

## 장기저장을 위해 제조한 동결건조 산채 블록의 항산화 활성 변화

유진균<sup>1</sup> · 정미자<sup>2</sup> · 김대중<sup>1</sup> · 최 먼<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 식물생명공학전공

<sup>2</sup>강원대학교 BK21 사업단(뉴트라슈티컬바이오)

### Change of Antioxidant Activities in Preparing Freeze Dried Wild Vegetable Block for the Long-term Storage

Jin-Kyoun You<sup>1</sup>, Mi-Ja Chung<sup>2</sup>, Dae-Jung Kim<sup>1</sup>, and Myeon Choe<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Plant Biotechnology, Division of Biotechnoligy, School of Bioscience and Biotechnology, and

<sup>2</sup>The Nutraceutical Bio Brain Korea 21 Project Group, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

#### Abstract

The antioxidant activities of water extracts from wild vegetables such as *Ligularia fischeri* (GC), *Capsicum annuum* L. (GCY), *Aster scaber* (CNM), *Petasites japonicus* S. et Z. Max (MYD), *Ipomoea batatas* L. (Lam) (GGM) were evaluated and compared with water extracts from freeze dried block. The antioxidant properties of water extracts from wild vegetables and their freeze dried block were evaluated using different antioxidant tests; 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) radical scavenging, hydroxyl radical scavenging and nitrite scavenging activities. The water extracts from wild vegetables were found to have a higher total phenolic content than water extracts from freeze dried block. Total phenolic contents of water extracts from GC, GCY, CNM, MYD, and GGM were  $471.66 \pm 3.52$   $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,  $141.33 \pm 2.51$   $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,  $177.33 \pm 2.88$   $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,  $238.66 \pm 9.50$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  and  $122.67 \pm 3.51$   $\mu\text{g}/\text{mg}$ , respectively. At the concentrations of 1000 ppm, water extracts from GC, GCY, CNM, and GGM showed higher activities than water extracts from their freeze dried block on DPPH radical scavenger activity. The activity of water extracts from CNM, GC, GCY, MYD, and GGM were 90.9%, 89.9%, 76.6%, 71.1%, and 57.4%, respectively. When 10000 ppm of GC, GCY, CNM, MYD, and GGM water extracts tested for hydroxyl radical scavenging activity, activities were increased by 38.8%, 33.4%, 35.9%, 34.3%, and 33.8%, respectively and a similar effect was found with water extracts from GCY, CNM, and GGM freeze dried block at 10000 ppm concentration. However, the water extracts from GC and MYD was slightly more effective than freeze dried block extracts. The water extracts from wild vegetables and their freeze dried block had effective DPPH radical scavenger activity and hydroxyl radical scavenging activity at all tested concentrations. Nitrite scavenging activity of GC water extract significantly increased in a dose-dependent manner and the extract had higher nitrite scavenging activity than extracts freeze dried block extracts. We found that freeze dried block maintained antioxidant activities of the wild vegetables.

**Key words:** antioxidant activity, nitrite scavenging activity, radical scavenging activity, water extract, wild vegetables

#### 서 론

식량자원 부족과 전해져 오는 식습관에 의해 채식위주의 식생활이 주를 이루었던 시절에는 산채류가 우리민족의 식단에 중요한 비중을 차지하였으나 급속한 경제적 성장과 함께 서양식 식사 패턴이 도입되어 채식위주에서 육류위주로 국민의 식습관이 변화하면서 식단에 산채류가 차지하는 비중도 감소하게 되었다. 그러나 식생활 변화는 다양한 질병들의 원인이 되어 심각한 사회문제가 되었다(1). 이러한 건강상의 문제뿐만 아니라 경제 성장에 의한 국민소득 수준 향상이 소비자들이 음식을 생각할 때 기호도와 함께 그들의 건강을 지킬 수 있는 기능성까지 고려하면서 음식을 선택할 수

있게 되어, 다양한 기능성을 가진 산채류의 소비가 증가하게 되었다(2).

산채류 중 고추잎(*Capsicum annuum* L.), 취나물(*Aster scaber*), 머위대(*Petasites japonicus* S. et Z. Max), 고구마순[*Ipomoea batatas* L.(Lam)], 곰취(*Ligularia fischeri*)는 널리 소비되고 있는 산채류이다. 고추잎은 높은 항산화 물질을 가지고 있으며 비타민 C, E의 좋은 공급원으로 알려져 있다(3). Jeon 등(3)은 고추잎 추출물의 암세포 증식 억제효과가 있다고 보고하였으며, 또한 고추잎의 항산화 효과(3-6)와 항균활성(6)에 대한 보고가 있다. 취나물은 국화과에 속하며 한방에서는 동풍채라 하여 활혈, 해독, 거풍지통의 약효가 있어 인후종통, 타박상, 감위 등의 치료에 사용되었다(7). 머

\*Corresponding author. E-mail: mchoe@kangwon.ac.kr  
Phone: 82-33-250-8645, Fax: 82-33-250-7451

위대는 폴리페놀 화합물 등 다양한 생리활성 물질을 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(8). 고구마순에는 탄수화물, 조섬유, 칼슘, 칼륨, 인, 비타민 A의 전구체인 베타카로틴과 비타민 C 등이 들어 있으며 항산화작용을 나타내는 폴리페놀 화합물 및 배변에 효과가 있는 물질을 함유하고 있다(9). 곱취는 비타민 A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C,  $\beta$ -carotene 등이 고루 함유되어 있으며 특히 비타민 A와  $\beta$ -carotene이 다른 채소류에 비하여 비교적 많이 함유되어 있다(10). Ham 등(11,12)은 곱취 추출물이 암세포를 사멸시키고, 항돌연변이성 및 유전독성 억제효과가 있다고 보고하였다.

