

미나리 에탄올 추출물의 항산화성분과 항산화활성

- 연구노트 -

황초롱¹ · 황인국¹ · 김현영¹ · 강태수² · 김운배³ · 주성수⁴ · 이준수¹ · 정현상^{1*}

¹충북대학교 식품공학과, ²충북도립대학 바이오식품생명과학과

³충북대학교 수의학과, ⁴강릉원주대학교 해양분자생명공학과

Antioxidant Component and Activity of Dropwort (*Oenanthe javanica*) Ethanol Extracts

Cho Rong Hwang¹, In Guk Hwang¹, Hyun Young Kim¹, Tae Soo Kang², Yun Bae Kim³,
Sung Soo Joo³, Junsoo Lee¹, and Heon Sang Jeong^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

²Dept. of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University of
Science and Technology, Chungbuk 373-807, Korea

³College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

⁴Division of Marine Molecular Biotechnology, Gangneung-Wonju National University, Gangwon 210-702, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the antioxidant compounds and antioxidant activity on the dropwort (*Oenanthe javanica*) and its solvent fraction. The dropwort was extracted with 70% (v/v) ethanol, and then partitioned using the solvents of hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol, and aqueous. The ethyl acetate fraction contained the highest phenolic and flavonoid of 240.61 mg GA eq/g and 105.57 mg catechin eq/g, followed by ethanol extract of 37.50 mg GA eq/g and 26.50 mg catechin eq/g, respectively. The DPPH radical scavenging activity (IC₅₀) on the solvent fractions increased in the order of ethyl acetate, butanol, ethanol extract, chloroform, aqueous, and hexane with 0.08, 0.58, 1.07, 2.43, 2.47, and 3.31 mg/mL, respectively. The ABTS radical scavenging activity was the highest value of 382 mg AA eq/g in ethyl acetate fraction. Reducing power and chelating effect on the ethanol extracts and its solvent fraction were in range of 0.23~0.75 and 0~32.01%, respectively. Hydroxyl radical scavenging activity (IC₅₀) was the lowest value of 26.71 µg/mL in ethyl acetate fraction.

Key words: *Oenanthe javanica*, solvent fractionation, polyphenol, flavonoid, antioxidant activity

서 론

미나리(*Oenanthe javanica*)는 미나리과에 속하는 다년초 초본으로 습지에서 자생하며 한국, 일본, 중국, 대만, 말레이시아, 인도 등지에 분포하며 농가에서 많이 재배하고 있다(1). 미나리는 식품 영양학적으로 플라보노이드 화합물뿐만 아니라(2,3) 비타민과 칼륨, 칼슘 및 철분이 들어있는 대표적인 알칼리 식품이다(4). 우리 식생활에서 다량 섭취되어지는 채소로서 독특한 향미 때문에 연한 부분을 채취하여 김치, 나물, 강회 등에 이용되고 있고(5), 독특한 향미 및 약리작용으로 인해 기능성식품 소재나 향신료로 활용도가 높은 약용 식물이다(6). 미나리의 엽경은 한방요법으로 지혈, 정력강장, 보혈, 이뇨, 주독 및 폐렴 등을 치유하는 데 사용되었고, 혈압강하, 해열, 진정, 변비예방, 일상병 및 하혈 등에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(7). 예로부터 한방에서 간의 보호 등의 효능이 널리 알려져 왔고, 또한 미나리 추출물이

이질균의 생육을 억제하는 항균작용(8)과 황달, 수종, 고혈압 등에 효과가 있다고 알려져 왔다(9). 또한 한국산 식용식물의 화학성분 및 생리활성에 관한 연구에서 참죽나무 잎, 미나리, 쪽 등의 생리활성 성분을 밝힌바 있다(10).

미나리에 관한 연구로는 단백질 및 아미노산 조성에 관한 화학적인 성분에 관한 연구(11), 향기 성분에 관한 연구(5), 플라보노이드 화합물의 아플라톡신 B1에 대한 항 돌연변이 효과(3) 및 해독 기능 연구(12), 미나리와 돌미나리의 돌연변이 유발 억제작용과 항산화 효과의 연구(13), 미나리 지상부에서 라디칼 소거 활성을 가지는 페놀성 화합물의 분리에 관한 연구(14) 등이 진행되었다.

