

전처리 조건에 따른 배암차즈기(*Salvia plebeia* R. Br.)의 주요 성분의 함량 및 항산화

- 연구노트 -

김용주¹ · 정지숙¹ · 박노진² · 고근배² · 손병길²

¹구례야생화연구소

²구례군농업기술센터 자원연구개발과

Active Ingredients and Antioxidant Activities of *Salvia plebeia* R. Br. According to Pretreatment Conditions

Yong-Joo Kim¹, Ji-Suk Jeong¹, No-Jin Park², Geun-Bae Go², and Byeong-Gil Son²

¹Wild Flower Institute and ²Department of Research and Development of Resources,
Gurye-gun Agricultural Center

ABSTRACT This study examined changes in antioxidant activity as well as contents of rosmarinic acid, homoplantagin, and luteolin, which is the main substance of *Salvia plebeia* R. Br. (SPR) known to have anti-inflammatory efficacy, according to drying, blanching, and fermentation conditions. Rosmarinic acid content was 16.42 mg/g upon hot-air drying and 10.19 mg/g upon hot-air drying after blanching, and there was no significant difference in the case of leaf and root freezing or cold-air drying. Rosmarinic acid content was 8.69 and 8.15 mg/g in the case of air-drying in the shade and freeze-drying, respectively, and decreased to 0.05 mg/g or undetected after fermentation. SPR processed by freeze-drying, cold-air drying in the shade, and hot-air drying showed ABTS radical scavenging ability over 98.5% at a concentration over 500 µg/mL as well as excellent radical scavenging ability of 87.3% in the case of hot-air drying after blanching. Root showed lower ABTS radical scavenging ability than leaves. SOD-like activity was measured to be 6.1~27.8% at a concentration of 1,000 µg/mL, which was significantly difference from ABTS radical scavenging ability. As rosmarinic acid and homoplantagine, an anti-inflammatory material contained in SPR, are almost undetectable after oxidation fermentation during processing, hot-air drying after blanching or drying seems to be suitable to develop SPR as a functional substance.

Key words: *Salvia plebeia* R. Br., rosmarinic acid, homoplantagin, luteolin, antioxidant

서 론

현대 과학기술의 발전은 생활수준의 향상과 평균수명을 연장시켰지만 식생활의 변화 및 스트레스로 인해 각종 암, 성인병, 아토피 등의 피부질환 등 다양한 질병을 유발하였으며, 그 결과 건강한 삶에 대한 요구가 증가하면서 인체 유해성이 적고 다양한 기능성을 가진 천연물질들이 주목을 받고 있다(1,2).

배암차즈기(*Salvia plebeia* R. Br.)는 꿀풀과(Labiatae)의 이년생 초본으로 종자로 번식하며 전국적으로 분포하여 산야의 풀밭에서 자생한다. 이명으로 배암배추, 뱀배추, 뱀차조기, 곰보배추 등으로 불리며, 한방에서는 여지초(荔枝草)라 하여 양혈, 이수, 해독, 살충, 화상, 통경, 간장, 자궁출혈 등에 쓰인다. 또한 눈에서 볼 수 있다 하여 설견초(雪見

草)라고도 한다(3). 최근 보고된 배암차즈기의 연구로는 메탄올 추출물의 항산화 활성(4), lipopolysaccharide(LPS) 자극으로 활성화된 RAW264.7 대식세포에서 nitric oxide(NO)와 prostaglandin(PGE2)을 농도 의존적으로 억제하여 항염증 및 항알레르기 효과(5-7)를 보고하였으며, 마우스 백혈병 세포 L1210 및 murine leukemia cell P388D1에 대한 세포독성 및 항균 효과(8), 항바이러스 작용 유도으로 인한 항암 작용(9), 인체유래 위암세포주인 AGS에 불과 60% 에탄올 추출물 처리 시 농도 의존적인 세포밀도 감소(10) 효과, 에탄올 추출물에서 compound 48/80으로 진신성 아나필락시스의 억제 및 혈청 중 히스타민 농도의 의존적 억제(11,12)와 관련된 다양한 연구와 약리효능 연구가 보고되었다. 식물은 생육과정에서 직접적인 기능을 하지 않는 광범위한 종류의 유기화합물을 생성하며 이물질질을 2차대사산물, 2차산물, 천연화합물이라고 한다. 2차대사산물은 항산화 활성 및 영양학적 측면에 다양한 생리활성을 나타내고 있으며, 크게 테르펜, 페놀화합물, 질소화합물로 구분되고 항산화, 항염증 등과 같은 다양한 생리활성을 가진다. 배암차즈기의

2차대사산물로 유용한 약리 효과를 나타내는 성분들은 homoplantaginic, rosmarinic acid, luteolin, nepetin, nepetin-7-glucoside, hispidulin, luteolin-7-glucoside, caffeic acid, coniferyl aldehyde 등이 알려져 있다(13,14).

