

수확 계절에 따른 칠면초 추출물의 생리활성 변화 연구

최종일¹ · 김연주^{1,2} · 김재훈¹ · 권중호² · 안동현³ · 전병수³ · 이주운^{1*}

¹한국원자력연구원 정읍방사선과학연구소

²경북대학교 식품공학과

³부경대학교 식품생명공학부

Physiological Activities of *Suaeda japonica* Extracts on Harvest Season

Jong-Il Choi¹, Yeon-Joo Kim^{1,2}, Jae-Hun Kim¹, Joong-Ho Kwon²,
Dong-Hyun Ahn³, Byung-Soo Chun³, and Ju-Woon Lee^{1*}

¹Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeonbuk 580-185, Korea

²Dept. of Food Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

³Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the physiological activities of extracts from *Suaeda japonica* harvested in different season for its possibility as a functional material in food or cosmetic composition. The total mineral content of *S. japonica* harvested in summer was about 89.8 g/kg, and it comprised a little more content than one in winter (86.7 g/kg). The Na content of *S. japonica* did not show a remarkable contrast on harvest season whereas the K and Ca contents of summer were decreased to half or increased to double in winter. In addition, the antioxidative activity of each extract from *S. japonica* changed depending on harvest season. For *S. japonica* harvested in summer, the ethyl acetate extract showed the highest DPPH radical scavenging activity, but in winter the butanol extract fraction had the highest value. However, FRAP values were the highest in butanol extracts from *S. japonica* harvested in summer and winter. Total phenolic contents in the extracts were in proportion to the antioxidative activities. From the tyrosinase inhibition assay and melanogenesis with B16BL6, the hexane extracts from both seasons had shown the highest whitening effects. These results suggest that the extraction methods should be optimized depending on harvest season to utilize the *S. japonica* as functional component source.

Key words: *Suaeda japonica*, physiological activity, seasonal variation, mineral, whitening effect

서 론

합성 항산화제나 미백제에 대한 환경문제와 안전성 부족으로 천연 기능성 소재에 대한 선호도가 급증하고 있다(1). 특히, 이전의 민간요법에서 사용되던 식물들의 기능성 연구와 활용에 많은 연구가 이루어지고 있으며, 이미 소비 시장에서 좋은 반응을 얻고 있는 제품들도 있다.

칠면초(*Suaeda japonica*)는 명아주과(Chenopodiaceae)에 속하는 일년생 초본식물로 *Salicornia* 및 *Altriplex*와 더불어 높은 염분 농도에서 성장할 수 있는 대표적인 내염성 식물로(2), 한국 서해안 조간대에 대단위로 분포하고 있으며, 세계적으로 구분된 해안식생 중 Sino-Japanese group의 대표 종이다. 이 종이 속한 *Suaeda*속 식물은 전형적인 염생 식물(halophytalplant)인데(3), 이는 염분 환경에서 자연 선택적으로 성장한 식물을 지칭하며, 과도한 수준의 이온 농도

에 대항해서 높은 적응성을 갖는 식물이다(4). 이러한 식물인 칠면초는 고염습 지역에서 생육이 가능할 뿐 아니라 천연 미네랄을 다량 함유하고 있어 다른 생물들과는 다른 생물학적 이용 가능성이 높은 2차 대사산물이 풍부할 것으로 생각되어(3) 기능성 소재로서의 활용 가능성을 가지고 있다. 칠면초는 식물성 소금 및 천연 염료로써 이용되고 있으며 한방에서는 뿌리를 제외한 식물체 전체를 약재로 사용하는데, 해열 효과가 있다고 알려져 있다(5).

