

칠면초의 성분 분석 및 추출물의 항산화 효과

이경석¹ · 김애정¹ · 이기영^{2*}

¹경기대학교 대체의학대학원, ²호서대학교 식품생물공학과

Analysis of Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Suaeda japonica*

Kyung-Seok Lee¹, Ae-Jung Kim¹ and Ki-Young Lee^{2*}

¹The Graduate School of Alternative Medicine of Kyonggi University, Seoul 120-702, Korea

²Dept. of Food & Biotechnology, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

Abstract

This study was conducted in order to analyze the ingredients and antioxidant activity of *Suaeda japonica* (turkey), which is abundantly present in Korea where mud flats are well formed due to the characteristics of halophytes. In the analysis of general composition, contents of carbohydrates, proteins, ash, and moisture were 10.7%, 8.3%, 7.6%, and 72.5% respectively. Among minerals, sodium was measured as 5.4%, which means that most ash was made of sodium. Heavy metal contents of lead, cadmium, arsenic, and mercury were 0.86 ppm, 0.04 ppm, 0.39 ppm, and 0.01 ppm, meaning *Suaeda japonica* satisfied standard food values. The 70% ethanol extract from *Suaeda japonica* was evaluated for its free radical scavenging activity and compared with a commercial antioxidant, BHA (butylated hydroxyanisole). As a result, the scavenging activities of hydroxyl radical, hydrogen peroxide, and xanthine oxidase of the extracts were equivalent to 30~50% of that of BHA.

Key words : *Suaeda japonica*, chemical composition, mineral, heavy metal, antioxidant activity.

서 론

염생 식물은 토양의 염분 농도가 높아 일반 육상 식물이 생육할 수 없는 지역에 생육하며, 바닷가와 내륙에서는 염분이 있는 호숫가와 압염이 있는 지대에서 자라는 생물을 말한다. 생육하고 있는 지대의 수분 정도에 따라 건염생 식물과 습염생 식물로 구분하지만, 모두 세포 안에 많은 소금기가 들어 있어 삼투압이 높기 때문에 토양 용액의 침투가 높을 때도 물을 빨아들일 수 있는 특색이 있다(Min BM 1998). 염생 습지는 해수와 담수가 끊임없이 교차하여 염분의 농도가 계속해서 변한다는 의미에서 극한 환경이라고 할 수 있다. 따라서 이런 극한 환경에 서식하는 염생 식물은 다른 생물들과 다른 생물학적 이용 가능성이 높은 2차 대사산물이 풍부할 것으로 기대된다.

칠면초(*Suaeda japonica*)는 명아주과에 속하는 염생 식물로 어릴 때 채취하여 나물로 사용하였다. 만조 때에 침수되는 낮은 지대부터 건조한 지역까지 그 생육지의 범위가 넓을 뿐만 아니라 내염성이 강하며 장기간의 침수 상태에서 생육할 수 있는 대표적인 호염성 식물이다. 현재 호염성 식물로 널리

알려진 것이 함초로, 이에 관한 연구는 다양하게 진행되어져 있다. 하지만 함초에 비해 자생력이 더 강하고, 단위 면적당 생산성이 더 높고, 더 넓은 지역에 분포하고 있는 칠면초에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 현재 칠면초에 관한 연구로는 생리적인 특성(Ihm *et al* 1985, Ihm *et al* 1986, Ihm *et al* 1995), 분포 특성(Kim *et al* 1975), 생육에 미치는 환경 요인이나 지역에 따른 형태적 차이(Lee *et al* 1989) 등을 연구한 결과가 있다. 하지만 아직 연구 내용이 미미하고, 그나마 대부분 생육에 관한 내용이다. 칠면초의 생리활성에 대해 Lee *et al*(2011)이 알아본 결과가 있으나, 해당 연구는 칠면초 추출물을 분리, 정제하여 활성을 알아본 것이다. 하지만 실제 가공 제품 제조 시에는 분리, 정제물이 아닌 추출물이 주로 사용이 된다. 본 연구에서는 분리, 정제 과정 없는 칠면초 추출물만의 항산화 활성과 중금속을 비롯한 각종 무기질의 함량 등을 측정하여 칠면초의 응용 가능성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

