

무청 추출물의 생리활성

- 연구노트 -

구경형[†] · 이경아 · 김영언
한국식품연구원

Physiological Activity of Extracts from Radish (*Raphanus sativus* L.) Leaves

Kyung-Hyung Ku[†], Kyung-A Lee, and Young-Eon Kim

Korea Food Research Institute, Songnam 463-749, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate yield of extract, total phenolic compounds content, electron donating activity, nitrite scavenging activity, superoxide dismutase like activity of the radish leaves (*Raphanus sativus* L.) extracts. Radish leaves extracts were prepared using water extraction, 50% ethanol extraction and 50% methanol extraction. The yield of Kwandong radish leaves extracts without blanching treatment (DRLK) was 26.56~32.56% and the extract yield of Minongdanbaek radish leaves without blanching treatment (DRLM) was 34.34~36.90%. On the other hand, the yield of samples with blanching treatment was a lower range value of 18.70~23.56% than samples without blanching treatment. In the total contents of phenolic compound, samples with and without blanching treatment were 49.1~59.4 mg/g and 53.41~62.08 mg/g, respectively. Minongdanbaek radish leaves extracts (DRLM, BDRLM) showed higher contents value than Kwandong radish leaves extracts (DRLK, BDRLK) in the total phenolic compounds. Samples without blanching treatment showed electron donating activity above 80%, nitrite scavenging activity of 36.63~51.17% and superoxide dismutase like activity of 38.53~45.38%. Generally, Kwandong samples showed a little higher activity more than Minongdanbaek samples in the electron donating activity, nitrite scavenging activity and superoxide dismutase like activity. Also, radish leaves extracts without blanching treatment showed high physiological activities.

Key words: radish leaves, total polyphenolic compound, electron donating activity, superoxide dismutase

서 론

무(*Raphanus sativus* Leaves)는 겨자과에 속하는 1년생 또는 월년생 초본으로 삼국시대 때부터 중국에서 도입되어 각 지방에 토착한 재래종이 많다(1). 무의 성분은 수분이 약 93%, 조단백질이 1%, 당질은 주로 glucose로서 3% 정도, 비타민 C의 함량은 19~39 mg%를 함유하고 있다. 무의 조직에는 섬유소와 펙틴질, 각종 무기질과 소화효소인 amylase 등이 있고, methyl mercaptane이나 mustard oil과 같은 특유의 방향성분을 가지고 있다(2-4). 2006년도 기준으로 국내 무 생산량은 1,494천 톤으로 채소류 총생산량의 약 13~15%를 차지하고 있으며, 계절에 따라 또는 재배지에 따라 무 품종을 선발하여 재배하고 있다. 통계적으로 무의 수요는 김치와 단무지 생산에 집중되고 있는데, 단무지는 일년 중 일괄적으로 처리하므로 통계적인 수치는 없지만 상대적으로 대량의 무청이 생산되고 있다(5). 즉 무의 뿌리부분은 무채, 각두기, 단무지 등으로, 잎 부분은 무청 김치로 이용하거나, 무청을 건조하여 나물이나 국 재료로 사용하고 있는데,

대량 생산되는 시기에는 사용하지 못하고 폐기되고 있는 실정이다. 특히 무청을 말린 우거지는 건물량 중 35% 이상이 식이섬유이고, 20% 내외의 단백질과 철분, 칼슘 등을 함유한 양질의 식재료이다(6).

최근 인간의 수명이 증가하고 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 노화억제와 건강 유지를 위한 기능성 및 생리활성 물질에 대한 연구가 광범위하게 진행되고 있다(7,8). 특히 채소류는 항암성, 항산화성, 콜레스테롤 저하 효과 및 정장 작용 등의 기능을 가지고 있고(9-12), 국내 산채류 추출물의 항산화 활성(13), 깻잎의 생리 기능성(14), 대파의 항산화 물질 동정(15) 등 채소 기능성 물질에 대해 연구(16,17)가 보고되고 있어 무 소비와 함께 우리 식생활과 관련 있는 무청도 생리활성 물질이 있을 것으로 여겨진다.

