

## 품종별 지황의 Catalpol 함량 및 항산화능

유보람<sup>1</sup> · 김혜란<sup>1</sup> · 김효진<sup>1</sup> · 이지연<sup>1</sup> · 이상용<sup>2</sup> · 송미란<sup>2</sup> · 박종윤<sup>2</sup> · 김미리<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 식품영양학과

<sup>2</sup>금산군농업기술센터

### Catalpol Content and Antioxidant Activities in Various Cultivars of *Rehmannia glutinosa*

Bo Ram You<sup>1</sup>, Hye Ran Kim<sup>1</sup>, Hyo Jin Kim<sup>1</sup>, Ji Yeon Lee<sup>1</sup>, Sang Yong Lee<sup>2</sup>,  
Mi Ran Song<sup>2</sup>, Jong Yoon Park<sup>2</sup>, and Mee Ree Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>2</sup>Geumsan Ginseng & Medicinal Crop Experiment Station, CNARES, Chungnam 312-804, Korea

#### Abstract

This study was to investigate catalpol content and antioxidant activities in five cultivars (Kokang, Suwon 10, Suwon 11, Jiwhang 1 and Korea) of *Rehmannia Radix*. Catalpol content was analysed by HPLC using C<sub>18</sub> column (150×4.6 mm, 5 μm), 1% acetonitrile and a UV detector. The standard curve was found to be a linear regression of  $y=0.0483x-0.0841$  ( $R^2=0.999$ ). The catalpol content ranged from 85.2 mg/g to 144.9 mg/g, of which the Korea was the highest among cultivars. The total phenol content in *Rehmannia Radix* was 0.358~0.459 mg/g, of which the Korea was the highest among cultivars. The antioxidant activities determined by DPPH and hydroxyl radical scavenging activities were the highest in Korea with IC<sub>50</sub> of 205.8 mg/g for DPPH radical scavenging activity and IC<sub>50</sub> of 38.8 mg/g for hydroxyl radical scavenging activity. Based on these results, the Korea among *Rehmannia Radix* cultivars was suggested to be a potent medicinal plant material for antioxidant activities.

**Key words:** *Rehmannia Radix*, catalpol, HPLC, antioxidant activities

#### 서 론

지황(*Rehmannia Radix*)은 현삼과에 속하는 다년생 속근 초로 잎은 긴 타원형이고 주름이 많이 있으며 온몸에 흰색의 부드러운 잔털이 밀생해 있다(1). 지황 재배의 적합한 토양은 유기물의 함량이 많고 물 빠짐이 좋은 곳이 적당하며, 지황은 추위에 비교적 강하나 온난하고 햇볕이 잘 들고 통풍이 잘되는 곳이 유리하다. 지황의 수확시기가 늦어지면 겨울 동안 온도가 영하 10°C 이하로 내려가므로 땅 속 줄기가 얼어서 부패하기 쉽기 때문에 반드시 가을에 수확을 하여야 한다. 지황의 뿌리는 한약재로 이용되는데, 용도에 따라 생지황(生地黃), 건지황(乾地黃) 및 숙지황(熟地黃)으로 구분된다(2). 지황의 주요성분으로는 catalpol, rehmanin, carotene, β-sitosterol, 5-HMF, vitamin A 및 glucose, raffinose, mannotriose 비롯한 당류 등이 알려져 있다(3-6). 지황의 약리작용에 관한 연구로는 물 추출물과 에탄올 추출물의 경구 투여에 의한 토끼의 혈당강하효과(7), 면역에 효과가 있다고 보고되었다(8). Jiang 등(9)의 연구에서 catalpol은 치매치료

에 효과가 있다고 보고하였다. 지황의 효능 및 효과에 대한 연구가 많이 이루어지고 있으나, 지황은 쓴맛이 강하여 식품 소재로 활용되지 못하고 있는 실정이다.

