

## 왕고들빼기 선향과 야생종의 수확시기별 일반성분 및 생리활성

권혜정<sup>1</sup> · 정은경<sup>1</sup> · 정혜정<sup>1</sup> · 김시창<sup>1</sup> · 허남기<sup>1</sup> · 노희선<sup>2</sup>

<sup>1</sup>강원도농업기술원 농식품연구소

<sup>2</sup>강원도농업기술원 특화작물연구소

### Proximate Compositions and Biological Activities of *Lactuca indica* L. Seonhyang and Wild Species Depending on Harvesting Time

Hye-Jeong Kwon<sup>1</sup>, Eun-Kyoung Jeong<sup>1</sup>, Hye-Jeong Jeong<sup>1</sup>,  
Si-Chang Kim<sup>1</sup>, Nam-Kee Heo<sup>1</sup>, and Hee-Sun No<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agro-food Research Institute and <sup>2</sup>Specialty Crops Research Institute,  
Gangwon Provincial Agricultural Research & Extension Services

**ABSTRACT** We investigated the effect of harvesting time on the proximate compositions and biological activities of *Lactuca indica* L. Seonhyang and wild species. The highest moisture content (91%) was obtained from Seonhyang harvested in June. The wild species harvested in August showed the highest crude protein (4.8%) and crude fiber contents (2.7%). Potassium contents were 626~684 mg/100 g, and no significant difference in harvesting time was observed between Seonhyang and wild species. Calcium and phosphate contents of Seonhyang leaves harvested in August were highest (350 mg/100 g and 123 mg/100 g, respectively). The highest total polyphenol and total flavonoid contents were observed for wild species harvested in June (60 mg/g and 126 mg/g, respectively). Ethanol extracts of Seonhyang and wild species leaves harvested in June showed the highest DPPH radical scavenging activity (95%).  $\alpha$ -Amylase inhibitory activity was highest (94.8%) in water extract of Seonhyang leaves harvested in July. Nitric oxide production inhibitory activity was 14.3  $\mu$ M in ethanol extracts of Seonhyang and 16.8  $\mu$ M in ethanol extracts of wild species harvested in June. Calcium content and  $\alpha$ -amylase inhibitory activity of Seonhyang leaves were greater than those of wild species leaves. These results suggest that Seonhyang leaf can be used to develop processed foods.

**Key words:** *Lactuca indica* L., proximate composition, antioxidant activity,  $\alpha$ -amylase, nitric oxide scavenging activity

## 서 론

최근 건강에 대한 관심이 높아지면서 산채의 재배면적, 생산액 및 소비량은 급속히 증가하고 있다. 산채의 전국 재배면적은 2000년 5,798 ha에서 2010년 9,089 ha로 확대되었으며, 생산액도 2001년 1,704억 원에서 2011년 3,874억 원으로 증가하였다(1). 강원도의 산채 재배면적은 2011년 3,169 ha로 전국의 28.7%를 점유하고 있으나 더덕, 고사리, 취나물, 나무두릅 등 상위 5종의 재배면적이 7,811 ha로 전체 면적의 70.7%를 차지하고 있어 다양한 기능성을 가지고 있는 산채의 새로운 소득 작목화와 재배기술 정립이 필요하다.

산채는 비타민, 미네랄, 엽록소를 비롯한 영양소 및 섬유소가 풍부하고 산채마다 고유의 향과 맛을 가지고 있어 채소

로서 가치가 높으며, 약리적인 효능으로는 항돌연변이성, 암세포에 대한 세포독성, 간기능 개선, 항산화, 항비만, 항당뇨, 항균, 항염 효과 등이 우수한 것으로 보고되었다(2). 그 중 왕고들빼기(*Lactuca indica* L.)는 국화과 두해살이풀로 고채, 황고채, 활혈초, 유동엽 등의 이름으로 불리어지고 씹쓸한 맛을 가지고 있어 봄에는 쌈채, 김치, 무침 등의 재료로 이용되는 민속채소 중의 하나이며, 약리적으로는 종창, 진정, 익심, 해열, 조혈, 간기능 개선 등의 효능이 있는 것으로 보고되고 있다(3). 기존 야생 왕고들빼기는 일반 쌈채소에 비해 엽폭이 좁고 결각이 커서 상품성이 낮은데 이런 점을 보완하여 강원도농업기술원에서는 국내 야생종인 왕고들빼기(*Lactuca indica* var. *laciniata* HARA)와 중국 원산 용실채(*Lactuca indica* var. *dracoglossa* Kitam)를 교잡 선발하여 선향 품종을 육성하였다.