한편 무청에 관한 연구로는 조리방법에 따른 상용채소의 무기질 함량 변화(18), 사료로 사용하기 위해 무청에서 단백질 추출한 연구(19,20) 및 무청의 에탄올 추출물이 폐암에 대한 효과(21)와 최근 무청 추출물의 위장 내 자극과 자궁수축 활성능(22), 장내 자극 활성(23) 등에 관한 연구가 보

[†]Corresponding author. E-mail: khku@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9052, Fax: 82-31-709-9876

고되고 있다. 본 연구는 건조 무청의 용매 추출물의 전자공여능, 아질산염소거작용, 총 폴리페놀 함량 및 SOD 유사활성 등의 생리활성을 조사하여 무청의 활용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

추출물의 제조 및 수율

본 실험에 사용된 시료는 무청을 건조한 후 건조 무청 당 6배에 해당하는 증류수, 50% 에탄올, 50% 메탄올을 가하여 4°C에서 24시간 추출한 후, 위와 같은 조건으로 5회 반복하고 상등액을 모아 Whatman No. 1 여과지로 여과하였다. 여과한 여액은 rotary vacuum evaporator(HS-2001N, Hanshin Science Co., Korea)를 사용하여 감압농축한 뒤 동결건조기(Bondiro, Il-sin Engineering, Korea)로 건조한 시료를 사용하였다. 각각의 추출물에 대한 수율은 추출 전의 시료 무게에 대한 동결건조 후 추출물 무게를 측정하여 나타내었다. 이때 무청은 강원도 정선에서 수확한 북중궁무 품종인 관동무(Kwandong)와 충청북도 서산에서 수확한 남중궁무 품종인 미농단백무(Minongdanbaek) 품종을 사용하였다. 건조 무청 제조는 수확한 무청을 흐르는 물로 2회 세척, 탈수한 직후 즉시 50°C 열풍 건조한 시료(DRL)와 100°C 끓는 물에 10~20초간 데친 후 2회 세척하여 50°C 열풍건조(BDRL)하였다.

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 방법(24)으로 측정하였다. 각각의 추출조건에 따라 제조된 무청의 동결 건조된 추출물을 1.0 mg/mL의 농도로 3차 증류수에 희석한 액 0.1 mL에 2 N Folin reagent(Sigma, USA) 0.5 mL, 증류수 8.4 mL를 가하고 3분간 정치한 다음 1.0 mL의 20% Na₂CO₃용액을 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정치한 후 분광광도계를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하고 gallic acid(Sigma, USA)를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 mg/g로 구하였다.

전자공여능

전자공여능은 Kang 등(16)의 방법을 변형하여 각각의 추출물에 대한 DPPH(α, α -diphenyl-2-picryl-hydrazyl, Sigma, USA)의 전자공여효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 무청의 동결 건조된 추출물을 1.0 mg/mL의 농도로 3차 증류수에 희석한 액 0.2 mL에 4×10^{-4} M DPPH용액(99% 에탄올에 용해) 0.8 mL, 99% 에탄올 2 mL를 가하여 총액의 부피가 3 mL가 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하여 실온에 15분 방치한 후 분광광도계(V-550 spectrophotometer, Jasco, Japan)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 추출물의 첨가 전·후의 차이를 백

분율로 나타내었다.

$$\text{Electron donating activity (\%)} = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A: 추출물 첨가구의 흡광도, B: 추출물 무첨가구의 흡광도

아질산염 소거작용

아질산염 소거작용은 Gray와 Dugan의 방법(17)으로 측정하였다. 1 mM NaNO₂ 0.1 mL에 동결 건조된 무청 추출물을 1.0 mg/mL의 농도로 3차 증류수에 희석한 액 0.2 mL와 0.1 N HCl를 0.7 mL 가하여 반응용액의 부피를 1 mL로 하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 2% acetic acid 5 mL, Griess 시약(Sigma, USA) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시켜 15분간 실온에서 방치시킨 후 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 이때 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 추출액 첨가전후의 아질산염 백분율로 표기하였다.