국내에서 지황은 충남 금산, 경북 군위, 전남 화순, 충북 제천 등지에서 많이 재배되고 있다. 한때 우리나라에서 지황 재배면적이 '89년에 392 ha까지 이르렀으나, 1990년대 초 중국과의 수교이후 건지황의 수입 증가로 국내 지황재배 생산기반을 상실하였으나(2), 2009년을 기점으로 국내 건강보조식품 제조회사 및 소비자의 국내산 고품질 지황의 선호도 증가로 최근 재배면적이 100 ha 이상 증가되는 추세를 보이고 있다. 지황은 1990년대부터 품종육성이 시작되어 지황1호, 대경, 고강 등이 농가에 보급 실용화 되었으며, 최근 농촌진흥청에서 수원 9호~12호, 다강 등 신품종 보급 및 재배기술 향상으로 국내 생산량 증가를 이루었으나, 농가에 보급된 지황 신품종의 경우 몇 년이 지나면 품종퇴화 등의 원인으로 수량성이 감소되는 문제점이 발생하고 있다. 그러므로 지황의 자급생산을 위한 다수성, 내습성과 내병성을 갖춘 우량 신품종의 개발 및 보급이 지속적으로 요구되고 있다.

\*Corresponding author. E-mail: mrkim@cnu.ac.kr  
Phone: 82-42-821-6837, Fax: 82-42-821-8887

따라서 본 연구에서는 품종별 지황의 주요성분인 catalpol 함량 및 항산화 특성을 비교하여, 농가에 고품질의 지황품종을 보급하고 이를 활용하여 기능성식품 및 의약품으로의 개발하기 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 시약

본 실험에서 사용한 생지황은 5가지 품종으로 고강, 수원10호, 수원11호, 지황1호는 금산군 농업기술센터 특화작목에서 시험 재배한 품종이며, 고려지황은 금산군 남이면 농가에서 재배한 GAP지황을 사용하였다. 표준품 catalpol은 Chromadex Inc.(Laguna Hills, CA, USA) 제품을 구입하여 사용하였다. 아세토나이트릴 및 그 외 시약은 GR등급을 사용하였다.

### 수분함량 측정

지황의 수분함량을 측정하기 위해 각각의 시료를 일정량 취하여(3 g 이하) 적외선 수분 측정기(Sartorius, Gottingen, Germany)를 사용하여 측정하였다. 시료는 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

### Catalpol 함량 분석

Catalpol 함량 분석은 Zhu 등(10)의 연구 방법에 의하여 최적의 조건을 설정하였다. 잘게 썬 생지황을 동결건조 하여 분말화한 후 2 g을 취하여 30% 메탄올 100 mL을 넣고, 잘 혼합한 후 2시간 동안 초음파진탕 추출하였다. 추출액을 여과(filter paper No.4)한 후 여과액을 13,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 상정액을 syringe filter(0.45  $\mu$ m)로 여과하여 기기분석에 사용하였다. 본 실험의 실험방법에 의한 catalpol 함량 분석은 HPLC(Waters, Milford, MA, USA)를 사용하였다. 이동상 조건은 1% acetonitrile, 유속은 1 min/mL로 하고, HPLC column은 Agilent TC-C18(A analytical, 4.6 $\times$ 150 nm, 5  $\mu$ m, Agilent, Santa Clara, CA, USA) 사용하였다. Sample injection volume은 10  $\mu$ L이며, 검출기는 UV detector를 사용하였고, 분석파장은 206 nm로 하여 측정하였다.

### 총 phenol 함량 분석

페놀성 물질이 phosphomolybic acid와 청색을 나타내는 현상을 이용한 방법으로 Foline-Denis법의 방법을 사용하여 분석하였다(11). 각각의 건조 시료 1.5 g에 메탄올 50 mL을 넣고 15시간 실온에서 교반시킨 후 3,000 rpm에서 10분 원심분리 하여 상정액을 evaporator를 이용하여 감압농축 시킨 후 최종 농도가 50 mg/mL이 되도록 20 mM PBS buffer를 이용하여 녹인다. 증류수 2.5 mL에 시료 0.33 mL, Foline-Denis 0.16 mL, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.3 mL을 넣고 암실에서 30분 발색시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 phenol 함량의 표준곡선은 tannic acid(Yakuri Pure Chemicals Co., Ltd, Kyoto, Japan)를 사용하였다.