최근 기능성 식물자원을 이용한 제품개발이 다양하게 시도되고 있으며, 안정적으로 시료를 보관 및 유지하기 위하여 다양한 방법이 연구되고 있다(15). 시료의 보관 및 저장성을 용이하게 하기 위해서 건조 및 저장 방법에 대한 연구가 진행되었으며, 식물자원은 건조과정에 따라 기능성물질의 손실의 차이가 있는 것으로 알려져 있다(16,17). 또한 식물체를 오랫동안 보관하기 위하여 발효를 이용하기도 한다. 본 연구의 전처리 방법의 일부인 산화발효(이하 차발효라 칭함)는 주로 차(茶)를 제조할 때 향미와 기호성을 증진시키기 위하여 이용하는 방법으로 발효의 정도에 따라 성분 및 생리활성의 변화가 일어나는 것으로 보고되어 있다(18,19). 배암차즈기는 약용 및 식용으로 이용되며 대부분 식용으로 이용될 때 데쳐서 나물로 이용하지만 어린잎만 이용되기 때문에 식용으로 이용되는 시기가 한정되어 있으며, 식물체를 보관하기 위한 최적의 조건이 확립되어 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 배암차즈기를 염증 및 아토피 개선 식품개발의 일환으로 기능성 나물 또는 가공식품 소재로 사용하기 위한 기초자료로 다양한 건조 방법과 데친 후 주요 물질의 함량 변화를 조사하였다. 또한 기능성 대용차의 개발 일환으로 차발효에 의한 주요 물질의 함량 변화를 조사하였으며, 다양한 전처리 조건에서의 항산화 활성도 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 배암차즈기는 전라남도 구례군 용방면에 위치한 구례군농업기술센터 친환경시험장(위도 35°14'25", 경도 127°26'30") 노지에서 재배된 것으로 2013년 3월 중순에 길이 10~20 cm의 것을 채취하여 지상부와 뿌리를 사용하였다. 지상부와 뿌리는 이물질 제거 및 수세 후 각 조건에 따라 건조, 데침, 발효하였다. 동결건조는 생체를 -80°C deep freezer(MDF-U53V, Sanyo, Tokyo, Japan)에 급속 동결한 후 동결건조기(SFDSM12, Samwon Freezing Engineering Co., Busan, Korea)를 사용하여 건조하였다. 냉풍건조는 자체 제작한 저온건조실(일진냉동)에서 10°C의 상대습도 50%로 설정하여 건조하였다. 열풍건조는 dry oven(SH-FDO 150, Samheung, Sejong, Korea)을 사용하여 45°C에서 12시간 건조하였다. 나물은 생체로 활용되기도 하지만 일반적으로 데친 후 조리하거나 데친 후 건조하여 묵나물의 형태로 저장하기 때문에 데친 후 열풍건조의 조건을 함께 조사하였다. 데친 후 열풍건조는 water bath(BS-31, Jeio, Incheon, Korea)를 사용하여 생체 나물 1 kg에 20배(20 L)의 증류수를 가열하여 96±1°C에서 3분간 데친 후 흐르는 물에 1분간 수세하고, 다시 증류수에 1분간

담갔다가 뺀 후 채반에서 물기를 제거하였다. 데친 시료는 다시 45°C에서 12시간 열풍건조 하였다. 차발효의 발효조건은 Choi 등(19)과 Park과 Lee(20)가 보고한 녹차잎 발효의 조건을 참고하여 설정하였으며, 향온항습기(TH-ME-065, Jelo, Daejeon, Korea)를 사용하여 발효온도 50°C, 상대습도 80%에서 10시간(약발효), 17시간(중발효), 24시간(강발효) 차발효한 후 즉시 -80°C deep freezer(MDF-U53V)로 동결한 후 동결건조기(SFDSM12)를 사용하여 건조하였다. 각각의 시료는 분쇄기(SMX-4000 DY, (주)동양피씨에스, Gyeonggi-do, Korea)로 분쇄하여 -80°C deep freezer에 동결 보관하면서 추출물 제조에 사용하였다.

시료 전처리

배암차즈기의 각 조건에 따른 건조, 데침 및 발효한 시료 10 g을 70% MeOH 200 mL와 혼합한 후 heating mentles(WHM12291, Wisd, Wonju, Korea)을 이용하여 1시간씩 3 반복하여 추출하였으며, 추출된 용액은 여과지(No. 2, Advantec Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 여과한 후 감압농축기(EYELA SB-1000, Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 농축하였다. 농축된 시료는 동결건조 하여 수율을 조사하였으며, 동결 보관하면서 분석에 사용하였다.

