita* (peppermint) oil, *Mentha piperita* (peppermint) leaf extract, *Mentha piperita* (peppermint) leaf, and *Mentha piperita* (peppermint) leaf water. *International Journal of Toxicology* 3:61-73.
- Yamasaki K, Nakano M, Kawahata T, Mori H, Otake T, Ueda N, Oishi I, Inami R, Yamane M, Nakamura M, Murata H, Nakanishi T** (1998) Anti-HIV-1 activity of herbs in Labiatae. *Biol. Pharm. Bull.* 21:829-833.
- Yu TW, Xu M, Dashwood RH** (2004) Antimutagenic activity of spearmint. *Environ. Mol. Mutagen.* 44:387-393.
- Zheng W, Wang SY** (2001) Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J. Agric. Food Chem.* 49:5165-5170.