이와 같이 한국인에게 약용 및 식용 식물로서의 높은 가치를 지닌 미나리 추출물 자체에 대한 항산화활성 연구는 활발히 진행되어 왔으나 용매 분획물에 대한 항산화활성 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 극성차이에 따른 용매분획물 별 항산화활성을 확인하기 위하여 미나리를 에

*Corresponding author. E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2570, Fax: 82-43-271-4412

탄올로 추출하고 그 추출물에 대한 용매 분획물에 대해 항산화성분인 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 살펴보고 다양한 항산화 활성을 비교하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 미나리는 2009년 11월 충북 청원군 일원에서 재배된 것을 구입하여 동결건조 후 분쇄하여 -20°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

추출물 제조 및 용매 분획

미나리 건조분말 10 g에 70% 에탄올 200 mL을 가하여 초음파 추출장치(SD-350H, Seong Dong, Seoul, Korea)로 1시간씩 3회 반복 추출한 다음 추출액을 합쳐 감압여과하고 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 38°C에서 용매를 완전히 제거시킨 다음 증류수로 240 mL로 정용한 다음 40 mL은 동결건조(Modulyod-115, Thermo Electron Co., Waltham, MA, USA)하여 에탄올 추출물로 하였으며, 나머지 200 mL은 hexane(400 mL×3), chloroform(400 mL×3), ethyl acetate(400 mL×3)와 butanol(400 mL×3)을 순차적으로 가하여 용매 분획물로 하였고 최종 남은 용액을 물 분획물로 하였다. 이 분획물들은 감압 농축한 후 동결건조 하여 -20°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

미나리 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Hwang 등(15)의 방법에 따라 Folin-Ciocalteu reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다. 각 추출물 100 µL에 2% Na₂CO₃ 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치한 다음 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 µL를 가하였다. 2% Na₂CO₃ 용액을 가하고 30분 후 반응액의 흡광도 값을 spectrophotometer(UV-1650, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 750 nm에서 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. 총 폴리페놀 함량은 시료 g 중의 mg gallic acid로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량 측정

미나리 에탄올 추출물의 총 플라보노이드 함량은 Kim 등(16)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 추출물 250 µL에 증류수 1 mL과 5% NaNO₂ 75 µL를 가한 다음 5분 후 10% AlCl₃·6H₂O 150 µL를 가하여 6분 방치하고 1 N NaOH 500 µL를 가하였다. 11분 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였으며, 표준물질로 (+)-catechin hydrate(Sigma Chemical Co.)를 사용하였다. 총 플라보노이드 함량은 시료 g중의 mg (+)-catechin hydrate로 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거능에 의한 항산화활성(IC₅₀) 측정

미나리 에탄올 추출물과 그 용매분획물의 전자공여능(Electron donating ability, EDA)은 Lee 등(17)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 시료 0.2 mL에 2×10⁻⁴ M DPPH(Sigma Chemical Co.) 용액(99% ethanol에 용해) 0.8 mL를 가한 후, vortex mixer로 10초간 진탕하고 30분 후 spectrophotometer를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 용해한 용매만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며, 추출물의 EDA(%) 값을 50% 감소시키는 IC₅₀ 값으로 표현하였다.

총 항산화력 측정

미나리 에탄올 추출물과 그 용매분획물의 총 항산화력은 Nho 등(18)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS, Sigma Chemical Co.) 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS^{•+} 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수(ε=3.6×10⁴ M⁻¹cm⁻¹)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS^{•+}용액 1 mL에 추출액 50 µL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 60분 후에 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 동량 첨가하였고, 총 항산화력은 AEAC(L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity, mg AA eq/g)로 표현하였다.

환원력 측정

미나리 에탄올 추출물과 그 용매분획물의 reducing power는 Kong 등(19)의 방법에 따라 Fe³⁺(CN)₆가 반응을 통해 얻어진 전자에 의해 Fe²⁺(CN)₆으로 환원반응이 일어나는 정도를 측정하여 나타내었다. 즉, 추출물 250 µL에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 250 µL, 1% potassium ferricyanide(K₃Fe(CN)₆) 250 µL를 각각 혼합하여 50°C에서 20분 동안 반응시킨 후 1% trichloroacetic acid(CCl₃COOH, w/v)를 가하였다. 위 반응액을 1,000 rpm에서 10분간 원심 분리 하여 상정액 500 µL에 증류수 500 µL를 혼합하고, 0.1% ferric chloride(FeCl₃·6H₂O) 100 µL를 가하여 반응액의 흡광도 값을 700 nm에서 측정하였다.