주요 성분 추출 및 분석

추출 시료 10 mg을 2 mL-Eppendorf tube에 정확히 담아 MeOH 1 mL를 넣고 5분간 초음파 추출을 한 후, 0.50 µm PTFE hydrophilic syringe filter(Advantec Co., Ltd.)로 여과하고 HPLC용 vial에 넣어 보관하여 사용하였다. 배암차즈기의 주요 성분 분석을 위해 Zorbax eclipse XDB-C18(5 µm, 4.6×150 mm, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)을 장착한 Agilent 1200 series HPLC system(Agilent Technologies)을 사용하였다. 검출 파장은 334 nm, 유량은 1 mL/min, 칼럼 오븐 온도는 30°C로 설정하였다. 시료는 자동시료주입기를 사용하여 10 µL 주입하였다. 이동상 용매는 용매 A[water : H₃PO₄(99.6:0.4, v/v)], 용매 B(MeOH)를 사용하였다. 용매 구배조건은 B를 30%로 시작하여 16분까지 46%로 증가시켰고, 30분까지 46→50%, 40분까지 50→60%, 41분까지 60→100% 증가 후 45분까지 100→30%로 감소시켜 10분간 유지하였다. 각 표준품(rosmarinic acid, homoplantagin, luteolin)은 각각 1 mg 정량한 후 MeOH를 1 mL 가해 희석하여 stock solution을 만들고 이를 일정 농도로 희석하여 검량선을 작성하였다. 각 성분의 검량선 회귀직선방정식은 rosmarinic acid, $y=29.66x+13.75$; homoplantagin, $y=20.80x-21.40$; luteolin, $y=21.65x+51.51$ 이었으며, 결정계수(R²)는 모두 0.9999였다. 각 시료에서 분석된 HPLC peak 면적을 검량선 회귀 방정식에 대입하여 각 성분의 양(µg/mL)로 환산하여 정량화(mg/g of methanolic extracts)하였다. 이때 표준품인 rosmarinic acid와 luteolin은 Sigma-Aldrich

(St. Louis, MO, USA), homoplantaginin은 Chengdu Bio-purify Phytochemicals Ltd.(Chengdu, Sichuan, China)에서 구입하여 사용하였다. 추출용 MeOH는 SK Chemical (L260-18, Gyeonggi-do, Korea)을 사용하였으며 감압농축기(EYELA SB-1000)를 이용하여 농축하였다.

ABTS radical 소거능 측정

ABTS cation(ABTS⁺) decolourization assay법으로 Re 등(21)의 방법을 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS(2, 2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) 용액과 2.45 mM potassium persulfate (K₂S₂O₈, Sigma 9392)를 1:1로 섞고 실온의 어두운 곳에서 24시간 보관하여 ABTS radical(ABTS⁺)을 조제하였다. ABTS radical은 732 nm에서 흡광도가 0.700±0.02가 되도록 80% EtOH를 희석하여 사용하였다. 희석된 ABTS 용액 330 µL와 농도별로 희석된 시료 10 µL를 섞고 정확히 1분 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 양성 대조군으로 ascorbic acid를 사용하였다. 시료에 따른 ABTS radical 소거 활성은 RC₅₀(reduction concentration 50%)으로 나타내었다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사 활성 측정

SOD 유사 활성은 superperoxide와 반응하여 갈변물질을 나타내는 pyrogallol의 자동산화 반응을 측정하는 것으로 Marklund와 Marklund의 방법(22)을 변형하여 측정하였다. 시료 용액 0.2 mL에 Tris-HCl의 완충용액(50 mM Tris+ 10 mM EDTA, pH 8.5) 2.6 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 혼합한 뒤 25°C에 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 0.1 mL를 첨가하여 반응을 정지시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하여 pyrogallol의 양으로 측정하였다. SOD 유사 활성은 시료용액의 흡광도를 반응 후 흡광도에서 제외하고 무첨가구의 흡광도 대비 감소율을 %로 나타내었다.

통계처리

모든 자료의 통계는 SPSS program(SPSS Statistics 14.0, IBM, New York, NY, USA)을 사용하여 나타내었다. 모든 데이터는 3회 반복 측정 후 평균치±표준편차로 나타내었으며, 집단별 평균분석 및 각 시험군 간의 차이를 일원배치 분산 분석하고 P<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