기존 왕고들빼기에 대한 연구는 왕고들빼기 재배 연구(3, 4), 야생 및 재배 왕고들빼기의 이화학적 특성 연구(5), 왕고들빼기 잎에 비타민 C, 폴리페놀, 플라보노이드 함량이 높아 우수한 항산화 활성 소재가 된다는 보고(6), 왕고들빼기의 triterpene acetate의 혈청 콜레스테롤 저하 효과(7), 왕고

Received 14 November 2014; Accepted 13 February 2015

Corresponding author: Hye Jeong Kwon, Agro-food Research Institute, Gangwon Agricultural Research & Extension Services, Chuncheon, Gangwon 200-822, Korea  
E-mail: khyeje@korea.kr, Phone: +82-33-248-6524

들깨기의 혈청 콜레스테롤을 낮추는 유효성분으로 triterpene acetate임을 보고한 결과(8) 등이 있다. 따라서 본 연구는 최근 새롭게 육성된 왕고들빼기 선향과 야생종을 수확 시기별로 일반성분 및 항산화, 항당뇨, 항염 등을 비교하여 신육성 선향 품종의 식품학적 우수성과 기능성 소재로의 이용 가능성을 검토하고자 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

왕고들빼기 선향은 강원도농업기술원 특화작물연구소 산채연구분소 포장(평창소재)에서 2013년 5월 2일 정식 후 노지 재배된 것으로 6월 하순, 7월 하순, 8월 하순에 각각 수확하였으며, 야생종은 평창군내 자생하는 왕고들빼기를 같은 날짜에 수확하여 사용하였다. 일반성분 및 무기성분은 생체를 이용하였으며, 나머지 분석시료는 수확한 시료를 깨끗하게 수세 후 냉풍제습건조기(TJHP-1003, Joogang Precision, Daegu, Korea)를 이용하여 건조하고 분쇄하였다. 건조 분말된 시료 20 g에 추출용매인 물, 에탄올 200 mL를 첨가하여 상온에서 초음파 추출(24 h, 2회)하였다. 추출물은 rotary vacuum evaporator(N-21NS, EYELA, Tokyo, Japan)로 완전히 농축한 다음 건조물에 증류수 10 mL를 첨가하여 용해시킨 후 동결건조기(PVTFD 10R, Ilshin Co., Ltd., Yangju, Korea)로 동결 건조하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고에 보관하면서 시험재료로 사용하였다(9).

### 일반성분 및 무기성분 분석

왕고들빼기 선향의 일반성분 분석은 AOAC의 표준분석법(10)에 준하여 수분은  $105^{\circ}\text{C}$  상압 가열 건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 조지방 자동추출기(Soxtec 2050, Foss, Hoganas, Sweden), 조회분은 직접 회화법, 조섬유는 조섬유자동추출기(Fibertec, Foss), 무기질은 습식분해법(11)에 따라 분해하여 증류수 100 mL로 정용하여 inductively coupled plasma spectrometer(Integra XL, Gbc scientific equipment, Victoria, Australia)로 분석하였고, 인(P)은 molybdenum blue 흡광도법으로 UV-visible spectrometer(HP 8453E, Hewlett Packard Co., Palo Alto, CA, USA)로 470 nm에서 비색 정량하였다.

### 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Singleton 등(12)의 방법으로 시료액 0.2 mL에 증류수 1.8 mL를 첨가하고 Folin-Ciocalteu's phenol 시약을 0.2 mL 첨가하여 3분간 반응시키고,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  포화용액 0.4 mL와 증류수 1.4 mL를 첨가하여 혼합한 후 1시간 동안 실온에서 반응시킨 다음 반응액의 흡광도를 720 nm에서 측정하였다. 표준물질로 tannic acid를 사용하여 검량선을 작성하고 폴리페놀 함량을 정량하였다.

### 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Zhishen 등(13)의 방법으로 분말시료 0.1 g에 80% 에탄올 20 mL를 첨가하여 추출, 농축한 후 증류수로 20 mL 정량하여 측정시료로 사용하였다. 시료액 1 mL에 증류수 4 mL 첨가하고 5%  $\text{NaNO}_2$  0.3 mL를 첨가, 혼합하여 5분간 실온 방치한 다음 10%  $\text{AlCl}_3$  0.3 mL를 첨가하여 혼합한 후 실온에서 5분간 방치하였다. 반응 후 1 M NaOH 2 mL를 첨가하여 반응액의 흡광도를 510 nm에서 측정하였다. 표준물질로 rutin을 사용하여 검량선을 작성하고 플라보노이드 함량을 정량하였다.

### DPPH radical 소거 활성

분말시료 0.1 g에 80% 에탄올 20 mL를 첨가하여 추출 및 농축한 후 증류수로 20 mL 정량하여 측정시료로 사용하였다. 시료액 0.2 mL에 0.2 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) 용액 0.8 mL를 첨가하여 혼합한 뒤 상온에서 30분간 반응시킨 후 microplate reader(UVM-340, ASYS Hitech GmbH, Eugendorf, Austria)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 소거능은 시료 용액 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었으며 대조구는 항산화제로 알려진 ascorbic acid를 사용하였다(14).

### $\alpha$ -Amylase 저해 활성

왕고들빼기 추출물 50  $\mu\text{L}$ 에 human 기원의 1.2 U/mL  $\alpha$ -amylase 50  $\mu\text{L}$ , 0.2 M potassium phosphate buffer(KPB, pH 6.8) 50  $\mu\text{L}$ 를 혼합하여  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 preincubation 한 후 0.5% starch를 100  $\mu\text{L}$  가하여  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 5분간 반응시켰다. 반응액에 48 mM DNS(3,5-dinitrosalicylic acid and 30% sodium potassium tartrate in 0.5 M NaOH) 발색시약을 250  $\mu\text{L}$  넣고  $100^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 끓여 발색시켜 충분히 냉각시킨다. 그 후 반응액에 3배량의 물을 가하고 잘 교반하여 spectrophotometer(DU-730, Beckman Coulter, Brea, CA, USA) 540 nm에서 흡광도를 측정하여 저해도를 계산하였다(15).

