

감홍로주 제조에 사용하는 재료 침출액의 항산화 효과

이새롬¹ · 신혜현¹ · 황금택^{1*} · 정석태² · 김태영²

¹서울대학교 생활과학대학 식품영양학과 생활과학연구소

²농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과

Antioxidant Activities of the Extracts of Herbs Used for Gamhongro-ju

Sae-Rom Lee¹, Hye-Hyun Shin¹, Keum Taek Hwang^{1*}, Seok Tae Jeong², and Tae-Young Kim²

¹Dept. of Food and Nutrition, and Research Institute of Human Ecology,
Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

²Fermentation & Food Processing Division, National Academy of Agricultural Science,
Rural Development Administration, Gyeonggi 441-853, Korea

Abstract

Gamhongro-ju is a Korean traditional alcoholic beverage made from medicinal herbs and spices. In this study, polyphenol content and antioxidant activities of gamhongro-ju and the 8 individual herb extracts used to make the beverage were determined. Cinnamon, saposhnikovia root, clove, ginger, violet-root cromwell, licorice, citrus peel and logan (2.5 g each) were extracted with 1000 mL of 45% and 60% purified ethanol (PE), and 45% traditionally distilled ethanol (TDE). The individual herb (20 g each) was extracted with 1000 mL of 60% PE. Polyphenol content, DPPH and ABTS radical scavenging activities of the extracts were measured. In the combined herb extracts, polyphenols were significantly higher in the 45% and 60% PE extracted for 90 days than those for 30 days. In the 8 individual herb extracts, the clove extract had the highest polyphenol content (2421~2446 mg/L). ABTS IC₅₀ values of the combined herb extracts were lower in the 60% PE and 45% TDE extracted for 90 days than those for 30 days. In the 8 individual herb extracts, the clove and cinnamon had the lowest ABTS and DPPH IC₅₀ values. In the individual extracts, ginger had the lowest polyphenol content; however, it was the third in the antioxidant activity.

Key words: antioxidant activity, herb extract, polyphenol

서 론

향약술은 술을 빚을 때 식물의 잎, 줄기, 뿌리, 꽃 등을 넣고 만들어 술에 독특한 향미와 색깔을 갖도록 하거나 약리 효과를 갖도록 하기 위하여 만든 술이다. 향약술은 약용주, 가향주, 과실주 등을 포함한다(1,2). 예부터 우리나라에서는 쌀과 약용 식물을 원료로 하여 발효주 및 침출주의 형태로 여러 종류의 약용주를 제조하고 음용하여 왔다. 근래에 건강에 대한 관심이 높아지면서 약리 효과를 얻을 수 있는 전통 약용주의 개발 및 보존에 많은 관심이 모아지고 있으며, 약용 식물을 이용한 전통주의 특성 및 품질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(3).

향약술의 하나인 감홍로주는 관서지방의 명주로 손꼽히고 있다. 감홍로주는 세 번 정도 증류하여 만드는데, 응결액을 받는 항아리 밑바닥에 꿀을 바르고 다시 여기에 지치를 넣어 만든다. 맛이 매우 달고 강렬하며 빛깔이 연지와 같아 홍로주 가운데서도 으뜸이라고 전한다. 또한 감홍로주는 품

질이 좋은 소주에 홍국(紅麴), 용안(龍眼), 귤껍질(陳皮), 방풍(防風) 등을 주머니에 넣어 우려내어 만들기도 한다. 이것은 감기와 풍병에 좋고, 심복통, 권위제, 권위강장제로 좋다고 알려져 있다(2).

감홍로주에 쓰이는 재료로는 계피, 방풍, 정향, 생강, 자초, 감초, 진피, 용안육 등이 있다. Lee 등(4)은 정향과 감초를 포함해 42종의 건조 재료를 사용하여 DPPH radical scavenging activity를 측정하였다. Halvorsen 등(5)은 FRAP method를 이용하여 정향, 생강, 계피 등이 항산화능이 높은 재료라는 것을 발견하였다. 그러나 감홍로주를 포함한 향약술의 항산화능을 평가한 자료는 거의 없다. 따라서 이 연구를 통해 감홍로주 제조에 쓰이는 재료 침출액의 폴리페놀 함량과 항산화능을 분석하여 항산화 기능을 탐구하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