Ferrous ion chelating 효과

미나리 에탄올 추출물과 용매분획물의 ferrous ion chelating 효과는 Lee 등(20)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 추출물 1 mL, 80% 에탄올 0.8 mL, 2 mM FeCl₂·4H₂O[iron(II) chloride tetrahydrate; Sigma] 용액 0.1 mL, 5 mM ferrozine [3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; Sigma] 용액 0.1 mL를 혼합하여 실온에서 10분

동안 반응시켰으며, 562 nm에서 흡광도를 측정하였다. 양성 대조구로는 대표적 chelating agent인 EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid)를 사용하였다.

Hydroxyl 라디칼 소거활성

Hydroxyl 라디칼 소거활성은 Woo 등(21)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 10 mM FeSO₄ · EDTA 200 µL, 10 mM 2-deoxyribose 200 µL, 0.1 M 인산완충액 1.39 mL에 추출물 10 µL를 넣고 200 µL의 10 mM H₂O₂ 용액으로 라디칼 생성을 유도하여 37°C에서 4시간 반응하였다. 2.8% trichloroacetic acid(TCA)로 반응을 정지시키고 0.8% 2-thiobarbituric acid(TBA) 용액을 첨가하여 10분간 끓여 발색한 뒤 반응액을 냉각하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS Ver 12.0 package program을 이용하여 각 측정 군의 평균과 표준편차를 산출하고 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

총 폴리페놀과 플라보노이드 함량

미나리 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량을 측정된 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 각각 37.50 mg GA eq/g 및 26.50 mg catechin eq/g이었다. 용매 분획물에 대한 총 폴리페놀 함량은 에틸아세테이트>부탄올>클로로포름>물>헥산 순으로 높았으며 각각 240.61, 77.79, 22.34, 14.17 및 12.71 mg GA eq/g의 함량을 나타내었고, 총 플라보노이드 함량은 에틸아세테이트>부탄올>클로로포름>헥산>물 순으로 각각 105.57, 47.99, 12.20, 5.82 및 3.93 mg catechin eq/g의 함량을 나타내어 에틸아세테이트 분획물이 높은 함량을 나타내었다. 이러한 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 약용식물이며 미나리과에 속하는 사상자 에탄올 추출물의 15.7 및 8.1 mg/g, 그리고 당귀 에탄올 추출물의 14.7 및 7.2 mg/g보다는 높은 함량이었으나(22), 천년초선인장 줄기 메탄올 추출물의 42.6 및 25.9 mg/g과 비슷한 함량을 나타내었다(23).

Table 1. Total polyphenol and flavonoid contents of dropwort ethanol extract and its solvent fractions

Extracts	Total polyphenol content (mg GA eq/g)	Total flavonoid content (mg catechin eq/g)
Ethanol extract	37.50±0.94 ^{b1)}	26.50±0.50 ^{ab}
Hexane fraction	12.71±1.25 ^a	5.82±0.87 ^a
Chloroform fraction	22.34±0.75 ^{ab}	12.20±0.78 ^a
Ethyl acetate fraction	240.61±2.71 ^d	105.57±2.62 ^c
Butanol fraction	77.79±5.24 ^c	47.99±0.47 ^b
Aqueous fraction	14.17±1.02 ^a	3.93±0.70 ^a

¹⁾Values with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 2. DPPH radical scavenging activity and total antioxidant activity of dropwort ethanol extract and its solvent fractions

Extracts	DPPH radical scavenging activity (IC ₅₀ , mg/mL)	Total antioxidant activity (mg AA eq/g)
Ethanol extract	1.07±0.02 ^{c1)}	34.48±1.32 ^c
Hexane fraction	3.31±0.16 ^e	12.78±0.62 ^e
Chloroform fraction	2.43±0.39 ^d	18.27±1.03 ^d
Ethyl acetate fraction	0.08±0.00 ^a	382±9.14 ^a
Butanol fraction	0.58±0.01 ^b	55.82±4.14 ^b
Aqueous fraction	2.47±0.24 ^d	14.34±1.84 ^d