### $\alpha$ -Glucosidase 저해 활성

$\alpha$ -Glucosidase 저해 활성(3)은 10 mg/mL 농도의 왕고들빼기 추출물과 0.15 U/mL  $\alpha$ -glucosidase 효소액 200  $\mu\text{L}$  및 0.2 M potassium phosphate buffer(pH 6.8) 1 mL를 혼합하여 405 nm에서 흡광도를 측정한다. 다음,  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 incubation 한 후 5 mM 4-nitrophenyl- $\alpha$ -D-glucopyranoside(pNPG) 200  $\mu\text{L}$ 를 가하여  $37^{\circ}\text{C}$ 에서 20분간 반응시킨 뒤 microplate reader(UVM-340, ASYS Hitech GmbH)를 이용하여 405 nm에서 흡광도를 측정하여 흡광도의 변화로 효소 저해 활성을 계산하였다.

**Nitric oxide(NO) 생성량 및 세포독성 측정**

NO 생성량은 한국세포주은행(Seoul, Korea)에서 분양 받은 RAW264.7 세포주(mouse macrophage cell line)를 이용하여 측정하였다. NO 생성량 측정을 위해 RAW264.7 세포주를 96 well plate에  $1 \times 10^5$  cells/well의 농도로 분주하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 24시간 동안 배양하였다. 왕고들빼기 물, 에탄올 추출물은 최종 농도 100 µg/mL로 희석하여 추출용매별 추출물 20 µL와 100 ng/mL의 lipopolysaccharide(LPS) 2 µL를 세포배양 well에 첨가하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 24시간 배양하였다. 배양 후 상등액 100 µL와 동일한 양의 Griess reagent를 첨가하여 상온에서 15분간 반응시킨 후 microplate reader(UVM-340, ASYS Hitech GmbH)를 이용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 10 µg/mL 농도의 LPS만을 20 µL 처리하여 활성화된 세포를 사용하였다. 세포가 생산한 NO는 sodium nitrate를 농도별로 희석하여 사용하였으며, 측정된 흡광도 값을 표준곡선에 대입하여 생성된 NO의 양을 정량하였다(16).

세포독성 측정은 RAW264.7 세포주를  $1 \times 10^5$  cells/well로 96 well plate에 분주하여 배양한 다음, 왕고들빼기 추출물을 최종 농도가 100 µg/mL가 되도록 처리하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 24시간 후 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenylterazoliumbromide(MTT) 용액을 첨가하여 동일한 배양조건에서 4시간 동안 배양한 다음 생성된 formazan 결정을 dimethyl sulfoxide(DMSO)에 녹여서 microplate reader(UVM-340, ASYS Hitech GmbH)를 이용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. 세포의 생존율은 시료를 처리하지 않은 대조구에 대비한 시료 처리구의 흡광도로 표시하였다.

**통계처리**

모든 측정값은 평균값±표준편차(mean±SD)로 표시하였고 통계처리는 SAS 9.2 for windows program(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 사용하였으며, 유의성 검정은 분산분석(ANOVA) 후  $P < 0.05$  수준에서 Duncan의 다중검정법으로 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분 분석**

왕고들빼기 선향과 야생종 잎의 수확시기별 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 수분은 6월과 7월에 수확된 선향 잎이 각각 90.5, 89.9%로 야생종보다 높았다. 단백질은 8월 수확된 야생종이 4.8%로 8월 수확된 선향(2.7%)에 비해 높았으며 수확시기별로 볼 때 야생종이 다소 높은 함량을 보였다. 지방과 탄수화물은 6, 7월에 수확된 야생종이 같은 수확기의 선향보다 높았다. 수확시기가 지날수록 선향과 야생종의 조단백질은 증가하였으나 조지방, 조회분, 조섬유의 함량 차이는 유의성이 없었다. Park 등(11)은 산채류인 수리취, 곰취, 참취의 수분 함량을 비교할 때 곰취와 참취가 87.9%, 수리취 81.1%로 보고하였는데 왕고들빼기 선향은 수확시기별로 87.5~90.5%로 수리취에 비해 다소 높은 경향을 보였다. 수리취의 조단백질과 조섬유는 각각 4.2%, 3.5%로 곰취 및 참취에 비해 높았다고 보고하였는데 8월에 수확된 야생종 왕고들빼기의 조단백질과 조섬유 함량이 각각 4.8%, 2.7%의 함량을 보였다. Kim 등(5)은 야생 및 재배 왕고들빼기의 일반성분을 비교하였는데 수분 함량은 재배종이 87.6%로 야생종 85.7%보다 높았으며, 조지방은 야생종과 재배종이 각각 1.4%, 1.1%, 탄수화물 함량은 7.8%, 6.1%로 보고하였는데 본 연구에서도 조지방과 탄수화물 함량은 야생종이 선향 품종에 비해 다소 높은 경향을 보였다.

