

추출조건이 해동피 열수 추출물의 항산화 효과에 미치는 영향

양훈석¹ · 이양봉¹ · 유병진^{2*}

¹부경대학교 식품공학과
²강릉원주대학교 식품영양학과

Antioxidant Activity of Water-soluble Extracts from *Kalopanax cortex*

Hoon-Suk Yang¹, Yang-Bong Lee¹, and Byung-Jin Yoo^{2*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 608-737 Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Gangnung-Wonju National University, Gangwon 210-702, Korea

Abstract

In this study, we established the optimal conditions for obtaining water-soluble extracts with antioxidant activity from *Kalopanax cortex*. The extraction conditions tested included cold treatment, extraction time (1, 5, 10, 15, and 24 h), and extraction temperature (55, 75, and 95°C). The highest total polyphenol compound content from water soluble extracts (612 µg/mL) was obtained at 95°C for 15 h after cold treatment. The 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenger activity was also highest (78.8%) under these conditions, which was comparable to 70.2% of ascorbic acid. The hydroxyl radical scavenging activity (HRSA) was also highest (69.0%) under these conditions, stronger than 56.6% of ascorbic acid. These results may provide critical evidence supporting the use of *Kalopanax cortex* as a source of antioxidants in functional foods.

Key words: antioxidant activity, *Kalopanax cortex*, DPPH, HRSA, polyphenol compounds

서 론

생체 내에서는 산화 촉진물질과 산화 억제물질이 계속적으로 여러 가지 요인들에 의하여 생성되며 축적된다. 인체 내에서는 이에 대한 방어기전으로서 산화 억제물질을 형성한다. 인체 내에서 산화를 일으키는 활성산소는 여러 가지 원인으로 발생하는데 정상적인 일상생활에서도 생겨나며 이를 방어하는 superoxide dismutase, catalase 및 glutathione peroxidase 등의 효소에 의해 제거된다(1-3). 그러나 과다하게 생성되어 제거되지 않은 활성산소는 세포막의 지질과 결합하여 과산화물질을 만들고, 연속반응에 의해 alcohol류, aldehyde류 및 ketone류 등을 생성함으로써 DNA를 손상시켜 암을 유발하거나 세포노화 등을 촉진시키게 된다(4,5). 항산화제는 산소를 제거하거나 흡수하는 것이 아니라 free radical과 반응함으로써 산화의 연쇄반응을 차단하여 free radical이 특정 비타민류와 필수 아미노산 등과 반응하여 파괴되는 것을 방지함으로써 항산화 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 최근까지 식품의 항산화제로 이용되고 있는 것들 중에서 BHA와 BHT 등이 있는데, 이러한 합성 항산화제는 독성이 문제가 되어(6,7) 식품에 첨가하는 것이 제한되어 있으므로, α-tocopherol이나 ascorbic acid와 같은

천연 항산화 물질에 대한 관심이 높아져 있다. 이러한 천연 항산화 물질은 매우 적은 양으로도 현저한 활성을 나타내는 고부가가치 물질로서 여러 종류가 쓰이고 있으며, 새로운 물질들에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다(8).

엄나무(*Kalopanax pictum* N. Araliaceae, 혹은 음나무)의 수피를 건조한 것을 해동피(*Kalopanax cortex*)라고 부르며 강장약 및 신경통약 등으로 사용되어 왔다. 해동피의 약리작용에 있어서 Kim 등(9,10)은 kalopanaxsaponin의 항진균효과와 항염증효과가 있음을 발표하였고, Park 등(11)은 항당뇨 작용, 콜레스테롤 저하 및 고지혈증 억제작용을 보고하고 있으며, Choi 등(12)은 해동피의 항류머티즘 활성에 관한 연구보고를 하였다. 또한 약용성분에 관하여 Sano 등(13)과 Sun 등(14)은 kalopanaxsaponin 3종류, kalopanaxins 4종류, 그리고 pericapsaponin P₁₃, hederasaponin 등이 있다고 보고하였으며, Shao 등(15)은 페놀성 화합물로서 liriodendrin, syringin 및 chlorogenic acid 등이 있음을 발표하였다. Cho와 Hahn(16)은 triterpenoidal saponin 종류인 saponin F와 kizutasaponin K₁₂를 분리 동정하여 보고한 바 있다. 그러나 해동피에 높은 생리활성이 있음에도 불구하고 이를 식품으로 이용하기 위한 추출조건에 관한 연구는 Jeong 등(17)의 논문을 제외하고는 거의 찾아보기 어렵다.