이와 같이 산채류는 다양한 기능성을 가지고 있지만 늦은 봄부터 초여름 사이에 집중 출하되기 때문에 연중 산채가 가지고 있는 기호성과 기능성을 그대로 보존되어 소비자에게 제공할 수 있는 가공방법이 절실히 요구되고 있다. 보존기간을 늘리기 위하여 가장 보편적으로 산채류를 건조하여 판매하는데 건조 및 보관되는 동안 산채의 향기성분이나 비타민 등 다양한 생리활성 물질들이 파괴되어 영양적 손실과 맛의 감소 등을 가져온다(13). 따라서 생체저장의 선도를 연장시키거나 산채류의 부가가치를 높이기 위하여 기능성제품을 만들어 영양 가치는 물론 경제적 이점을 가져올 수 있는 가공기술 개발이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 동결건조 산채 블록을 만들어 먹기 쉽고 장기저장이 가능한 기술을 개발하고자 하였으며 동결건조 산채 블록 가공이 산채의 기능성을 그대로 보존하고 있는지 알아보기 위하여 산채와 동결건조 블록으로 제조한 후 복원시킨 산채의 항산화 효과를 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 날개형 동결건조 산채 블록 제조

인천광역시 (주)원협오상사에서 구입한 고추잎, 취나물, 곱취, 머위대 및 고구마순 5종의 산채를 조직에 손상이 가지 않게 세척하여 이물질을 제거하고 1~10 cm의 길이로 절단하였다. 산채의 조직을 연화시키고 색을 최적화할 수 있는 blanching 최적조건을 예비실험에 의해 설정하였다. 즉, 곱취를 제외한 4종의 산채의 blanching 조건은 pH 6~7, 온도 98°C, 시간 3분, 절단 길이 5 cm이었고, 곱취의 온도와 pH는 다른 산채와 동일하였으나, 시간이 1분 30초, 절단 길이가 줄기부위만 제거한 것이 달랐다. Blanching을 완료한 산채를 20°C 이하의 흐르는 물에 급냉 후 자연 탈수시켰다. 강원도 횡성군에 위치한 강원대학교 강원 웰빙 특산물 산업화 센터(RIC)에서 개발한 구아검(0.71%),  $\alpha$ -cornstarch (2.02%), dextrin(12.76%), 트레할로즈(0.34%), 그리고 정제수(84.13%) 혼합액을 85°C로 가열한 후 치자청색소(0.04%)를 넣어 바인더 액을 제조하였다. Tray(5.8 cm×7.8 cm×2.8 cm, 가로×세로×높이)에 고추잎과 취나물은 산채 50 g과 바인더액 55 g으로 충전 하였고, 그 외의 산채들은 각각 곱취

50 g과 바인더액 45 g, 머위대 45 g과 바인더액 60 g 그리고 고구마순 50 g과 바인더액 50 g으로 충전 한 후 -30~-50°C에서 24시간 동결건조 하였다. 동결건조기의 조건은 Cold Trap -30~-50°C, 진공도 1.0~1.0×10<sup>-3</sup> Torr, Shelf Temp.는 초기 80~95°C, 중기 60~80°C, 후기 30~60°C로 맞춰 준 다음 품온은 30~60°C가 되게 하여 동결건조 하였다.

### 시료추출

50 g(고추잎, 취나물, 곱취, 고구마순) 또는 45 g(머위대)의 생체 시료를 동결건조한 뒤 무게 당 10.7배의 증류수를 가하여 60°C에서 24시간 교반하면서 유효성분을 추출한 뒤 감압농축 하여 동결건조 하였고, 50 g(고추잎, 취나물, 곱취, 고구마순) 또는 45 g(머위대)의 생체 동결건조 산채 부록은 35°C의 따뜻한 물에 10분간 담가둔 후 찬물로 2번 세척한 후 다시 찬물에 10분간 담가두어 수분을 복원시킨 후 상기와 동일 방법으로 추출하여 시료로 사용하였다.

### 총 폴리페놀 함량 측정

총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's phenol 시약을 이용한 비색법(14)을 이용하였다. 각 소재 추출물을 1000 ppm 농도로 증류수에 희석시킨 후 시료 200  $\mu$ L에 증류수 4.8 mL, 50% Folin-Ciocalteu's phenol 시약 500  $\mu$ L를 넣고 3분간 방치시켰다. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 1 mL을 넣은 후 1시간 동안 방치 후 700 nm에서 흡광 측정을 하였다. 표준물질은 gallic acid(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 작성한 표준 곡선으로부터 총 페놀 함량을 측정하였다.

