

## 마이크로웨이브 추출조건에 따른 백지 추출물의 폴리페놀 함량과 항산화 작용

주은영 · 김남우<sup>†</sup>  
대구한의대학교 한방생약자원학과

### Polyphenol Contents and Antioxidant Activity of Extracts from *Angelica dahurica* Root after Different Conditions of Microwave-assisted Extraction

Eun-Young Joo and Nam-Woo Kim<sup>†</sup>

Department of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongbuk, 712-715 Korea

#### Abstract

This study investigated the antioxidant activities of extracts from *Angelica dahurica* roots after microwave-assisted extraction with different levels of energy (120, 240 W) and extraction time (5, 10, 15 and 30 min). The highest extraction yield was 11.77 mg% in water at 240 W for 30 min followed by 11.42 mg% in water at 120 W and 30 min. The highest total polyphenol contents was 32.36 mg/g in an ethanol extract, followed by 31.77 mg/g in water extract at the same conditions of 240 W, 30 min. The electron donating abilities both the ethanol extract obtained using 240 W and 30 min and the water extract obtained employing 120 W and 5 min showed the highest values, 83.55% and 82.49% respectively at a concentration 1.0 mg/mL. The highest superoxide dismutase (SOD)-like activity was 14.16% in ethanol extract at 120 W and 15 min, followed by 13.22% in the water extract at 120 W and 5 min. The best extraction yield and polyphenol content after microwave-assisted extraction were achieved with 240 W and 30 min using water. The best condition for extraction of electron donating ability and SOD-like activity from *A. dahurica* roots were 120 W and 5 minutes using water.

**Key words :** *Angelica dahurica*, microwave-assisted extract, polyphenol, electron donating ability, SOD-like activity

#### 서 론

한방생약자원을 포함한 천연자원은 농축된 액기스 형태 또는 건조하여 분말이나 환 등의 형태로 이용되고 있으며, 음료나 차의 형태로 가공하여 보다 용이하게 기능성 성분을 섭취하기도 한다. 이러한 여러 가지 가공방법이 사용되고 있는 가장 큰 이유로는 보다 많은 유용성분을 추출, 섭취하기 위한 효율적인 방법 및 조건을 선택하기 위함이라고 할 수 있다.

주로 이용되고 있는 추출 방법은 압착법(expression), 환류 추출법(reflux extraction), 압력 추출법(pressure heating

water extraction) 및 초임계 유체 추출법(supercritical fluid extraction)이 많이 사용되고 있다. 압착법은 장치와 조작이 간단하나 수율이 낮으며, 환류 추출법은 많은 용매가 필요 하며 추출 및 농축과정에서도 많은 시간을 필요로 하는 단점이 있다. 압력 추출법은 100°C 이상의 고온에서 추출하므로 열에 민감한 성분은 분해되어 소실되기 쉬우며, 초임계 유체 추출법은 추출속도가 빠르며 용매의 소비도 적지만 비용이 많이 드는 문제점을 가지고 있다(1). 이러한 추출방법의 문제점을 보완하기 위하여 마이크로웨이브 추출법(microwave-assisted extraction; MAE)이 사용되고 있다(2). MAE는 추출은 피조사체를 이온화시키지 않으면서 온도 상승효과만을 가져오는 비전리 방사선을 이용하고 물 분자 간 마찰로 인하여 열이 발생되는 원리를 이용하며, 추출시료의 심층부까지 단시간에 가열하여 시료의 유용성분이

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : tree@dhu.ac.kr,  
Phone : 82-53-819-1438, Fax : 82-53-819-1272