*Corresponding author. E-mail: ybjin@gwnu.ac.kr
Phone: 82-33-640-2331, Fax: 82-33-640-2331

현재 엄나무 이용에 있어서는 초봄의 엄나무 새순은 개두릅이라 하여 3월~4월초에 채취 후 말려서 차로 이용하며 맛과 향기가 독특하여 기호도가 높은 산채로 이용되고 있고 (18), 또한 지역에 따라서 닭백숙을 끓일 때 엄나무 줄기를 첨가하여 비린내를 제거하거나 닭백한 국물을 만드는데 사용되는 조리방법이 전해지고 있다. 이렇게 사용되어지는 해동피를 항산화성이 있는 기능성 닭고기 수프를 제조하는데 이용하기 위한 기초자료를 얻는 목적으로, 본 연구에서는 강릉시 운계동에서 대량 재배되고 있는 엄나무의 새순 채취 이후에 일부 폐기되는 엄나무줄기를 해동피로 가공하고 이 해동피를 이용하여 항산화 효과를 나타내는 성분을 열수로 추출할 경우 최적추출조건을 조사하였으므로 보고하는 바이다.

재료 및 방법

시료의 추출방법

본 실험에 사용한 해동피는 강원도 강릉시 운계동에서 경작되고 있는 엄나무로써 4월 중순 경에 엄나무 새순인 개두릅을 채취 후, 엄나무 줄기를 통풍이 잘되고 그늘진 곳에서 6개월 동안 건조한 엄나무 줄기의 수피를 사용하였다. 건조된 수피를 얻어서 60 mesh로 분쇄하여 시료 중량 20배인 물을 첨가하고 4°C 냉장고에서 1시간 방치한 group(cold treatment, CT)과 냉장고에 두지 않고 바로 추출한 group(no cold treatment, NCT)을 각각 55, 75 및 95°C에서 추출시간을 각각 1, 5, 10, 15 및 24시간 추출한 후, 원심분리하여 상층액만 진공동결 하였다. 건조한 시료는 농도별로 100, 250 및 1,000 µg/mL로 조절하여 eppendorf tube에 정확히 1 mL를 계량하여 항산화 효과를 측정하였다.

총 폴리페놀 화합물 정량

총 폴리페놀 화합물 정량은 Folin-Denis법(19)에 따라 측정하였다. 각 시료 추출물의 농도를 일정하게 조절한 후 각각 이 용액 1 mL에 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.2 mL를 가하여 진탕하고 3분간 실온에서 방치한 후, 20% Na₂CO₃ 포화용액 0.4 mL를 가하여 혼합하였다. 여기에 탈이온 증류수 1.4 mL를 가하고 실온에서 1시간 동안 반응시킨 후, 725 nm에서 흡광도(model V-560, Jasco, Tokyo, Japan)를 측정하였다. 각 추출물의 총 폴리페놀함량은 tannic acid를 표준물질로 사용하여 계산하였다.

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능의 측정

시료의 DPPH radical 소거능은 Blois(2)의 방법으로 측정하였다. 즉 에탄올에 용해한 0.4 mM DPPH용액을 517 nm에서 시료 무첨가구의 흡광도 0.94~0.97이 되도록 에탄올로 농도를 조절하였다. 그리고 이 용액 4 mL에 100, 250 및 1,000 µg/mL의 농도로 조절한 시료용액 각각 1 mL를 첨가

하여 실온에서 30분간 반응시킨 후, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거능은 아래의 식과 같이 시료 첨가구와 무첨가구간의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{첨가구 흡광도}}{\text{무첨가구 흡광도}}\right) \times 100$$

HRSA(hydroxyl radical scavenging activity)의 측정

HRSA의 측정은 Kawagan(20)의 방법을 일부 변형하여 이용하였다. 즉 10 mM FeSO₄·7H₂O와 10 mM EDTA 용액을 1:1(V/V)로 혼합하여 0.1 mL를 취하고, 10 mM 2-deoxyribose 0.2 mL와 0.1 M phosphate buffer(pH 7.4) 1.0 mL를 첨가한 후 농도별 시료액(100, 250 및 1,000 µg/mL) 각각 1 mL와 10 mM H₂O₂를 0.2 mL 첨가하여 37°C에서 1시간 반응시켰다. 그리고 2.8% trichloroacetic acid 1.0 mL를 첨가하여 100°C에서 15분간 반응시킨 후 냉각하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. HRSA는 아래의 식과 같이 시료 첨가구와 무첨가구 간의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다. 이때 대조군으로는 ascorbic acid를 1,000 µg/mL의 농도의 용액으로 사용하였다.

$$\text{HRSA(\%)} = \left(1 - \frac{\text{첨가구 흡광도}}{\text{무첨가구 흡광도}}\right) \times 100$$

통계처리

해동피의 총 폴리페놀 화합물의 함량과 항산화 측정 결과는 3회 이상 반복 실시하여 평균±표준편차로 표시하였으며, Duncan's multiple range test로 시료간의 유의차 검정을 하였다.