$$\text{Nitrite scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{A-C}{B}\right) \times 100$$

N: 아질산염 소거율

A: 1 mM NaNO₂ 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B: 1 mM NaNO₂ 용액에 시료 대신 증류수를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

C: 시료 추출물 자체의 흡광도

Superoxide dismutase 유사활성

SOD 유사활성 측정은 Marklund 등의 방법을 변형한 Kim 등(25)의 방법을 이용하여 실시하였다. 각 추출물을 감압 농축한 후 Tris-HCl buffer(50 mM tris[hydroxymethyl]amino-methane \pm 10 mM EDTA, pH 8.5)를 이용하여 pH 8.5로 조절된 시료액을 만들었다. 1.0 mg/mL 농도의 시료 0.2 mL에 tris-HCl buffer(pH 8.5) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분간 방치한 후 1 N HCl 1 mL로 반응을 정지시킨 후 분광광도계를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정, 시료 첨가 및 무 첨가구간의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{SOD-like activity (\%)} = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A: 추출물 첨가구의 흡광도

B: 추출물 무 첨가구의 흡광도

단, A, B는 대조구의 흡광도를 제외한 수치임

통계분석

통계처리는 SAS(26) program을 이용하여 분산분석과 ANOVA test로 유의성을 검증하였다.

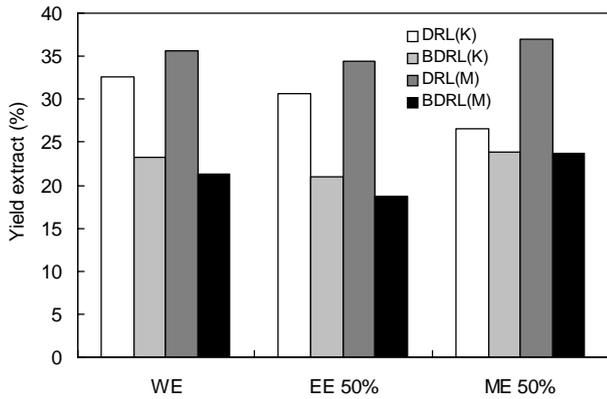


Fig. 1. Yields of radish leaves (*Raphanus sativus* L.) extracts. DRLK: dried radish leaves (Kwandong), BDRLK: blanching and dried radish leaves (Kwandong), DRLM: dried radish leaves (Minongdanbaek), BDRLM: blanching and dried radish leaves (Minongdanbaek). WE: water extract, EE 50%: 50% ethanol extract, ME 50%: 50% methanol extract.

결과 및 고찰

무청 추출물의 수율 및 총 폴리페놀 함량

물, 50% 에탄올, 50% 메탄올을 추출용매로 이용하여 건조 무청의 추출 수율을 측정된 결과(Fig. 1), 브랜칭을 하지 않고 건조한 무청 시료가 브랜칭 처리 후 건조한 무청보다 추출 용매에 관계없이 높은 수율을 보였다. 브랜칭하지 않은 건조무청인 관동 무청(DRLK)과 미농단백 무청(DRLM)은 추출 용매에 따라 약간의 차이는 있지만 각각 26.56~32.56%, 34.34~36.90%의 수율을 보였다. 반면에 브랜칭을 한 무청군의 수율은 18.70~23.56%로 브랜칭하지 않은 시료군보다는 수율이 낮았다. 이는 채소를 브랜칭한 시료는 100°C 끓는 물에 무기질, 수용성 물질 등이 손실되어 각각의 용매 추출시 수율이 브랜칭하지 않은 시료에 비하여 적게 추출된 것으로 여겨진다(27-29).