최근 Choi 등(5)은 칠면초의 추출 분획물에서의 항산화능을 보고하였다. 염생식물은 종류 및 채취시기에 따라 활성이 다르다고 알려져 있는데, Song 등(6)은 염생식물 중 하나인 함초에서는 여름에 채취되는 녹색 함초보다 겨울에 채취되는 빨간 함초에서 DPPH 라디칼 소거능이 20% 더 높았다고 보고하였다. Meot-Duros와 Magne(7)에 따르면, 채취시기에 따른 함유하고 있는 물질들의 차이에 따라서 항산화 활성

*Corresponding author. E-mail: sjwlee@kaeri.re.kr
Phone: 82-63-570-3204, Fax: 82-63-570-3207

이 다르다고 보고하였다. 칠면초 역시 함초와 동일하게 여름에는 녹색이었다가 겨울이 되면 붉게 변하는데, Choi 등(5)이 여름에 채취한 칠면초의 항산화 활성에 관해서만 보고하였을 뿐 계절에 따른 칠면초의 기능성에 대한 변화는 보고되어 있지 않다. 따라서 본고에서는 항산화 활성뿐만 아니라, 계절에 따른 미네랄 함량, 미백 효과 등의 활성을 측정해서 비교하였다.

재료 및 방법

시료 준비

본 연구에서 사용한 칠면초는 전라남도 순천 지역 일대의 해안가에서 6월 및 12월에 채취하였다. 습건하여 분말화한 칠면초 50 g에 methanol 500 mL을 가하여 6시간 동안 25°C를 유지하는 항온수조에서 냉각관이 부착된 환류냉각장치를 사용하여 추출하고 Whatman filter paper No. 4(Whatman International Ltd., Springfield Mill, Kent, England)로 여과, 농축, 건조하여 methanol 추출물로 조제하였다. 다음으로 methanol 추출물에 증류수를 넣어 녹이고, 동량의 hexane을 첨가하여 혼합한 후 분획 깔대기를 이용하여 hexane 층을 분리, 농축하여 hexane 추출물을 얻었다. 잔여 water 층에 ethyl acetate와 *n*-butanol을 차례로 분획하여 ethyl acetate, *n*-butanol과 water 층을 얻고, 이를 농축하여 ethyl acetate, *n*-butanol과 water 추출물을 각각 얻었다. 조제된 용매 추출물은 건조 후 methanol에 1 mg/mL의 농도로 용해하고 여과하여 실험에 사용하였다.

미네랄 함량

시료 1 g을 600°C에서 44시간 회화하고 HCl 희석액(water:HCl=1:3) 10 mL을 가하여 증발 건조시킨 다음, HCl 희석액 10 mL과 증류수를 이용해 100 mL로 정용하여 시험 용액으로 사용하였다. 미네랄의 정량은 원자흡광광도계(AA-6800, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 사용하여 190~900 nm 사이의 특정 파장에서 각각의 미네랄의 흡광도를 측정하였고, 표준 용액을 이용하여 검량곡선을 작성한 후 함량 계산에 활용하였다.

총 폴리페놀 함량

칠면초 분획 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(8)을 사용하여 분석하였다. 시료 0.1 mL에 Folin-Ciocalteu's reagent(Sigma, St. Louis, MO, USA) 0.2 mL을 첨가하고 23°C에서 1분간 유지시켰다. 그 후 5% sodium carbonate 3 mL을 가하여 23°C에서 2시간 방치하고 분광광도계(UV 1600 PC, Shimadzu)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid(Sigma)를 이용하여 검량곡선을 작성한 후 함량 계산에 활용하였다.

DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) radical 소거능

칠면초 분획 추출물의 전자공여능은 Blois의 방법(9)을 이

용하여 측정하였다. 시료 1 mL에 0.2 mM 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH, Sigma) 1 mL을 넣고 교반한 후 30분 동안 실온에 정치한 다음 반응용액을 분광광도계(UV 1600 PC)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 다음과 같은 계산식에 의해 환산되었다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

FRAP(Ferric-reducing antioxidant potential) 측정

계절별 칠면초 분획 추출물의 FRAP 측정 방법은 Benzie와 Strain의 방법(10)을 참고하여 측정하였다. FRAP reagent는 25 mL acetate buffer(300 mM, pH 3.6)를 37°C에서 가온한 후, 40 mM HCl에 용해한 10 mM 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ, Sigma) 5 mL과 20 mM ferric sulfate(FeSO₄) 2.5 mL을 가하여 제조하였다. 제조된 0.9 mL FRAP reagent에 칠면초 추출물 0.03 mL과 증류수 0.09 mL를 넣은 후 37°C에서 10분간 반응시키고 593 nm에서 분광광도계(UV 1600 PC)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. Blank는 시료 대신 methanol을 넣어 측정하였다. 계산은 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2.5 및 5 mM의 농도로 반복하여 작성한 FeSO₄의 검량식에 대입하여 환산하였다.