결과 및 고찰

총 폴리페놀 화합물의 함량

해동피를 냉장 처리한 것(CT)과 하지 않은 것(NCT)을 각각 55, 75 및 95°C에서 추출한 총 폴리페놀 화합물 함량을 Table 1에 나타내었다. CT는 NCT보다 추출온도와 시간이 같은 경우 유의적으로(p<0.05) 높은 함량을 나타내었다. 이것은 4°C에 1시간 냉장할 경우 냉장과정에서 건조된 해동피가 수분을 충분히 흡수하여 해동피 조직 내의 성분들이 추출되기 용이한 형태로 바뀌었기 때문으로 생각된다. 이러한 사실은 추출율에서도 CT의 경우가 NCT보다 높게 나타난 결과에서도 알 수 있다. 그리고 냉장 처리의 조건과 추출온도가 같은 경우 총 폴리페놀 화합물의 추출 함량은 추출 15 시간까지 추출시간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 추출 5, 10 및 15시간에서 냉장처리 조건이 같은 경우 총 폴리페놀 화합물의 추출량은 추출온도가 증가할수록 증가하였다. 추출시간의 증가에 따라 총 폴리페놀 화합물의 추출량이 증가하는 것은 Choi 등(21)의 분말 녹차 추출물의 항산화 효과에 대한 실험결과에서 침출시간이 증가함에 따라 페놀화합물의 추출량이 증가한다는 연구 보고와 일치

Table 1. Total polyphenol compounds content and yields (%) of the water soluble extracts from the *Kalopanax cortex* under various extracting conditions ($\mu\text{g/mL}$)

| Extracting temp. ($^{\circ}\text{C}$) | Extracting time | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 h | | | 5 h | | | 10 h | | | 15 h | | | 24 h | | | | |
| | CT | NCT | NCT | CT | NCT | NCT | CT | NCT | NCT | CT | NCT | NCT | CT | NCT | NCT | | |
| 55 $^{\circ}\text{C}$ | 401.3 \pm 49.6 ^E (0.080%) | 307.6 \pm 12.7 ^F (0.062%) | 373.2 \pm 20.3 ^D (0.075%) | 450.7 \pm 27.6 ^C (0.090%) | 480.2 \pm 12.7 ^B (0.096%) | 520.6 \pm 20.3 ^B (0.104%) | 542.4 \pm 5.4 ^A (0.109%) | 547.4 \pm 20.3 ^A (0.110%) | 430.6 \pm 42.3 ^D (0.186%) | 380 \pm 20.3 ^F (0.176%) | 340.5 \pm 5.4 ^E (0.072%) | 340.5 \pm 5.4 ^E (0.068%) | 487.5 \pm 5.4 ^C (0.098%) | 539.1 \pm 20.3 ^B (0.108%) | 570.3 \pm 34.9 ^A (0.114%) | 461.2 \pm 27.6 ^D (0.192%) | 401 \pm 5.4 ^D (0.180%) |
| 75 $^{\circ}\text{C}$ | 358.1 \pm 12.7 ^E (0.072%) | 340.5 \pm 5.4 ^E (0.068%) | 420.7 \pm 5.4 ^C (0.084%) | 490.4 \pm 56.9 ^C (0.098%) | 573.5 \pm 42.3 ^B (0.115%) | 591.3 \pm 27.6 ^B (0.118%) | 612.3 \pm 27.6 ^A (0.122%) | 592.3 \pm 27.6 ^A (0.118%) | 411.6 \pm 27.6 ^E (0.182%) | 405.2 \pm 12.7 ^D (0.181%) | 447.9 \pm 20.4 ^D (0.090%) | 330.2 \pm 49.6 ^F (0.066%) | 490.4 \pm 56.9 ^C (0.098%) | 591.3 \pm 27.6 ^B (0.118%) | 592.3 \pm 27.6 ^A (0.118%) | 411.6 \pm 27.6 ^E (0.182%) | 405.2 \pm 12.7 ^D (0.181%) |

CT: cold treatment. NCT: no cold treatment.
The small letters in the same rows under NCT indicate the significant differences ($p<0.05$).
The capital letters in the same rows under CT indicate the significant differences ($p<0.05$).

한다. 추출시간 24시간에서 총 폴리페놀 화합물의 함량은 추출시간 15시간 때보다 감소하였는데 이것은 추출과정 중 갈변반응이 일어나 이미 추출된 폴리페놀 화합물의 일부가 갈변물질의 기질로 사용되었기(22) 때문으로 생각된다.