각 추출용매별 총 폴리페놀 함량을 조사한 결과(Table 1), 브랜칭한 시료군은 49.06~59.37 mg/g 범위인 반면 브랜칭을 하지 않은 시료군은 53.41~62.08 mg/g으로 높은 폴리페놀 함량을 나타내었다. 시료에 따라서는 관동 무청시료(DRLK, BDRLK)보다는 미농단백무 시료(DRLM, BDRLM)가 약간 더 높은 폴리페놀 함량을 나타내었다. 이는 추출

조건의 차이는 있지만 Lee 등(13)의 산채류인 섬고사리, 눈개승마, 쇠비름, 서덜취 등의 산채류 줄기 매단을 추출물에서 각각 54, 66, 53, 58 mg/g의 추출 함량과 유사하였고, Kim 등(30)의 음양곽, 쑥, 오가피, 해동피 등의 물추출물이 59.75 mg/g~81.20 mg/g이라는 결과와 비교하면 적은 양의 폴리페놀 함량을 나타내었다.

전자공여능

전자공여능은 시료의 flavonoids 및 폴리페놀 물질 등에 대한 항산화 작용의 지표로 free radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 커서 높은 항산화 활성 및 활성산소에 대한 소거활성을 기대할 수 있다고 보고되었다(31). 추출 용매별 무청 추출물의 전자공여능을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 브랜칭하지 않은 관동 무청의 추출물(DRLK)은 50% 에탄올 추출물과 물 추출물에서 각각 87.02%, 86.78%로 높은 radical 소거능을 나타내었다. 브랜칭한 관동무청군(BDRLK)은 50% 메탄올 추출물과 50% 에탄올 추출물에서 각각 76.30%, 74.92%로 전자공여능을 보였다. 또 미농단백무청군(DRLM)은 물 추출물과 50% 에탄올 추출물에서 81.82%, 81.66%의 활성을 나타내었고, 브랜칭한 미농단백 무청군(BDRLM)은 50% 에탄올에서 74.88%의 활성을 나타내었다. 본 실험에서

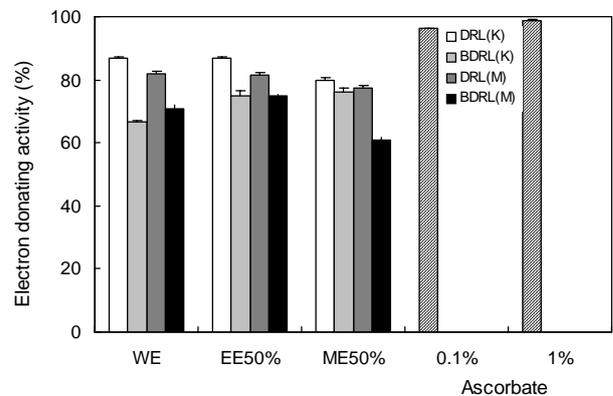


Fig. 2. Electron donating activity of radish leaves (*Raphanus sativus* L.) extracts.

DRLK: dried radish leaves (Kwandong), BDRLK: blanching and dried radish leaves (Kwandong), DRLM: dried radish leaves (Minongdanbaek), BDRLM: blanching and dried radish leaves (Minongdanbaek). WE: water extract, EE 50%: 50% ethanol extract, ME 50%: 50% methanol extract.

Table 1. Total polyphenolic compounds contents of radish leaves (*Raphanus sativus* L.) extracts unit (mg/g)

Solvent ¹⁾	Samples			
	DRLK	BDRLK	DRLM	BDRLM
WE	57.78 ± 0.61 ^{Bc2)}	52.48 ± 0.29 ^{Ca}	60.88 ± 1.50 ^{Aa}	53.41 ± 0.64 ^{Cb}
EE 50%	61.32 ± 0.06 ^{Aa}	49.06 ± 0.40 ^{Cb}	60.48 ± 1.50 ^{Aa}	58.52 ± 0.06 ^{Ba}
ME 50%	60.26 ± 0.23 ^{Bb}	51.15 ± 1.15 ^{Ca}	62.08 ± 0.12 ^{Aa}	59.37 ± 0.52 ^{Ba}

DRLK: dried radish leaves (Kwandong), BDRLK: blanching and dried radish leaves (Kwandong), DRLM: dried radish leaves (Minongdanbaek), BDRLM: blanching and dried radish leaves (Minongdanbaek).