### DPPH radical 소거작용 측정

DPPH radical 소거활성은 Blois 등(15)의 방법에 따라 각 시료의 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl(DPPH) radical에 대한 환원력을 측정하였다. 즉 각 추출물의 냉동 건조분말을 에탄올로 희석하여 농도별로 준비한 시료 600  $\mu$ L에 DPPH (1.5×10<sup>-4</sup> M) 200  $\mu$ L를 첨가하여 암 조건에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신 에탄올을 넣어 측정하였으며 다음 계산식에 의거하여 소거 활성(%)을 측정하였다.

$$\left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}(532 \text{ nm})}{\text{대조구의 흡광도}(532 \text{ nm})}\right) \times 100$$

### Hydroxyl radical 소거작용 측정

Hydroxyl radical 소거활성은 Chung 등(16)이 방법을 응용하여 측정하였다. 각 소재 추출물을 농도별로 희석한 후 각 추출물 100  $\mu$ L, 100 mM sodium phosphate(pH 7.4) 250  $\mu$ L, 1 mM EDTA 100  $\mu$ L, 36 mM deoxyribose 100  $\mu$ L, 1 mM FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O 100  $\mu$ L, 1 mM L-ascorbic acid 100  $\mu$ L, 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 100  $\mu$ L, 증류수 150  $\mu$ L를 첨가하여 38°C water bath에서 1시간 방치 후 1% thiobarbituric acid 1 mL, 10% trichloroacetic acid 1 mL를 첨가하여 100°C에서 10분간

boiling 후 532 nm에서 흡광측정 하였으며 다음 식에 의거하여 hydroxyl radical 소거 활성(%)을 구하였다.

$$\frac{\text{대조구의 흡광도}(532 \text{ nm}) - \text{시료 첨가구의 흡광도}(532 \text{ nm})}{\text{대조구의 흡광도}(532 \text{ nm})}$$

**아질산염 소거작용 측정**

Kato 등(17)과 Kim 등(18)의 방법에 따라 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 1 mL에 각 시료 1 mL를 가하여 여기에 0.1 N HCl로 pH 1.2로 조절한 다음 반응 용액 총 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 다음 반응액 1 mL씩 취하여 여기에 2% acetic acid 5 mL와 30% acetic acid로 용해한 Griess 시약(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine = 1:1) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합하여 15분간 실온에 방치시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess 시약 대신 증류수를 가하여 상기와 동일하게 행하였으며 아질산염 소거작용(%)은 아래와 같다.

$$\text{아질산염 소거작용 (\%)} = [(A - C) / B] \times 100$$

A: 시료 처리구의 흡광도, B: 1 mM NaNO<sub>2</sub>의 흡광도, C: 대조구의 흡광도

**통계처리**

실험에서 얻어진 결과의 통계적 유의성은 SPSS(statistical package for social sciences, Version 10.0, Chicago, USA) program을 이용하여 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고, 각 농도의 평균차의 통계적 유의성을 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**산채와 동결건조 산채 블록 물 추출물 중 총 페놀 함량 및 수율**

5종류의 산채 물 추출물(WV)과 이들 산채들의 동결건조 블록 물 추출물(WVB) 중 총 페놀 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 동결건조 산채 블록 물 추출물이 모든 산채에서 블록 제조 전 산채들과 비교하여 현저하게 낮았다. 5종류 산채들을 동결건조 블록으로 제조 및 복원 과정에서 총 페놀 함량이 파괴되었거나 손실된 결과에 의한 것으로 생각된다.

곰취(GC)와 머위대(GGM) 물 추출물들은 각각 471.66±3.52 µg/mg과 238.66±9.50 µg/mg의 총 페놀 함량을 함유하고 있어 그 함량은 취나물(CNM, 177.33±2.88 µg/mg), 고추잎(GCY, 141.33±2.51 µg/mg) 그리고 고구마순(GGM, 122.67±3.51 µg/mg) 물 추출물들보다 높은 것이었다.

Shin 등(19)은 생마늘, 전마늘 및 흑마늘 열수 추출물의 총 페놀 함량이 88~99 µg/mg이라고 보고하였는데 본 연구에 사용된 5종류 산채 모두 마늘의 총 페놀 함량보다는 높았다. Jeon 등(20)은 고춧잎 물, 메탄올 및 70% acetone 추출물

**Table 1. Contents of total phenol in water extracts from wild vegetables and freeze dried block (µg/mg)**

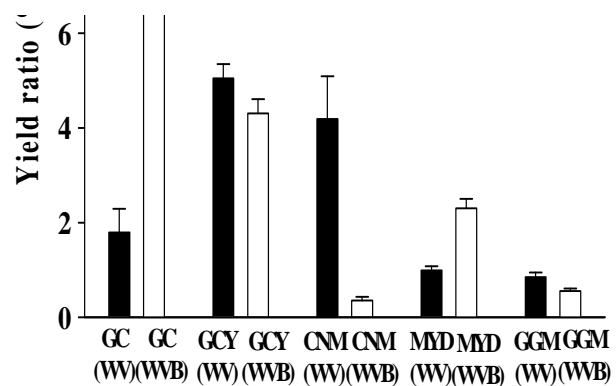
	Five kinds of wild vegetables	Wild vegetables	Freeze dried wild vegetable block
Total phenol	GC	471.66±3.52 <sup>h</sup>	393.60±3.60 <sup>g</sup>
	GCY	141.33±2.51 <sup>d</sup>	95.33±4.04 <sup>a</sup>
	CNM	177.33±2.88 <sup>e</sup>	132.00±2.00 <sup>cd</sup>
	MYD	238.66±9.50 <sup>f</sup>	179.67±4.70 <sup>e</sup>
	GGM	122.67±3.51 <sup>c</sup>	109.67±7.77 <sup>b</sup>

GC: *Ligularia fischeri*, GCY: *Capsicum annuum* L., CNM: *Aster scaber*, MYD: *Petasites japonicus* S. et Z. Max, GGM: *Ipomoea batatas* L. (Lam), WV: wild vegetable, WVB: freeze dried wild vegetable block. The values shown are means±SD (n=3). The values with different superscripts are significantly different from each other (p<0.05), as determined by Duncan's multiple range test.