해동피 추출물의 항산화 효과

Fig. 1은 DPPH radical 소거능의 정도로써 55 $^{\circ}\text{C}$ 에서 추출한 해동피의 항산화 효과를 측정된 결과를 나타내었다. 냉장처리의 조건과 추출시간이 동일할 경우 추출물의 첨가농도가 증가할수록 DPPH radical 소거능이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 추출물의 농도가 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 일 경우 CT와 NCT group 모두 5시간 추출하였을 때, DPPH radical 소거능이 각각 70.0%와 65.3%로 유의적으로 가장 높게 나타났으며($p<0.05$), 냉장처리 한 CT가 냉장처리 하지 않은 NCT보다 높게 나타났으나 그 차이는 유의적이지 않았다. 이와 같이 추출온도 55 $^{\circ}\text{C}$ 에서 추출 10시간 이상의 시료보다 5시간에서 가장 높은 DPPH radical 소거능이 나타난 것은 60 $^{\circ}\text{C}$ 에서 적포도 껍질로부터 추출할 경우 5시간 추출한 시료가 그 이상의 시간에서 추출한 시료보다 높게 나타났다는 결과(23)와도 일치한다. 또한 Zuniga Hansen과 Laroze(24)는 나무딸기 잔사로부터 추출한 항산화물질은 추출온도 50 $^{\circ}\text{C}$ 이하에서는 단백질과 결합된 폴리페놀 화합물이 효소에 의해서 단백질과 분해되므로 일정시간 추출할 경우 항산화 효과가 높아진다고 보고한 것을 미루어 보면 55 $^{\circ}\text{C}$ 에서 5시간 추출할 경우 효소의 분해 작용에 의해서 유리된 페놀화합물량이 많아져 항산화효과 최대로 나타났다가 그 이후의 시간에는 추출된 페놀화합물이 반응하여 갈변색소 등으로 변했기 때문으로 생각된다.

추출온도를 75 $^{\circ}\text{C}$ 로 하였을 때 CT와 NCT group의 추출 시간에 따른 DPPH radical 소거능을 Fig. 2에 나타내었다. 10시간 추출하였을 경우 CT와 NCT의 DPPH radical 소거능이 각각 68.5%, 61.3%로 CT가 NCT보다 유의적으로 높게 나타났($p<0.05$). 추출시간이 같을 경우 CT group의 추출 5시간을 제외하고 냉장처리 한 CT group이 냉장처리 하지 않은 NCT group보다 DPPH radical 소거능이 유의적($p<0.05$)으로 높게 나타났다. Fig. 1과 2에서 CT의 경우가 NCT보다 DPPH radical 소거능이 높게 나타난 것은 Table 1에서 나타낸 바와 같이 CT의 경우 폴리페놀 화합물의 함량이 NCT보다 많이 추출되었기 때문으로 사료된다.

Fig. 3은 DPPH radical 소거능의 정도로써 95 $^{\circ}\text{C}$ 에서 추출한 해동피의 항산화 효과를 측정된 결과를 나타내었다. 추출과정에서 냉장처리의 조건과 추출시간이 같을 경우 추출물의 첨가농도가 증가할수록 DPPH radical 소거능이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). CT group의 경우 추출 15시간에서 DPPH radical 소거능이 최대인 78.8%였으며, NCT group에서는 추출 10시간에서 DPPH radical 소거능이 최대인 77.0%였다. CT group의 경우 추출시간의 증가에 따른 DPPH radical 소거능의 변화는 일정한 패턴을 보이지 않지

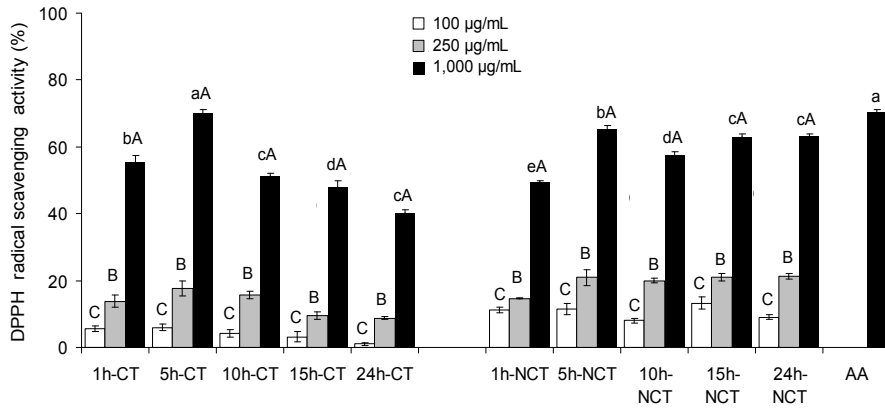


Fig. 1. The effect of extracting time on the DPPH radical scavenging activity of water soluble extracts from *Kalopanax curtisii* cortex at 55°C. CT: cold treatment, NCT: no cold treatment, AA: ascorbic acid. The small letters in same concentration (1,000 µg/mL) under CT or NCT indicate the significant differences (p<0.05). The capital letters in same extracting time under CT or NCT indicate the significant differences (p<0.05).