¹⁾WE: water extract, EE 50%: 50% ethanol extract, ME 50%: 50% methanol extract.

²⁾Values with different superscripts within a column (a-c) and a row (A-C) by Duncan's multiple range test.

비교 물질로 사용된 0.1%, 1.0% ascorbate의 전자공여능이 각각 98.10%, 99.80%로 브랜칭을 하지 않은 관동 무청의 50% 에탄올 추출물이 87.02%를 나타내 추출시 농도를 높이면 전자공여능을 높일 수 있을 것으로 여겨진다. 전반적으로 관동 무청군이 미농단백 무청군보다 약간 높은 활성을 보였고, 브랜칭한 무청보다 브랜칭하지 않은 무청의 전자공여능이 높은 소거능을 나타내었다. 이는 Kim 등(32)이 보고한 식물체 추출물의 항산화성에서 팥이버섯, 마늘 추출물은 50%이하의 전자공여능을 나타냈고, 솔잎추출물이 열수추출물과 에탄올 추출물은 74.9%, 92.4%와 비교할 때 무청의 경우 비교적 높은 전자공여능을 나타냈다.

아질산염 소거작용

질산염을 많이 함유한 식품을 다량 섭취하게 되면, 식품 속의 amine류와 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 생성하고, 혈액 중의 hemoglobin이 산화되어 methemoglobin을 형성하여 methemoglobin증 증독증상이 발병된다고 알려져 있다. 이러한 아질산염을 소거, 제거하여 그에 동반되는 질병을 억제할 수 있는 천연물에 대한 연구가 이루어지고 있다 (25,28,33)

Fig. 3은 무청 추출물의 아질산염 소거작용을 측정한 결과

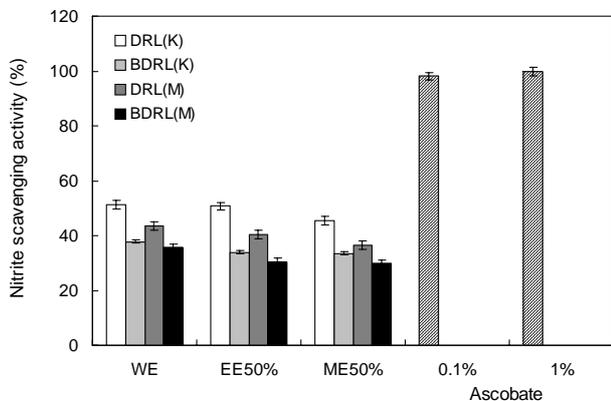


Fig. 3. Nitrite scavenging activity of radish leaves (*Raphanus sativus* L.) extracts.

DRLK: dried radish leaves (Kwandong), BDRLK: blanching and dried radish leaves (Kwandong), DRLM: dried radish leaves (Minongdanbaek), BDRLM: blanching and dried radish leaves (Minongdanbaek). WE: water extract, EE 50%: 50% ethanol extract, ME 50%: 50% methanol extract.