칠면초는 (주) 한누리에서 재배한 것을 공급받아 사용하였다. 일반 분석에 사용한 ethyl ether 등의 용매들과 추출 용매

* Corresponding author : Ki-Young Lee, Tel : +82-41-540-5641, Fax : +82-41-532-5640, E-mail : kylee@hoseo.edu

로 사용한 ethanol 등은 1급으로 Duksan Pure Chemical Co. (Korea)에서 구입, 사용하였고, 그 밖에 시약은 Sigma Chemical Co.(USA), Shinyo Pure Chemicals Co.(Japan) 등의 것을 구입, 사용하였다.

2. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC법에 준하여 행하였다. 즉, 수분은 상압 가열건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 법, 회분은 회화법, 총탄수화물은 차감법(glucide by difference)에 준하였다. 열량은 조단백질, 조지방 및 총탄수화물에 At-water 에너지 환산계수로 계산하였다(AOAC 1995a).

3. 무기질 분석

무기질의 분석은 AOAC 법을 참고로 하여 행하였다(1995b). 즉, 시료 5 g을 취하여 500℃ 회화로에서 2시간 회화시켜 냉각한 후 HPLC용 증류수 0.5 mL와 질산 용액(HNO₃:H₂O=1:1) 3 mL를 가하고, 100℃의 열판에서 과량의 질산을 제거한 후, 이를 다시 500℃ 회화로에서 1시간 동안 회화시킨 다음 염산 용액(HCl:H₂O=1:1)으로 50 mL가 되게 정용하여 무기질 분석 시료로 사용하였다. 시료의 무기질 분석은 발광 플라즈마 분석기(ICP-AES, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer, JY38 Plus, Jobin Yvon, France)를 이용하였으며, 분석 조건은 Table 1과 같다. 이 때 측정된 무기질의 파장은 칼슘 393.366 nm, 칼륨 766.490 nm, 나트륨 588.995 nm, 인 213.618 nm, 철 238.204 nm, 마그네슘 279.5nm 이었다.

4. 중금속 분석

납, 카드뮴, 비소, 수은의 함량을 측정하였으며, 수은을 제외한 중금속의 측정 방법은 상기 무기질 분석 방법과 동일하게 측정하였다. 발광 플라즈마 분석기로 측정 시 파장은 납 220.353 nm, 카드뮴 214.438 nm, 비소 193.759 nm에서 측정하였다. 수은은 AOAC 방법(1995b)을 참고하여 따라 수은 분석기(SP-3A, NIC, Japan)를 사용하여 측정하였다.

Table 1. Operating conditions of ICP-AES for mineral analysis

Instrument	Jobin Yvon JY38 Plus
Power	1,300 watts for aqueous
Pump flow rate	1.5 mL/min
Gas flow-Nebulizer	0.8 L/min
Plasma	15 L/min
Auxiliary	0.2 L/min

5. 추출물의 제조 및 고형물 함량 측정

항산화 실험을 위한 추출은 건조 시료 100 g당 10배의 70% 에탄올을 첨가하여 환류 냉각관을 부착한 80℃의 heating mantle(WHMI2016, Daihan-Scientific, Korea)에서 3시간 추출한 후 여과(Whatman No.2, England)하여 얻은 액을 1차 추출액으로 하고, 상기 방법에 따라 2, 3차 추출액을 얻어 모두 혼합한 후 rotatory vacuum evaporator(HS-2005S-N, Hahn Shin Scientific, Korea)로 용매를 증발시킨 용액을 상압 가열 건조시켜 고형물 함량을 산출하였다(Jung *et al* 2000).