### DPPH radical 소거능

DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl) radical 소거능은 Blois의 방법에 의하여 측정하였다(12). 건조 시료 1.5 g에 메탄올 50 mL을 넣은 후 15시간 실온에서 교반하여 3000 rpm으로 4°C에서 20분간 원심분리 하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물을 얻었다. 추출물 50 mg당 1 mL 메탄올을 첨가하여 50 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 시료용액 50  $\mu$ L에 1.5 $\times$ 10<sup>-4</sup> mM DPPH(D9132, Sigma, St. Louis, MO, USA)용액 150  $\mu$ L을 첨가하여 30분 반응 후에 분광광도계를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며 라디칼 소거능(%)을 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC<sub>50</sub>을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

A: absorbance of blank (DPPH solution+DW)

B: absorbance of sample

### Hydroxyl radical 소거능

Hydroxyl radical 소거능은 Weicheng과 Wang의 방법에 의하여 측정하였다(13). 각각의 건조 시료 1.5 g에 메탄올 50 mL을 넣은 후 15시간 실온에서 교반하여 3,000 rpm으로 4°C에서 20분간 원심분리 하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물을 얻었다. 추출물 50 mg당 1 mL 20 mM phosphate buffer(pH 7.4)를 첨가하여 50 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료용액으로 사용하였다. 시료용액 0.15 mL에 buffer 0.35 mL, 3 mM deoxyribose 용액 0.1 mL, 0.1 mM ascorbic acid 용액 0.1 mL, 0.1 mM EDTA용액, 0.1 mM FeCl<sub>3</sub>용액, 1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>용액 0.1 mL을 넣어 잘 교반한 후 37°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 후 2% TCA용액과 1% TBA용액을 잘 섞은 후 100°C에서 20분간 반응한 후 냉각하여 원심분리 하였다. 상정액을 분광광도계를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였으며 라디칼 소거능(%)을 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC<sub>50</sub>을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

A: absorbance of blank (hydroxyl radical solution+DW)

B: absorbance of sample

### 통계처리

실험 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package 프로그램 중에서 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다(p<0.05).

Table 1. Moisture content of *Rehmannia Radix* by cultivars (%)

	KoKang	Sewon 10	Sewon 11	Jiwhang 1	Korea
Wet base	77.6±1.0 <sup>a</sup>	77.4±0.1 <sup>a</sup>	78.4±0.2 <sup>a</sup>	75.8±0.3 <sup>b</sup>	78.1±0.2 <sup>a</sup>

All values are mean±SD (n=3).

<sup>a,b</sup>Different superscripts in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

Table 2. Catalpol content in *Rehmannia Radix* by cultivars (mg/g)

	Kokang	Suwon 10	Suwon 11	Jiwhang 1	Korea
Dry base	108.2±1.9 <sup>b</sup>	94.2±1.1 <sup>c</sup>	85.2±0.5 <sup>d</sup>	85.6±0.9 <sup>d</sup>	144.9±0.2 <sup>a</sup>
Wet base	491.6±8.8 <sup>b</sup>	370.5±2.1 <sup>c</sup>	389.0±3.9 <sup>d</sup>	409.6±4.7 <sup>c</sup>	579.5±0.8 <sup>a</sup>

All values are mean±SD (n=3).

<sup>a-c</sup>Different superscripts in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

### 결과 및 고찰

#### 품종별 지황의 수분함량

품종별 지황의 수분함량은 Table 1에 나타내었다. 본 실험에서 사용한 생지황의 구입당시의 수분함량은 고강, 수원 10호, 수원11호, 지황1호, 고려는 각각 77.6, 77.4, 78.4, 75.8, 78.1%이었으며, 동결건조 후 각각의 시료의 수분함량은 4.2, 2.6, 2.0, 4.0, 3.8%를 나타내었다(p<0.05). 지황1호를 이용한 숙지황 제조기술 연구에서 지황1호의 수분함량은 76.39%로 측정하였으며, 수분에 있어서는 재래종과 지황1호의 비슷한 경향을 나타내었다고 보고하였다(1).