로 관동 무청(DRLK)의 경우 물 추출물과 50% 에탄올 추출물, 50% 메탄올 추출물에서 각각 51.17%, 50.73%, 45.38%의 아질산염 소거작용을 나타냈으며, 브랜칭한 관동 무청군(BDRLK)은 각각 37.82%, 33.95%, 33.53%의 소거작용을 보였다. 또 미농단백 무청군(DRLM)은 물 추출물, 50% 에탄올 추출물, 50% 메탄올 추출물에서 각각 43.45%, 40.40%, 36.63%의 소거작용과 브랜칭한 미농단백 무청군(BDRLM)은 각각 35.65%, 30.47%, 29.96%의 소거작용이 있었다. 전체적으로 브랜칭한 처리군보다 브랜칭하지 않은 무청 처리군이 비교적 높은 아질산염 소거작용을 나타내었다. 아질산염 소거능은 Kim 등(34)의 새송이 버섯의 물, 에탄올 등의 추출용매에 따라 차이는 없었으나 pH가 낮을수록 아질산소거능이 현저히 높아졌고, Joo 등(35)의 순비기나무 줄기 물 추출물이 pH 1.2에서는 84.61%의 아질산 소거능이 pH 3.0에서는 25.83%, pH 6.0에서는 10.32%로 pH에 따라 현저한 차이가 있다는 연구로 미루어 보아 추출 조건에 따라 아질산 소거능 차이가 있음을 알 수 있다. 비교 물질로 사용된 0.1% 및 1.0% ascorbate의 경우 각각 98.02%, 99.82%의 활성을 보였는데, 본 연구에서 가장 높은 활성을 나타낸 브랜칭하지 않은 관동 무청의 물 추출물과 비교하면 약 1/2 정도의 낮은 수준이었다. 이는 Lee 등(36,37)의 버섯류에 함유된 폴리페놀류가 아질산 소거작용에 크게 관여한다고 보고하였는데, 추가 실험에서 추출시 시료량과 농도를 높이고, 본 실험에서 사용한 pH 2.07보다 낮은 pH에서는 아질산 소거능이 높아질 것으로 여겨진다.

SOD 유사활성

SOD 유사활성 물질은 효소는 아니지만 SOD와 유사한 역할을 하는 저분자 물질로 주로 phytochemicals에 속하며 superoxide의 반응성을 억제하여 산화적 장애를 방어할 수 있다고 보고되었다(34). Table 2는 각 추출물의 SOD 유사활성 측정 결과를 나타낸 것으로 물 추출물, 50% 에탄올 추출물, 50% 메탄올 추출물에서 브랜칭하지 않은 관동 무청(DRLK)은 42.61%, 45.38%, 39.28%이고, 미농단백 무청(DRLM)은 각각 40.59%, 43.33%, 38.53%였다. 반면에 브랜칭한 무청의 경우는 브랜칭하지 않은 무청보다 낮은 활성을 보였다. 이는 Hong 등(38)의 브로콜리 41.7%, 사과 14.6%, 케일 26.7%, 무 착즙액 24.1%보다 SOD 유사활성이 높은 값이었고, Kim

Table 2. Superoxide dismutase (SOD)-like activity of radish leaves (*Raphanus sativus* L.) extracts unit (%)

Solvent ¹⁾	Samples			
	DRLK	BDRLK	DRLM	BDRLM
WE	42.61 ± 0.12 ^{Ab2)}	33.41 ± 0.13 ^{Cc}	40.59 ± 0.38 ^{Bb}	29.95 ± 0.08 ^{Db}
EE 50%	45.38 ± 0.06 ^A	38.56 ± 0.03 ^{Ca}	43.33 ± 0.31 ^{Ba}	36.05 ± 0.47 ^{Da}
ME 50%	39.28 ± 0.12 ^{Ac}	35.16 ± 0.02 ^{Cb}	38.53 ± 0.26 ^{Bc}	26.50 ± 0.10 ^{Dc}

DRLK: dried radish leaves (Kwandong), BDRLK: blanching and dried radish leaves (Kwandong), DRLM: dried radish leaves (Minongdanbaek), BDRLM: blanching and dried radish leaves (Minongdanbaek).

¹⁾WE: water extract, EE 50%: 50% ethanol extract, ME 50%: 50% methanol extract.

²⁾Values with different superscripts within a column (a-c) and a row (A-D) by Duncan's multiple range test.