6. 총 페놀, 총 플라보노이드 함량

총 페놀 및 총 플라보노이드 함량은 AOAC법(1990)에 의하여 측정하였다. 즉, 질면초 추출물 1 mL를 취하여 2%(w/v) Na₂CO₃ 용액 1 mL를 가하여 3분간 방치한 후, 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.2 mL를 가하여 반응시켜 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀함량은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준 곡선을 통해 계산하였다. 총 플라보노이드는 추출물 0.5 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 에탄올 4.3 mL를 가하여 혼합하고, 실온에서 40분간 정지한 다음 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 quercetin을 표준 물질로 하여 작성한 표준 곡선을 통해 계산하였다.

7. Hydroxyl radical 소거능 측정

Gutteridge(1984)의 방법에 따라 시험관에 1 mM FeSO₄/EDTA 용액 0.2 mL, 10 mM 2-deoxyribose 0.2 mL, 시료 0.2 mL, 0.1 M phosphate buffer(pH 7.4) 1.2 mL, 10 mM 및 H₂O₂ 0.2 mL를 차례로 가한 다음 37℃에서 1시간 반응시킨 후 2.8% TCA용액 1 mL를 가하고, 95℃ 수욕상에서 10분간 가열한 다음 급냉시킨 후 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

8. Hydrogen peroxide 소거 활성

Park *et al*(2000)의 방법에 따라 96 well micro plate에 PBS 100 μL, 시료 20 μL를 넣고 1 mM H₂O₂를 가하여 5분 방치한 다음, 1.25 mM ABTS 30 μL와 PBS에 녹인 1 Unit/mL peroxidase 30 uL를 첨가하여 37℃에서 10분간 반응시킨 후 405 nm에서 흡광도를 측정하였다.

9. Xanthin oxidase 저해 활성

Stirpe & Corte(1969)의 방법에 준하여 측정하였다. 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5)에 xanthin 2 mM을 녹인 기질액 3 mL에 효소액 0.1 mL와 추출 용액 0.3 mL를 넣어 37℃에서 30분간 반응시키고, 20% trichloroacetic acid 1 mL를 가하여 반응을 종료시킨 다음 3,500 rpm에서 15분간 원심분리

하여 단백질을 제거한 후 반응액 중에 생성된 uric acid를 292 nm에서 흡광도를 측정하였다.

10. 통계처리

본 연구의 결과는 평균으로 나타내었고, 각 실험군 간의 비교분석은 SAS 9.2 system을 이용하여 ANOVA 분석 후 $\alpha=0.05$ 에서 Duncan's multiple range test를 사용하여 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

칠면초의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 70% 가량의 수분을 제외하고 탄수화물, 단백질 함량과 회분 함량이 100 g당 10.75 g, 8.3 g, 7.6 g으로 높았으며, 지질은 0.85 g으로 낮은 함량을 보여주었다. 회분의 함량이 상당히 높게 측정되었는데, 이는 염생 식물 특성상 대부분 나트륨염을 알 수 있었다. 칠면초의 무기질의 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 건조 시료 100 g당 무기질의 함량을 비교한 결과, 염생 식물 이어서 나트륨 함량이 5,455 mg으로 가장 많았다. Kim *et al* (2010)의 결과에서 칠면초는 성장기에 따라 6,700~10,100 mg의 나트륨 함량을 보여준 것과 비교해서는 다소 낮은 결과를 도출하였다. 하지만 고품분 기준 30% 이상의 높은 나트륨 함량은 일반 소금을 대체하여 기능성 소금으로 제조 가능성을 보여주었다. 칼륨의 경우 51~98 mg의 범위의 값을 보여준 Kim *et al*(2010)의 결과보다 높은 값을 보여주었고 칼슘, 철, 마그네슘 등은 Kim *et al*(2010)의 측정 범위와 일치하는 값을 보여주었다. 이들 성분의 함량 변화는 재배 조건에 따라 차이가 나는 것으로 판단되어진다. 유사한 염생 식물인 함초의 경우(Kim *et al* 2010) 100 g당 나트륨 함량이 768~1,281 mg으로 칠면초가 함초보다 낮았으나, 나머지 무기질 들은 모두 함초보다 높은 함량을 나타냈다.