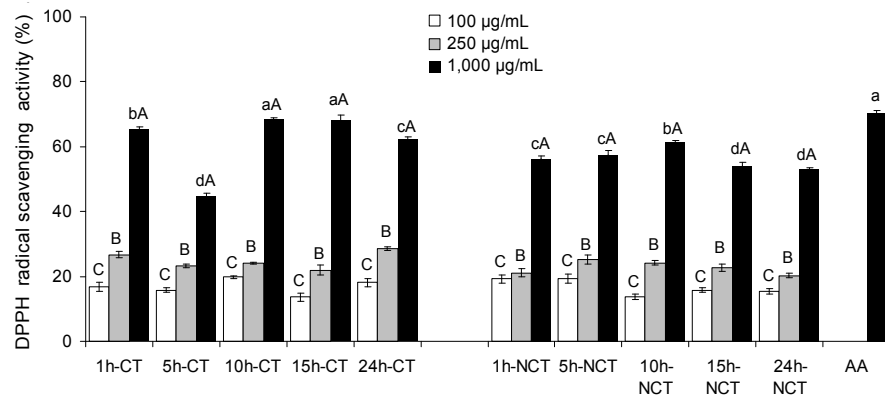


Fig. 2. The effect of extracting time on the DPPH radical scavenging activity of water soluble extracts from *Kalopanax curtisii* cortex at 75°C. CT: cold treatment, NCT: no cold treatment, AA: ascorbic acid. The small and capital letters refer to Fig. 1.

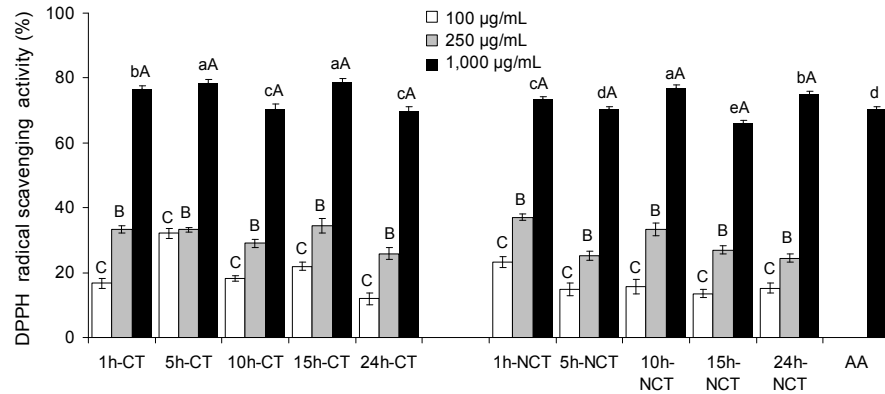


Fig. 3. The effect of extracting time on the DPPH radical scavenging activity of water soluble extracts from *Kalopanax curtisii* cortex at 95°C. CT: cold treatment, NCT: no cold treatment, AA: ascorbic acid. The small and capital letters refer to Fig. 1.

만 추출시간이 24시간일 경우 69.8%로 유의적인 감소를 보였다(p<0.05). 그 이유는 추출된 폴리페놀 화합물이 산화하여 갈변물질로 바뀌었기 때문으로 생각되며 이러한 결과는 Table 1에서 총 폴리페놀 화합물의 함량이 24시간 추출하였을 때 가장 적게 나타난 결과가 뒷받침해 준다. 또한 NCT group의 경우 15시간을 제외하고는 DPPH radical 소거능이 모두 70% 이상을 나타내었고 추출시간에 따른 차이는 크지 않았다.

그리고 추출온도에 따른 DPPH radical 소거능의 변화를 보면(Fig. 1~3), 추출온도 55와 75°C에서의 DPPH radical 소거능은 1,000 µg/mL일 때 대조군으로 사용된 ascorbic acid 70.2%(Fig. 3)보다 모두 낮게 나타났으나 95°C에서는 추출시간에 관계없이 ascorbic acid보다 유의적(p<0.05)으로 높

게 나타남으로써 열수추출에 의한 해동피의 항산화 효과가 우수함을 보였다. 이와 같이 55, 75 및 95°C에서 추출한 해동피의 항산화 효과가 추출온도가 증가할수록 높게 나타난 것은 열처리한 과채류에서 항산화활성이 증가한다는 보고(25,26)와 포도씨 추출물의 DPPH radical 소거능은 추출시간이 증가함에 따라 같이 증가한다는 보고(27) 및 식물체를 열처리할 경우 결합형 폴리페놀성분이 유리형으로 되어 항산화활성이 증가한다는 보고(28)를 미루어 보면 해동피에 유리된 상태로 존재하던 혹은 약간의 온도만 가하더라도 유리될 수 있는 결합형 폴리페놀 화합물이 유리형으로 전환함으로써 항산화활성이 증가되기 때문으로 생각된다.