이 각각 36.4 mg/g, 40.3 mg/g 그리고 56.6 mg/g의 총 페놀을 함유하고 있다고 보고하였는데 본 연구의 고춧잎 물 추출물의 총 페놀 함량과 차이를 나타내는 것은 추출방법과 측정방법에 기인된 결과로 생각된다. 약용식물 물 추출물은 총 페놀 함량과 항산화 효과와 높은 상관관계가 있는 것으로 알려져 있다(21).

5종류의 산채 물 추출물(WV)과 이들 산채들의 동결건조 블록 물 추출물(WVB)의 수율은 Fig. 1과 같다. 곰취(GC)와 머위대(MYD)는 동결건조 블록을 제조 전과 비교하여 블록 제조 후 더 높은 수율을 나타내었으나, 고추잎(GCY), 취나물(CNM) 그리고 고구마순(GGM)은 동결건조 블록 제조 후 산채 물 추출물과 비교하여 수율이 현저히 낮았다.

Woo 등(22)과 Shin 등(19)은 감초와 흑마늘을 열처리하는 동안 가용성 물질의 증가에 의해 수율이 증가하였다고 하였는데, 본 실험 결과 곰취(GC)와 머위대(MYD)의 동결건조 블록 추출물이 산채 물 추출물보다 수율이 높은 것은 블록 제조 과정 중 열처리로 인하여 불용성 성분들이 가용성화 되어 수용성 물질이 증가되었기 때문으로 판단된다. 고추



**Fig. 1. Extract yield of water extracts from wild vegetables and freeze dried block.** GC: *Ligularia fischeri*, GCY: *Capsicum annuum* L., CNM: *Aster scaber*, MYD: *Petasites japonicus* S. et Z. Max, GGM: *Ipomoea batatas* L. (Lam), WV: wild vegetable, WVB: freeze dried wild vegetable block. The values shown are means±SD (n=3).

잎(GCY), 취나물(CNM) 그리고 고구마순(GGM)이 블록 제조 후 수율이 낮아진 이유는 블록을 복원할 때 수용성 물질이 손실된 결과인 것으로 생각된다.

#### DPPH radical 소거 활성

천연물의 항산화 활성은 자유라디칼에 전자를 공여하는 능력이므로 비교적 안정한 DPPH radical을 환원시키는 원리를 이용한 방법으로 이 방법은 천연물의 항산화 활성 검색을 위해 가장 많이 이용되어 오고 있다(23).

5종류의 산채 물 추출물(WV)과 이들 산채들의 동결건조 블록 물 추출물(WVB)의 DPPH radical 소거 활성은 Fig. 2와 같다. 곰취(GC), 고추잎(GCY), 취나물(CNM), 머위대(MYD) 그리고 고구마순(GGM)을 냉동건조 블록으로 제조한 후 물로 추출한 시료들(1000 ppm)과 동결건조 블록을 만들기 전의 산채 물 추출물 시료들(1000 ppm)을 비교한 결과 머위대를 제외하고 동결건조 블록 제조 후 물 추출물의 항산화력이 유의적으로 감소하였다(Fig. 2). 그러나 통계학적 유의적 차이는 있었지만 1000 ppm에서 동결건조 블록 제조 전후의 차이는 10% 이하였다. 모든 추출물들의 DPPH radical 소거작용은 표준물질로 사용된 L-ascorbic acid보다는 낮았다(Fig. 2). 1000 ppm에서 DPPH radical 소거 활성은 취나물(CNM, 90.9%) > 곰취(GC, 89.8%) > 고추잎(GCY, 76.6%) > 머위대(MYD, 71.1%) > 고구마순(GGM, 57.4%) 순이었다. 머위대(MYD)를 제외한 4종류의 산채 물 추출물(WV)은 농도 의존적으로 DPPH radical 소거 활성을 나타내었다(Fig. 2).

Choi 등(5)은 고추잎 ethyl acetate 분획물이 94% 이상 DPPH radical 소거작용이 있다고 보고하였고, Cho 등(24)은 21가지 식용식물 중에 고추잎이 가장 높은 DPPH radical 소거작용이 있다고 보고하였다. Jeon 등(20)은 고추잎 물 추출물과 메탄올 추출물보다 70% acetone 추출물이 더 높은 DPPH radical 소거 활성을 보여 주었다고 하였다. 본 연구에서는 고춧잎 물 추출물이 곰취나 취나물 물 추출물보다 낮은 DPPH radical 소거 활성을 나타내었고, 1000 ppm 고추잎 물 추출물의 DPPH radical 소거 활성이 76.6%로 ethyl ace-

tate 분획물의 그것보다 낮았다(5).