Melanoma 세포 배양

B16BL6 melanoma 세포는 10% fetal bovine serum과 penicillin/streptomycin(100 IU/50 µg/mL)을 함유한 Dulbecco's modified Eagle's medium(DMEM, Thermo scientific, Logan, UT, USA) 용액에서 37°C로 유지되는 5% CO₂ 배양기에서 배양하였다. B16BL6 세포를 이용한 melanin 측정 시에는 phenol red가 없는 DMEM을 사용하였다. 6 well plate에 2×10⁴ cells/mL로 분주하고 2시간이 지난 뒤 세포가 plate에 완전히 부착된 것을 확인한 후 칠면초 추출물을 PBS(phosphate buffered saline, Invitrogen, NY, USA)에 녹여 전처리하였다. 12 시간 후 melanin 생성을 촉진하기 위하여 1 µM α-melanocyte stimulating hormone(MSH, Sigma)를 처리하고 72시간 지난 뒤에 melanin을 정량하였다.

Tyrosinase 활성 측정

B16BL6 세포에 약물 처리 후 배양이 끝나면 1% Triton X-100(Sigma)을 함유한 10 mM phosphate buffer(pH 6.8)를 100 µL를 가하고 5분간 shaking 한 후에 세포와 용액을 모두 eppendorf tube로 이전시키고 원심분리 하여 상층액은 tyrosinase 활성과 단백질 정량에 이용하고, cell pellet은 멜라닌 정량에 사용하였다. 96 well plate에 약물 처리 후 얻은 상층액 40 µL를 분주하고 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 7.2)에 녹인 2 mg/mL-DOPA(3,4-dihydroxyphenylalanine, Sigma) 200 µL를 가하여 37°C에서 1시간 동안 배양하였다. Tyrosinase에 의해 생성된 DOPA chrome은 475 nm에서 흡광도를 측정하였다(11). 순수하게 정제된 tyrosinase를 효

소 활성의 표준 검량선으로 이용하여 산출하였다. Bovine serum albumin(Sigma)을 표준 용액으로 하여 상층액 내의 단백질 양을 정량하였으며, tyrosinase 효소 활성은 unit/mg protein으로 표기하였다(12).

Melanin 정량

Tyrosinase 활성을 측정하는 과정에서 얻은 pellet을 1 N NaOH 100 μ L와 증류수 200 μ L를 가하고 60°C에서 1시간 배양하여 멜라닌을 완전히 녹인 후 96 well plate에 200 μ L를 옮긴 후 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 멜라닌 표준물질로 얻은 검량선을 이용하여 각 well에서 생성된 멜라닌 양을 산출하였다. 멜라닌 생성량은 각 well에서 측정한 단백질 농도를 기준으로 μ g/mg protein으로 표기하였다(12).

통계분석

모든 실험은 3회 반복 실시하였으며, 얻어진 결과들은 SPSS software(13)에서 프로그램에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석을 한 후 Duncan의 다중위검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

계절별 칠면초의 미네랄 함량

칠면초의 채취시기에 따른 미네랄 함량을 측정한 결과를 Table 1에 나타내었다. 계절에 따른 칠면초의 미네랄 성분 조성 비율은 전체적으로 Na가 가장 많았으며, 그 다음으로 여름 칠면초에서는 Mg, K, Ca, S 순이었고, 겨울 칠면초에서는 Ca, Mg, Al, S 순이었다. 총 미네랄 함량은 여름 칠면초에서 89,797 mg/kg이었고, 겨울 칠면초에서 86,671 mg/kg의 함량을 나타내어 여름 칠면초의 미네랄 함량이 더 높게 나타났다. 체내에서 통풍 치료 및 체액의 pH 조절 등의 역할을 하는 Na 성분은 여름 칠면초에서 49,042 mg/kg이었고, 겨울 칠면초에서 41,732 mg/kg의 함량을 나타내었다. 혈관의 확장을 유도하고 Na의 재흡수를 촉진시키는 부신 피질 호르몬인 aldosterone의 분비를 감소시키며, renin의 분비를 저하