함초와 같은 염생 식물은 바닷물 속에 포함되어 있는 각종 무기질 성분이 다량 함유되어 있다고 알려져 있다(Cha *et*

Table 2. The proximate composition of *Suaeda japonica*

Component	Yield (/100 g)
Moisture	72.50 g
Carbohydrate	10.75 g
Protein	8.30 g
Lipid	0.85 g
Ash	7.60 g

Table 3. Mineral contents of *Suaeda japonica*

Component	Yield (/100 g)
Na	5,455.66 mg
K	457.45 mg
Ca	343.76 mg
Fe	249.55 mg
Mg	436.93 mg
P	98.14 mg

al 2006). 염생 식물의 무기질 함량을 보면 나트륨이 가장 많은 것은 공통되나, 그 외의 무기질 함량의 순위는 각각 다르게 측정되어있다(Kim *et al* 2010, Min *et al* 2002). 이는 채취 시기, 장소 등에 의한 차이로 보여진다.

2. 중금속 함량 분석

환경 문제로 인해 연근해 해산물의 중금속 오염문제가 간혹 문제가 제기되곤 한다. 칠면초 또한 바닷가에서 재배되는 식물로 중금속 함량을 측정해보아 안전성을 판단하는 것이 중요하다. 칠면초의 납, 카드뮴, 수은의 함량을 알아보기 위해 고품분 함량을 기준으로 농도를 측정한 결과는 Table 4와 같다. 칠면초의 재배지는 천일염의 생산지와 동일하기에 Park *et al*(2000)의 천일염의 중금속 함량 측정 결과와 비교하였다. Park *et al*(2000)은 생산지별로 납 함량 0.39~1.30 ppm, 카드뮴 함량 0.05~0.31 ppm, 비소 함량 0.01~0.12 ppm, 수은함량 0~0.02 ppm이 측정되었다고 발표하여 본 실험 결과 값을 범위 내에 포함하고 있는 유사한 값을 보여주었다. 식품공전상 기준이 납 2.0 ppm 이하, 카드뮴 0.5 ppm 이하, 비소 0.5 ppm 이하, 수은 0.1 ppm 이하임과 비교할 때 기준치에 적합한 함량을 보여주었다.

3. 총 페놀, 총 플라보노이드 함량

홍경천(Shin *et al* 2004), 꾸지뽕나무(Lee *et al* 2004), 감초(Ahn *et al* 1998) 등의 식물에서 생리활성 물질을 분리, 동정

Table 4. The heavy metal contents in *Suaeda japonica*, of which the moisture removed

Component	ppm
Pb	0.86
Cd	0.04
As	0.39
Hg	0.01

한 결과는 대부분 페놀계 물질, 플라보노이드 물질들로 나타나, 칠면초 추출물의 페놀 성분, 플라보노이드 성분과 기능성과의 관계를 확인하기 위해 총 페놀함량과 총 플라보노이드 함량을 측정하였다. 실험을 위해 칠면초의 추출은 70% 에탄올을 사용하여 추출하였으며, 추출물의 고형분 함량을 건물 기준으로 계산한 결과와 추출물의 총 페놀함량과 총 플라보노이드 함량을 건물 기준으로 측정한 결과는 Table 5와 같다. 건조물 기준으로 g당 총 페놀 함량은 18.77 mg으로 Kim *et al* (2010) 등이 시기별로 측정한 결과인 14~17 mg과 비슷한 값을 보여주었다. 총 플라보노이드는 2.69 mg으로 측정되었는데, 영정귀 2.58 mg(Chung *et al* 2007), 둥글레 0.51 mg(Kim *et al* 2004) 등 여타 식물들과 비슷하거나 높은 함량을 보여주었다.