Fig. 4는 HRSA 측정으로써 55°C에서 추출한 해동피의 항산화 효과를 측정된 결과를 나타내었다. 추출과정에서 냉

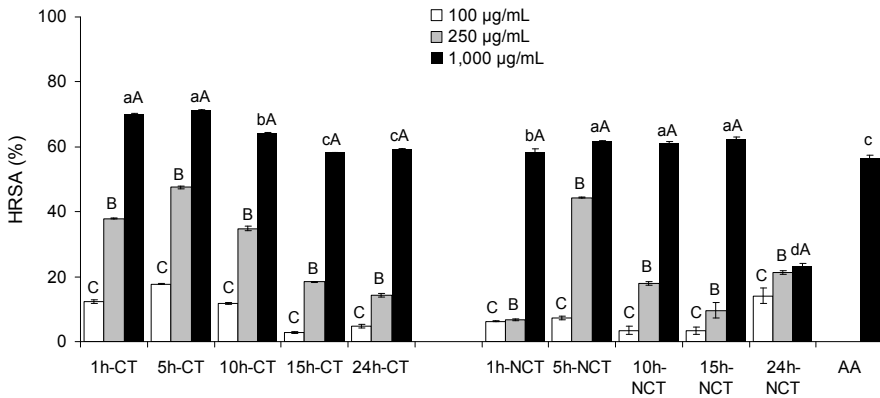


Fig. 4. The effect of extracting time on the hydroxyl radical scavenging activity of water soluble extracts from *Kalopanax cortex* at 55°C. CT: cold treatment, NCT: no cold treatment, AA: ascorbic acid. The small and capital letters refer to Fig. 1.

장처리의 조건과 추출시간이 동일하면 추출물의 첨가농도가 증가할수록 HRSA radical 소거능이 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 첨가농도가 1,000 µg/mL일 경우 CT는 추출 5시간에서 HRSA가 71.3%로 가장 높게 나타났으며, NCT에서는 추출 15시간에서 62.5%로 유의적으로 가장 높게 나타났다. 추출 1시간과 5시간의 경우 CT group이 NCT group보다 HRSA가 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 그러나 추출 24시간에 있어서 두 group 모두 HRSA가 가장 낮았다.

Fig. 5는 75°C에서 추출한 해동피의 항산화 효과를 HRSA로 측정된 결과를 나타낸 것이다. 추출과정에서 냉장처리의 조건과 추출시간이 동일할 경우 추출물의 첨가농도가 증가할수록 HRSA가 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 첨가농도가 1,000 µg/mL일 경우 CT group에서는 24시간 추출했을

때 70.2%를 나타내었고, NCT group에서는 15시간 추출하였을 때 76.4%를 보여 가장 높은 HRSA를 나타내어 NCT가 CT보다 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). Fig. 4와 5에서 CT의 경우가 NCT보다 HRSA가 높게 나타난 것은 Table 1에서 나타낸 바와 같이 CT의 경우 폴리페놀 화합물의 함량이 NCT보다 많이 추출되었기 때문으로 사료된다.

Fig. 6은 냉장처리 조건과 추출시간을 달리하였을 때 95°C에서 추출한 해동피의 항산화 효과를 HRSA로써 측정된 결과를 나타내었다. 추출과정에서 냉장처리의 유무와 추출시간이 같을 경우 추출물의 첨가농도가 증가할수록 HRSA가 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 95°C에서는 항산화제 대조군으로서 ascorbic acid의 농도가 1,000 µg/mL일 때 HRSA가 56.6%임을 비교해 볼 때 CT와 NCT group 모두 추출시

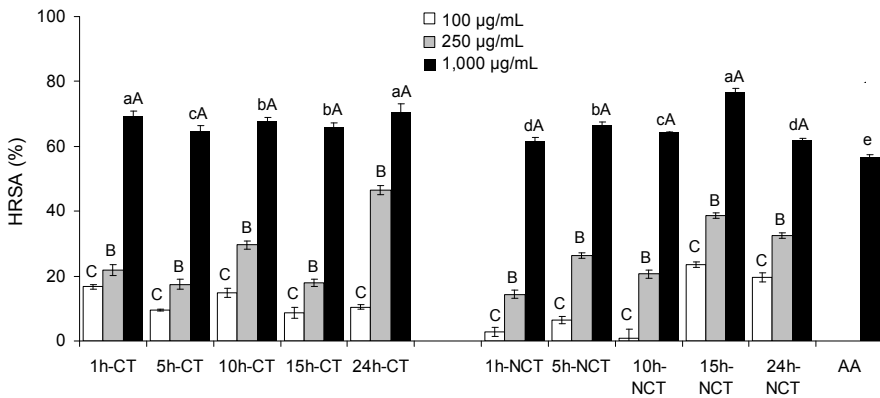


Fig. 5. The effect of extracting time on the hydroxyl radical scavenging activity of water soluble extracts from *Kalopanax cortex* at 75°C. CT: cold treatment, NCT: no cold treatment, AA: ascorbic acid. The small and capital letters refer to Fig. 1.