Choe 등(25)은 7종류 한약재 물 추출물의 DPPH radical 소거 활성을 알아 본 결과 산수유와 목단피 물 추출물은 양성 대조군으로 사용된 L-ascorbic acid와 유사한 높은 DPPH radical 소거 활성을 나타내었으나 1000 ppm의 백복령과 숙지황 물 추출물은 50% 이하의 DPPH radical 소거 활성을 보였다고 보고하여 본 실험에 사용된 모든 산채 물 추출물들의 DPPH radical 소거작용이 백복령과 숙지황 물 추출물보다 높았다. Kang 등(26)은 쑥의 물과 70% 아세트 추출물의 전자공여능이 각각 47.1%, 45.8%로 보고하였으며, Do 등(27)이 생강과 오미자의 수용성 획분이 각각 45.6%, 37.6% 전자공여능을 나타내었다고 하였는데 이들 보고와 본 연구 결과를 비교하면 곰취, 고춧잎, 취나물, 머위대, 고구마순으로 본 연구에 사용된 시료들의 DPPH radical 소거 활성이 높았다.

#### Hydroxyl radical 소거작용

5종류의 산채 물 추출물(WV)과 이들 산채들의 동결건조 블록 물 추출물(WVB)의 hydroxyl radical에 대한 소거작용은 Fig. 3과 같다. 10000 ppm에서 모든 산채 물 추출물들은 30% 이상의 hydroxyl radical 소거작용을 나타내었고, 산채 종류간의 차이는 적었다. 10000 ppm에서 곰취(GC)와 머위대(MYD)의 동결건조 블록 물 추출물들은 곰취와 머위대 물 추출물과 비교하여 hydroxyl radical 소거작용이 현저하게 낮았고, 고추잎(GCY), 취나물(CNM) 그리고 고구마순(GGM)은 동결건조 블록 전후를 비교하였을 때 유사한 hydroxyl radical 소거작용을 나타내었다. 모든 추출물은 농도 의존적으로 hydroxyl radical 소거작용이 증가하였다.

Shin 등(19)은 hydroxyl radical 소거작용은 물 추출물보다 에탄올 추출물이 월등히 높았고, 생마늘과 찜마늘의 열수 추출물 20,000 ppm 농도에서 각각 10.22%와 11.09%의 활성을 나타내었으며, 흑마늘은 같은 농도에서 45.33% hydroxyl radical 소거작용을 나타내었으나 1000 ppm에서는 hydroxyl radical 활성이 나타나지 않았다고 보고하였다. 본 실험에 사용된 5종류의 산채 물 추출물들은 일반 마늘 및 흑마늘보

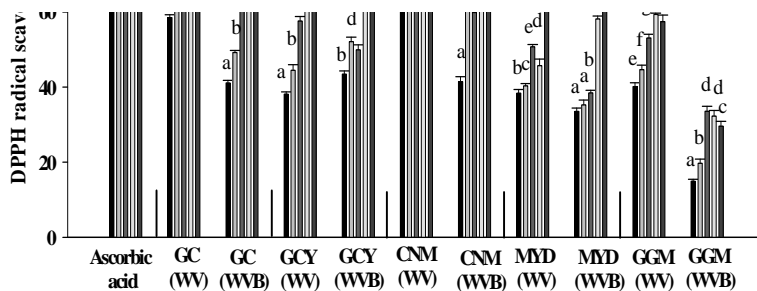


Fig. 2. Effect of water extracts from wild vegetables and freeze dried block on DPPH radical scavenging activity. GC: *Ligularia fischeri*, GCY: *Capsicum annuum* L., CNM: *Aster scaber*, MYD: *Petasites japonicus* S. et Z. Max, GGM: *Ipomoea batatas* L. (Lam), WV: wild vegetable, WVB: freeze dried wild vegetable block. The values shown are means  $\pm$  SD (n=3). Within the same kind of wild vegetables, values with different superscripts are significantly different from each other ( $p < 0.05$ ), as determined by Duncan's multiple range test.

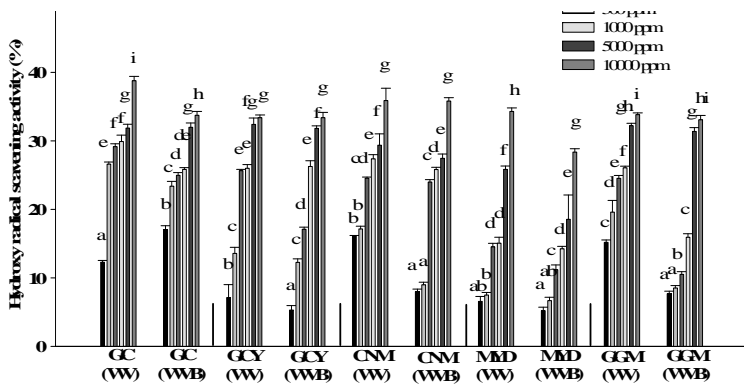


Fig. 3. Effect of water extracts from wild vegetables and freeze dried block on hydroxyl radical scavenging activity. GC: *Ligularia fischeri*, GCY: *Capsicum annuum* L., CNM: *Aster scaber*, MYD: *Petasites japonicus* S. et Z. Max, GGM: *Ipomoea batatas* L. (Lam), WV: wild vegetable, WVB: freeze dried wild vegetable block. The values shown are means  $\pm$  SD (n=3). Within the same kind of wild vegetables, values with different superscripts are significantly different from each other (p<0.05), as determined by Duncan's multiple range test.