효과적으로 추출되도록 한다(3-5). 또한 이 방법은 적은 용매와 에너지를 사용하여 단시간에 원하는 물질을 추출할 수 있어 기존의 환류 추출법을 비롯한 soxhlet 추출법, 압력 추출법, 초임계 유체 추출법 등에 비해 추출효율 및 에너지 효율이 우수하며, 순도 높은 유효성분을 추출할 수 있어 환경 친화적인 특징과 경제성을 지니고 있는 것으로 보고되고 있다(1,4,5). 이러한 microwave 처리 및 추출법의 특성으로 인하여 단백질의 변성이나 비타민의 파괴를 감소시킬 수 있고, 향기성분의 손실이나, 색소의 파괴를 막을 수 있는 장점으로 주로 식품의 조리, 가공, 건조, 살균, 보존 및 효소의 불활성화를 위해 다양하게 사용되고 있다. 인삼 추출시 MAE 방법을 이용하여 6분간 추출한 것과 기존에 이용되었던 방법으로 8시간 추출한 것의 효율이 유사한 것으로 보고되어 있으며(6), 마늘의 oleoresin 추출 시 MAE 방법이 기존의 방법보다 훨씬 높은 수율과 생리활성 기능을 나타내는 것으로 보고 된 바 있다(7).

한방 생약자원 중 하나인 백지(白芷)는 산형과(Umbelliferae)의 다년생 초본인 구릿대(*Angelica dahurica*) 뿌리를 건조한 것으로 성질은 따뜻하고 맛은 매우며, 진정(鎮靜), 진경(鎮痙) 효과가 있어 감기, 두통, 어지럼증 및 치통 등에 사용한다. 또한 풍한을 제거하고 어혈을 풀어 혈액순환을 촉진시켜 안면신경통, 산전산후의 혈뇨, 하혈 등의 치료에 이용되며, 고름을 없애고 새 살이 잘 돋아나게 하여 음과 버짐, 치루, 기미와 주근깨 흉터 등의 피부질환 등에도 효과적인 생약재로 알려져 있다(8-10). 백지에는 다량의 당과 무기질(11), 정유성분(8) 그리고 20여종 이상의 coumarin 성분을 함유한다(12-17). 백지에 대한 연구 결과로 약물대사효소 억제 및 대사 저해 활성(18), acetylcholinesterase 저해 활성(19), 항혈전(20), 콜라겐 생성촉진(17), 백혈병(21) 등에 효과가 있다고 보고된 바 있다. 또한 항균작용(15,22)과 *Trypanosoma* 기생충 억제효과(23)를 나타내며, Lee 등(24)은 백지의 환류 추출과 고압 열수 추출물에 대한 항산화 활성을 측정한 바 있다.

이에 본 연구는 백지의 유용성분을 추출하기 위한 최적의 추출조건을 알아보기 위하여 기존의 추출방법보다 추출 효율 및 에너지 효율이 좋은 것으로 알려져 있는 MAE 추출 장치로 에너지 강도와 추출시간을 상이하게 하여 물과 70% 에탄올을 용매로 추출하고, 각 추출물에 대한 추출수율, 총 폴리페놀의 함량 및 전자공여능과 SOD 유사활성능을 측정하여 MAE 추출공정의 최적 추출특성을 알아보고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험 재료로 사용한 백지는 2004년 7월에 경북 경산의

한약재 생산 농가에서 채집하였으며, 물로 세척한 후 물기를 제거하고 잘게 잘라 -75°C에서 보관하면서 본 실험의 추출시료로 사용하였다.

### 추출 조건

마이크로웨이브 추출(microwave-assisted extraction; MAE)에 사용된 추출장치는 CEM matthews NC marsx unit (USA)을 이용하였으며, 밀폐형 텤플론 추출관(closed teflon extraction vessel)을 사용하였다. 3차 증류수와 70% 에탄올을 용매로, 백지 시료당 중량비 10배에 해당하는 용매를 넣고 MAE의 에너지 강도를 120 W(watts)와 240 W로 설정하여, 각각의 용매와 에너지 강도에 따라 5, 10, 15, 30분으로 추출시간을 변화시키면서 추출하였다. 그리고 각 추출조건에 따라 추출하고 여과한 다음 남은 잔사에 다시 10배에 해당되는 용매를 가하고 추출, 여과하였다. 2회 추출로 얻은 여과액을 40°C 이하에서 rotatory vacuum evaporator (Eyela 400 series, Japan)를 사용하여 감압농축한 후에 동결건조(FD 5510 SPT, Ihsin, Korea)하여 분말로 제조하였으며 일정량의 농축액을 만들어 본 실험의 분석을 위한 시료로 사용하였다.