주요 성분 함량

배암차즈기의 지상부와 뿌리의 건조, 데침 및 차발효 조건에 따른 주요 성분의 변화는 Table 1에 나타내었다. Rosmarinic acid, homoplantagin, luteolin은 항염증 효능이 있는 것으로 알려져 있다(13,14). Rosmarinic acid 함량은 지상부와 뿌리 간의 유의적인 차이가 없었으며, 열풍건조 시 16.43 mg/g으로 가장 함량이 높게 측정되었으며, 데친 후 열풍건조 시 10.19 mg/g 순으로 검출되었다(P<0.0001). 냉풍건조 및 동결건조 시에는 각각 8.73과 8.19 mg/g으로 유의적인 차이가 있었으며, 발효 시에는 0.05 mg/g 이하 또는 검출되지 않았다. Chu 등(23)의 보고에 의하면 천마의 주성분이며 폴리페놀의 일종인 gastrodin이 높은 건조온도에서 가장 높은 함유량을 나타내는 것은 열처리에 따라 화합물에 구조적인 변화가 일어난 것으로 보고하여 본 결과의 냉풍건조 또는 동결건조보다 열풍건조 시 rosmarinic acid의 함량이 높아진 것도 비슷한 이유로 판단되나, 차발효 시에는 거의 검출되지 않아 어떤 영향에 의해 소실되었는지에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다. Homoplantagin 함량은 뿌리보다 지상부에 2배 이상 함유되어 있었으며, 동결건조, 냉풍건조 및 열풍건조 순으로 각각 19.29, 18.66 및 14.43 mg/g으로 유의적으로 감소하였다(P<0.0001). 데친 후 열풍건조 시에는 가장 높게 측정된 동결건조보다 54% 감소하여 8.78 mg/g이 검출되었다. 그러나 차발효 시에는

Table 1. Active ingredients changes of SPR (*Salvia plebeia* R. Br.) extract with different treatments conditions

| Condition | Used part | Yield rate (%) | Active ingredients (mg/g) | | | |
|-----------------|-------------------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | | | Rosmarinic acid | Homoplantagin | Luteolin | |
| Dried | Freeze | Root | 38 | 8.12±0.21 ^d | 7.26±0.15 ^c | ND ³⁾ |
| | Freeze | Leaf | 42 | 8.19±0.20 ^d | 19.29±0.46 ^a | 0.53±0.01 ^b |
| | Cold-air | Leaf | 42 | 8.73±0.13 ^c | 18.66±0.28 ^b | 0.55±0.01 ^b |
| | Hot-air | Leaf | 43 | 16.43±0.63 ^a | 14.43±0.56 ^c | 0.36±0.02 ^c |
| | Blanched ¹⁾ | Leaf | 31 | 10.19±0.23 ^b | 8.78±0.21 ^d | 0.17±0.00 ^d |
| Fermented | 10 hr at 50°C, RH 80% ²⁾ | Leaf | 36 | 0.05±0.00 ^e | 0.78±0.05 ^f | 0.67±0.06 ^a |
| | 17 hr at 50°C, RH 80% | Leaf | 35 | 0.04±0.00 ^c | 0.60±0.04 ^f | 0.64±0.03 ^a |
| | 24 hr at 50°C, RH 80% | Leaf | 34 | ND | 0.53±0.03 ^f | 0.62±0.07 ^a |
| <i>F</i> -value | | | | 1,566.215 ^{****} | 2,252.443 ^{****} | 146.735 ^{****} |

¹⁾Blanching during 3 min at hot water of 95°C. ²⁾RH: relative humidity. ³⁾ND: not detected.

All values are expressed as mean±SD of triplicate determinations.

^{a-f}Different letters within a column are significantly different at P=0.05 by Duncan's multiple range test. Significant at ^{****}P<0.0001.

0.53~0.78 mg/g 수준으로 거의 검출되지 않았다. 이는 rosmarinic acid와 비슷한 경향이였다. Luteolin은 뿌리에서는 전혀 검출되지 않았으나 지상부에는 0.36~0.55 mg/g 검출되었으며, 데친 후 열풍건조 시 0.17 mg/g으로 상당히 감소하였다. 그러나 차발효 시 오히려 소폭 증가하였는데 0.62~0.67 mg/g으로 발효시간에 따른 유의적인 차이는 없었다($P < 0.0001$). 본 연구에 사용된 배암차즈기의 homoplantagin과 luteolin의 함량이 Jin 등(14)의 연구에서 각각 2.18~5.75와 0.12~0.24 mg/g으로 보고된 것에 비해 3~9배 정도 높은 것으로 확인되었다. Kwon 등(24)은 생마늘과 고온고압처리 마늘의 이화학적 특성을 비교한 결과 고온고압처리 마늘에서 총 폴리페놀과 플라보노이드가 증가하였으며, Jang 등(25)은 마늘에 존재하는 화합물이 고온고압으로 인하여 구조적 변화가 일어나 폴리페놀 화합물로 전환된다고 하였다. 따라서 배암차즈기에 함유되어 있는 주요 항염증 효능 물질인 rosmarinic acid와 homoplantagin은 차발효에 의해 거의 소실되기 때문에 배암차즈기는 동결건조, 냉풍건조, 열풍건조의 방법으로 가공하는 것이 적당할 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서의 차발효 시 지속적인 열, 산소, 수분 등의 환경에 노출되었을 때 배암차즈기의 주요 화합물에 구조적 변화가 일어나는지에 대한 연구는 추후 진행되어야 할 것으로 본다.