왕고들빼기 선향과 야생종 잎의 무기질 조성은 Table 2와 같다. 6월 수확된 잎의 무기질은 칼륨 626.4 mg/100 g, 칼슘 160.4 mg/100 g, 인 98.5 mg/100 g, 마그네슘 34.5 mg/100 g이었고, 야생종은 칼륨 665.1 mg/100 g, 칼슘 283.2 mg/100 g, 인 56.5 mg/100 g, 마그네슘 52.0 mg/100 g이었다. Kim 등(5)은 왕고들빼기의 무기질 함량이 야생종과 재배종 잎에서 각각 755.2 mg/100 g, 709.0 mg/100 g으로 높은 함량을 차지하여 왕고들빼기가 무기질 함량이 높은 알칼리 식품이며, 칼륨의 함량이 높아 나트륨의 흡수를 길항적으로 저해함으로써 식품학적 가치가 높을 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 칼륨, 칼슘, 인, 마그네슘 함량이 높게 나타났으며, 특히 인의 함량이 높았다.

**총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량**

식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물인 페놀성화

**Table 1.** Proximate composition on harvesting time of *Lactuca indica* L. Seonhyang and wild species (fresh basis, g/100 g)

Variety	Harvesting time	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrate	Crude fiber
Seonhyang	June	90.5±0.8 <sup>a1)2)</sup>	1.7±0.1 <sup>c</sup>	0.3±0.0 <sup>c</sup>	1.5±0.3 <sup>d</sup>	4.1±0.4 <sup>b</sup>	1.9±0.4 <sup>c</sup>
	July	89.9±0.6 <sup>a</sup>	2.5±0.2 <sup>c</sup>	0.3±0.1 <sup>bc</sup>	1.8±0.1 <sup>c</sup>	3.1±0.5 <sup>c</sup>	2.3±0.1 <sup>ab</sup>
	August	87.5±0.3 <sup>b</sup>	2.7±0.1 <sup>c</sup>	0.5±0.1 <sup>ab</sup>	2.2±0.0 <sup>a</sup>	4.7±0.3 <sup>b</sup>	2.5±0.1 <sup>ab</sup>
Wild species	June	87.0±0.3 <sup>b</sup>	2.2±0.0 <sup>d</sup>	0.5±0.2 <sup>a</sup>	1.8±0.1 <sup>c</sup>	6.0±0.1 <sup>a</sup>	2.6±0.1 <sup>ab</sup>
	July	86.7±0.6 <sup>b</sup>	3.5±0.1 <sup>b</sup>	0.6±0.0 <sup>a</sup>	1.9±0.1 <sup>bc</sup>	5.1±0.9 <sup>ab</sup>	2.2±0.2 <sup>bc</sup>
	August	85.1±0.8 <sup>c</sup>	4.8±0.1 <sup>a</sup>	0.5±0.0 <sup>ab</sup>	2.0±0.0 <sup>ab</sup>	4.9±0.8 <sup>ab</sup>	2.7±0.0 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>All values are means±SD of triplication.

<sup>2)</sup>Means with the same letter in a column are not significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 2.** Mineral content on harvesting time of *Lactuca indica* L. Seonhyang and wild species (unit: mg/100 g)

Variety	Harvesting time	Ca	K	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	P
Seonhyang	June	160.4±13.9 <sup>(1)2)</sup>	626.4±38.8 <sup>a</sup>	34.5±2.7 <sup>d</sup>	18.4±1.4 <sup>c</sup>	3.4±0.3 <sup>b</sup>	0.6±0.1 <sup>d</sup>	0.2±0.0 <sup>c</sup>	98.5±25.8 <sup>b</sup>
	July	303.1±10.7 <sup>ab</sup>	544.2±18.7 <sup>b</sup>	41.1±3.4 <sup>cd</sup>	28.8±0.3 <sup>a</sup>	5.1±1.7 <sup>a</sup>	0.9±0.2 <sup>cd</sup>	0.3±0.0 <sup>c</sup>	50.8±2.5 <sup>c</sup>
	August	349.9±46.6 <sup>a</sup>	652.9±47.8 <sup>a</sup>	47.9±3.7 <sup>bc</sup>	25.7±0.7 <sup>ab</sup>	0.1±0.0 <sup>c</sup>	4.5±0.3 <sup>a</sup>	0.7±0.1 <sup>b</sup>	100.2±4.8 <sup>b</sup>
Wild species	June	283.2±43.7 <sup>b</sup>	665.1±116 <sup>a</sup>	52.0±10.5 <sup>b</sup>	18.8±8.1 <sup>c</sup>	4.2±0.7 <sup>ab</sup>	1.4±0.2 <sup>c</sup>	0.2±0.0 <sup>c</sup>	56.5±14.6 <sup>c</sup>
	July	260.8±16.8 <sup>b</sup>	640.2±28.6 <sup>a</sup>	52.3±3.2 <sup>b</sup>	28.3±0.5 <sup>a</sup>	5.4±1.0 <sup>a</sup>	2.6±0.3 <sup>b</sup>	0.3±0.0 <sup>c</sup>	54.0±2.5 <sup>c</sup>
	August	252.6±33.2 <sup>b</sup>	683.8±35.6 <sup>a</sup>	66.9±8.2 <sup>a</sup>	22.1±0.4 <sup>bc</sup>	0.2±0.0 <sup>c</sup>	4.6±0.8 <sup>a</sup>	1.8±0.4 <sup>a</sup>	123.1±21.6 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>All values are means±SD of triplication.