¹⁾Values with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능(EDA%)에 대한 IC₅₀값을 측정한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 에탄올 추출물의 IC₅₀ 값은 1.07 mg/mL이었지만 용매 분획물의 에틸아세테이트 층이 0.08 mg/mL로 가장 낮은 값을 나타내었다. 헥산, 클로로포름, 부탄올 및 물 분획물에서는 각각 3.31, 2.43, 0.58 및 2.47 mg/mL로 에틸아세테이트와 부탄올 분획물에서 우수한 DPPH 라디칼 소거능을 나타내었다. 약용식물인 음양곽의 0.79 mg/mL 및 해동피의 1.27 mg/mL보다는 낮은 값이었으나(22), 미나리 지상부 메탄올 추출물 에틸아세테이트 분획물의 0.025 mg/mL보다는 약간 높은 값을 나타내었다(14).

ABTS 라디칼 소거능(AEAC)을 측정한 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 에탄올 추출물은 34.48 mg AA eq/g이었지만 용매 분획물의 에틸아세테이트 분획물에서 382.00 mg AA eq/g으로 가장 높은 총 항산화력을 나타내었고 부탄올>클로로포름>물>헥산 순으로 각각 55.82, 18.27, 14.34 및 12.78 mg AA eq/g의 값을 나타내었다. 이러한 결과는 DPPH 라디칼 소거능 및 폴리페놀 함량의 결과와 유사한 순이었다. 미나리 에탄올 추출물의 용매분획물 가운데 높은 항산화활성을 보인 에틸아세테이트 분획물은 항산화성분으로 알려진 폴리페놀과 플라보노이드 성분이 많이 존재하고 그들의 함량 역시 다른 분획물에 비해 높았기 때문으로 판단된다(24).

환원력

미나리 에탄올 추출물과 용매 분획물 1 mg/mL의 농도에서의 환원력에 대한 흡광도 값을 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 용매 분획 후 헥산, 클로로포름, 물층의 흡광도는 각각 0.39, 0.42 및 0.23으로 에탄올 추출물의 0.45에 비해 낮은 흡광도를 나타내었지만 에틸아세테이트와 부탄올 층에서는 각각 0.75 및 0.59로 더 높은 흡광도를 나타내었다. 에틸아세테이트 분획물에서 수용성 비타민 E 전구체인 Trolox의 0.6보다 높은 환원력을 보였으며 부탄올 분획물에서는 비슷한 환원력을 나타내었다. 이러한 환원력은 목통 메탄올 추출물의 0.046, 치자 추출물의 0.1보다는 높은 값이었으며(25), 번행초 추출물의 에틸아세테이트 분획물에서 1.5 mg/mL의 농도에서 0.5를 나타낸 것보다 높은 값이었다(26).

Table 3. Reducing power, iron chelating effect, and hydroxyl radical scavenging activity of dropwort ethanol extract and its solvent fractions

	Reducing power (A ₇₀₀)	Iron chelating effect (%)	Hydroxy radical scavenging activity (IC ₅₀ , µg/mL)
Ethanol extract	0.45±0.014 ^{c1)}	32.01±1.53 ^c	40.76±1.049 ^b
Hexane fraction	0.39±0.029 ^b	19.13±0.74 ^b	38.92±0.711 ^a
Chloroform fraction	0.42±0.030 ^b	31.24±0.51 ^c	34.77±0.629 ^a
Ethyl acetate fraction	0.75±0.014 ^c	NE ²⁾	26.71±0.772 ^{bc}
Butanol fraction	0.59±0.035 ^d	NE	31.82±0.070 ^c
Aqueous fraction	0.23±0.018 ^a	16.65±1.41 ^a	38.73±0.980 ^c

¹⁾Values with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

²⁾NE: not effected.

Ferrous ion cheating 효과

미나리 에탄올 추출물과 용매 분획물 1 mg/mL의 농도에 서 금속이온 제거능에 대한 결과 에탄올 추출물의 경우 32.01%로 가장 높았으며, 용매 분획물에 대해서는 클로로포름 분획물에서 31.24%로 에탄올 추출물보다 약간 낮은 값을 나타내었고 헥산, 물 순으로 각각 19.13 및 16.65%를 나타내 었다(Table 3). 에탄올 추출물과 클로로포름 분획물 간에는 유의적 차이가 없었고(p>0.05) 에틸아세테이트와 부탄올 분 획물은 금속이온 제거능의 효과가 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 추출물의 금속이온 제거능은 radical 제거물질 과는 작용 기작이 다르므로 폴리페놀 및 토코페롤 등의 항산 화물질과는 상관성이 낮은 것으로 보고된 연구(27)와 유사 한 경향을 나타내었다.