ABTS radical 소거능

배암차즈기의 지상부와 뿌리의 건조, 데침 및 차발효 조건에 따른 ABTS radical 소거능은 Fig. 1에 나타내었다. 모든 시료에서 농도 의존적으로 유의적이였다($P < 0.0001$). 동결건조 잎과 뿌리는 100~500 µg/mL의 동일 농도에서 유의적인 차이가 있었다($P < 0.0001$). 배암차즈기 잎의 동결건조와 열풍건조는 동일 농도에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 데친 후 열풍건조는 통계적 유의성이 인정되었다($P < 0.0001$). 배암차즈기 잎의 동결건조, 냉풍건조 및 열

풍건조는 500 µg/mL의 농도에서 98.5% 이상의 radical 소거능을 나타내었으며, 데친 후 열풍건조 시에도 87.3%의 radical 소거능을 나타내었다. 뿌리는 잎에 비하여 항산화 활성도가 낮게 측정되었다. 차발효 시에도 농도 의존적으로 radical 소거능이 증가하였으나, 농도와 차발효 시간에 따른 유의적인 차이는 없었다($P < 0.0001$). 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도를 50% 환원시키는 데 필요한 시료량(RC₅₀)으로 측정된 결과(Fig. 2), 열풍건조한 배암차즈기의 RC₅₀이 236.7 µg/mL로 산화 억제에 효과적인 것으로 나타났다. 냉풍건조 및 동결건조 시에도 유의적으로 효과적인 것으로 나타났다($P < 0.0001$). 데친 후 열풍건조의 RC₅₀도 281.0 µg/mL로 유의한 차이를 보였다. 양성대조군 ascorbic acid의 RC₅₀이 4.7 µg/mL와 비교할 시 배암차즈기의 ABTS radical 소거능은 상당히 낮은 것으로 보인다. 그러나 전보(26)에서 보고한 DPPH radical 소거능 측정 결과 ascorbic acid는 25 µg/mL 이상의 농도에서 92.2~94.5%의 소거능을 보였으며, 열풍건조 시에는 84.3~89.4%, 데친 후 열풍건조한 경우에는 50 µg/mL 이상의 농도에서 86.9~89.6%의 radical 소거능을 나타내어 ABTS radical 소거능 수치보다 낮은 농도에서 산화를 억제하는 것으로 나타났다. Ascorbic acid의 RC₅₀이 DPPH와 ABTS radical 소거능 측정값이 비슷한 수준이나 배암차즈기 시료의 값에 차이가 나타났다. 일반적으로 DPPH와 ABTS radical의 반응하는 항산화 물질이 다르고 DPPH radical의 반응속도는 반응물질에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있으며(22,27), Jo 등(28)이 보고한 아마란스 꽃 추출물의 라디칼 저해 활성에서도 DPPH와 ABTS radical의 실험 결과가 다르게 나타났다. 배암차즈기 MeOH 추출물에서도 항산화관련 물질들이 각 실험방법에 따라 다른 활성을 보인 것으로 판단된다.

SOD 유사 활성

활성산소는 인체 내에서 독성을 나타내는 물질로 SOD에 의해 독성이 소멸되는 것으로 알려지면서 높은 superoxide radical 소거능을 나타내는 물질들을 함유하고 있는 소재들

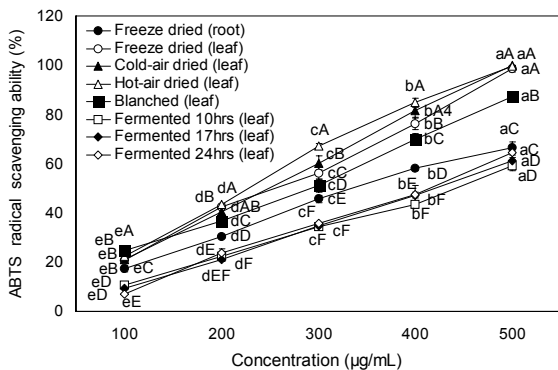


Fig. 1. Effect of SPR (*Salvia plebeia* R. Br.) extract on ABTS radical scavenging ability. Results were expressed as % control and data were mean±SD. ^{a-c}Different letters in the same drying condition are significantly different at $P=0.05$ by Duncan's multiple range test. ^{A-F}Different letters in the same concentration are significantly different at $P=0.05$ by Duncan's multiple range test.