시켜 angiotensin II의 기능을 억제하여 과잉의 식염 섭취로 인해 유발된 고혈압에 대해 보호 기능을 가지고 있는 것으로 알려진(14) K의 함량은 여름 및 겨울 칠면초에서 각각 9,250 및 4,119 mg/kg이었다. Na/K의 비율은 여름과 겨울철에 각각 5.3:1, 10.1:1로 크게 차이를 보였다. 또한, 골조송증의 예방 및 치료, 신경전달 활성, 암 예방 및 치료, 고혈압 치료, 콜레스테롤 수치 저하 및 심장병 예방, 관절염 예방과 치료, 피부 노화 방지 등의 다양한 기능을 갖고 있는 Ca 함량은 여름 칠면초에서 6,635 mg/kg이었고, 겨울 칠면초에서 12,977 mg/kg으로 2배 증가하였다. 이와 함께 Al 및 Fe의 함량도 여름철에 비해 겨울철에 증가하였다. Cha 등(15)은 6월 및 10월에 채취한 함초의 Na 함량은 56,950 및 55,290 mg/kg이었으며, K 함량은 16,400 및 9,310 mg/kg이었다고 보고하였다. 본 연구 결과 칠면초는 함초와 비슷한 정도의 미네랄 함량을 나타내어 식물 소금으로 이용이 가능할 것이라고 생각된다.

계절별 칠면초 추출물의 항산화 활성

항산화 활성 물질로서 칠면초 추출물의 항산화적 특징을 알아보기 위하여 총 페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능 및 FRAP을 측정하였다. 칠면초 추출물의 총 페놀 함량을 측정한 결과, 여름 추출물의 경우 ethyl acetate, butanol의 페놀 함량이 각각 10.97, 4.02 mg/g로 가장 높았고, 겨울 추출물의 경우 butanol, ethyl acetate 추출물의 페놀 함량이 각각 11.23, 7.33 mg/g으로 가장 높게 나타났다(Fig. 1). Hexane 추출물의 경우 여름 및 겨울 추출물에서 각각 3.34 및 6.78 mg/g의 페놀 함량을 나타내었다. Cha 등(15)이 6월 및 10월 함초 에탄올 추출물의 폴리페놀 함량이 10.15 및 9.53 mg/g의 함량을 나타내었다고 한 것보다 높은 함량을 나타내었다. Park과 Kim(16)은 함초 methanol 추출물에서 폴리페놀인 quercetin 3-O- β -glucopyranoside 및 isorhamnetin 3-O- β -D-glucopyranoside를 동정하였는데, 이들의 DPPH 라디칼 활성은 quercetin 및 rutin과 비슷한 활성을 나타내었다고 보고하였다.

Table 1. Mineral contents of *Suaeda japonica* according to harvest season

Minerals (mg/kg)	Summer	Winter
Al	4698.00 ^b	6298.67 ^a
Ca	6635.33 ^b	12977.33 ^a
Fe	2554.67 ^b	4791.67 ^a
K	9250.00 ^a	4119.00 ^b
Mg	11878.33 ^a	11035.33 ^a
S	5175.33 ^a	5334.33 ^a
Na	49042.33 ^a	41732.33 ^b
Mn	94.33 ^b	152.33 ^a
P	447.67 ^a	211.67 ^b
Cr	21.42 ^a	18.58 ^a

^{a,b}Values with different letters within the same row differ significantly ($p < 0.05$).

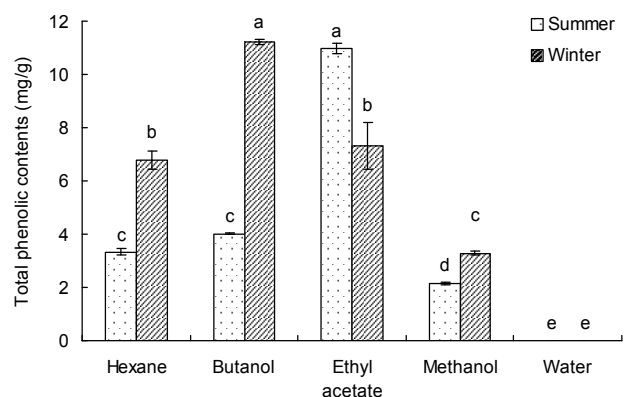


Fig. 1. Total phenolic contents of extracts from *Suaeda japonica* according to harvest season.