등(34)의 새송이 버섯의 추출 용매에 따른 추출물의 SOD 유사활성을 조사한 결과 버섯 갖의 열수 추출물이 62.57%로 가장 높은 SOD활성을 나타내었고, 대는 12%로 부위와 추출 용매에 따라 큰 차이가 있었다. 본 연구 시료인 무청 시료는 품종과 브랜칭 여부에 따라 차이는 있지만 비교 물질로 사용된 0.1% 및 1.0% ascorbate의 95% 이상의 SOD 활성능에 비하여 본 연구에서 가장 높은 활성을 나타낸 브랜칭하지 않은 관동 무청의 에탄올 추출물은 45.38%로 낮은 수준을 보였다. Kim 등(34)의 버섯의 부위와 추출 용매에 따라 SOD 활성이 차이가 있듯이 무 품종에 따라 무청의 총 폴리페놀 함량이 다르고, 식이섬유, 비타민류, 무기질 함량에 차이가 있으므로 이에 대한 추가 실험이 요구된다.

요 약

건조 무청을 물, 50% 에탄올 및 50% 메탄올로 추출한 물질의 생리활성 효과를 조사하였다. 건조 무청의 추출물 수율은 브랜칭하지 않은 건조 무청인 관동 무청(DRLK)은 26.56~32.56%이고, 미농단백 무청(DRLM)은 34.34~36.90%였다. 반면에 브랜칭한 무청군 수율은 18.70~23.56%로 브랜칭하지 않은 시료보다 수율이 낮았다. 총 폴리페놀 함량의 경우 브랜칭한 무청 시료는 49.06~59.37 mg/g 범위였고, 브랜칭을 하지 않은 시료는 53.41~62.08 mg/g이었다. 시료에 따라서는 관동 무청시료(DRLK, BDRLK)보다 미농단백 무 시료(DRLM, BDRLM)가 약간 더 높은 폴리페놀 함량을 나타내었다. 전자공여능은 브랜칭하지 않은 시료는 80% 이상의 활성을 보였고, 아질산염 소거작용은 36.63~51.17% 범위의 활성을 보였으며, SOD 유사활성은 38.53~45.38%의 범위의 활성을 보인 반면 브랜칭한 시료는 각각의 생리활성 측정에서 브랜칭하지 않은 시료보다 낮은 활성을 보였다. 전반적으로 관동 무청군이 미농단백 무청군보다 전자공여능, 아질산 소거능 및 SOD 유사활성에 있어서 약간 높은 활성을 보였고, 브랜칭하지 않은 무청이 높은 활성을 나타내었다.