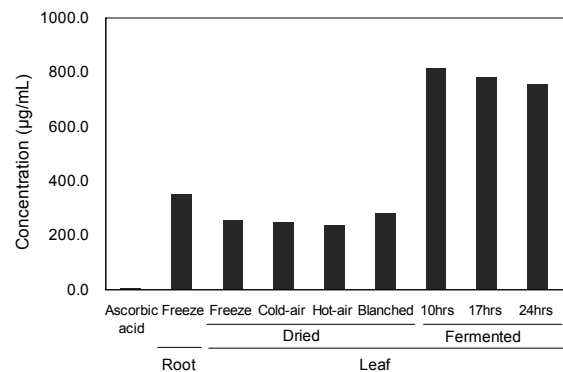


Fig. 2. ABTS radical scavenging ability (RC₅₀, reduction concentration 50%) of SPR (*Salvia plebeia* R. Br.) extract with different treatments conditions.

Table 2. SOD-like activity of SPR (*Salvia plebeia* R. Br.) extract with different treatments conditions

| Condition | | Used part | Concentration ($\mu\text{g/mL}$) | SOD-like activity (%) |
|---------------|-------------------------------------|-----------|------------------------------------|------------------------------|
| Ascorbic acid | | | 100 | 90.0 \pm 2.36 ^a |
| Dried | Freeze | Root | 1,000 | 3.8 \pm 0.57 ^e |
| | Freeze | Leaf | 1,000 | 20.1 \pm 3.74 ^c |
| | Cold-air | Leaf | 1,000 | 25.3 \pm 2.96 ^b |
| | Hot-air | Leaf | 1,000 | 16.0 \pm 0.96 ^d |
| | Blanched ¹⁾ | Leaf | 1,000 | 6.1 \pm 1.92 ^e |
| Fermented | 10 hr at 50°C, RH 80% ²⁾ | Leaf | 1,000 | 27.8 \pm 2.26 ^b |
| | 17 hr at 50°C, RH 80% | Leaf | 1,000 | 27.2 \pm 3.52 ^b |
| | 24 hr at 50°C, RH 80% | Leaf | 1,000 | 20.6 \pm 0.86 ^c |
| F-value | | | | 372.879 ^{****} |

¹⁾Blanching during 3 min at hot water of 95°C. ²⁾RH: relative humidity.

All values are expressed as mean \pm SD of triplicate determinations.

^{a-c}Different letters within a column are significantly different at $P=0.05$ by Duncan's multiple range test.

Significant at ^{****} $P<0.0001$.

이 기능성 식품 원료로 사용되고 있다. 생체가 보유한 anti-oxidant system 중 효소활성에 의해 생체내의 산화성 물질을 무독화시킬 수 있는 대표적인 지표로는 SOD, catalase, GSH peroxidase이며, SOD 활성은 superoxide radicals (O_2^-)을 산소로 산화시키는 천연 항산화제로서 식물 추출물의 일부 저분자 물질들은 산화방지 등의 SOD와 유사한 활성을 지닌다. 건조, 데침 및 발효 조건에 따른 배암차즈기의 SOD 유사 활성을 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 양성대조구인 ascorbic acid는 100 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 90.0%의 산화 억제능을 보였으나, 배암차즈기 추출물은 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 6.1~27.8%의 낮은 산화 억제능을 보였다. 전보(26)에서 보고한 ascorbic acid의 RC_{50} 이 DPPH와 ABTS radical 소거능 측정값이 비슷한 수준이나 SOD 유사 활성 결과와는 상당한 차이가 있었다. 이는 각기 다른 항산화 성분의 종류와 농도에 따른 결과의 차이로 생각된다. Lim 등(4)은 배암차즈기 메탄올 추출물을 920 $\mu\text{g/mL}$ 로 첨가했을 때 62.11%로 높은 superoxide radical 소거능이 있는 것으로 보고하여 본 결과보다 높은 소거능을 보였다. 그러나 Rhim 등(29)의 소리쟁이 추출물을 100, 500 및 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 superoxide 소거 활성을 측정된 결과 각각 21.5, 61.1 및 78.9%로 나타났으며, 양성대조구로 사용한 catechin의 superoxide 소거 활성도 10, 100, 500 및 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 각각 1.8, 22.3, 60.8 및 80.4%로 측정되어 소리쟁이 추출물과 catechin의 superoxide 소거 활성이 유사한 것으로 보고하여 본 연구 결과와는 차이가 있었다. 또한 Lee 등(30)의 보고에 의하면 우산나물 지상부와 뿌리 물 추출물을 100~1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에 따른 각각의 전자공여능은 47.42~79.21%와 75.00~92.31%, SOD 유사 활성은 1.49~11.27%와 2.24~13.06%로 활성 값에 차이가 있어 본 결과와 비슷한 경향이었다. Chen 등(31)의 차의 카테킨이 과산화 음이온 자유 라디칼(O_2^-)과 수산화 라디칼($\cdot\text{OH}$)을 소거하는 효능을 평가한 보고에서 차 카테킨이 농도 의존적으로 O_2^- 소거비율을 보였으나, 일정 농도 (6×10^{-3} mg/mL) 이상에서는 유의적으로 소거비율이 감소