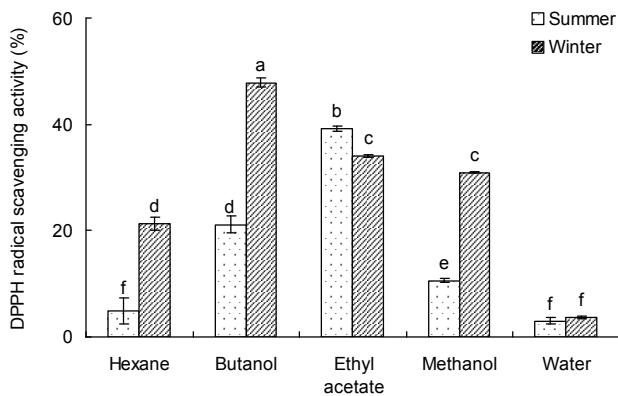


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of extracts from *Suaeda japonica* according to harvest season.

계절에 따라 추출한 칩면초 분획물의 DPPH 라디칼 소거능 결과를 Fig. 2에 제시하였다. 실험 결과, 여름 칩면초에서는 ethyl acetate, butanol 및 methanol 추출물의 순으로 각각 39.23, 21.18 및 10.65%의 DPPH 라디칼 소거능을 나타내었으며, 겨울 칩면초에서는 butanol, ethyl acetate 및 methanol 추출물이 각 47.86, 34.05 및 30.96%의 DPPH 라디칼 소거능을 나타내어 높은 항산화 활성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 또한 겨울 추출물이 ethyl acetate를 제외한 모든 추출구에서 여름 추출물보다 더 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타낸 것으로 확인되었다.

FRAP 측정법은 항산화력을 측정하는 방법 중 하나로 화합물의 환원력을 측정하는 방법으로, DPPH 라디칼 소거능을 측정하는 방법과는 달리 환원력에 의한 항산화능을 측정하는 방법이다(17). 칩면초 분획 추출물의 FRAP value를 측정된 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 여름 추출물의 경우 ethyl acetate 층이 405.63 μM 의 FRAP 값을 나타내었으며 butanol 층은 600.62 μM 의 농도를 나타내었다. 겨울 추출물의 경우 butanol 및 ethyl acetate 층이 각각 1891.17 및 1225.44 μM 의 FRAP 값을 나타내었다. 부추 메탄올 추출물의 FRAP value가 0.16 μM 이라고 보고한 Moon 등(18)의 보고에 비하면 매우 높은 항산화 활성을 나타내었다. 특히

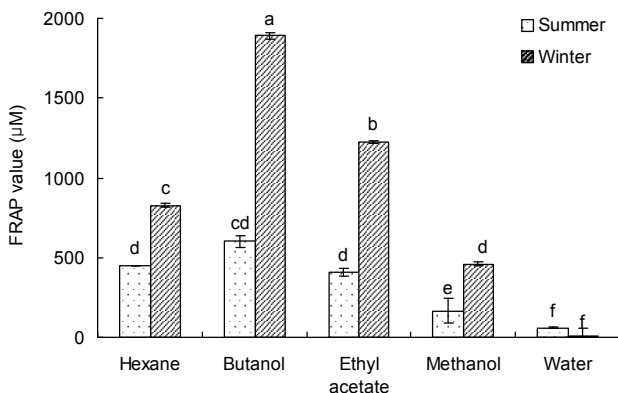


Fig. 3. FRAP value (μM) of extracts from *Suaeda japonica* according to harvest season.

겨울철 칩면초의 butanol 및 ethyl acetate 층에서 매우 높은 FRAP value가 얻어졌으며, DPPH 라디칼 소거능에 비하여 현저한 차이를 보였다. 이러한 결과의 원인은 환원력에 관여하는 항산화 물질이 계절에 따라 함량의 차이를 보이는 때문이라 생각된다.