### 총 폴리페놀 화합물 함량

백지를 대상으로 다양한 MAE의 조건에 따라 백지 추출물의 총 폴리페놀 화합물 함량은 동결건조 된 시료를 1.0 mg/mL의 농도로 3차 증류수에 희석하여 Folin-Denis(25)법으로 측정하였다. 즉 일정농도의 시료를 0.2 mL에 증류수 1.8 mL를 넣은 다음 Folin-ciocalteu's phenol reagent 0.2 mL를 첨가하여 혼합한 후 3분간 실온에서 반응 시킨 다음, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 0.4 mL를 가하여 혼합한 후 다시 증류수를 1.4 mL 첨가하였다. 이 혼합액을 실온에서 1시간 동안 반응시킨 후 UV/VIS spectrophotometer (Shimadzu U-1201, Japan)를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 화합물은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다. 표준곡선은 tannic acid를 10 mg/mL 농도로 증류수에 녹이고 최종농도가 0, 25, 50, 100, 250, 500 µg/mL 용액이 되도록 취하여 위와 같은 방법으로 725 nm에서 흡광도를 측정하여 작성하였다.

### 전자공여능 측정

백지 추출물의 전자공여능은 Blois의 방법(26)을 약간 변형하여 각 추출물의 DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)에 대한 전자공여 효과를 측정함으로써 각 추출물의 환원력을 평가하였다. 일정 농도로 희석된 시료액 2 mL에 0.2 mM DPPH-용액(dissolved in 99% ethanol)을 1 mL 첨가하여 혼합한 후, 37°C에서 30분간 반응시켰다. 이 반응액을 spectrophotometer (Shimadzu, U-1201, Japan)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가구와 무첨가

구 사이의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

### SOD 유사활성 측정

MAE 장치를 이용한 각 조건에 따른 백지 추출물의 SOD 유사활성은 Marklund과 Marklund(27)의 방법에 따라 유해 환원 산소종을 과산화수소( $H_2O_2$ )로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 산화된 양을 측정하여 SOD 유사활성을 평가하였다. 일정 농도의 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer(50 mM tris + 10 mM EDTA, pH 8.5) 2.6 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25°C에서 10분 간 반응 후, 1 N HCl 0.1 mL를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양은 spectrophotometer (Shimadzu, U-1201, Japan)를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

### 통계처리

각각의 실험은 독립적으로 3회 이상 반복 실시하였으며, 실험결과는 평균±표준편차로 나타내었다. 실험군내의 농도에 따른 유의성을 검정하기 위하여 SPSS 12.0 for windows program을 이용하여 ANOVA test를 행한 후, 유의성이 있는 경우 실험군간에  $p<0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 추출수율

マイクロウェイ브 추출조건에 따른 백지 추출물의 수율은 Fig. 1과 같다. 시료 100 g당 수율은 W-240 W(11.77 mg%) > W-120 W(11.42 mg%) > E-240 W(8.33 mg%) > E-120

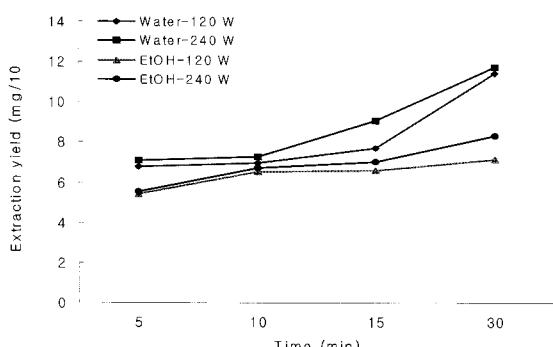


Fig. 1. Total yields of *A. dahurica* roots depending on different conditions of microwave-assisted extraction.

Water-120 W : extraction condition of 120 W using water.

Water-240 W : extraction condition of 240 W using water.

EtOH-120 W : extraction condition of 120 W using 70% ethanol.

EtOH-240 W : extraction condition of 120 W using 70% ethanol.