이 연구의 실험 재료는 총 8가지의 재료이다. 계피(Cinnam-

*Corresponding author. E-mail: keum@snu.ac.kr
Phone: 82-2-880-2531, Fax: 82-2-884-0305

omum cassia), 방풍(*Saposhnikovia divaricata* Schiskin), 감초(*Glycyrrhiza uralensis* Fischer), 진피(*Citrus reticulata*), 용안육(*Dimocarpus logan* Lour)은 경동시장(Seoul, Korea), 정향(*Eugenia aromaticum*)과 자초근(*Lithospermum erythrorhizon*)은 삼흥건재약업사(Seoul, Korea), 생강(*Zingiber officinale* Roscoe)은 슈퍼마켓(Seoul, Korea)에서 구입하였다. 이 재료들은 사용하기 전에 4°C에서 냉장 보관하였다. 정제주정(Purified ethanol: PE)은 95% 에탄올(Pretanol A; Duksan Pure Chemical Co. Ltd., Ansan, Korea)을 구입하여 물로 희석하여 제조하였다. 재래식 증류주정(Traditionally distilled ethanol: TDE)은 쌀을 원료로 사용하여 발효시키 탁주를 만든 후 단식 증류기로 증류한 것을 (주)화요(Icheon, Korea)에서 제공받아 사용하였다.

에탄올 침출액 제조

계피, 방풍, 정향, 생강, 자초, 감초, 진피, 용안육을 각각 2.5 g씩 혼합하여 알코올 함량 60%와 45%의 PE와 45%의 TDE 1000 mL에서 90일간 상온에서 침출하였다. 또한 60%의 PE 1000 mL당 8가지 약재를 각각 20 g씩 따로 넣어 90일간 상온에서 침출하였다. 이 침출액들을 30일 간격으로 채취하여 Whatman No. 1 여지(Whatman International Ltd., Maidstone, England)로 여과하여 분석 시료로 사용하였다.

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Singleton 등(6)이 개발한 방법을 사용하였다. 흡광도 측정용 cell에 100 µL의 2 N Folin-Ciocalteu 시약(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA), 1.58 mL의 증류수, 시료 20 µL를 넣고 잘 섞어 3분 동안 반응시켰다. 300 µL의 탄산나트륨 용액을 가하여 40°C에서 30분간 반응시켰다. 분광광도계(Beckman DU® 530, Beckman Coulter Inc., Brea, CA, USA)로 765 nm에서 시료들의 흡광도를 측정하였다.

ABTS radical scavenging activity 측정

7 mM의 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt(ABTS; Sigma Chemical Co.)를 증류수에 용해시켜 만든 용액 10 mL에 2.45 mM 과황산칼륨 용액 10 mL를 섞었다. 30°C의 암소에서 18시간 동안 방치한 뒤, 에탄올(95%, Samchun Pure Chemical Co. Ltd., Seoul, Korea)로 희석하여 734 nm에서 용액의 흡광도 값이 0.700±0.05가 되도록 만들었다. 이 용액 3.6 mL와 감압 농축한 에탄올 침출액을 농도별로 에탄올로 희석한 용액 0.4 mL를 1분 동안 반응시켜 734 nm에서 분광광도계를 사용하여 흡광도를 측정하였다(7). 다음의 식을 이용하여 각 시료의 농도 별 free radical scavenging activity 곡선을 그린 뒤, 50%의 ABTS free radical scavenging activity(ABTS IC₅₀)를 나타내는 값을 구하였다(3).

Free radical scavenging activity (%)

$$= \frac{\text{시료 무첨가구의 흡광도} - \text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}} \times 100$$

DPPH radical scavenging activity 측정

Brand-Williams 등(7)의 방법에 따라 농축한 시료를 각각 에탄올(Samchun Pure Chemical Co., Ltd.)로 희석하여 IC₅₀ 값을 나타낼 수 있는 농도가 포함되도록 농도 별로 제조하였다. 여기에 2,2'-diphenyl-2-picrylhydrazyl(Sigma Chemical Co.)을 메탄올(Samchun Pure Chemical Co., Ltd.)에 녹여 0.1 mM DPPH 용액을 제조하였다. 이 DPPH 용액 2 mL를 준비한 시료 1 mL와 섞은 뒤 30 분간 상온의 암소에서 보관하였다. 517 nm에서 분광광도계를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 다음의 식을 이용하여 각 시료의 농도 별 free radical scavenging activity 곡선을 그린 뒤, 50%의 DPPH free radical scavenging activity(DPPH IC₅₀)를 나타내는 값을 구하였다.