<sup>2)</sup>Means with the same letter in a column are not significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.

합물은 phenolic hydroxyl(OH) 기를 가지고 있어 단백질 및 기타 거대 분자들과 쉽게 결합하여 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가지는 것으로 알려졌다(17). 왕고들빼기 선향과 야생종의 수확시기별 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 Table 3과 같다. 총 폴리페놀 함량은 야생종 잎이 선향보다 높은 함량을 보였으며, 6월 및 8월에 수확된 야생종은 각각 59.8 mg/g, 43.2 mg/g이었다.

총 플라보노이드 함량도 야생종 잎이 선향보다 높은 함량을 보였으며, 6월에 수확된 야생종 잎이 125.8 mg/g으로 가장 높았고 8월 수확 야생종이 93.1 mg/g, 6월 수확 선향 잎이 93.0 mg/g 순으로 높았다. 왕고들빼기 재배종의 항산화 활성을 보고한 Kim 등(6)의 결과에서 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 잎에서 각각 42.08 mg/g, 23.09 mg/g으로 보고하였는데, 본 연구에서는 총 플라보노이드 함량이 55.5~125.8 mg/g으로 Kim 등(6)에 비해 높게 나타났다. Lee 등(18)은 산채류 7종(물영경귀, 쇠무릅, 울릉미역취, 섬고사리, 서덜취, 눈개승마, 쇠비름)의 총 폴리페놀 함량이 16.74~130.20 µg/mg으로 다양하게 나타나는 것으로 보고하였으며, Lee 등(19)은 큰수리취와 국화수리취의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 각각 74.7~77.4 mg/g, 34.7~35.4 mg/g이라고 보고하였다. 왕고들빼기는 떡취로 알려진 수리취에 비해 총 폴리페놀 함량은 낮았으나, 총 플라보노이드 함량은 높았다. Kim 등(20)은 자생식물 26종의 총 폴리페놀 함량을 비교한 결과 비수리가 228.9 mg/g으로 높았고 비쭉(228.5 mg/g), 양파(187.67 mg/g) 순으로 높은 값을 나타내었으며, 총 플라보노이드 함량에서도 비수

리가 90.15 mg/g, 비쭉(77.65 mg/g), 귀리(71.60 mg/g) 순으로 보고하였는데 왕고들빼기는 이들 산채와 비교할 때 총 플라보노이드 함량이 높았다.

### DPPH radical 소거 활성

DPPH radical법은 DPPH의 환원 정도를 기준으로 측정 물질의 환원력과 항산화력을 측정하는 방법이며, hydrazyl의 질소원자가 불안정한 상태로 쉽게 수소원자를 받아들이는 성질을 가지고 있어 항산화성 물질과 반응하여 항산화능의 정도를 측정할 수 있는 방법 중 하나이다(21). 왕고들빼기 선향과 야생종의 수확시기별, 추출용매별 DPPH radical 소거 활성은 Table 4와 같다. DPPH radical 소거 활성은 물 추출에서는 8월 수확된 야생종 잎에서 87.0%, 에탄올 추출에서는 6월 수확된 선향과 야생종 잎이 각각 94.4%, 94.3%로 우수한 활성을 나타내었다. Kim 등(6)은 왕고들빼기 추출물에 대한 DPPH radical 소거능은 추출물 농도가 높아질수록 증가하는 경향을 보였고 잎의 경우 추출물 농도가 300 µg/mL일 경우 DPPH radical 소거능이 약 78%로 보고하였는데, 본 연구에서도 왕고들빼기 물 추출물과 에탄올 추출물 모두 DPPH radical 소거능이 높은 것으로 나타났다. Choi 등(21)은 민들레 5종의 에탄올 추출물 200 µg/mL 농도에서 품종에 상관없이 40% 이상의 DPPH radical 소거능을 보였다고 보고하였으며, Lee 등(19)은 큰수리취와 국화수리취가 물 추출 1 mg/mL 농도에서 각각 42.6%, 44.5%, 에탄올 추출물은 각각 73.1%, 73.4%로 두 종의 수리취 모두 에탄올 추출물에서 우수한 활성을 보인 것으로 보고하였

**Table 3.** Total polyphenol and total flavonoid contents on harvesting time of *Lactuca indica* L. Seonhyang and wild species

Variety	Harvesting time	Extraction yield (% dry basis)		Total polyphenol <sup>1)</sup> (mg/g)	Total flavonoid <sup>2)</sup> (mg/g)
		Water	Ethanol		
Seonhyang	June	35.35	6.70	41.3±1.0 <sup>(3)4)</sup>	93.0±4.4 <sup>b</sup>
	July	31.90	6.70	30.2±1.0 <sup>c</sup>	67.12±2.6 <sup>d</sup>
	August	27.35	7.90	36.2±0.1 <sup>d</sup>	77.1±1.3 <sup>c</sup>
Wild species	June	30.70	8.65	59.8±1.4 <sup>a</sup>	125.8±4.6 <sup>a</sup>
	July	29.20	7.90	25.3±0.8 <sup>f</sup>	55.5±0.7 <sup>e</sup>
	August	41.35	8.55	43.2±0.5 <sup>b</sup>	93.1±0.5 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Tannic acid equivalent. <sup>2)</sup>Rutin equivalent.