W(7.15 mg%)의 순으로 물을 용매로 하여 240 W 30분 추출물이 가장 높은 수율을 나타내었다. 물 추출물이 에탄올 추출물보다는 높은 수율을 나타내었으며, 추출시간 길수록 수율이 높았다. 또한 추출을 위한 에너지 강도에서도 120 W보다는 240 W의 수율이 더 좋은 것으로 분석되었다.

#### 총 폴리페놀 화합물 함량

MAE 장치를 이용하여 추출조건이 상이한 백지 추출물들의 총 폴리페놀 화합물 함량은 21.79~32.37 mg/g으로 분석되었다(Fig. 2). 5분간 추출한 경우에는 W-240 W 추출물의 폴리페놀의 함량이 24.21 mg/g으로 높았으나, 추출시간이 증가된 30분 동안 추출한 경우에는 E-240 W(32.37 mg/g) > W-240 W(31.77 mg/g) > W-120 W(30.05 mg/g) > E-120 W(28.01 mg/g)의 순으로 폴리페놀을 함유하였다. 모든 추출물은 추출시간이 증가할수록 폴리페놀의 함량이 높았다.

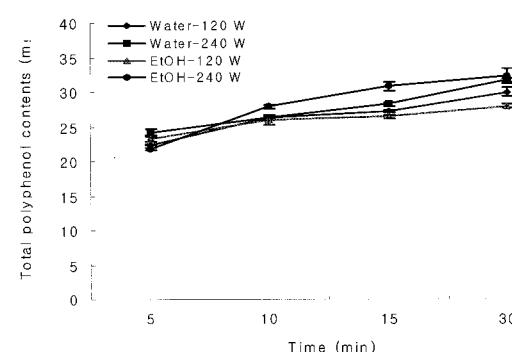


Fig. 2. Total polyphenol contents of *A. dahurica* roots depending on different conditions of microwave-assisted extraction.

The abbreviations of introductory remarks are the same as in Fig. 1.

본 실험 결과를 Lee 등(24)의 백지 추출물에 함유된 폴리페놀의 양이 환류 물 추출물에서는 26.34 mg/g이며, 환류 에탄올 추출물 31.69 mg/g, 열수 추출물에서는 156.30 mg/g이라는 결과와 비교하면 열수 추출물보다는 매우 낮은 폴리페놀 함량을 나타내었으나, 15분 이상 추출한 경우에는 Lee 등(24)의 환류 물 추출보다 폴리페놀의 함량이 높았다. 또한 본 실험의 에탄올 추출물은 240 W 30분 추출물이 32.36 mg/g으로 Lee 등(24)의 환류 에탄올 추출물(31.69 mg/g)보다 높은 폴리페놀 함량을 나타내었다. 그리고 식물류 물 추출물의 폴리페놀 함량을 측정한 Kim 등(28)의 백작약(57.83 mg/g), 감초(38.78 mg/g), 대추(18.64 mg/g), 천궁(15.78 mg/g), 생지황(7.20 mg/g) 등의 보고와 비교하면 백작약, 감초보다는 낮았으나, 대추, 천궁, 생지황 등의 결과보다 백지 MAE 추출물의 폴리페놀 함량이 더 높았으며, 특히 생지황과 비교하면 약 4배 이상 많이 함유하였다. Pare 등(2)은 전체 고형분보다 폴리페놀과 같은 목적성분을 추출하는데 있어서 MAE 추출이 더 효과적이라고 한 바 있다. 이는

대류에 의해 에너지가 전달되는 가열방식과 달리 MAE 추출에서는 시료 전체가 MAE 에너지에 노출됨으로써 시료 내의 목적성분이 용매에 추출되기 때문이라고 하였다. 따라서 다량의 추출용매와 장시간 추출한 Lee 등(24)의 환류 추출물과 가압 열수 추출물 등의 보고와 본 실험결과를 비교하면 소량의 추출용매와 짧은 시간이 소요된 MAE 추출방법이 유사하거나 더 높은 폴리페놀을 함유하여 기존의 추출방법보다 효과적인 추출방법인 것으로 판단된다.