본 연구 결과 높은 페놀 함량을 가지는 것으로 나타난 겨울철 butanol 추출물은 FRAP 실험에서 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 나타났으며, 여름철의 ethyl acetate 추출물에는 DPPH 라디칼 소거능과 높은 연관관계가 있는 페놀 화합물이 있는 것으로 사료되었다. 이러한 결과는, 일반적으로 항산화 활성이 증가하면 총 폴리페놀 함량도 증가한다고 보고한 Kim 등(19)의 결과와 일치하였다.

이상의 연구 결과를 종합하여 볼 때, 칩면초의 항산화 활성은 채취시기에 따라 서로 다른 활성을 나타내었다. 이는 칩면초 내의 항산화 활성 성분이 채취시기에 따라 변화하기 때문이라 생각되어 칩면초를 기능성 소재로서 이용할 때에는 그 채취시기에 따라 서로 다른 추출 용매를 사용하여야 할 것이라고 사료된다.

계절별 칩면초 추출물의 미백 활성

칩면초 추출물이 미백 효과가 있는지를 확인하기 위하여 PBS에 용해한 칩면초 분획 추출물을 독성이 없다고 판단된 0.1 mg/mL 농도로 α -MSH를 처리한 B16BL6 melanoma 세포에 3일 동안 처리한 후 생합성된 멜라닌 양과 tyrosinase 효소 활성을 측정하였다. 표피의 기저층에 존재하는 melanin은 인간의 피부색을 결정짓는데 가장 중요한 역할을 하며, 멜라닌 세포(melanocyte) 내의 특수한 형태의 갈색 세포내 소기관인 멜라닌소체(melanosome)에서 합성된다. 멜라닌 합성은 tyrosinase, tyrosinase related protein-1(TRP-1)과 tyrosinase related protein-2(TRP-2), cyclic adenosine monophosphate(cAMP) 유도물질인 adrenocorticotrophic hormone(ACTH), forskolin과 α -melanocyte stimulating hormone(MSH) 등에 의해서 조절된다(20,21). 칩면초 분획 추출물이 멜라닌 합성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 먼저 멜라닌 합성의 속도조절 효소로 작용하는 tyrosinase의 활성을 측정하였다(Fig. 4). α -MSH만을 처리하였을 때의 tyrosinase 효소 활성은 1.98 unit/mg protein이었으나(data not shown), 칩면초 추출물을 처리한 군에서는 여름추출물의 경우 hexane 및 water 추출물이 1.34 및 1.48 unit/mg protein의 활성을 나타내었으며, 겨울 추출물의 경우 hexane 및 ethyl acetate 추출물이 1.44 및 1.71 unit/mg protein의 활성을 나타내었다. 0.1 mg/mL 농도의 kojic acid를 처리한 군에서는 1.01 unit/mg protein의 활성을 나타내어 여름 칩면초 hexane 추출물은 kojic acid의 65.98%의 활성을 나타내었다.

칩면초 추출물이 B16 melanoma 세포에서 melanin 생성에 미치는 영향을 관찰하여 Fig. 5에 나타내었다. α -MSH만을 처리한 군에서의 melanin contents는 81.3 $\mu\text{g}/\text{mg}$ pro-

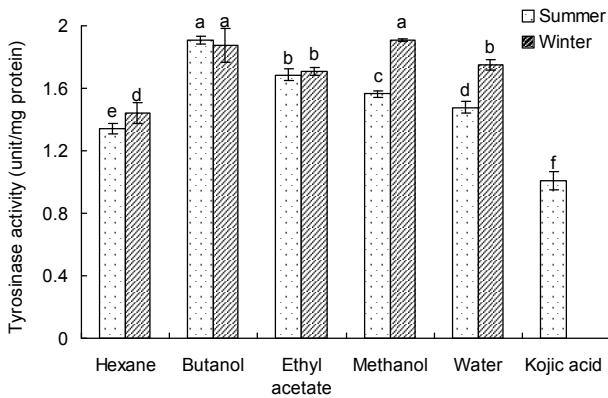


Fig. 4. Tyrosinase units of extracts from *Suaeda japonica* according to harvest season.