Free radical scavenging activity (%)

$$= \frac{\text{시료 무첨가구의 흡광도} - \text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무첨가구의 흡광도}} \times 100$$

통계처리

통계처리는 SPSS program(version 12.0 SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 one-way ANOVA test(p<0.05)를 실시하였다. 침출기간에 따른 조사 항목들 간의 유의성은 Duncan's multiple range test(p<0.05)로 검정하였다.

결과 및 고찰

감홍로 재료에 함유된 총 폴리페놀 함량

침출 조건을 달리하여 8가지 재료를 혼합하여 침출한 침출액의 침출 기간별 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1과 같다. 8가지 약재를 혼합하여 60%의 PE로 30일 동안 침출한 침출액의 총 폴리페놀 함량은 662 mg/L이었으며, 90일 동안 침출

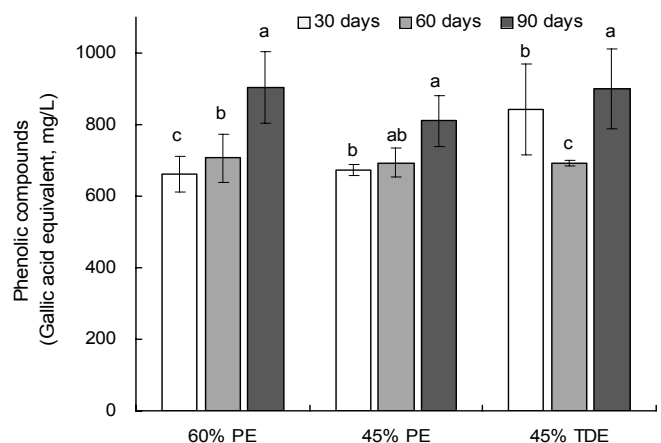


Fig. 1. Phenolic compound contents in ethanol extracts of 8 herbs combined. PE: purified ethanol, TDE: traditionally distilled ethanol. Bars represent means±SE (n=3). Different small letters represent significant differences among different extracting times of the same ethanol concentrations of the initial extracting solution (p<0.05; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

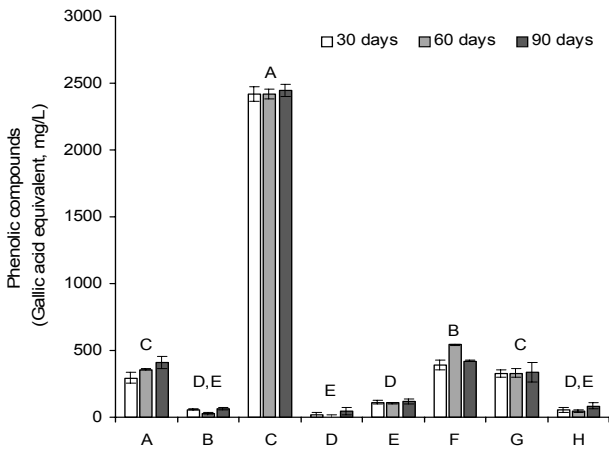


Fig. 2. Phenolic compound contents in ethanol extracts of individual herbs. A: cinnamon, B: saposhnikovia root, C: clove, D: ginger, E: violet-root cromwell, F: licorice, G: citrus peel, H: logan. Bars represent means \pm SE (n=3). Different capital letters represent significant differences among different herbs of the initial extracting solution at the same extracting time and ethanol concentration ($p < 0.05$; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

했을 때 903 mg/L로 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 45%의 PE로 침출한 침출액의 총 폴리페놀 함량은 30일 동안 침출했을 때 673 mg/L이었으며, 90일 동안 침출했을 때 810 mg/L로 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 45% TDE로 침출한 침출액은 침출 30일째에 비하여 침출 90일째의 폴리페놀 함량이 높은 경향을 보였으나, 통계적인 유의성을 보이지는 않았다($p > 0.05$). 침출기간이 길어질수록 재료에서 폴리페놀 물질이 대부분 더 많이 침출되는 것을 확인하였다. 침출 에탄올 용액에 따른 폴리페놀 함량에는 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$).