### 전자공여능

MAE 추출장치를 이용하여 에너지 강도와 추출시간을 달리하여 추출된 백지 추출물들의 전자공여능을 측정하였다. 물을 용매로 추출한 백지 물 추출물은 1.0 mg/mL의 농도에서 120 W 경우에는 74.25~82.49%로 추출시간이 낮을수록 전자공여 효과가 증가하였으며, 240 W의 추출물에서는 69.69~75.43%로 10분 추출물의 전자공여능이 가장 높았다(Fig. 3). 에탄올을 용매로 추출한 경우 120 W 추출물은 4.28~60.22%였으며, 240 W에서는 45.74~83.55%로 30분 추출물의 전자공여 활성이 가장 높은 것으로 나타났다(Fig. 4). 추출용매에 따른 비교에서는 물 추출물이 에탄올 추출물보다 전자공여능이 높았으며, 에너지 강도 및 추출시간에 따른 분석에서는 물 추출물의 경우 에너지 강도가 낮고 추출시간이 짧을수록 전자공여능이 높았으며, 에탄올 추출물에서는 추출강도가 높고 추출시간이 증가할수록 전자공여효과가 증가하였다. 특히 에탄올 120 W의 5분 추출물은 240 W로 에너지 강도를 증가한 경우 1.0 mg/mL의 농도에서 약 10배 이상 높은 전자공여효과를 나타내었으며, 10분과 15분 추출물에서도 에너지 강도를 증가한 경우에 약 2배 이상 전자공여능이 증가하였다.

약용식물의 메탄올 추출물에 대한 전자공여능을 측정한 Moon 등(29)은 백지에서 11.49%를 나타냈다는 보고와 비교하면, 본 실험의 전자공여능이 약 7배 높았으며, 당귀(13.71%), 갈근(18.38%), 감초(39.26%) 등과 비교하여도 백지의 MAE 추출물이 2~6배 이상 전자공여능이 높았다. 또한 Lee 등(24)은 1.0 mg/mL의 농도에서 백지의 환류 물

추출물에서는 52.74%이며, 환류 에탄올 추출물 33.45% 그리고 가압 열수 추출물은 30.56%를 나타낸다는 보고와 비교하여도 MAE 추출방법을 이용한 본 실험의 결과가 매우 높았다. 그리고 에탄올을 용매로 사용하는 것보다는 물을 용매로 사용한 추출물의 전자공여능이 더 높으며, 가압 열수 추출물보다는 추출온도가 상대적으로 낮은 환류 물 추출물이 가장 높은 전자공여능을 나타낸다는 Lee 등(24)의 보고와 비교하면, 본 실험에서 120 W 5분 물 추출물이 82.49%로 가장 높은 전자공여능을 나타내어 앞의 결과와 유사하였다. 참취에서는 4~8분 사이의 MAE 물 추출물에서 가장 높은 전자공여능을 나타낸다는 보고(30)와 비교하면 백지의 5~10분 사이의 MAE 물 추출물에서 가장 높은 전자공여능을 나타내었다는 결과와 일치하였다.

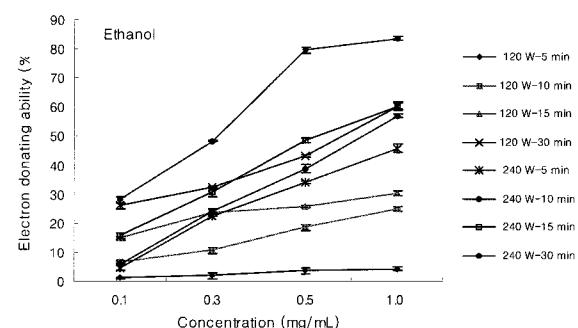


Fig. 4. Electron donating abilities of ethanol extracts from *A. dahurica* roots with a different energy power and extracting time.