<sup>3)</sup>All values are means±SD of triplication.

<sup>4)</sup>Means with the same letter in a column are not significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 4.** DPPH radical scavenging activities, inhibition of  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase on harvesting time of *Lactuca indica* L. Seonhyang and wild species

Variety	Harvesting time	DPPH radical scavenging activities <sup>1)</sup>		Inhibition of $\alpha$ -amylase <sup>2)</sup>		Inhibition of $\alpha$ -glucosidase <sup>2)</sup>	
		Water	Ethanol	Water	Ethanol	Water	Ethanol
Seonhyang	June	79.9±1.3 <sup>(3)(4)</sup>	94.4±0.2 <sup>a</sup>	93.5±0.4 <sup>b</sup>	84.1±0.9 <sup>b</sup>	23.1±0.6 <sup>c</sup>	56.6±0.0 <sup>a</sup>
	July	80.8±0.5 <sup>c</sup>	91.4±0.2 <sup>bc</sup>	94.8±0.7 <sup>a</sup>	79.8±0.9 <sup>b</sup>	23.8±0.0 <sup>c</sup>	2.9±0.0 <sup>d</sup>
	August	82.1±3.3 <sup>bc</sup>	93.5±0.7 <sup>ab</sup>	88.1±0.1 <sup>de</sup>	65.4±1.6 <sup>c</sup>	10.4±0.0 <sup>d</sup>	21.8±0.0 <sup>e</sup>
Wild species	June	81.6±2.3 <sup>c</sup>	94.3±0.3 <sup>a</sup>	87.3±0.1 <sup>c</sup>	87.5±0.5 <sup>a</sup>	59.3±0.0 <sup>a</sup>	50.9±0.0 <sup>b</sup>
	July	86.2±1.1 <sup>ab</sup>	90.2±0.7 <sup>c</sup>	88.8±0.9 <sup>d</sup>	68.2±1.7 <sup>c</sup>	25.7±0.0 <sup>c</sup>	4.0±0.0 <sup>d</sup>
	August	87.0±1.0 <sup>a</sup>	92.9±3.2 <sup>ab</sup>	91.0±0.1 <sup>c</sup>	37.9±5.9 <sup>d</sup>	31.8±0.0 <sup>b</sup>	48.9±0.0 <sup>e</sup>

<sup>1)</sup>Treatment concentration of samples: 5 mg/mL. <sup>2)</sup>Treatment concentration of samples: 10 mg/mL.

<sup>3)</sup>All values are means±SD of triplication.

<sup>4)</sup>Means with the same letter in a column are not significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test.

다. 이들 산채류와 비교할 때 왕고들빼기 에탄올 추출물은 DPPH radical 소거능이 높은 것으로 생각된다.

**$\alpha$ -Amylase 저해 활성**

$\alpha$ -Amylase는 탄수화물의 소화에 관여하는 중요한 효소로  $\alpha$ -amylase inhibitor는 탄수화물의 소화속도를 조절하여 식후 혈당 상승을 억제한다(16). 왕고들빼기 선향과 야생종의 수확시기별, 추출용매별  $\alpha$ -amylase 저해 효과는 Table 4와 같다. 식후 혈당 상승을 억제하는  $\alpha$ -amylase 저해 효과는 대조구인 acarbose가 10 mg/mL 농도에서 94%에 비교해서 물 추출물이 7월 수확된 선향 잎에서 94.8%였고, 에탄올 추출물은 6월 수확된 야생종이 87.5%였다. Kim 등(2)은 산채 90종의 물과 에탄올 추출물 10 mg/mL 농도에서  $\alpha$ -amylase를 80% 이상 저해한 종류는 상아, 큰까치수염, 좁쌀풀 등으로 보고하였고, Park 등(16)은 참당귀 꽃 에탄올 추출물 10 mg/mL에서 23.62%로 보고하였는데, 이들 결과를 비교할 때 왕고들빼기 선향과 야생종 모두  $\alpha$ -amylase 저해 활성이 높았다.