8가지 재료를 60% PE에 각각 따로 침출하여 만든 침출액의 침출 기간별 총 폴리페놀 함량은 Fig. 2와 같다. 정향 침출액에서의 폴리페놀 함량은 2421~2446 mg/L로 다른 시료들에 비해 유의적으로 높았고($p < 0.05$), 감초 침출액(389~541 mg/L), 계피 침출액(293~409 mg/L), 진피 침출액(328~339 mg/L) 순으로 폴리페놀 함량이 높았다. 생강 침출액에서의 폴리페놀 함량은 7~45 mg/L로 다른 재료들에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). Wojdyło 등(8)의 연구에서도 32가지 재료 침출액의 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과, 정향 침출액의 폴리페놀 함량이 8.96 mg GAE/100 g(dry weigh)으로, 감초 침출액의 폴리페놀 함량(1.15 mg GAE/100 g)에 비해 더 높았다. 침출 기간별에 따른 각 재료의 폴리페놀의 침출 함량은 큰 차이가 없었다.

감홍로 재료의 항산화능

감홍로주 재료를 혼합하여 60% PE에 침출한 침출액의 ABTS radical scavenging activity의 IC₅₀ 값은 30일 동안 침출했을 때 890 μ g/mL, 60일 동안 침출했을 때 638 μ g/mL, 90일 동안 침출했을 때 377 μ g/mL로 침출 기간이 길어질수록

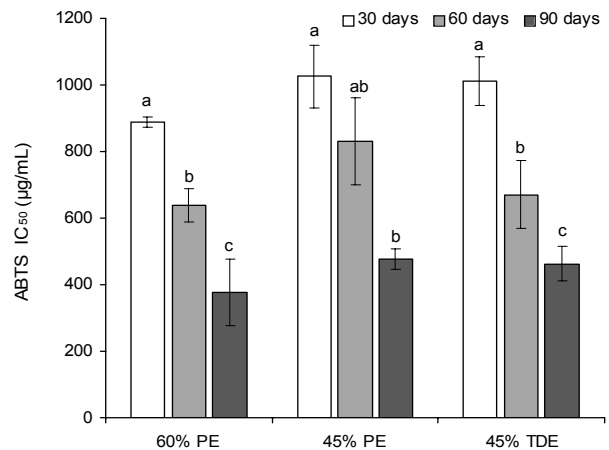


Fig. 3. IC₅₀ values of ABTS radical scavenging activities in ethanol extracts of 8 herbs combined. PE: purified ethanol, TDE: traditionally distilled ethanol. Bars represent means \pm SE (n=3). Different small letters represent significant differences among different extracting times of the same ethanol concentrations of the initial extracting solution ($p < 0.05$; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

특 유의적으로 감소하여($p < 0.05$), 항산화능이 기간에 따라 증가함을 알 수 있었다(Fig. 3). 45% TDE 침출액의 ABTS radical scavenging activity의 IC₅₀ 값은 침출 30일 때 1011 μ g/mL, 침출 60일 때 670 μ g/mL, 침출 90일 때 463 μ g/mL로서 침출 기간이 길어질수록 항산화능이 유의적으로 증가함을 확인하였다($p < 0.05$). 45% PE에서는 침출 30일째의 ABTS radical scavenging activity의 IC₅₀ 값이 1025 μ g/mL에서 침출 90일째에 477 μ g/mL로 소거활성능이 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 이것은 침출 기간이 길어질수록 사용 재료로부터 항산화물질이 많이 침출되기 때문인 것으로 보인다. 침출액의 종류에 따른 차이는 유의적이지 않았으나($p > 0.05$), 60% PE 침출액의 IC₅₀ 값이 에탄올 함량이 45%인 두 종류의 침출액보다 낮았다. DPPH radical scavenging activity는 시료의 종류 및 침출 기간에 따라 통계적인 유의성을 보이지는 않았으나($p > 0.05$), 60% PE와 45% TDE에서 침출기간이 증가함에 따라 DPPH IC₅₀ 값이 다소 감소하였다(Fig. 4).

Kim 등(9)은 RAW 264.7 세포를 이용하여 연고, 승마, 감초, 길경, 갈근 등의 재료를 넣어 만든 연고승마탕의 항염증 효과를 측정하여 거친 피부에 효과가 있다고 보고하였다. Kim 등(10)은 암세포주를 통해 인삼, 오미자, 감초, 상엽 등으로 만든 전통 약주의 항암효과를 확인하였다. 감홍로주의 경우에도 세포를 이용한 항염증 및 항균효과를 측정함으로써 감홍로주의 생리활성에 관한 속설에 대한 좀 더 과학적인 접근이 가능할 것으로 보인다.