### SOD 유사활성

물과 에탄올을 용매로 하여 MAE 추출강도와 시간을 다르게 하여 추출한 백지 추출물의 SOD 유사활성능을 측정한 결과, 1.0 mg/mL의 농도에서 백지 물 추출물은 에너지 강도를 120 W로 설정한 경우 2.84~13.22%로 5분 추출물의 SOD 유사활성능이 가장 높았으며, 240 W 추출물은 3.65~9.72%로 10분간 추출한 경우 SOD 유사활성능이 높았다(Fig. 5). 에탄올 추출물에서는 120 W에서 7.69~14.16%,

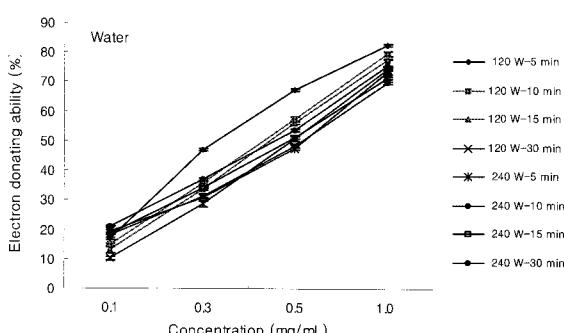


Fig. 3. Electron donating abilities of water extracts from *A. dahurica* roots with a different energy power and extracting time.

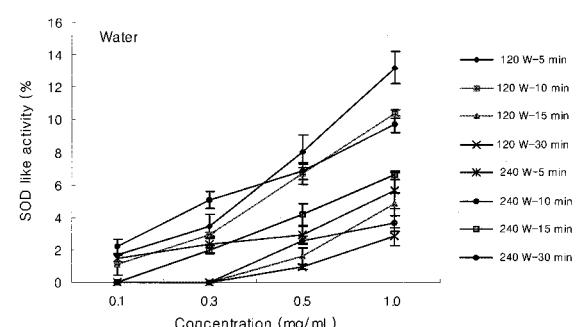
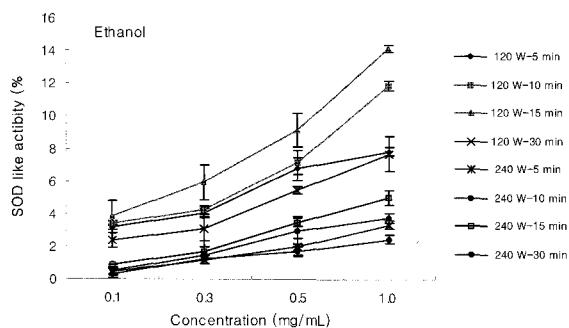


Fig. 5. Superoxide dismutase like activities of water extracts from *A. dahurica* roots with a different energy power and extracting time.

240 W 추출물은 2.46~5.02%의 범위로 120 W와 240 W 모두 15분간 추출한 경우가 높은 SOD 유사활성 효과를 나타내었다(Fig. 6). MAE 추출물은 용매에 따라서는 물 추출물이 에탄올 추출물보다 높았으며, 에너지 강도에서는 120 W가 240 W보다 높은 SOD 유사활성 효과를 나타내었다. 또한 추출시간에 따라서는 물 5-10분의 추출물이 높았으며, 에탄올 추출물은 15분간 추출한 경우 높은 SOD 유사활성을 보였으며, 물과 에탄올 추출물 모두 30분 추출물이 가장 낮은 활성을 나타내었다.



**Fig. 6. Superoxide dismutase like activities of ethanol extracts from *A. dahurica* roots with a different energy power and extracting time.**

본 실험결과는 백지의 환류 물 추출물과 에탄올 추출물 그리고 가압 열수 추출물이 각각 15.86%와 23.24% 그리고 10.96%의 SOD 유사활성능을 나타낸다는 Lee 등(24)의 보고와 비교하면, 본 실험의 MAE 추출물이 환류 추출물보다는 낮은 SOD 유사활성 효과를 나타내었으나, 가압 열수 추출물보다는 SOD 유사활성이 높았다. 또한 한국산 약용 식물을 대상으로 SOD 유사활성을 분석한 Lim 등(31)의 감초(35.63%), 황기(23.13%), 맥문동(10.53%), 산약(5.80%) 등의 결과와 비교하면 본 실험결과는 감초보다는 낮았으나 맥문동, 산약보다는 높은 SOD 유사활성능을 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역혁신센터사업(대구한의대학교 한방생명자원연구센터)의 지원에 의하여 이루어진 것임.