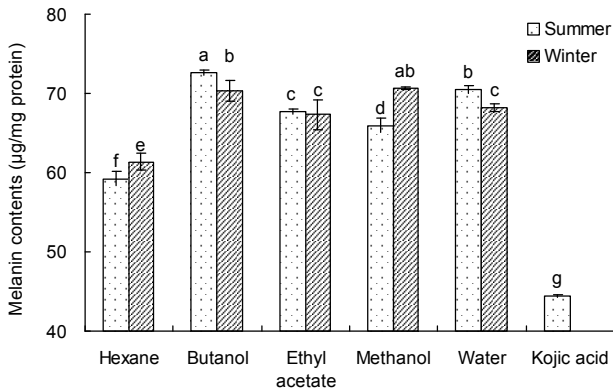


Fig. 5. Melanin contents of extracts from *Suaeda japonica* according to harvest season.

tein(data not shown)을 나타내었는데, 칠면초 추출물을 처리한 군에서는 여름 추출물의 경우 hexane, methanol 및 ethyl acetate 추출물이 각각 59.2, 65.9 및 67.8 µg/mg protein의 농도를 나타내었으며, 겨울 추출물의 경우 hexane, ethyl acetate 및 water 추출물의 경우 61.4, 67.3 및 68.1 µg/mg protein의 값을 나타내었다. 여름 hexane 추출물의 경우 kojic acid의 59.89%의 활성을 나타내었다.

본 연구 결과 칠면초 hexane 추출물은 세포 내에서 tyrosinase의 활성을 저해하여 melanin 생합성을 억제하는 효과가 있는 것으로 생각되어 칠면초 추출물을 미백 효과를 나타내는 기능성 소재로서의 이용 가능성이 있다고 사료되었다. 또한, 항산화 활성이 낮은 것으로 확인된 hexane 추출물이 미백 활성은 높은 것으로 나타났는데, 이는 두 가지 경우의 활성 성분이 서로 다르기 때문으로 생각되며, 활성 성분을 밝히기 위한 더 많은 연구가 진행되어야 할 것이라고 생각된다.

이상의 연구 결과에서 칠면초 추출물은 항산화 활성 및 미백 활성을 나타내었으며, 여름 및 겨울 칠면초에서 모두 높은 기능성을 나타내었으나, 채취시기에 따른 칠면초는 추출 용매에 따라 서로 다른 활성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 이는 칠면초 내의 항산화 및 미백 활성 성분이 채취시기

에 따라 변화하기 때문이라 생각되어, 칠면초를 항산화 및 미백 기능성 소재로서 이용할 때에는 그 채취시기에 따라서 다른 추출 용매를 사용하여야 할 것이라고 사료된다.

요 약

본 연구는 칠면초를 식품 및 공중 보건 소재로 이용하기 위하여 수확계절에 따른 칠면초 추출물의 생리활성의 변화에 대해 연구하였다. 여름에 수확한 칠면초의 총 미네랄 함량은 89.8 g/kg로서 겨울철 칠면초(86.7 g/kg)보다 약간 많은 함량을 나타내었다. 칠면초의 Na 함량은 현저한 계절적 차이를 나타내지 않은 반면에, 여름철 칠면초의 K와 Ca 함량은 겨울철 칠면초에서 50%로 감소하거나 두 배로 증가하였다. 한편, 칠면초 추출물의 항산화 활성은 수확시기에 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 여름 칠면초에서는, ethyl acetate 추출물이 가장 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타내었으나, 겨울 칠면초에서는 butanol 추출물이 가장 높은 라디칼 소거능을 나타내었다. 그러나 FRAP value에서는 여름철과 겨울철 칠면초 모두에서 butanol 추출물이 가장 높은 활성을 나타내었다. 추출물의 총 페놀 함량은 항산화 활성에 비례하였다. B16BL6 세포를 이용한 tyrosinase 저해능 실험과 멜라닌 생합성 실험에서 hexane 추출물이 채취 계절에 관계없이 높은 미백 효과를 나타내었다. 본 연구 결과로부터 칠면초를 기능성 소재로서 이용하고자 할 때 추출 시기에 따라 적당한 추출 방법을 선택하여야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 해양수산부 마린바이오 21사업의 해양바이오 프로세스연구단 연구비 지원(과제관리번호 M2007-05)에 의해 수행되었습니다.