4. 칠면초 추출물의 항산화 효과

Hydroxyl radical은 DNA의 핵산과 결합함으로써 손상을 일으켜 발암성, 돌연변이 및 세포독성을 유발하게 되며, 지질과산화 과정에서 빠른 개시제로서 작용하게 되는데, hydroxyl radical 소거 활성은 지질과산화 과정의 진행을 직접적으로 방해하거나, 활성화된 산소종을 소거함으로써 연쇄 반응을 저해하기 때문이라고 보고되어 있다(Manian *et al* 2008). Hydrogen peroxide는 과산화 지질의 생성을 촉진하는 것으로 알려져 있으며, 과산화 지질은 동맥경화, 뇌졸중 등과 같은 성인병의 원인이 되고, 간장의 세포막에 과산화 지질을 증가시켜 세포의 기능이 저하되어 염증이 유발되며, 그 결과, 간경화, 간염 등을 초래한다고 보고되고 있다(Muscari *et al* 1990). Xanthine oxidase는 퓨린 대사에 관여하여 xanthine 또는 hypoxanthine을 산화하여 요산을 생성하게 하는 효소이다. 이들 xanthine oxidase와 xanthine과 같은 기질과의 반응은 일반적인 라디칼형성 반응으로 알려져 있다(Hong *et al* 2004). Hydroxyl radical 소거능을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 칠면초 추출물은 25.8%로 대조군으로 설정한 BHA 73.5%의 활성에 비해 30% 가량의 활성을 나타내었다. Hydrogen peroxide 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 칠면초 추출물은 47.9%로 88.3%의 BHA에 비해 50% 가량의 활성을 나타내었다. Xanthine oxidase 소거능을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 칠면초 추출물

Table 5. Extraction yields, total phenol and total flavonoid contents of *Suaeda japonica* (mg/g)

Extraction yields	97.41±2.38 ¹⁾
Total phenol	18.77±1.49
Total flavonoid	2.69±0.03

¹⁾ Mean±S.D., n=12.

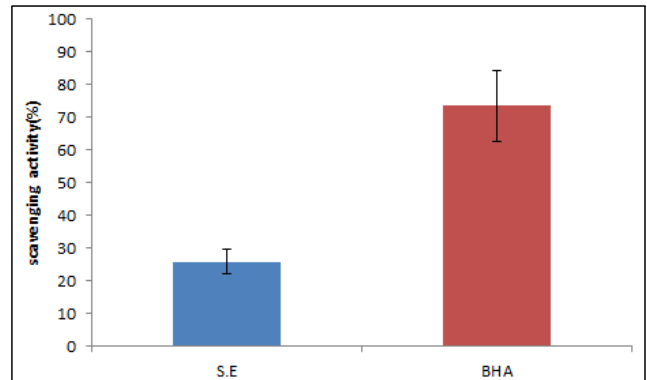


Fig. 1. Hydroxyl radical scavenging activity of *Suaeda japonica* 70% ethanol extract. S.E, *Suaeda japonica* extract.

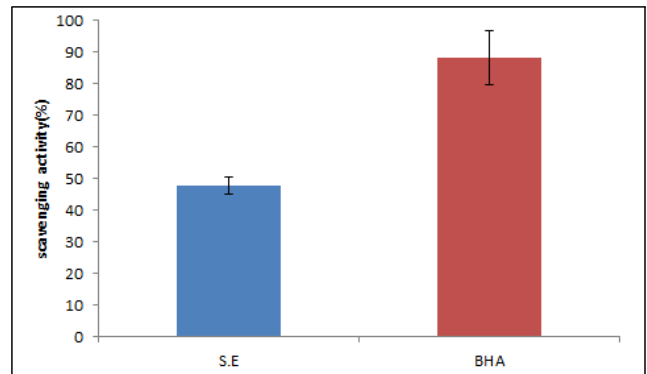


Fig. 2. Hydrogen peroxide scavenging activity of *Suaeda japonica* 70% ethanol extract. S.E, *Suaeda japonica* extract.