감사의 글

이 연구는 2006년도 농림기술개발사업 연구비 및 2007년도 한국식품연구원 출원비에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Cho JS. 1994. *Food Materials*. Muneundong, Seoul, Korea. p 149-150.
2. Jung GH, Rhee HS. 1986. Changes of texture in terms of the contents of cellulose, hemicellulose and pectic substances during fermentation of radish kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 2: 68-75.
3. Kim JG, Choi HS, Kim SS, Kim WJ. 1989. Changes in physicochemical and sensory qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 838-844.
4. Huh YJ, Cho YJ, Kim JK, Park KH. 2003. Effects of radish root cultivars on the Dongchimi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 35: 7-14.
5. Nongsuchuksan newspaper Co. 2005. *Korea Food Yearbook*. Appendix. p 38-39.
6. Ku KH, Lee KA, Kim YL, Lee YW. 2006. Quality characteristics of hot-air dried radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 780-785.
7. Goleberg I. 1994. *Functional Foods*. Chapman & Hall Press, New York, NY, USA. p 350-550.
8. Sadaki O. 1996. The development of functional foods and material. *Bio-industry* 13: 44-50.
9. Kaba T, Morita K, Inoue T. 1978. Antimutagenic action of vegetable factor on the mutagenic principle of tryptophane pyrolysate. *Mutation Res* 53: 351-353.
10. Han KS, Ham SS, Jeong EH, Lee HK. 1992. Antimutagenic effects of the edible mountain herb juices against Trp-P-1 and 2AF. *J Fd Hyg Safety* 7: 161-168.
11. Kwon YJ, Kim KH, Kim HK. 2002. Changes of total polyphenol content and antioxidant activity of *Ligularia fischeri* extracts with different microwave-assisted extraction conditions. *Korean J Food Preser* 9: 332-337.
12. Han SS, Lee SY, Oh DH, Kim SH, Hong JG. 1997. Development of beverages drinks using mountain edible herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 92-97.
13. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetable produced in Ullung Island. *Korean J Food Sci Technol* 37: 233-240.
14. Hyun KW, Kim JH, Song KJ, Lee JB, Jang JH, Kim YS, Lee JS. 2003. Physiological functionality in geumsan perilla leaves from greenhouse and field cultivation. *Korean J Food Sci Technol* 35: 975-979.
15. Seo GW, Cho JY, Kuk JH, Wee JH, Moon JH, Kim SH, Park KH. 2003. Identification of antioxidative substances in *Allium fistulosum* L. by GC-MS. *Korean J Food Sci Technol* 35: 988-993.
16. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
17. Gray JI, Dugan Jr LR. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci* 40: 981-984.
18. Han JS, Kim JS, Kim MS, Choi YH. 1999. Changes on mineral contents of vegetable by various cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 15: 382-387.
19. Yasui T. 1996. Effect of the pretreatment with dilute hydrochloric acid solutions on the extractability of grass proteins. *Nippon Eiyu Shokuryo Gakkaishi* 49: 29-37.
20. Yasui T. 1995. Method for extraction of grass proteins by dilute-alkaline acetone solution. *Nippon Eiyu Shokuryo Gakkaishi* 48: 391-397.
21. Yim HB, Lee GS, Chae HJ. 2004. Cytotoxicity of ethanol extract of *Raphanuse sativus* on a human lung cancer cell line. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 287-290.
22. Ghayur MN, Gilani AH. 2005. Gastrointestinal stimulatory and uterotonic activities of dietary radish leaves extract are mediated through multiple pathways. *Phytother Res* 19: 750-755.
23. Gilani AH, Ghayur MN. 2004. Pharmacological basis for the gut stimulatory activity of *Raphanus sativus* leaves. *J*

- Ethnopharmacol* 95: 169-172.
24. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243.
 25. Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 626-632.
 26. SAS Institute, INC 1988. SAS/STAT User's Guide. Version 6.2th ed. Cary, NC, USA.
 27. Bengtsson BL. 1969. Effect of blanching on mineral and oxalate content of spinach. *J Food Technol* 4: 141-145.
 28. Eheart MS, Gott C. 1965. Chlorophyll, ascorbic acid and pH change in green vegetables cooked by stir-fry microwave and conventional method. *J Food Technol* 19: 867-869.
 29. Park SS, Jang MS, Lee KH. 1994. Effect of blanching condition on the composition of the spinach grown in the winter greenhouse. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 62-67.
 30. 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.
 31. Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korea J Food Sci Technol* 27: 978-984.
 32. Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 626-632.
 33. Chung SY, Kim NK, Yoon S. 1999. Nitrite scavenging effect of methanol fraction obtained from green yellow vegetable juices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 342-347.
 34. Kim HK, Han HS, Lee GD, Kim KH. 2005. Physiological activities of fresh *Pleurotus eryngii* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 439-445.
 35. Joo EY, Lee YS, Kim NW. 2007. Polyphenol compound contents and physiological activities in various extracts of the *Vitex rotundifolia* stems. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 813-818.
 36. Lee SJ, Moon SH, Kim T, Kim JY, Seo JS, Kim DS, Kim J, Kim YJ, Park YI. 2003. Anticancer and antioxidant activities of *Coriolus versicolor* culture extracts cultivated in the citrus extracts. *J Microbiol Biotech* 31: 362-367.
 37. Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J Food Technol* 29: 432-436.
 38. Hong HD, Kang NK, Kim SS. 1998. Superoxide dismutase-like activity of apple juice mixed with some fruits and vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1484-1487.

(2008년 1월 10일 접수; 2008년 1월 29일 채택)