8가지 재료를 60% PE에 각각 따로 침출한 침출액의 항산화능을 ABTS와 DPPH radical scavenging activity로 측정하였다. 정향 침출액의 ABTS radical scavenging activity의 IC₅₀ 값은 23~30 μ g/mL로 다른 감홍로주 재료에 비해

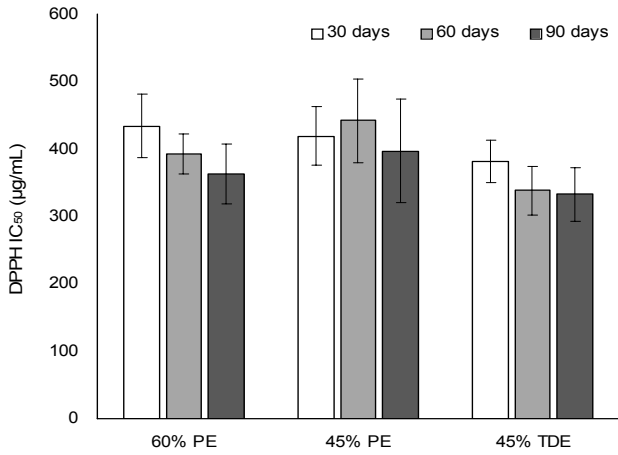


Fig. 4. IC₅₀ values of DPPH radical scavenging activities in ethanol extracts of 8 herbs combined together. PE: purified ethanol, TDE: traditionally distilled ethanol. Bars represent means ± SE (n=3).

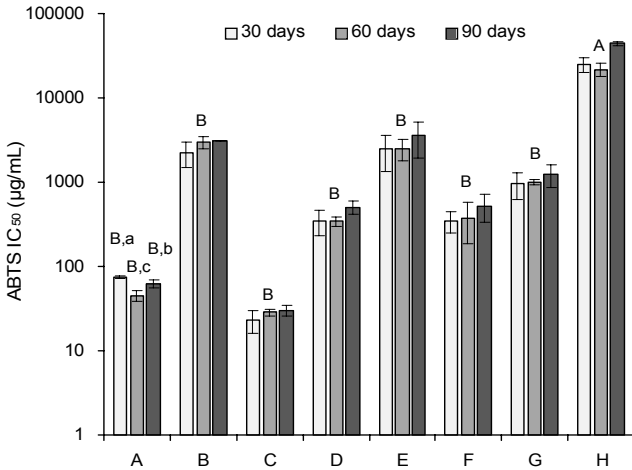


Fig. 5. IC₅₀ values of ABTS radical scavenging activities in ethanol extracts of individual herbs. A: cinnamon, B: saposnikovia root, C: clove, D: ginger, E: violet-root cromwell, F: licorice, G: citrus peel, H: logan. Bars represent means ± SE (n=3). Different capital letters represent significant differences among different herbs of the initial extracting solution at the same extracting time and ethanol concentration (p<0.05; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test). Different small letters represent significant differences among different extracting times of the same ethanol concentration and herb of the initial extracting solution (p<0.05; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

항산화능이 가장 높았다(Fig. 5). 폴리페놀 함량은 항산화활성에서 중요한 역할을 한다(11). 정향의 eugenol에는 phenolic group이 많아 강한 항산화활성을 나타내는 것으로 보인다(12). 계피 침출액, 생강 침출액, 감초 침출액의 ABTS IC₅₀ 값은 45~75 µg/mL, 345~506 µg/mL, 352~524 µg/mL이었다. 감홍로주 재료 중 용안육 침출액의 ABTS IC₅₀ 값이 가장 높아 항산화능이 유의적으로 낮았다(p<0.05). 생강 침출액은 8가지 재료 중에서 총 폴리페놀 함량이 가장 낮았으나, 항산화능은 세 번째로 높았다. 따라서 생강에는 폴리페놀

물질 외에도 항산화능에 관여하는 물질이 존재하는 것으로 보인다. 계피를 30일 동안 침출했을 때에 60일과 90일 동안 침출했을 때보다 ABTS IC₅₀ 값이 유의적으로 높았다(p<0.05). 다른 시료에서는 침출 기간에 따른 ABTS IC₅₀ 값에 큰 차이가 없었다.