## 요약

백지의 유용성분을 추출하기 위한 최적의 추출조건을 알아보기 위해 MAE 추출장치를 이용하여 물과 에탄올을 용매로 에너지 강도와 추출시간을 달리하여 백지 추출물의

수율, 총 폴리페놀의 함량 및 전자공여능과 SOD 유사활성능을 측정하였다. 추출수율은 물을 용매로 30분간 추출한 240 W 추출물이 11.77 mg%이었으며, 120 W 추출물에서도 11.42 mg%의 수율을 나타내었다. 총 폴리페놀은 240 W 30분간 추출된 에탄올 추출물이 32.36 mg/g를, 동일한 조건의 물 추출물은 31.77 mg/g의 폴리페놀을 함유하였다. 전자공여능은 1.0 mg/mL의 농도에서 240 W 30분 에탄올 추출물이 83.55%로 가장 높은 전자공여능을 나타내었으며, 그 다음으로 120 W 5분 물 추출물이 82.49%의 전자공여능을 나타내었다. SOD 유사활성능 측정 결과에서는 120 W 15분 에탄올 추출물이 14.16%였으며, 120 W 5분 물 추출물이 13.22%의 활성을 나타내었다. 이상의 결과 추출수율과 폴리페놀 함량이 높은 최적의 추출조건을 예측하면, 240 W에서 30분간 물을 용매로 추출하는 방법이 효과적인 조건인 것으로 나타났으며, 전자공여능과 SOD 유사활성 등의 추출물의 생리활성을 만족시키는 최적의 추출조건을 예측하여 보았을 때, 물을 용매로 에너지 강도는 120 W에 5분간 추출하는 가장 효율적인 추출 조건인 것으로 분석되었다.

## 참고문헌

- Kwon, J.H., Kim, K.G. and Lee, G.D. (2000) Optimization of microwave-assisted extraction under atmospheric pressure condition for soluble ginseng components. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 117-124
- Pare, J.R.J., Sigoun, M. and Lapointe, J. (1991) Microwave assisted natural products extraction. US Patent 5., 002. Various international counterparts. 26, 784
- Giese, J. 1992. Advances in microwave food processing. Food Technol., 46, 118-123
- Pare, J.R.J., Belanger, M.R. and Stafford, S.S. (1994) Microwave-assisted process(MAPTM): a new tool for the analytical laboratory. Trends Anal. Chem., 13, 176-184
- Schiffmann, R.F. (1992) Microwave processing in the U.S. food industry. Food Technol., 46, 50-56
- Lee, S.B., Lee, G.D. and Kwon, J.H. (1999) Optimization of extraction conditions for soluble ginseng components using microwave extraction system under pressure. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 409-416
- Kim, H.K., Kwon, Y.J., Kwak, H.J and Kwon, J.H. (1999) Oleoresin content and functional characteristics of fresh garlic. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 329-335
- Kim, H.S. and Choi, H.J. (1990) Studies on essential oils of plants of Angelica genus in Korea(III). Kor. J. Pharmacogn., 21, 121-125
- 구본홍. (1994) 동의보감 한글완역본(허준 저). 대중서