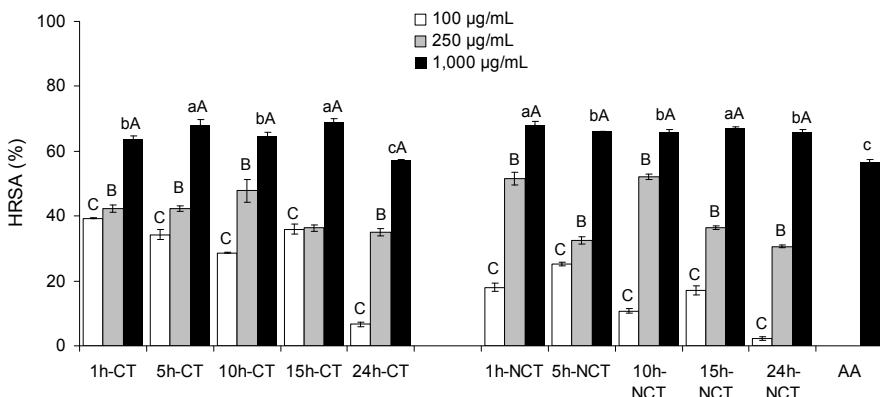


Fig. 6. The effect of extracting time on the hydroxyl radical scavenging activity of water soluble extracts from *Kalopanax cortex* at 95°C. CT: cold treatment, NCT: no cold treatment, AA: ascorbic acid. The small and capital letters refer to Fig. 1.

간에서 매우 높은 HRSA를 나타내어 열수추출에 의한 해동피의 항산화 효과가 우수함을 보였다. 한국산 약초 잎 추출물의 HRSA를 조사한 보고(29)에 따르면 삼나무, 삽주, 오갈피 나뭇잎에서 90% 이상의 HRSA를 나타낸다고 하였지만, 본 실험의 대조구로써 사용한 ascorbic acid와 비교하지 않았기 때문에 항산화 효과의 직접적인 비교는 할 수 없었다. Fig. 4~6의 결과를 미루어 보면 추출물의 첨가농도가 증가할 때 HRSA는 뚜렷이 증가하는 경향을 나타내었지만, 55°C 추출의 경우를 제외하고 75와 95°C에서는 추출시간의 변화에 따라서는 HRSA가 민감한 변화를 나타내지 않았다. 55°C 추출할 경우 폴리페놀 화합물량의 변화와 HRSA변화가 비슷한 경향을 보여 비교적 낮은 온도에서 추출되거나, 유리상태로 존재하는 폴리페놀 화합물이 주로 HRSA를 나타내며, 75와 95°C에서는 다른 성분과 비교적 강하게 결합되어있던 폴리페놀 화합물이 높은 온도로 추출할 경우에 유리됨으로써 비교적 높은 HRSA를 나타내며 24시간 추출 시에 낮은 활성을 나타낸 것은 이미 유리된 폴리페놀 화합물들이 갈변색소와 같은 물질 등(25)으로 바뀌기 때문으로 생각된다.

요 약

해동피 항산화 물질을 추출하기 위한 열수 추출조건을 냉장처리 여부, 추출온도 및 추출시간을 달리하여 검토하였다. 이러한 조건을 달리하여 추출된 추출물의 총 폴리페놀 화합물의 함량, DPPH radical 소거능 및 HRSA를 측정하였다. 그 결과 총 폴리페놀 함량은 냉장처리 후 추출온도 95°C, 추출 15시간에서 612 µg/mL로써 가장 높았다. DPPH radical 소거능은 냉장처리 후 추출온도 95°C, 추출 15시간에서 가장 높은 78.8%이었고 대조구인 ascorbic acid의 70.2%보다 높게 나타났다. HRSA는 냉장처리 후 추출온도 95°C, 추출 15시간에서 ascorbic acid 56.6%보다 높은 69.0%로 가장 높게 나타났다. 따라서 이상의 열수추출에 의한 해동피의 항산화성 활성 및 그 최적 조건을 확립한 것으로 향후 해동피의 기능성식품으로서의 이용개발을 위한 중요한 자료로 이용될 수 있음을 보여 주고 있다.