하였으며, $\cdot\text{OH}$ 을 소거하는 농도의 범위가 매우 제한되어 있음을 시사한다. 카테킨의 B ring에 있는 수산화기와 갈레이트기는 라디칼 소거 활성에 기여하는 가장 중요한 요소로 갈레이트가 있는 카테킨((-)-epicatechin gallate, (-)-epigallocatechin gallate)이 갈레이트가 없는 카테킨((-)-epicatechin, (-)-epigallocatechin)에 비해 보다 강한 소거능력을 가지는 것을 확인하여 다양한 구조에 의한 메커니즘 차이로 항산화 효능이 다르게 측정될 수 있음을 알 수 있다. 또한 시험관(*in vitro*)에서 농도 의존적으로 그리고 구조-활성과 상관성을 가지며 활성산소(ROS; reactive oxygen species)를 효율적으로 소거할 수 있다고 하였으나, 인체내(*in vivo*)에서 카테킨의 흡수와 대사에 관해서는 추후 연구의 필요성만 제시하여(31) 향후 다양한 항산화 물질에 대해 항산화 효능에 미치는 영향에 대한 메커니즘 규명 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 배암차즈기를 건조, 데침 및 발효에 따라 항염증 효능성분인 rosmarinic acid, homoplantagin, luteolin의 함량 변화와 항산화 활성을 조사하였다. Rosmarinic acid는 열풍건조 시 16.42 mg/g, 데친 후 열풍건조 시 10.19 mg/g 순으로 검출되었으며, 동결건조 한 잎과 뿌리는 유의적인 차이가 없었다. 음건 및 동결건조 시에는 각각 8.69와 8.15 mg/g으로 유의성이 인정되었으며, 발효 후에는 0.05 mg/g으로 감소하거나 검출되지 않았다. 동결건조, 음건 및 열풍건조 한 배암차즈기는 500 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 98.5% 이상의 ABTS radical 소거능을 나타내었으며, 데친 후 열풍건조 시에도 87.3%의 우수한 radical 소거능을 나타내었다. 뿌리는 잎에 비하여 ABTS radical 소거능이 낮았다. SOD 유사 활성은 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 6.1~27.8%로 측정되어 ABTS radical 소거능과 차이가 있었다. 배암차즈기에 함유되어 있는 주요 물질이며 항염증 효능 물질로 알려진 rosmarinic acid와 homoplantagin은 차발효에 의해 거의 소