- 관, p.300, 1420
10. Kimura, T., But, P.P.H., Guo, J.X. and Sung, C.K. (1996) International collation of traditional and folk medicine: Part 1. World scientific, Singapore, p.117-118
  11. Joo, E.Y. and Kang, W.J. (2005) Analysis on the Components of the *Angelica dahurica* Root. Korean J. Food Preserv., 12, 476-481
  12. Kim, S.H., Kang, S.S. and Kim, C.M. (1992) Coumarin glycosides from the roots of *Angelica dahurica*. Arch. Pharm. Res., 15, 73-77
  13. Kwon, Y.S. and Kim, C.M. (1992) Coumarin glycosides from the roots of *Angelica dahurica*. Kor. J. Pharmacogn., 24, 221-224
  14. Baek, N.I., Ahn, E.M., Kim, H.Y. and Park, Y.D. (2000) Furanocoumarins from the root of *Angelica dahurica*. Arch. Pharm. Res., 23, 467-470
  15. Ryu, S.Y., Kim, J.C., Kim, Y.S., Kim, H.T., Kim, W.K., Choi, G.J., Kim, J.S., Lee, S.W., Heor, J.H. and Cho, K.Y. (2001) Antifungal activities of coumarins isolated from *Angelica gigas* and *Angelica dahurica* against plant pathogenic fungi. Kor. J. Pestic. Sci., 5, 26-35
  16. Wang, N.H., Yoshiazaki, K. and Baba, K. (2001) Seven new bifuranocoumarins, dahuribirin A-G, from Japanese Bai Zh. Chem. Pharm. Bull., 49, 1085-1088
  17. Jin, M.H., Jung, M.H., Lim, Y.H., Lee, S.H., Kang, S.J. and Cho, W.G. (2004) Promoting synthesis of collagen from *Angelica dahurica* root. Kor. J. Pharmacogn., 35, 315-319
  18. Shin, K.H., Kim, O.N. and Woo, W.S. (1988) Effect of the constituents of *Angelica dahurica* Radix on hepatic drug metabolizing enzyme activity. Kor. J. Pharmacogn., 19, 19-27
  19. Kim, D.K., Lim, J.P., Yang, J.H., Eom, D.O., Eun, J.S. and Leem, K.H. (2002) Acetylcholinesterase inhibitors from the roots of *Angelica dahurica*. Arch. Pharm. Res., 25, 856-859
  20. Kim, C.M., Kwon, Y.S. and Choi, S.Y. (1995) Antithrombotic effect of the BuOH soluble fraction of *Angelica dahurica* root. Kor. J. Pharmacogn., 26, 74-77
  21. Pae, H.O., Oh, H.C., Yun, Y.G., Oh, G.S., Jang, S.I., Hwang, K.M., Kwon, T.O., Lee, H.S. and Chung, H.T. (2002) Imperatorin, a furanocoumarin from *Angelica dahurica* (Umbelliferae), induces cytochrome c-dependent apoptosis in human promyelocytic leukaemia, HL-60 cells. Pharmacol. Toxicol., 91, 40-48
  22. Lechner, D., Stavri, M., Oluwatuyi, M., Pereda-Miranda, R. and Gibbons, S. (2004) The anti-staphylococcal activity of *Angelica dahurica*. Phytochemistry, 65, 331-335
  23. Schinella, G.R., Tournier, H.A., Prieto, J.M., Rios, J.L., Buschiazzo, H. and Zaidenberg, A. (2002) Inhibition of *Trypanosoma cruzi* growth by medical plant extracts. Fitoterapia, 73, 569-575
  24. Lee, Y.S., Jang, S.M. and Kim, N.W. (2007) Antioxidative activity and physiological function of the *Angelica dahurica* roots. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 36, 20-26
  25. AOAC. (2005) Official method of analysis. 18th ed., Association of official analytical chemists. Washington D.C. USA. Chapter, 45, 21-22
  26. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200
  27. Marklund, S. and Marklund, G. (1975) Involvement of superoxide amino radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Eur. J. Biochem., 47, 468-474
  28. Kim, M.H., Kim, M.C., Park, J.S., Kim, J.W. and Lee, J.O. (2001) The antioxidative effects of the water-soluble extracts of plants used as tea materials. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 12-18
  29. Moon, J.S., Kim, S.J. and Park, Y.M. (2004) Activities of antioxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. Korean J. Food Preserv., 11, 201-206
  30. Kim, H.J., Kwon, Y.J., Kim, Y.E. and Nahmgung, B. (2004) Changes of total polyphenol content and antioxidant activity of *Aster scaber* Thunb extracts with different microwave-assisted extraction conditions. Korean J. Food Preserv., 11, 88-93
  31. Lim, J.D., Yu, C.Y., Kim, M.J., Yun, S.J., Lee, S.J., Kim, N.Y. and Chung, I.M. (2004) Comparison of SOD activity and phenolic compound contents in various Korean medicinal plants. Korean J. Medicinal Crop Sci., 12, 191-202

(접수 2007년 11월 9일, 채택 2008년 1월 11일)