은 33.9%로 76.1%의 BHA에 비해 40% 가량의 활성을 나타내었다. 칠면초 추출물을 사용하여 서로 다른 방법으로 항산화 활성을 측정한 결과, BHA 대비 30~50%의 활성을 보여주었다. BHA는 순수 화합물인데 반해, 칠면초 추출물은 분리 정제과정을 거치지 않은 조추출물로 직접적인 활성 비교에는 무리가 있다. Lee *et al*(2011)은 칠면초 추출물을 용매별로 분획하여 동일한 실험을 행한 결과, hydroxyl radical 소거능의 경우 용매 분획에 따라 BHA 대비 최대 81%의 활성을 보여주었고, hydrogen peroxide 소거능은 최대 86%, xanthine oxidase 소거능은 최대 92%를 보여주었음을 볼 때 칠면초에서 순수한 생리활성 물질을 분리, 정제할 경우 BHA와 견줄 수 있는 활성 물질을 획득할 수 있을 것으로 기대하고, 이에 대한 연구가 더욱 진행될 필요가 있다고 보여진다.

요 약

본 연구는 염생 식물이라는 특성으로 인해 갯벌이 발달한 우리나라에서 쉽게 접할 수 있는 칠면초에 대한 분석과 항산화 활성을 검토하고자 이루어졌다. 일반성분 분석 결과, 수분

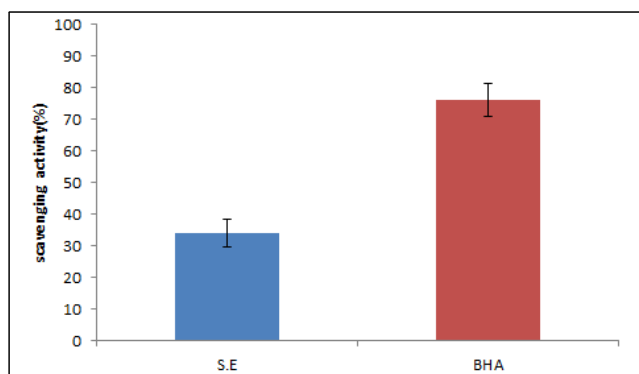


Fig. 3. Xanthine oxidase scavenging activity of *Suaeda japonica* 70% ethanol extract. S.E., *Suaeda japonica* extract.

을 제외하고 탄수화물, 단백질, 회분의 함량이 10.75%, 8.3%, 7.6%로 많이 측정되었다. 무기질 중에서는 나트륨이 5.4%로 측정되어 회분의 대부분이 나트륨임을 알 수 있었다. 중금속 함량 측정 결과, 납, 카드뮴, 비소, 수은은 각각 건물 기준 0.86 ppm, 0.04 ppm, 0.39 ppm, 0.01 ppm을 나타내어 식품으로서 기준치에 적합하였다. 70% 에탄올로 칠면초를 추출하여 항산화력을 알아본 결과, 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 18.77 mg/g, 2.69 mg/g을 보여주었다. Hydroxyl radical 소거능, hydrogen peroxide 소거능, xanthine oxidase 소거능 등을 측정하여 합성항산화제인 BHA와 비교한 결과, BHA의 30~50% 가량의 활성을 보여주었다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 호서대학교의 재원으로 학술연구비 (2011-0285) 지원을 받아 수행된 연구입니다.

문헌

Ahn EY, Shin DW, Baek NI, Oh JA (1998) Isolation and identification of antimicrobial active substance from *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. *Korean J Food Sci Technol* 30: 680-687.

AOAC (1990) *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA. pp 8-35.

AOAC (1995a) *Official methods analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA. p 1110.

AOAC (1995b) *Official methods analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA. pp 69-90.

Cha JY, Jung 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. *Journal of Life Science* 16: 683-690.