실되기 때문에 배암차즈기를 기능성 차 또는 가공식품 원료로 개발하기 위해서는 차발효(산화발효)보다 동결, 냉풍 및 열풍건조가 적당할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 산업통상자원부 지역특화기술융복합연구지원사업(R0002043) 수행 연구 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ryu SN. 2008. Bioactive constituents and utilities of Ganghwayakssuk (*Artemisia princeps* Pamp.). *Korean J Intl Agri* 20: 308-314.
- Oh TY, Ahn BO, Ko JI, Ryu BK, Son MW, Kim SH, Kim WB, Lee EB. 1997. Studies on protective effect do DA-9601, an Artemisia Herb extract, against ethanol-induced gastric mucosal damage and its mechanism. *J Appl Pharmacol* 5: 202-210.
- Kang BH. 2008. *Korea herbal resources ecology pictorial book*. 2nd ed. Geo Book Press, Seoul, Korea. p 207.
- Lim JA, Yun BW, Baek SH. 2007. Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of methanol extract from *Salvia plebeia* R. Br. *Korean J Medicinal Crop Sci* 15: 183-188.
- Jeong HR, Sung MS, Kim YH, Ham HM, Choi YM, Lee JS. 2012. Anti-inflammatory activity of *Salvia plebeia* R. Br. leaf through heme oxygenase-1 induction in LPS-stimulated RAW264.7 macrophages. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 888-894.
- Jo SY, Lee UY, Kim EY, Lee SJ, Her JW, Yoon TJ. 2010. A study on the anti-inflammatory and anti-allergic effect of *Salvia plebeia* R. Brown. *Korean J Pharmacogn* 41: 31-37.
- Jung HJ, Song YS, Lim CJ, Park EH. 2009. Anti-inflammatory, anti-angiogenic and anti-nociceptive activities of an ethanol extract of *Salvia plebeia* R. Brown. *J Ethnopharmacol* 126: 355-360.
- Shin MK, Kim SK, Lee SK, Yang EY, Lee HO, Baek SH. 2001. Cytotoxicity and antimicrobial effect of the extract of *Salvia plebeia*. *Korean J Pharmacogn* 32: 55-60.
- Um SH, Kim DK, Kwak JW, Lee KR, Ghee DK, Pyo SN, Zee OP. 1995. Antiviral and antitumoral activities of domestic medicinal plants in macrophages. *Korean J Pharmacogn* 26: 259-264.
- Bae MJ, Ye EJ, Kim SJ, Kim JM, Yee ST, Park EM. 2007. The effects of Plebeiae Herba (*Salvia plebeia* R. Br.) on the anticancer (*in vitro*) and activation of immune cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 377-382.
- Shin TY, Kim HM. 2002. Inhibition of immediate-type allergic reactions by the aqueous extract of *Salvia plebeia*. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 24: 303-314.
- Choi YG, Kim SH, Lim JP, Kim DK, Eom DO, Lee KB, Kim SY, Shin TY. 2001. Inhibitory effect of *Salvia plebeia* on compound 48/80-induced immediate hypersensitivity reaction. *Korean J Pharmacogn* 32: 297-301.
- Ren DB, Qin YH, Yun YH, Lu HM, Chen XQ, Liang YZ. 2014. Separation of nine compounds from *Salvia plebeia* R. Br. using two-step high-speed counter-current chromatography with different elution modes. *J Sep Sci* 37: 2118-2125.
- Jin XF, Lu YH, Wei DZ, Wang ZT. 2008. Chemical fingerprint and quantitative analysis of *Salvia plebeia* R. Br. by high-performance liquid chromatography. *J Pharm Biomed Anal* 48: 100-104.
- Hwang CR, Oh SH, Kim HY, Lee SH, Hwang IG, Shin YS, Lee JS, Jeong HS. 2011. Chemical composition and antioxidant activity of deoduk (*Codonopsis lanceolata*) and doragi (*Platycodon grandiflorum*) according to temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 798-803.
- Kim MJ, Kim IJ, Nam SY, Lee CH, Yun T, Song BH. 2006. Effect of drying methods on content of active components, antioxidant activity, and color values of *Saururus chinensis* Bail. *Korean J Medicinal Crop Sci* 14: 8-13.
- Kim YD, Jeong MH, Koo IR, Cho IK, Kwak SH, Kim BE, Kim KM. 2006. Chemical composition of *Prunus mume* flower varieties and drying method. *Korean J Food Preserv* 13: 186-191.
- Ye EJ, Bae MJ. 2010. Comparison of components between mulberry leaf tea and fermented mulberry leaf tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 421-427.
- Choi OJ, Rhee HJ, Choi KH. 2005. Antimicrobial activity of Korean wild tea extract according to the degree of fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 148-157.
- Park SY, Lee SJ. 2011. The analysis of the physiologic activities of the Jeju teas according to the fermentational degree. *Korean J Plant Res* 24: 236-242.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Yang M, Catherine RE. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay free radical. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
- Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *J Biochem* 47: 469-474.
- Chu HN, Kim JS, Kim KO, Jeong JK. 2012. Effect of functional components, antioxidant activity and sensory characteristics of *Gastrodiae Rhizoma* by different drying condition. *Kor J Herbology* 27: 139-145.
- Kwon OC, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Hong JT, Jeong HS. 2006. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on the high temperature and pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol* 38: 331-336.
- Jang EK, Seo JH, Lee SP. 2008. Physiological activity and antioxidative effects of aged black garlic (*Allium sativum* L.) extract. *Korean J Food Sci Technol* 40: 443-448.
- Jeong JS, Kim YJ, Choi BR, Go GB, Son BG, Gang SW, Moon SM. 2014. Antioxidant and physicochemical changes in *Salvia plebeia* R. Br. after hot-air drying and blanching. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 893-900.
- Huang D, Ou B, Prior RL. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agric Food Chem* 53: 1841-1856.
- Jo HJ, Kim JW, Yoon JA, Kim KI, Chung KH, Song BC, An JH. 2014. Antioxidant activities of amaranth (*Amaranthus* spp. L.) flower extracts. *Korean J Food & Nutr* 27: 175-182.
- Rhim TJ, Choi MY, Park HJ. 2012. Antioxidative activity of *Rumex crispus* L. extract. *Korean J Plant Res* 25: 568-577.
- Lee YS, Ahn DS, Joo EY, Kim NW. 2009. Antioxidative activities of *Syneilesis palmata* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1471-1477.
- Chen L, Yang X, Park JI, Shen S, Wang Y. 2001. Mechanism for free radicals scavenging activity of green tea catechins. The 6th International Green Tea Symposium of Korean Society of Food Science and Technology, Seoul, Korea. p 121-129.