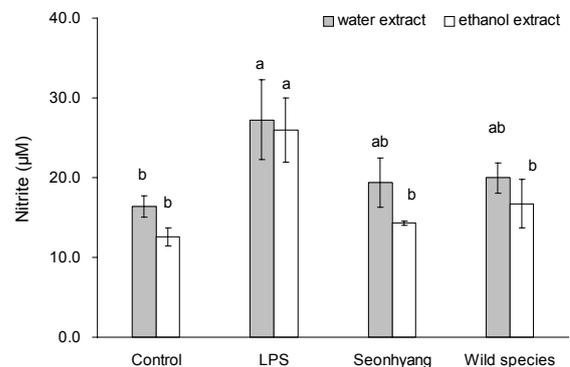
**$\alpha$ -Glucosidase 저해 활성**

소장 상피세포에 존재한 효소인  $\alpha$ -glucosidase는 이당류나 다당류를 단당류로 가수분해하는 역할을 하며, 정상인의 경우 소장 내에 maltase나 sucrase 같은  $\alpha$ -glucosidase들을 적절히 억제함으로써 식후에 급격한 혈당 상승을 억제한다(16). 왕고들빼기 선향과 야생종의 수확시기별, 용매별  $\alpha$ -glucosidase 저해 효과는 Table 4와 같다.  $\alpha$ -Glucosidase 저해 활성은 10 mg/mL 농도의 물 추출물에서 6월 수확된 야생종 잎이 59.3%였고, 에탄올 추출물은 6월 수확된 선향 잎이 56.6%였다. 산채 에탄올 추출물 10 mg/mL에서 80% 이상  $\alpha$ -glucosidase 저해 활성을 나타내는 식물로 다래나무, 상아, 기린초, 돌나물, 만병초 등을 보고(3)한 것과 참당귀 꽃 에탄올 추출물이 34.45%로 낮은 활성 저해 효과를 보였다는 결과(16)와 비교할 때 왕고들빼기 선향과 야생종의  $\alpha$ -glucosidase 저해 활성은 낮았다.

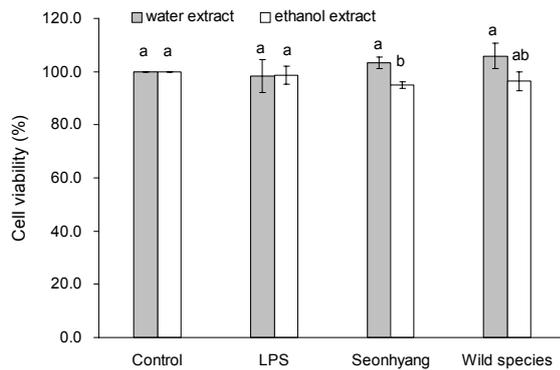
**Nitric oxide 생성량 및 세포독성 측정**

6월 수확된 왕고들빼기 선향과 야생종의 추출용매별 염증 효과는 마우스 대식세포인 RAW264.7 세포에 LPS로 염증을 유도하였을 때 NO 생성량으로 측정하였다(Fig. 1). NO는 혈액응고, 혈압조절 및 암세포에 대한 면역기능도 있지만 과량이 존재하면 인체에 유해한 영향을 미치게 되어 세포 손상뿐만 아니라 염증 반응을 일으킨다(21). 에탄올 추출물에서 6월 수확된 선향과 야생종 잎은 각각 14.3, 16.8  $\mu$ M로 LPS 단독처리에 비해 NO 생성 저해 효과를 보였다. 정상 세포주에 대한 왕고들빼기 선향과 야생종의 세포독성을 평가하기 위하여 RAW264.7 세포를 이용하였으며, 추출 농도 1 mL/mg(최종 농도 100  $\mu$ g/mL)에서 물 및 에탄올 추출물 모두 세포독성은 나타나지 않았다(Fig. 2).

Choi 등(21)은 LPS로 염증이 유도된 RAW264.7 세포에 민들레 5종을 처리한 결과 에탄올 추출물 400  $\mu$ g/mL 처리 시 쯔민들레 69.7%, 민들레 52.8%, 서양민들레 50.7%, 산민들레 46.4%, 흰민들레 45.8% 순으로 NO 생성 저해 활성이 높았으며, 민들레 5종의 에탄올 추출물이 천연물 유래



**Fig. 1.** Inhibitory effect on the nitric oxide production in RAW 264.7 cell of *Lactuca indica* L. Seonhyang and wild species extracts. Means with different letters (a,b) on bars are significantly different at  $P<0.05$  by Duncan's multiple range test. The present data were expressed mean±SD. Sample concentration: 1 mg/mL. Control: water, ethanol, LPS: lipopolysaccharide, Seonhyang+LPS: water, ethanol extract+lipopolysaccharide, Wild species+LPS: water, ethanol extract+lipopolysaccharide.



**Fig. 2.** Cytotoxicity of extraction from RAW264.7 of *Lactuca indica* L. Seonhyang and wild species. Means with different letters (a,b) on bars are significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. The present data were expressed mean  $\pm$ SD. Sample concentration: 1 mg/mL. Control: water, ethanol, LPS: lipopolysaccharide, Seonhyang+LPS: water, ethanol extract+lipopolysaccharide, Wild species+LPS: water, ethanol extract+lipopolysaccharide.

항산화 소재로서 활용 가능성을 확인하였다고 보고하였다. 또한 Choi 등(22)은 올리브 잎 부탄을 분획물에서 nitrite 제거 활성이 65.7, 73.1%로 높은 소거능을 보였으며, 노화 질환을 예방하고 항산화 능력이 있다고 알려진 솔잎 추출물과 쑥 추출물이 각각 77.9%, 37%로 올리브 잎 분획물의 제거 활성은 높은 수준의 활성을 보인다고 하였다. 기존 결과와 비교할 때 에탄올 추출물 1 mg/mL 농도에서 45%의 NO 생성 저해 활성을 보인 왕고들빼기는 흰민들레와 비슷한 활성을 가진 것으로 나타났다.