다 높은 hydroxyl radical 소거작용을 나타내었다.

Hydroxyl radical은 DNA의 핵산과 결합함으로써 DNA 손상을 일으키므로 돌연변이와 암을 유발하는 것으로 알려져 있고 지질산화를 일으켜 세포막을 손상시키므로 세포독성을 유발하는 것으로 알려져 있다(19). 고추잎 추출물과 곰취 추출물이 암세포 증식을 억제함으로 항암 효과가 있는 것으로 알려져 있고(11,20), 또한 곰취 추출물은 항돌연변이성 및 유전독성억제 효과(12)가 알려져 있는데 이와 같은 항돌연변이 및 항암 효과는 곰취 및 고추잎 추출물의 높은 hydroxyl radical 소거작용과 관련이 있을 것으로 추정된다.

아질산염 소거작용

아질산염은 아민류와 반응하여 강력한 발암물질인 nitrosamine을 생성하는 것으로 알려져 있다(28). 과일과 야채에 함유되어 있는 페놀 화합물은 아질산염과 아민류가 반응할 때 이 반응을 방해하므로 생체에서 일어나는 nitrosation을 저해하는 것으로 알려져 있다(29).

5종류의 산채 물 추출물(WV)과 이들 산채들의 동결건조 블록 물 추출물(WVB)의 아질산염 소거작용은 Fig. 4와 같다. 곰취(GC) 물 추출물은 아질산염 소거작용이 100 ppm에서 59.7%로 다른 추출물들과 비교하여 월등히 높았고 농도

의존적으로 아질산염 소거작용을 나타내었다. 그러나 곰취 동결건조 블록 물 추출물은 블록 제조 전의 시료와 비교하여 현저히 낮은 아질산염 소거작용을 나타내었고 농도에 영향을 미치지 않았다. 취나물(CNM)과 고구마순(GGM) 물 추출물은 동결건조 블록 제조에 의해 아질산염 소거작용이 낮아졌으나, 고추잎(GCY) 동결건조 블록 물 추출물은 동결건의 시료와 비교하여 유의적으로 아질산염 소거작용이 높았다. 100 ppm과 1000 ppm에서 머위대(MYD)는 동결건조 블록 제조 전후 아질산염 소거작용에 변화를 보여 주지 않았으나 500 ppm에서는 머위대 동결건조 블록 물 추출물이 머위대 물 추출물보다 높았다.

곰취 물 추출물의 높은 아질산염 소거작용은 곰취 물 추출물에 함유된 높은 총 페놀 함량과 관계가 있는 것으로 생각된다. Noh 등(30)은 방풍, 참나물 및 신선초와 같은 산채 추출물들 중 총 페놀 함량이 가장 높은 방풍 추출물이 아질산염 소거작용이 가장 높았다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 한약재로 쓰이는 약용식물 추출물들의 아질산염 소거작용에 대한 연구들을 보면 당귀, 목통, 골담초, 쥬레영지버섯은 각각 35%, 42%, 33%, 64%의 아질산염 소거작용을 나타내었다고 보고하였고(31,32), Hong 등(33)과 Park 등(34)은 솔잎 추출물과 쑥 추출물이 각각 77.9%, 37.0%의 아질산

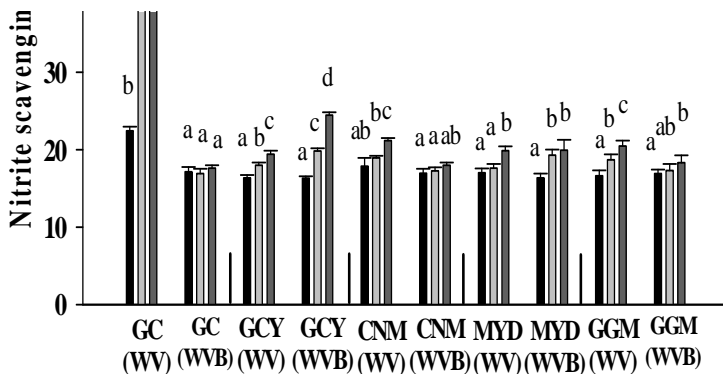


Fig. 4. Effect of water extracts from wild vegetables and freeze dried block on nitrite scavenging ability. GC: *Ligularia fischeri*, GCY: *Capsicum annuum* L., CNM: *Aster scaber*, MYD: *Petasites japonicus* S. et Z. Max, GGM: *Ipomoea batatas* L. (Lam), WV: wild vegetable, WVB: freeze dried wild vegetable block. The values shown are means  $\pm$  SD (n=3). Within the same kind of wild vegetables, values with different superscripts are significantly different from each other (p<0.05), as determined by Duncan's multiple range test.

염 소거작용을 나타내었다고 보고하였다. 본 연구 결과는 곱취 물 추출물을 제외하고는 다른 약용식물들보다 낮은 아질산염 소거작용을 보였고, 곱취도 동결건조 블록 제조 및 복원과정에서 아질산염 소거능이 현저히 낮아지는 것을 관찰할 수 있었다.