Hydroxyl 라디칼 소거활성

Hydroxyl 라디칼 소거활성은 fenton reaction에 의해 생 성된 hydroxyl 라디칼을 deoxyribose로 분해하고 이때 생성 된 MDA(malondialdehyde) 양을 측정함으로써 화합물의 hydroxyl 라디칼 소거능을 측정하는 방법이다. 미나리 에탄 올 추출물과 용매분획물의 hydroxyl 라디칼 소거활성을 측 정한 결과 에탄올 추출물의 IC₅₀ 값은 40.76 µg/mL이었으며, 용매 분획물의 경우 에틸아세테이트 분획물에서 26.71 µg/ mL로 가장 낮은 IC₅₀ 값을 나타내었다. 헥산, 클로로포름, 부탄올 및 물 분획물에서는 각각 38.92, 34.77, 31.82 및 38.73 µg/mL로 나타났으며, 에탄올 추출물과 비교하였을 때 에틸 아세테이트 분획물에서 우수한 hydroxy 라디칼 소거활성을 나타내었다.

이상의 결과를 요약해보면 미나리의 항산화활성은 페놀 성 화합물에 의한 것으로 판단되며, 에틸아세테이트 용매가 페놀성 화합물을 잘 녹여낼 수 있으므로 이 층에 다량의 페 놀성 화합물이 존재하고 그에 따라 항산화활성이 높게 나타 난 것으로 판단된다. 향후 페놀성 화합물 가운데 어떠한 물 질이 높은 항산화활성을 가지고 있는 지에 대한 추가 연구가 필요하리라 판단된다.

요 약

미나리 에탄올 추출물과 용매분획물에 대한 항산화물질

과 항산화활성을 분석한 결과 미나리 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 37.50 mg GA eq/g이었으며, 에틸아세테이 트 층에서 240.61 mg GA eq/g로 높게 나타났다. 총 플라보 노이드 함량은 에탄올 추출물에서 26.50 mg catechin eq/g 이었지만 에틸아세테이트 층에서는 105.57 mg catechin eq/ g의 함량을 나타내었다. DPPH법에 의한 항산화활성의 IC₅₀ 값은 에탄올 추출물에서 1.07 mg/mL이었으며, 에틸아세테 이트 분획물에서는 0.08 mg/mL로 높았다. 총 항산화력은 에탄올 추출물에서 34.48 mg AA eq/g이었으며, 에틸아세테 이트 층에서는 382.00 mg AA eq/g으로 높았다. 환원력은 1 mg/mL의 농도에서 에탄올 추출물은 0.45이었지만, 에틸 아세테이트 층에서는 0.75로 높았다. Ferrous ion chelating 효과는 에탄올 추출물에서 32.01%로 높았고 용매 분획물 에 서는 오히려 감소하거나 없는 것으로 나타났으며 hydroxyl 라디칼 소거능의 IC₅₀은 에틸아세테이트 분획물에서 26.71 µg/mL로 가장 높았다.

문 헌

- Rhee HJ, Jung HS, Kim YD. 1993. Componential specifica-tion of the water dropwort (*Oenanthe javanica* D.C.). *J Sci Edu* 2: 17-31.
- Park JC, Hur JM, Park JG. 2002. Biological activities of Umbelliferae family plants and their bioactive flavonoids. *Food Industry and Nutrition* 7: 30-34.
- Park JC, Ha JO, Park KY. 1996. Antimutagenic effect of flavonoids isolated from *Oenanthe javanica*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 588-592.
- Kim JG. 2002. Purification of water contaminated with syn-thetic detergent by a wild strain of *Oenanthe javanica*. *J Food Hyg Safety* 17: 1-7.
- Rhee HJ, Jung HS, Kim YD. 1995. Changes on the volatile constituents of the water dropwort (*Oenanthe javanica* D.C.) according to seasons. *J Sci Edu* 4: 175-187.
- Son MJ, Cha CG, Park JH, Kim CS, Lee SP. 2005. Manufac-ture of dropwort extract using brown sugar, fructose syrup and oligosaccharides. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1485-1489.
- Park JC, Yu YB, Lee JH. 1993. Isolation of steroids and flavonoids from the herb of *Oenanthe javanica* D.C. *Korean J Pharmacogn* 24: 244-246.
- Kim KH, Chang MW, Park KY, Rhee SH, Rhew TH, Sunwoo YI. 1993. Effects of phytol and small water drop-wort extract on the T subset in the Sarcoma-180 trans-