## 요 약

왕고들빼기 싹품종 선향과 야생종의 수확시기별 일반성분, 무기질, 항산화, 항당뇨, 항염 효과를 측정하였다. 수분 함량은 6월 수확된 선향 잎이 90.5%로 가장 높았으며, 8월 수확된 야생종에서 단백질은 4.8%, 조섬유는 2.7%로 가장 높았다. 칼륨은 선향과 야생종 잎에서 626~684 mg/100 g으로 수확시기별 큰 차이가 없었다. 칼슘은 8월 수확 선향 잎에서 350 mg/100 g으로 가장 높았다. 인은 8월 수확 야생종에서 123 mg/100 g으로 가장 높았다. 6월 수확된 야생종 잎에서 총 폴리페놀은 59.8 mg/g, 총 플라보노이드는 125.8 mg/g으로 가장 높았다. DPPH radical 소거 활성은 6월 수확된 선향과 야생종 잎의 에탄올 추출물에서 약 94%로 가장 높았다.  $\alpha$ -Amylase 저해 활성은 7월에 수확된 선향 잎의 물 추출물에서 94.8%로 가장 높았다. NO 생성 저해 활성은 6월 수확된 선향과 야생종 잎의 에탄올 추출물에서 각각 14.3, 16.8  $\mu$ M로 LPS 단독처리와 비교 NO 생성 저해 효과를 보였다. 따라서 선향 잎은 야생종에 비해 칼슘 함량과  $\alpha$ -amylase 저해 활성이 높았으며, 이러한 선향 잎의 영양·기능성을 활용한 다양한 가공품 개발이 가능할 것으로 보인다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부이며(과제번호 PJ009375), 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

1. Korea Forest Service. 2014. *Statistical yearbook of forestry*. Daejeon, Korea. Vol 44, p 248-249.
2. Kim HY, Lim SH, Park YH, Ham HJ, Lee KJ, Park DS, Kim KH, Kim SM. 2011. Screening of  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase and lipase inhibitory activity with Gangwon-do wild plants extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 308-315.
3. An SY. 2009. Research of breeding on wild vegetables. Gangwondo ARES experiment research report. Chuncheon, Korea. p 501-515.
4. Kim SH, Kim JH, Lee HD, Choi WI. 1998. The study of investigation and utility on wild resource plant. Chungcheongbuk-do ARES experiment research report. Cheongju, Korea. p 147-151.
5. Kim JM, Kim JN, Lee KS, Shin SR, Yoon KY. 2012. Comparison of physicochemical properties of wild and cultivated *Lactuca indica*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 526-532.
6. Kim JN, Kim JM, Lee KS. 2012. Antioxidant activity of methanol extracts from *Lactuca indica*. *Korean J Food Preserv* 19: 294-300.
7. Kim MJ, Lee E, Cha BC, Choi MY, Rhim TJ, Park HJ. 1997. Serum cholesterol lowering effect of triterpene acetate obtained from *Lactuca indica*. *Korean J Pharmacogn* 26: 40-46.
8. Park HJ, Lee MS, Lee E, Choi MY, Cha BC, Jung WT. 1995. Serum cholesterol lowering effects and triterpenoids of the herbs of *Lactuca indica*. *Korean J Pharmacogn* 26: 40-46.
9. Kwon MC, Han JG, Qadir SA, An JH, Lee DH, Lee HY. 2008. Enhancement of immune-potential of *Cichorium endivia* L. by ultrasonification extraction process. *Korean J Medicinal Crop Sci* 16: 1-7.
10. AOAC. 2000. *Official method of analysis of AOAC*. 17th ed. International Association of Official Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA. p 1-26.
11. Park MH, Choi BG, Lim SH, Kim KH, Heo NK, Yu SH, Kim JD, Lee KJ. 2011. Analysis of general components, mineral contents, and dietary fiber contents of *Synurus deltooides*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1631-1634.
12. Singleton VL, Orthofer R, Amuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means Folin-Ciocalteu reagent. *Method Enzymol* 299: 152-178.
13. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64: 555-559.
14. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
15. Lim CS, Li CY, Kim YM, Lee WY, Rhee HI. 2005. The inhibitory effect of *Cornus walteri* extract against  $\alpha$ -amylase. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 103-108.
16. Park YH, Lim SH, Kim HY, Park MH, Lee KJ, Kim KH, Kim YG, Ahn YS. 2011. Biological activities of extracts from flowers of *Angelica gigas* Nakai. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1079-1085.
17. Joo SY. 2013. Antioxidant activities of medicinal plant

- extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 512-519.
18. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung Island. *Korean J Food Sci Technol* 37: 233-240.
  19. Lee KJ, Yun IJ, Kim HY, Kim KH, Kim YJ, Kim DW, Lim SH. 2010. Antioxidative activity of solvent extracts from *Synurus excelsus* and *Synurus palmatopinnatifidus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1893-1897.
  20. Kim EJ, Choi JY, Yu M, Kim MY, Lee SH, Lee BH. 2012. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 44: 337-342.
  21. Choi KH, Nam HH, Choo BK. 2013. Effect of five Korean native *Taraxacum* on antioxidant activity and nitric oxide production inhibitory activity. *Korean J Medicinal Crop Sci* 21: 191-196.
  22. Choi N, Lee J, Shin HS. 2008. Antioxidant activity and nitrite scavenging ability of olive leaf (*Olea europaea* L.) fractions. *Korean J Food Sci Technol* 40: 257-264.