정향 침출액의 DPPH radical scavenging activity의 IC₅₀ 값은 26~34 µg/mL로 다른 시료들에 비해 가장 항산화능이 높았다(Fig. 6). 계피 침출액, 감초 침출액, 생강 침출액의 DPPH IC₅₀ 값은 각각 24~71 µg/mL, 575~784 µg/mL, 258~917 µg/mL 순으로 높았다. 용안육 침출액의 경우 DPPH IC₅₀ 값은 31750~47425 µg/mL로 가장 높아 항산화능이 다른 재료의 침출에 비해 유의적으로 낮음을 알 수 있었다(p<0.05). 30일 동안 침출한 용안육 침출액의 DPPH radical scavenging activity는 60일과 90일 동안 침출한 용안육 침출액에 비해 유의적으로 낮았다(p<0.05). 다른 재료에서는 침출 기간에 따라 큰 차이는 없었다. 높은 DPPH radical scavenging activity를 보이는 재료에는 폴리페놀과 같이 수산기를 가진 화합물과 DPPH와 반응하기에 적합한 입체구조를 가지는 화합물이 존재하는 것으로 생각된다(13).

항산화능이 높은 재료를 이용한 세포 실험은 계속적으로 연구가 진행되고 있다. Sukumaran과 Kuttan(14)은 정향 침출액이 담배로 유래된 돌연변이성을 억제한다고 보고하였다. Kim 등(15)은 RAW 264.7 세포를 이용하여 구운 감초 에탄올 침출액이 항염증효과를 나타내는 것을 확인하였다.

본 연구는 전통 향약술 중의 하나인 감홍로주의 생리활성

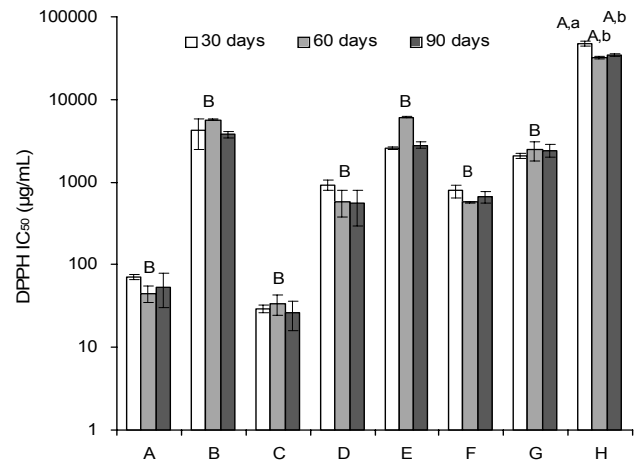


Fig. 6. IC₅₀ values of DPPH radical scavenging activities in ethanol extracts of individual herbs. A: cinnamon, B: saposnikovia root, C: clove, D: ginger, E: violet-root cromwell, F: licorice, G: citrus peel, H: logan. Bars represent means ± SE (n=3). Different capital letters represent significant differences among different herbs of the initial extracting solution at the same extracting time and ethanol concentration (p<0.05; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test). Different small letters represent significant differences among different extracting times of the same ethanol concentration and herb of the initial extracting solution (p<0.05; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

기능을 알아보기 위한 기초 단계의 실험이다. 감홍로주의 재료 배합 비율은 제조업자의 보안 사항이므로 파악할 수 없기 때문에 혼합할 때 동일 비율로 혼합하여 실험하였다. 그러나 향미와 생리활성 등의 품질 요소를 고려하여 배합비율을 정할 필요가 있기 때문에 각각의 재료를 침출하여 그 폴리페놀 함량 및 항산화능을 검토하였다. 따라서 앞으로 향미와 생리활성을 고려한 적절한 배합 비율을 위한 연구도 필요할 것으로 본다.