#### 품종별 지황의 catalpol 분석

지황의 지표성분으로 알려진 catalpol의 함량을 측정하기 위해 HPLC를 이용하여 분석하였다. 고강, 수원10호, 수원11호, 지황1호, 고려 생지황의 catalpol 함량은 Table 2에 나타내었다. 고강, 수원10호, 수원11호, 지황1호, 고려지황을 동결건조 한 시료의 catalpol 함량은 각각 491.6, 370.5, 389.0, 409.6, 579.5 mg/g(dry base), 수분함량을 고려한 생지황의 경우에는 108.2, 94.2, 85.2, 85.6, 144.9 mg/g(wet base)으로, 고려지황의 catalpol 함량이 가장 높았다(p<0.05). Park 등(14)의 연구에서 생지황의 catalpol 함량은 0.142~0.225%라 하였으며, 지황의 품질평가 본 실험의 결과 catalpol 함량이 높게 측정되었다. 지황은 몇 년이 지나면 품종이 퇴화되어 다수성, 내습성과 내병성을 갖춘 우량신품종 신품종이 개발되는데 본 실험에서 사용한 지황은 신품종으로 catalpol 함량이 높은 것으로 사료된다. 또한 지황의 품질평가가 연구에서 HPLC를 이용하여 지황의 지표물질인 catalpol의 함량을 측정 한 결과 각 시료 중에 함유된 catalpol의 함량은 검출되지 않은 것도 있으며 최고 3.89%를 함유된 시료 등 catalpol 함량이 다양하게 나타났음을 알 수 있다고 보고하였다(15). 이는 지황의 품종별, 수확시기, 재배지의 토양, catalpol 함량 분석방법 및 시료의 처리방법의 차이가 있기 때문으로 사료된다. 고품질 내병 다수성 지황고강의 연구에서 고강은 지황의 주요성분인 catalpol과 엑스함량이 지황1호에 비하여 많은 고품질 품종이라고 하였다(2). 본 실험에서도 고강이 지황1호보다 높게 나타나 비슷한 경향을 나타내었다.

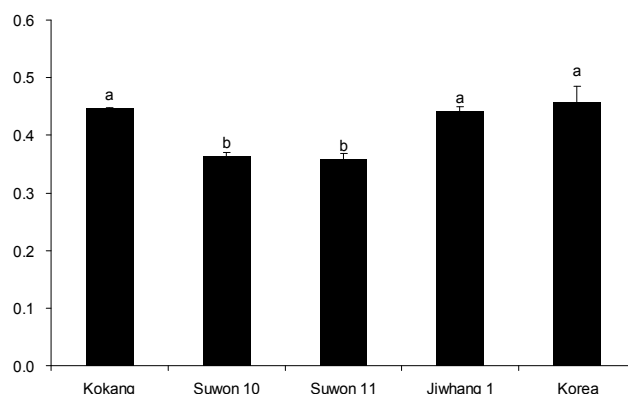


Fig. 1. Total phenol content in *Rehmannia Radix* by cultivars. All values are mean±SD (n=3). Different letters (a,b) on bars are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

#### 총 phenol 함량

품종별 지황의 총 phenol 함량 측정 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 고강, 수원10호, 수원11호, 지황1호, 고려의 총 phenol 함량은 각각 0.446, 0.364, 0.358, 0.440, 0.459 mg/g(wet basis)으로 고려지황의 총 phenol 함량이 가장 높았다. 침지용매에 따른 숙지황의 품질특성 연구에서는 건지황과 시판 숙지황의 폴리페놀 함량은 5.09 및 13.90 mg/g이었다고 보고하였다(16). Lim 등(17)의 연구에서 약용식물 82종에 대하여 Folin-Denis법으로 총 phenol 함량을 측정 한 결과 지황은 333 µg/g이 함유되어 있다고 보고하였으며, 이는 본 연구결과와 비교 시 총 phenol 함량이 1.4배 낮게 측정되었다. 지황의 품종, 산지 및 수확시기에 따라 차이가 있으며 시료의 처리방법에 따라 함량의 변화의 차이가 있는 것으로 사료된다. 또한 Shin 등(18)의 연구에서 광향 및 초파 추출물의 페놀물질은 각각 33.66, 26.54 mg/100 mL로 지황보다 낮은 함량을 보였다. 지황의 항산화성이 높은 것은 총 phenol 함량과 관계가 있다고 본다. 폴리페놀계 물질들은 한 분자 내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl(-OH)기를 가진 방향족 화합물들을 총칭하며, 식물체에 특수한 색깔을 부여하고 산화-환원 반응에서 기질로 작용한다. 플라보노이드와 탄닌이 주된 식물계 폴리페놀 물질이며, 총치 예방, 고혈압 억제, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진다(19). 또한 페놀성 화합물은