- planted mice. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 405-411.
9. Lee HY, Yoo MJ, Chung HJ. 2001. Chemical properties of watercress (*Oenanthe javanica* D.C.) depend upon cultivating methods. *Korean J Food Culture* 16: 235-242.
 10. Park JC, Young HS, Yu YB, Lee JH. 1994. Studies on the chemical components and biological activities of edible plants in Korea. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 116-119.
 11. Mun SI, Joh YG, Ryu HS. 1990. Protein and amino acid composition of watercress, *Oenanthe stolonifera* DC. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 133-142.
 12. Kim JG. 2002. Purification of water contaminated with synthetic detergent by a wild strain of *Oenanthe javanica*. *J Food Hyg Safety* 17: 1-7.
 13. Lee KI, Lee SH, Park KY. 2004. Antimutagenic and antioxidative effects of water dropwort and small water dropwort. *Korean J Community Living Sci* 15: 49-55.
 14. Jo HW, Lee SH, Nam DH, Kim JY, Lim SK, Lee JS, Park JC. 2008. Antioxidant activity and phytochemical study on the aerial parts of *Oenanthe javanica*. *Korea J Pharmacogn* 39: 142-145.
 15. Hwang IK, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, Jeong HS. 2006. Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *Korean J Food Sci Technol* 38: 342-347.
 16. Kim HY, Woo KS, Hwang IK, Lee YR, Jeong HS. 2008. Effects of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 40: 166-170.
 17. Lee SH, Hwang IK, Lee YR, Jeong EM, Jeong HS, Lee HB. 2009. Physicochemical characteristics of antioxidant activity of heated radish (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 490-495.
 18. Nho JW, Hwang IK, Jeong EM, Kim HY, Chang SJ, Jeong HS. 2009. Biological activities of *Magnolia denudata* Desr. flower extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1478-1484.
 19. Kong SH, Chio YM, Kim YH, Kim DJ, Lee JS. 2009. Antioxidant activity and antioxidant components in methanolic extract from Geumjong rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 807-811.
 20. Lee CH, Shin SR, Kim NR, Yoon SE, Kim SI, Baek SH, Hawng JK. 2009. Changes of antioxidant effects according to greening period of *Astragalus membranaceus* var. *membranaceus*, *Senna occidentalis*, *Dianthus longicalyx*, and *Plantago asiatica* sprout vegetables. *Korean J Plant Res* 22: 349-358.
 21. Woo KS, Jeong EG, Suh SJ, Yang IY, Jeong HS, Kim KJ. 2008. Antioxidant components and antioxidant activities of 70% ethanol extracts on Suweon-511 and Ilpum rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1223-1230.
 22. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
 23. Yoon JA, Hahm SW, Park JE, Son YS. 2009. Total polyphenol and flavonoid of fruit extract of *Opuntia humifusa* and its inhibitory effect on the growth of MCF-7 human breast cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1679-1684.
 24. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Isolation and identification of low molecular phenolic antioxidants from ethylacetate layer of Korean black raspberry (*Rubus coreanus* Miquel) wine. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
 25. Kim JK, Kang YM, Eum GS, Ko YM, Kim TY. 2003. Antioxidative activity and antimicrobial activity of extracts from medicinal plants (*Akebia quinata* Decanate Decaisn, *Scirustluviatilis* A. Gray, *Gardenia jasminoides* for. *grandiflora* Mkino). *J Agric Life Sci* 37: 69-75.
 26. Lee MA, Choi HJ, Kang JS, Choi YH, Joo WH. 2008. Antioxidant activities of the solvent extracts from *Tetragonia tetragonioides*. *J Life Sci* 18: 220-227.
 27. Graf E, Eaton JW. 1990. Antioxidant functions of phytic acid. *Free Radic Biol Med* 8: 61-69.

(2010년 11월 26일 접수; 2010년 12월 16일 채택)