본 연구 결과들을 종합하여 보면 동결건조 블록이 산채와 비교하여 산채가 가지고 있는 항산화력을 높은 수준으로 유지하고 있다는 것을 발견했다. 따라서 산채를 장기간 보관함으로 산채 이용도를 증가시킬 수 있는 동결건조 블록은 산채가 가지고 있는 기능성을 보존하고 있어 현대인에게 좋은 웰빙 제품으로 생각되면 산업화할 수 있는 제품인 것으로 판단된다. 그러나 제품화를 위해서 소비자의 기호성까지 평가되어야 할 것이다. 동결건조는 식품 고유의 품질변화를 최소화하면서 장기보관이 가능한 저장방법이며, 복원성이 우수한 것이 장점으로 알려져 있으나(35,36), 산채의 종류에 따라 세포벽의 구조적 특성이 다르므로 산채 종류별로 세포벽 파괴를 최소화할 수 있는 동결건조방법의 공정 개선이 요구되며, 또한 세포벽 파괴를 최소화 하는 기술 개발은 복원을 개선과 관련이 있다. 날개형 동결건조 산채 블록 제조 과정 중에 감마선 조사 기술 등 다양한 기술들을 이용하여 성분변화를 최소화하고 산채 고유의 맛을 가질 수 있는 기술들이 개발되어야 할 것이며, 이렇게 개발된 동결건조 산채 블록 제품을 보관 중 성분변화를 최소화할 수 있는 포장재 및 포장방법에 대한 연구도 진행되어야 할 것이다.

## 요 약

곱취(*Ligularia fischeri*, GC), 고추잎(*Capsicum annuum* L., GCY), 취나물(*Aster scaber*, CNM), 머위대(*Petasites japonicus* S. et Z. Max, MYD) 및 고구마순(*Ipomoea batatas* L. (Lam), GGM)과 같은 산채들의 물 추출물의 항산화 능력을 평가하고 이들 동결건조 블록 물 추출물들의 항산화력과 비교하였다. 산채 물 추출물들과 그들의 동결건조 블록 물 추출물들의 항산화력 측정은 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거작용, hydroxyl radical 소거작용 및 아질산염 소거작용과 같은 방법에 의해 알아보았다. 산채 물 추출물은 그들의 동결건조 물 추출물보다 총 페놀 함량이 더 높았다. GC, GCY, CNM, MYD 그리고 GGM 물 추출물들의 총 페놀 함량은 각각  $471.66 \pm 3.52$   $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,  $141.33 \pm 2.51$   $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,  $177.33 \pm 2.88$   $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,  $238.66 \pm 9.50$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  그리고  $122.67 \pm 3.51$   $\mu\text{g}/\text{mg}$ 이었다. 1000 ppm GC, GCY, CNM 그리고 GGM 물 추출물의 DPPH radical 소거작용은 그들의 동결건조 블록 물 추출물보다 더 높았고, 1000 ppm CNM, GC, GCY, MYD 그리고 GGM의 물 추출물의 DPPH radical 소거작용은 각각 90.9%, 89.9%, 76.6%, 71.1% 그리고 57.4%였다. 10000 ppm GC, GCY, CNM, MYD 그리고 GGM 물 추출물들은 hydroxyl radical 소거작용을 각각 33.8%,

33.4%, 35.9%, 34.3% 그리고 33.8%까지 증가시켰고, GCY, CNM 그리고 GGM의 물 추출물은 동결건조 블록 물 추출물과 유사한 활성을 나타내었으나 GC와 MYD의 물 추출물이 이들 동결건조 블록들의 물 추출물의 hydroxyl radical 소거작용보다 약간 더 영향력이 있었다. 산채 물 추출물들과 이들 동결건조 블록 물 추출물들은 실험된 모든 농도에서 DPPH radical 소거작용 및 hydroxyl radical 소거작용을 나타내었다. GC 물 추출물의 아질산염 소거작용은 현저하게 농도 의존적으로 증가하였고, GC 물 추출물의 아질산염 소거작용이 그것의 동결건조 블록 물 추출물의 아질산염 소거작용보다 높았다. 이상의 결과들로부터 동결건조블록이 산채와 비교하여 산채가 가지고 있는 항산화력을 유지하고 있다는 것을 알 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 (주) 강원 F&B 지원과 강원대 Nutraceutical Bio Brain Korea 21 및 중소기업청, 강원대학교 강원 웰빙 특산물 산업화 센터(RIC) 일부 지원으로 수행한 연구결과입니다.