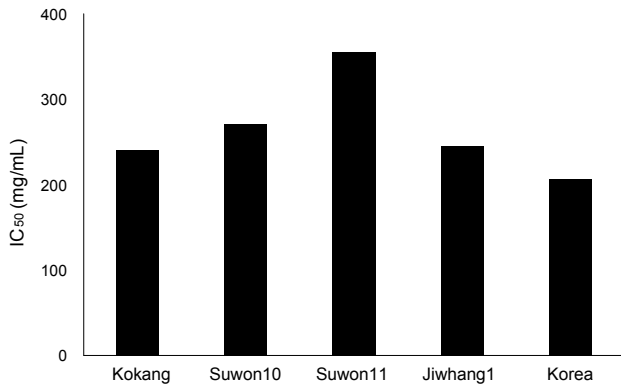


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of *Rehmannia Radix* by cultivars.

생체 내에서 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 알려져 천연물로부터 항산화 물질을 추출하려는 연구가 다각도로 이루어지고 있다(20).

#### DPPH radical 소거능

DPPH법은 tocopherol, ascorbate, flavonoid 화합물, 방향족 아민류, Maillard형 갈변생성물질, peptide 등의 항산화 활성을 나타내는 생리활성 물질에 의해 환원됨으로써 짙은 자색이 탈색되는 정도에 따라 항산화 효과를 측정하는 방법으로 항산화 물질 탐색에 가장 일반적으로 사용되는 항산화 측정 방법으로 알려져 있다(21). 항산화 활성 측정방법 중 DPPH 라디칼 소거법은 실제 항산화 활성과 연관성이 높은 방법으로서, 활성 라디칼에 전자를 공여하여 지방질의 산화를 억제시키는 척도로 사용되고 있을 뿐 아니라, 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 작용의 척도로 이용되고 있다(22). DPPH radical 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 본 실험에서 사용한 시료는 1 mg/g, 2 mg/g, 4 mg/g, 20 mg/g, 40 mg/g의 각각 농도에서 농도에 의존적으로 free radical 소거활성이 인정되었다. 품종별 지황의 DPPH radical 소거능의 IC<sub>50</sub>(라디칼을 50% 소거시키는데 필요한 농도)값을 wet basis로 산출한 결과 고강 240.6 mg/g, 수원10호는 270.2 mg/g, 수원10호는 355.7 mg/g, 지황1호는 245.3 mg/g, 고려는 205.8 mg/g으로 고려지황의 IC<sub>50</sub>이 가장 낮아 항산화능이 가장 높게 나타났다. Lee 등(23)의 시판 한약재에 대한 항산화 활성 검정의 연구에서 값은 696.77 µg/mL, 황련의 RC<sub>50</sub>값은 286.03 µg/mL라 하였다. 본 연구결과와 비교 시 지황의 항산화능이 우수한 것으로 사료된다.

#### Hydroxyl radical 소거능

Hydroxyl radical( $\cdot$ OH)은 활성산소 중 반응성이 매우 강하여 생체 산화에 주된 역할을 하는 것으로 알려져 있다(24). Manian 등(25)은 hydroxyl radical이 DNA의 핵산과 결합함으로써 손상을 일으켜 발암성, 돌연변이 및 세포독성을 유발하게 되며, 지질과산화 과정에서 빠른 개시제로서 작용하게 되는데 hydroxyl radical 소거활성은 지질과산화

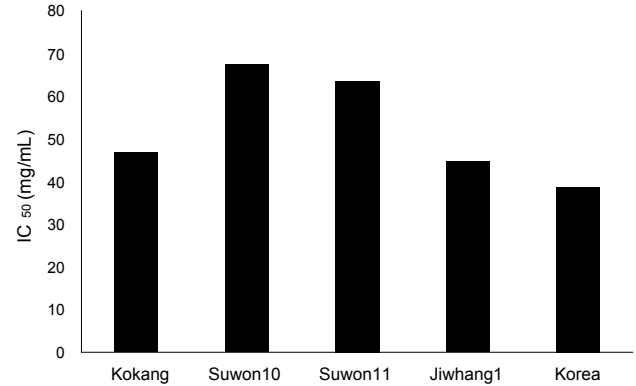


Fig. 3. Hydroxyl radical scavenging activity of *Rehmannia Radix* by cultivars.