Chung MS, Um HJ, Kim CK, Kim GH (2007) Development of functional tea product using *Cirsium japonicum*. *Korean J Food Culture* 22: 261-265.

Gutteridge JM (1984) Reactivity of hydroxyl and hydroxyl like radicals discriminated by release of thiobarbituric acid reactive material from deoxy sugars, nucleosides and benzoate. *Biochem J* 224: 761-767.

Hong TG, Lee YR, Yim MH, Choung NH (2004) Physiological functionality and nitrite scavenging ability of fermentation extracts from pine needles. *Korean J Food Preserv* 11: 94-99.

Ihm BS, Lee JS (1985) The effect of salt on plant growth. *Bull Inst Litt Biota* 2: 33-40.

Ihm BS, Lee JS (1986) Adjustment of *Salicornia herbacea* and *Suaeda japonica* for environment change in the salt marsh. *Bull Inst Litt Biota* 4: 15-25.

Ihm BS, Lee JS, Kim HS, Kwak AK, Ihm HB (1995) Adjustment of three halophytes to changes of NaCl concentration. *Bull Inst Litt Biota* 12: 1-10.

Ihm BS, Lee JS, Kim HS, Kwak AK, Ihm HB (1995) Distribution of coastal plant communities at the salt marshes of Mankyung and Dongjin River estuary. *Bull Inst Litt Biota* 12: 11-28.

Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS (2000) The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* Ruprecht (Omija) seed. *Korean J Food Sci Technol* 32: 928-935.

Kim CM, Chang NK, Lee SK, Woo TK (1975) Acontinuum of plant communities on the gradient of the tidal land in Namdong. Commemoration papers celebrating sixtieth birthday of Professor Choon Min Kim. 150-157.

Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhuy MR (2004) Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Food Sci Technol* 36: 333-338.

Kim JH, Song JY, Lee JM, Oh SH, Lee HJ, Choi HJ, Go JM, Kim YH (2010) A study on physiochemical property of *Salicornia herbacea* & *Suaeda japonica*. *J Fd Hyg Safety* 25: 170-179.

Lee BW, Kang NS, Park KH (2004) Isolation of antibacterial prenylated flavonoids from *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 270-273.

- Lee KS, Kim JC, Son SM, Lee KY (2011) Antioxidative effect of *Suaeda japonica* ethanol extract and solvent partitioned fractions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 804-808.
- Lee KS, Oh KC (1989) Differences of *Suaeda japonica* population from two different habitats in Sorae, Korea. *Korean J Ecol* 12: 133-144.
- Manian R, Anusuya N, Siddhyraju P, Manian S (2008) The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chem* 107: 1000-1007.
- Min BM (1998) Vegetation on the west coast of Korea. *Ocean Research Special* 20: 167-178.
- Min JG, Lee DS, Kim JJ, Park JH (2002) Chemical composition of *Salicornia herbacea*. *J Food Sci Nutr* 7: 105-107.
- Muscari C, Caldarere CM, Guarnieri C (1990) Age dependent production of mitochondrial hydrogen peroxide, lipid peroxides and fluorescent pigments in the rat heart. *Basic Reserch in Cardiology* 85: 172-178.
- Park JW, Kim SJ, Kim SH, Kim BH, Kang SG, Nam SH, Jung ST (2000) Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1442-1445.
- Park SW, Chung SK, Park JC (2000) Active oxygen scavenging activity of luteolin-7-O- β -D-glucoside isolated from *Humulus japonicus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 1127-1132.
- Shim CJ, Lee GH, Yi SD, Kim YH, Oh MJ (2004) Isolation and identification of antimicrobial active substances from *Rhodiola sachlinensis*. *Korean J Food Preserv* 11: 63-70.
- Stripe F, Della Corte E (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J Biol Chem* 244: 3855-3863.

접 수: 2012년 6월 1일
최종수정: 2012년 7월 18일
채 택: 2012년 7월 26일