문 헌

1. Lee SH, Jeong EJ, Jung TS, Park LY. 2009. Antioxidant activities of seasoning sauces prepared with *Geranium thunbergii* sieb. et Zucc. and *Crataegi fructus* and the quality changes of seasoned pork during storage. *Korean J Food Sci Technol* 41: 57-63.
2. Larcher W. 1995. *Physiological plant ecology—Ecophysiological and stress physiology of functional groups*. 3rd ed. Springer, Berlin, Germany.
3. Jung BM, Park JA, Bae SJ. 2008. Growth inhibitory and quinone reductase induction activities of *Salicornia herbacea* L. fractions on human cancer cell lines *in vitro*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 148-153.
4. Greenway H, Munns R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annu Rev Plant Physiol* 31: 149-190.
5. Choi JI, Kim YJ, Kim JH, Song BS, Yoon YH, Byun MW, Kwon JH, Chun SS, Lee JW. 2009. Antioxidant activities of the extract fractions from *Suaeda japonica*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 131-135.

6. Song HS, Kim DP, Jung YH, Lee MK. 2007. Antioxidant activities of red hamcho (*Salicornia herbacea* L.) against lipid peroxidation and the formation of radicals. *Korean J Food Nutr* 20: 150-157.
7. Meot-Duros L, Magne C. 2009. Antioxidant activity and phenol content of *Crithmum maritimum* L. leaves. *Plant Physiol Biochem* 47: 37-41.
8. Gao X, Bjork L, Trajkovski V, Uggla M. 2000. Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test system. *J Sci Food Agric* 80: 2021-2027.
9. Blois MS. 1958. Antioxidant activity determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
10. Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem* 230: 1637-1647.
11. Ohkura T, Yamashita K, Mishima Y, Kobata A. 1984. Purification of hamster melanoma tyrosinase and structural studies of their asparagine-linked sugar chains. *Arch Biochem Biophys* 235: 63-77.
12. Park YJ, Yoon MY, Lim HW, Lee JY, Kim CJ, Sim SS. 2004. Effect of hot-water extracts from *Laminaria japonica* on melanin production in B16 melanoma cells. *Yakhak Hoeji* 48: 374-378.
13. Nie N, Bent D, Hull C. 1970. *SPSS: Statistical package for the social sciences*. McGraw-Hill, New York, USA.
14. Tannen RL. 1983. Effects of potassium on blood pressure control. *Ann Int Med* 98: 773-780.
15. Cha JY, Jeong JJ, Kim YT, Seo WS, Yang HJ, Kim JS, Lee YS. 2006. Detection of chemical characteristics in hamcho (*Salicornia herbacea* L.) according to harvest periods. *J Life Sci* 16: 683-690.
16. Park SH, Kim KS. 2004. Isolation and identification of antioxidant flavonoids from *Salicornia herbacea*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 120-123.
17. Kim YJ, Kim HJ, Choi JI, Kim JH, Chun B, Ahn DH, Kwon JH, Kim YJ, Byun MW, Lee JW. 2008. Effect of electron beam irradiation on the physiological activities of cooking drips from *Enterococcus doffeini*. *J Koeran Soc Food Sci Nutr* 37: 1190-1195.
18. Moon GS, Ryu BM, Lee MJ. 2003. Components and antioxidative activities of Buchu (*Chines chives*) harvested at different times. *Korean J Food Sci Technol* 35: 493-498.
19. Kim MS, Kim KH, Yook HS. 2009. The effects of gamma irradiation on the microbiological, physicochemical and sensory quality of peach (*Prunus persica* L. Batsch cv Dangeumdo). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 364-371.
20. Busca R, Ballotti R. 2000. Cyclic AMP a key messenger in the regulation of skin pigmentation. *Pigment Cell Res* 13: 60-69.
21. Creiner PW, Gold CJ, Keirns JJ, Brock WA, Bitensky MW. 1973. Hormonal control of melanocytes: MSH-sensitive adenylyl cyclase in the Cloudman melanoma. *Yale J Biol Med* 46: 583-591.

(2009년 9월 10일 접수; 2009년 10월 7일 채택)