Table 3. Correlation coefficients among catalpol, total phenol and IC<sub>50</sub> contents of *Rehmannia Radix* by cultivars

Factor	Catalpol	Total phenol	IC <sub>50</sub>
Catalpol	1.000	0.868	-0.918*
Total phenol	—	1.000	-0.978**
IC <sub>50</sub>	—	—	1.000

\*p<0.05, \*\*p<0.01.

과정의 진행을 직접적으로 방해하거나 활성화된 산소종을 소거함으로써 연쇄반응을 저해하기 때문이라고 보고되어 있다. 품종별 지황의 hydroxyl radical 소거능을 측정하여 IC<sub>50</sub>값으로 나타낸 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 각각의 시료는 1 mg/g, 2 mg/g, 4 mg/g에서 농도에 의존적으로 강한 항산화 활성이 있는 것으로 사료된다. 또한 고강, 수원10호, 수원11호, 지황1호, 고려의 hydroxyl radical IC<sub>50</sub>값을 wet basis로 산출한 결과 각각 46.7, 67.4, 63.5, 44.8, 38.8 mg/g이었으며, 고려지황의 IC<sub>50</sub> 값이 가장 낮아 hydroxyl radical 소거능이 가장 높게 나타났다. 식물체는 사용부위에 따라 전자공여능의 차이를 나타내며, 품종에 따라 차이를 보인다.

#### 상관관계

품종별 지황의 catalpol 함량, 총 phenol 함량 및 항산화 활성(IC<sub>50</sub>) 간의 상관성을 비교한 결과를 Table 3에 나타내었다. 지황의 catalpol 함량과 항산화 활성(IC<sub>50</sub>) 간의 상관계수는 각각 1.000, -0.918(p<0.05)로 음의 상관관계를 보였으며, 총 페놀함량과 항산화 활성(IC<sub>50</sub>) 간의 상관계수는 1.000, -0.978(p<0.01)로 매우 높은 음의 상관관계를 나타내었다. 이는 본 연구결과와 마찬가지로 품종별 지황의 유효성분인 catalpol 함량 및 총 phenol 함량이 많을수록 항산화 활성이 우수한 것을 알 수 있다.

#### 요 약

본 실험에서는 지황의 주요성분인 catalpol의 함량 및 항산화 특성을 비교하였다. 실험에 사용한 지황은 고강, 수원10호, 수원11호, 지황1호, 고려지황이었으며 수분함량은 각

각 77.6, 77.4, 78.4, 75.8, 78.1%를 나타내었다( $p < 0.05$ ). Catalpol은 표준품을 사용하였으며, 동결건조 한 고강, 수원 10호, 수원11호, 지황1호, 고려의 catalpol 함량은 각각 108.15, 84.21, 85.21, 85.59, 144.88 mg/g으로, 고려지황의 catalpol 함량이 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 총 phenol은 각각 0.446, 0.364, 0.358, 0.440, 0.459 mg/g, IC<sub>50</sub>으로 계산된 DPPH radical 소거능은 각각 240.6, 270.2, 355.7, 245.3, 205.8 mg/g, hydroxyl radical 소거능은 각각 46.7, 67.4, 63.5, 44.8, 38.8 mg/g을 나타내었다. 항산화 활성에서는 고려지황이 가장 좋은 것으로 사료된다. 또한 지황의 유효성분 및 항산화성이 좋은 고려지황을 이용하여 기능성식품 및 의약품으로의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

농촌진흥청 2009년도 지역농업 특성화 기술 지원연구과제로 수행한 연구의 일부로 이에 감사드립니다.