문 헌

- Mavelli I, Ciriolo MR, Rotilio G, De Sole P, Castorino M, Stabile A. 1982. Superoxide dismutase, glutathion peroxidase and catalase in oxidative hemolysis. A study of Fanconi's anemia erythrocytes. *Biochem Biophys Res Commun* 106: 286-290.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Sen CK. 1995. Oxidants and antioxidants in exercise. *Appl Physiol* 79: 675-692.
- Videla LA, Fernández V. 1998. Biochemical aspects of cellular oxidative stress. *Arch Biol Med Exp (Santiago)* 21: 85-92.
- Halliwell B, Aruoma OI. 1991. DNA damage by oxygen-derived species. Its mechanism and measurement in mammalian systems. *FEBS Lett* 281: 9-19.
- Branen AL. 1991. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J Am Oil Chem Soc* 52: 59-63.
- Chan KM, De Cker EA, Means WJ. 1993. Extraction and activity of carnosine, a naturally occurring antioxidant in beef muscle. *J Food Sci* 58: 1-4.
- Larson RA. 1988. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry* 27: 969-978.
- Kim DW, Bang KH, Rhee YH, Lee KT, Park HJ. 1998. Growth inhibitory activities of kalopanaxsaponins A and I against human pathogenic fungi. *Arch Pharm Res* 21: 688-691.
- Kim DW, Yu KW, Bae EA, Park HJ, Choi JW. 1998. Metabolism of kalopanaxsaponin B and H by human intestinal bacteria and antidiabetic activity of their metabolites. *Biol Pharm Bull* 21: 360-365.
- Park HJ, Kim DH, Choi JW, Park HJ, Han YN. 1998. A potent anti-diabetic agent from *Kalopanax pictus*. *Arch Pharm Res* 21: 24-29.
- Choi J, Huh K, Kim SH, Lee KT, Lee HK, Park HJ, Han YN. 2002. Antinociceptive and anti-rheumatoid effects of *Kalopanax pictus* extract and its saponin components in experimental animals. *J Ethnopharmacol* 79: 199-204.
- Sano K, Sanada S, Ida Y, Shoji J. 1991. Studies on the constituents of the bark of *Kalopanax pictus* Nakai. *Chem Pharm Bull* 39: 865-870.
- Sun WJ, Zhang DK, Sha ZF, Zhang HL, Zhang XL. 1990. Studies on the saponin constituents of *Kalopanax septemlobus* (Thunb.) koidz. *Yao Xue Xue Bao* 25: 29-34.
- Shao CJ, Nakai R, Ohtani K, Xu JD, Tanaka O. 1989. Saponins from leaves of *Kalopanax septemlobus* (Thunb.) Koidz.: Structures of Kalopanax-saponins La, Lb and Lc. *Chem Pharm Bull* 37: 3251-3254.
- Cho SH, Hahn DR. 1991. Triterpenoidal saponins from the bark of *Kalopanax pictum* var. *typicum*. *Arch Pharm Res* 14: 19-24.
- Jeong YJ, Noh JE, Park NY. 2004. Studies on the storage of *Kalopanax pictus* extract. *Korean J Food Preserv* 11: 299-303.
- Kim YJ. 2011. Effects of dietary supplementation of castor aralia (*Kalopanax pictus* Nakai) on physico-chemical properties and quality of chicken thigh meat. *Korean J Poult Sci* 38: 105-112.
- AOAC. 2005. *Official method of analysis*. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. Method 965.31.
- Kawagan S. 1996. *Protocol for control of body functional material in food*. Kakuen press center, Tokyo, Japan. p 8-15.
- Choi GN, Jeong CH, Kim JH, Kwak JH, Shin YH, Lee CH, Cho SH, Choi SG, Heo HJ. 2009. Effect of storage temperature and water activity on antioxidant activities of powdered green tea extracts. *Korean J Food Preserv* 16: 333-341.
- Ciou JY, Lin HH, Chiang PY, Wang CC, Charles AL. 2011. The role of polyphenol oxidase and peroxidase in the browning of water caltrop pericarp during heat treatment. *Food Chem* 127: 523-527.
- Spigno G, Tramelli L, De Faveri DM. 2007. Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics. *J Food Engineering* 81: 200-208.
- Zuniga Hansen ME, Laroze L. 2009. Temperature effect on

- phenolic antioxidant extraction from raspberry wastes assisted by enzymes. *New Biotechnol* 25: S170.
25. Turkmen N, Sari F, Velioglu YS. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chem* 93: 713-718.
 26. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99: 381-387.
 27. Kim SY, Jeong SM, Park WP, Nam KC, Ahn DU, Lee SC. 2006. Effect of heating conditions of grape seeds on the antioxidant activity of grape seed extracts. *Food Chem* 97: 472-479.
 28. Kim HY, Woo KS, Hwang IG, Lee YR, Jeong HS. 2008. Effects of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 40: 166-170.
 29. Kim JW, Minamikawa T. 1997. Hydroxyl radical-scavenging effects of spices and scavengers from brown mustard (*Brassica nigra*). *Biosci Biotech Biochem* 61: 118-123.

(2012년 9월 28일 접수; 2013년 3월 27일 채택)