## 문 헌

1. Lee SH, Lee SK, Seo JH, Kwack KK, Chung SJ, Lee KH, Park YS, Hwang JH, Kim JW, Jung SH, Kim NY, Lee DH, Jung HC, Song IS. 2007. Characteristics of colorectal cancer in elderly patients in comparison with younger patients. *Korean J Gastrointest Endosc* 34: 76-82.
2. Ham SS, Lee SY, Oh DH, Kim SH, Hong JK. 1997. Development of beverages drinks using mountain edible herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 92-97.
3. Jeon GU, Han JY, Choi YM, Lee SM, Kim HT, Lee JS. 2008. Antioxidant and antiproliferative activity of pepper (*Capsicum annuum* L.) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1079-1083.
4. Anderson JA. 2002. Catalase activity, hydrogen peroxide content and thermotolerance of pepper leaves. *Sci Hort* 95: 277-284.
5. Choi JG, Hur JM, Cho HW, Park JC. 2007. Phenolic compounds from *Capsicum annuum* leaves showing radical scavenging effect. *Kor J Pharmacogn* 38: 258-262.
6. Kim JH, Jeong CH, Shim KH. 2003. Biological activities of solvent fraction of *Capsicum annuum* leaves. *Korean J Food Preserv* 10: 540-546.
7. Lim SS, Lee JH. 1997. A study on the chemical composition and hypocholesterolaemic effect of *Aster scaber* and *Ixeris dentata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 123-129.
8. Cho BS, Lee JJ, Ha JO, Lee MY. 2006. Physicochemical composition of *Petasites japonicus* S. et Z. Max. *Korean J Food Preserv* 13: 661-667.
9. Lee JS, Ahn YS, Kim HS, Chung MN, Boo HO. 2007. Proximate composition and minerals, phenolics, anthocyanins pigment characteristics on the parts of sweet potato. *Korean J Intl Agric* 19: 196-204.
10. 농촌진흥청 농촌자원개발연구소. 2006. 식품성분표. 제7개정판. 농촌진흥청 출판부, 수원. p 86-90.
11. Ham SS, Lee SY, Oh DH, Jung SW, Kim SH, Jeong CK,

- Kang IJ. 1998. Cytotoxicity of *Ligularia fischeri* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 987-992.
12. Ham SS, Lee SY, Oh DH, Jung SW, Kim SH, Chung CK, Kang IJ. 1998. Antimutagenic and antigenotoxic effects of *Ligularia fischeri* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 745-750.
  13. Rhim JW, Hwang KT. 1995. Study on the drying characteristics of wild vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 27: 358-364.
  14. Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult* 16: 144-158.
  15. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
  16. Chung MJ, Sung NJ, Park CS, Kweon DK, Mantovani A, Moon TW, Lee SJ, Park KH. 2008. Antioxidant and hypcholesterolemic activities of water-soluble puerarin glycosides in HepG2 cells and in C57 BL/6J mice. *Eur J Pharmacol* 578: 159-170.
  17. Kato H, Lee IE, Cheyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibitory of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1342.
  18. Kim DS, Ahn BW, Yeum DM, Lee DW, Kim ST, Park YH. 1987. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components. *Bull Korean Fish Soc* 20: 463-468.
  19. Shin JH, Choi DJ, Lee SJ, Cha JY, Sung NJ. 2008. Antioxidant activity of black garlic (*Allium sativum* L.) *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 965-971.
  20. Jeon G, Han J, Choi Y, Lee SM, Kim HT, Lee JS. 2008. Antioxidant and antiproliferative activity of pepper (*Capsicum annuum* L.) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1079-1083.
  21. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Technol* 36: 333-338.
  22. Woo KS, Hwang IG, Noh YH, Jeong HS. 2007. Antioxidant activity of heated licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch) extracts in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 689-695.
  23. Lee KI, Kim SM. 2009. Antioxidative and antimicrobial activities of *Eriobotrya japonica* Lindl. leaf extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 267-273.
  24. Cho SY, Han YB, Shin KH. 2001. Screening for antioxidant activity of edible plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 133-137.
  25. Choe M, Kim DJ, Lee HJ, You JK, Seo DJ, Lee JH, Chung MJ. 2008. A study on the glucose-regulating enzymes and antioxidant activities of water extracts from medicinal herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 542-547.
  26. Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J Food Sci Technol* 27: 978-984.
  27. Do JR, Kim SB, Park YH, Park YB, Kim DS. 1993. The nitrite-scavenging effects by the component of traditional tea materials. *Korean J Food Sci Technol* 25: 530-534.
  28. Chung MJ, Lee SH, Sung NJ. 2002. Inhibitory effect of whole strawberries, garlic juice or kale juice on endogenous formation of N-nitrosodimethylamine in humans. *Cancer Lett* 182: 1-10.
  29. Choi SY, Chung MJ, Lee SJ, Shin JH, Sung NJ. 2007. N-nitrosamine inhibition by strawberry, garlic, kale, and the effects of nitrite-scavenging and N-nitrosamine formation by functional compounds in strawberry and garlic. *Food Control* 18: 485-491.
  30. Noh KS, Yang MO, Cho EJ. 2002. Nitrite scavenging effects of umbelliferaeaceae. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 8-12.
  31. Park CS. 2005. Antioxidative and nitrite scavenging abilities of medicinal plant extracts. *Korean J Food Preserv* 12: 631-636.
  32. Song JH, Lee HS, Hwang JK, Chung TY, Hong SR, Park KM. 2003. Physiological activities of *Phellinus ribis* extracts. *Korean J Food Sci Technol* 35: 690-695.
  33. Hong TG, Lee YR, Hyun CN, Yim MH. 2004. Physiological functionality and nitrite scavenging ability of fermentation extracts from pine needles. *Korean J Food Preserv* 11: 94-99.
  34. Park CS, Kwon CJ, Choi MA, Park CS, Choi KH. 2002. Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of mugwort and pine needle extracts. *Korean J Food Preserv* 9: 248-252.
  35. George JP, Datta AK. 2002. Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slices. *J Food Eng* 52: 89-93.
  36. Venir E, Torre MD, Stecchini ML, Maltini E, Nardo PD. 2007. Preparation of freeze-dried yoghurt as a space food. *J Food Eng* 80: 402-407.

(2009년 8월 24일 접수; 2009년 9월 23일 채택)