### 문헌

1. Park NK, Kim SL, Hur HS, Park CH. 2002. Development of R. *Radix preparata* with new Variety "Jiwhang 1". *Kor J Intl Agri* 14: 3-39.
2. Kim DH, Park CH, Park HW, Park CG, Sung JS, Yu HS, Kim GS, Seong NS, Kim JC, Kim MS, Bae SG, Chung BJ. 2008. A new high-quality, disease resistance and high-yielding *Rehmannia glutinosa* cultivar, "kokang". *Korean J Breed Sci* 40: 84-87.
3. Ahn DK, Kim CM, Shin MK, Lee KS. 1998. Traditional Chinese medicine dictionary. *Chungdambooks* 2: 168-176.
4. Ma JY, Ha CS, Sung HJ, Zee OP. 2002. Hemopoietic effects of rhizoma *Rehmanniae preparata* on cyclophosphamide-induced prenicious anemia rats. *Kor J Pharmacogn* 31: 325-334.
5. Morota T, Sasaki H, Nishimura H, Sungama K, Chin M, Mitsahashi H. 1989. Two iridoid glycosides from *Rehmannia glutinosa*. *Phytochemistry* 28: 2149-2153.
6. Park BY, Chang SM, Choi J. 1989. Relationships between the inorganic constituents contents and the catalpol and sugar contents in the rhizoma of *Rehmannia glutinosa*. *J Korean Agric Chem Soc* 32: 249-254.
7. Kubo M, Asani T, Shiimoto H, Matsuda H. 1994. Studies on *Rehmanniae Radix* I effect of 50% ethanolic extract from steamed and dried *Rehmanniae Radix* on hemorrhology in arthritic and thrombostatic rats. *Biol Pharm Bull* 17: 1282-1286.
8. Tian YY, An LJ, Jiang L, Duan YL, Chen J, Jiang B. 2006. Catalpol protects dopaminergic neurons from LPS-induced neurotoxicity in mesencephalic neuron-glia cultures. *Life Sci* 80: 193-199.
9. Jiang B, Jing D, Liu JH, Bao YM, An LJ. 2008. Catalpol attenuates the neurotoxicity induced by  $\beta$ -amyloid<sub>1-42</sub> in cortical neuron-glia cultures. *Brain Res* 1188: 139-147.
10. Zhu Mei-fen, Hong SP, Kim CS, Lee JH. 2003. Determination methods of *Rehmanniae Radix* by HPLC. *Kor J Herbology* 18: 203-209.
11. Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16: 144-158.
12. Blois MS. 1958. Antioxidant activity determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
13. Weicheng HU, Wang MH. 2009. Antioxidant activity of *Aralia elata* seeds fractions. *Hort Environ Biotechnol* 50: 253-257.
14. Park CY, Lim JI, Ryu KS. 1987. Content of catalpol in *Rehmanniae Radix* and its preparations. *Bull K H Pharma Sci* 15: 93-98.
15. Kim NJ, Jung EA, Kim HJ, Sim SB, Kim JW. 2000. Quality evaluation of various dried roots of *Rehmannia glutinosa*. *Kor J Pharmacogn* 32: 130-141.
16. Woo KS, Song DS, Lee JS, Lee HB, Jeong HS. 2007. Quality characteristics of *Rehmannia radix preparata* with pre-soaking solvents. *Korean J Food Sci Technol* 39: 289-294.
17. Lim JD, Yu CY, Kim MJ, Yun SJ, Lee SJ, Kim NY, Chung IM. 2004. Comparison of SOD activity and phenolic compound contents in various Korean medicinal plants. 2004. *Korean J Medicinal Crop Sci* 12: 191-202.
18. Shin SR, Hong JY, Nam HS, Yoon KY, Kim KS. 2006. Anti-oxidative effects of extracts of Korean herbal materials. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 187-191.
19. Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. 2006. Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus juiuba* var. inermis rehder. *Korean J Food Sci Technol* 38: 128-134.
20. Kang MH, Choi CS, Kim ZS, Chung HK, Min KS, Park CG, Park HW. 2002. Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch, and aerial part of *Crotalaria sessilora* L. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1098-1102.
21. Ahn SI, Heuing BJ, Son JY. 2007. Antioxidative activity and nitrite-scavenging abilities of some phenolic compounds. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 19-24.
22. Son CW, Jeon MR, Kim MH, Kim MR. 2008. Quality characteristics and antioxidant activities of green tea garlic paste added calcium. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 879-881.
23. Lee SE, Seong NS, Park CG, Seong JS. 2002. Screening for antioxidative activity of oriental medicinal plant materials. *Korean J Medicinal Crop Sci* 10: 171-176.
24. Chung SK. 1997. Hydroxy radical scavenging effects of species and scavengers from brown mustard. *Biosci Biotech Biochem* 61: 118-123.
25. Manian R, Anusuya N, Siddhyraju P, Manian S. 2008. The antioxidant activity and free radical of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chem* 107: 1000-1007.

(2010년 12월 20일 접수; 2011년 3월 8일 채택)