요 약

전통 향약술의 하나인 감홍로주의 효능을 좀 더 과학적으로 탐구하기 위하여 감홍로주를 만드는데 사용되는 재료의 침출액들의 항산화능을 알아보려고 하였다. 알코올 함량 45%, 60%의 정제주정(PE), 45% 재래식 증류주정(TDE)을 이용하여 주정 1000 mL에 계피, 방풍, 정향, 생강, 자초, 감초, 진피, 용안육을 각각 2.5 g씩 혼합하여 넣고 침출하였다. 알코올 함량 60%의 PE에 재료를 20 g씩 따로 넣고 침출하였다. 상온에서 90일 동안 침출하면서 30일마다 항산화능을 조사하였다. 항산화능은 폴리페놀 함량 및 ABTS와 DPPH radical scavenging activity를 이용하여 측정하였다. 8가지 재료의 혼합 침출액의 총 폴리페놀 함량은 45%와 60% PE에서 30일 동안 침출했을 때보다 90일 동안 침출했을 때에 유의적으로 증가하였다. 8가지 재료를 각각 따로 침출하여 만든 침출액 중에서는 정향 침출액이 다른 시료들에 비해 폴리페놀의 함량이 유의적으로 높았다. ABTS IC₅₀ 값은 45%와 60% PE와 45% TDE 침출액에 30일 동안 침출했을 때보다 90일 동안 침출했을 때 유의적으로 그 값이 감소하였다. 이 실험을 통해 침출 조건에 관계없이 대체적으로 침출기간이 길어질수록 항산화능이 증가한다는 것을 알 수 있었다. 8가지 재료 침출액 중 ABTS IC₅₀ 값은 정향, 계피, 생강 침출액 순으로 낮았다. DPPH IC₅₀ 값은 정향, 계피, 감초 침출액 순으로 낮았다. 생강 침출액은 총 폴리페놀 함량이 가장 낮았으나, ABTS와 DPPH 실험에서는 높은 항산화능을 보여 폴리페놀 물질 이외에도 항산화능에 관여하는 물질이 존재하는 것으로 보인다. 이 실험을 통해 감홍로주 제조에 사용되는 재료 중 정향과 계피가 가장 항산화능이 높은 재료라는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 농촌진흥청의 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Shin MJ, Lee YS, Choi SK. 2001. Literature review on the pharmaceutical effect on Korean traditional foods in 'eumsikdimibang'. *J East Asian Soc Dietary Life* 11: 325-335.
2. Hyun KH. 2005. The study for hyangyagwine in the old books and the purchasing factor. *MS Thesis*. Kyunghee University, Seoul, Korea.
3. Shin HH. 2009. Acanthoside-D, polyphenol contents and antioxidant activities in ethanol extracts of bark of *Acanthopanax senticosus* stem. *MS Thesis*. Seoul National University, Seoul, Korea.
4. 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.
5. Halvorsen BL, Carlsen MH, Phillips KM, Bohn SK, Holte K, Jacobs Jr DR, Blomhoff R. 2006. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *Am J Clin Nutr* 84: 95-135.
6. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299: 152-178.
7. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm- Wissu-Technol* 28: 25-30.
8. Wojdyło A, Oszmiański J, Czemerys R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chem* 105: 940-949.
9. Kim MJ, Im KR, Yoon KS. 2009. Anti-inflammatory effects of Yeongyoseungma-tang. *J Ethnopharmacol* 126: 377-381.
10. Kim SJ, Ko SH, Lee WY, Kim GW. 2004. Cytotoxic effects of Korean rice-wine (*Yakju*) on cancer cells. *Korean J Food Sci Technol* 36: 812-817.
11. Huang SW, Frankel EN. 1997. Antioxidant activity of tea catechins in different lipid systems. *J Agric Food Chem* 45: 3033-3038.
12. Lee KG, Shibamoto T. 2001. Antioxidant property of aroma extract isolated from clove buds [*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et Perry]. *Food Chem* 74: 443-448.
13. Yoshida T, Mori K, Hatano T, Okumura T, Uehara I, Komagoe K, Fujita Y, Okuda T. 1989. Studies on inhibition mechanism of autoxidation by tannins and flavonoids. v. radical-scavenging effects of tannins and related polyphenols on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Chem Pharm Bull* 37: 1919-1921.
14. Sukumaran K, Kuttan R. 1995. Inhibition of tobacco-induced mutagenesis by eugenol and plant extracts. *Mutation Res* 343: 25-30.
15. Kim JK, Oh SM, Kwon HS, Oh YS, Lim SS, Shin HK. 2006. Anti-inflammatory effect of roasted licorice extracts on lipopolysaccharide-induced inflammatory responses in murine macrophages. *Biochem Biophys Res Comm* 345: 1215-1223.

(2010년 2월 19일 접수; 2010년 4월 9일 채택)