

Mineral Content and Antioxidants Activity of *Portulaca oleracea*Mi Joo Kim¹, Soo Jung Lee¹, Ra Jeong Kim², Bo Young Jeong³ and Nak-Ju Sung*¹Department of Food Science and Nutrition, Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea²Musculoskeletal Research Center, Gyeongsang National University Hospital, Jinju 660-702, Korea³Department of Food Science and Nutrition, Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Received June 14, 2011 / Revised October 22, 2011 / Accepted October 24, 2011

We investigated the mineral content and antioxidant activity of *Portulaca oleracea* for biological properties. Total mineral content was 6025.80 mg/100 g, and potassium was the highest at 3846.99 mg/100 g. Water and 80% ethanol extract yields were 14.84% and 24.93%, respectively. The contents of phenolic compounds and flavonoids of ethanol extract were 58.16 mg/g and 20.08 mg/g, and were significantly higher than that of its water extract (49.09 mg/g and 14.98 mg/g, respectively). Antioxidant activities and nitrite scavenging activity was significantly elevated in a dose-dependent manner, and that of ethanol extract was higher than that of the water extract. α -Glucosidase inhibition activity of ethanol extract was significantly higher than the water extract as well. We suggest that the biological properties of *Portulaca oleracea* are due to its mineral and phenolic contents.

Key words : *Portulaca oleracea*, mineral, antioxidant

서 론

현대인들의 생활수준과 식생활 패턴은 경제적 안정과 수명의 연장으로 다양화되어졌으며, 이와 함께 건강에 대한 관심이 고조되어 가고 있다. 특히 건강 장수에 대한 관심은 노화억제와 각종 성인병 발생의 원인 물질로 작용하는 활성산소의 제거에 집중되고 있는데, 생체내 노화의 주요 요인으로 인지되고 있는 활성산소가 체내에 유입된 산소로부터 생성되며, 미토콘드리아 산소 대사의 약 2% 정도가 유리 라디칼을 형성하기 때문이다[20]. 생체는 자연발생적인 유리 라디칼을 제거할 수 있는 방어 시스템을 갖추고 있으나, 질병이나 환경의 변화에 따라 이러한 항산화 기능의 균형이 상실될 경우 산화적 스트레스가 급격히 발생되며, 이때 체내 방어 시스템인 superoxide dismutase (SOD), catalase, glutathione reductase 등의 항산화 효소 활성에 의한 정상적인 기능의 회복은 불가능할 수도 있다[18]. 그러므로 식이성 항산화 활성 물질의 보충이 필요하며, 안전성을 고려해 볼 때 합성 의약품보다는 천연 식물 유래의 안전하고 항산화 활성이 우수한 소재의 확보가 요구되고 있다[20].

쇠비름(*Portulaca oleracea* L.)은 쇠비름과(*Portulaca*)의 한해살이 식물로 돼지풀, 도둑풀, 말비름이라고 하며 생약명으로는 마치현(馬齒莧), 오행초(五行草)라고 불린다[4]. 우리나라 각지의 길가, 채소밭, 빈터 등지에서 흔히 볼 수 있으며, 15~30 cm 높이로 지면을 따라 비스듬히 퍼지면서 자라고 5~9

월경에 황색의 꽃이 피며, 식용으로는 봄에서 여름까지의 어린순을 데쳐 나물로 먹기도 한다[4]. 유효성분으로는 noreadrenalin, flavonoids, coumarin, succinic acid, glutamic acid 등이 확인된 바 있으며[38], 비타민 B₁, B₂ 및 malic acid [42], γ -linolenic acid와 같은 ω -3계 지방산이 쇠비름의 전초에 풍부한 것으로 보고된 바 있다[29,35]. 이와 같이 쇠비름의 영양성분에 기인된 생리활성은 항균 작용[26], 항암 효과[22]에 대한 보고가 있으며, 그 외 항괴혈병제, 진경제, 이뇨제, 구충제 및 피부진정제로도 이용되는 것으로 알려지고 있다[11].

쇠비름은 오래전부터 약재 또는 식품 소재로 다양하게 이용되어 왔으며, 특히 폴리페놀 화합물의 함량에 기인하여 항산화 활성이 높으며, 재배조건에 따라 생리활성에도 차이가 큰 것으로 보고되어 있다[2,28]. 따라서 본 연구는 자연산 쇠비름 중의 무기물 함량을 분석하고, 쇠비름 추출물을 이용하여 생리활성을 분석함으로써 기능적 측면에서 천연 항산화제 및 식품소재로서의 활용도를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료 및 추출

쇠비름(*Portulaca oleracea* L. Portulacaceae)은 경북 영덕군에서 자생된 어린순을 채취하여 동결 건조시킨 분말(80~100 mesh)을 한빛농장(Yeongdeok-gun, Korea)으로부터 구입하여 실험에 사용하였다.

동결건조된 쇠비름 분말 30 g에 물 및 80% 에탄올을 각각 1 l씩 가하고, 70°C의 수욕조상에서 환류냉각장치에 의해 24시간씩 2회 반복 추출하였다. 각 추출물을 여과한 후, 여액을

*Corresponding author

Tel : +82-55-772-1431, Fax : +82-55-772-1439

E-mail : snakju@gnu.ac.kr

회전식 진공증발 농축기로 농축하여 추출 건조물을 얻은 다음, 증류수로 농도를 조정하여 항산화 활성 측정에 사용하였다. 추출수율은 쇠비름 건조 분말에 대해 추출 후 건조물의 중량 백분비(%)로 계산하였다.

무기물 정량

무기물의 정량은 Chung 등[6]의 방법을 개량하여 분해용 플라스크에 시료 1 g에 진한 황산과 질산을 차례로 10 ml씩 가한 다음 hot plate 상에서 무색으로 변할 때까지 분해하여 100 ml로 정용한 후, Inductively Coupled Plasma (ICP, Optima 3300DV, Perkin-Elmer Co., USA)로 분석하였다. 이때, RF generator는 27.12 MHz, RF power는 1300 W, Plasma argon 15 l/min, auxiliary argon flow rate 0.5 l/min, nebulizer argon flow rate 0.8 l/min, sample up take는 1.5 ml/min으로 하였다.

pH 및 갈색도 측정

쇠비름의 물 및 80% 에탄올 추출물을 2,000 µg/ml의 농도로 조정된 후 pH meter (410, Thermo Orion, Beverly, USA)로 쇠비름 추출물의 pH를 측정하였다. 갈색도는 상기의 시료에 대해 증류수를 대조로 하여 UV spectrophotometer (Optizen 2120UV, Mecasys Co., Ltd., Daejeon, Korea)로 420 nm에서 측정된 흡광도 값으로 나타내었다[14].

총 페놀화합물 및 플라보노이드 정량

총 페놀화합물의 함량은 Folin-Denis법[10]에 따라 각 추출물 1 ml에 Foline-Ciocalteu 시약과 10% Na₂CO₃용액을 각 1 ml씩 차례로 가하여 충분히 혼합한 다음 실온에서 1시간 정치한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. Caffeic acid (Sigma Co., St. Louis, USA)를 표준물질로 사용하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀화합물의 함량을 산출하였다. 플라보노이드 함량은 Moreno 등[33]의 방법에 따라 추출물 1 ml에 10% aluminum nitrate 및 1 M potassium acetate 각 0.1 ml, ethanol 4.3 ml를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin (Sigma Co., St. Louis, USA)을 표준물질로 하여 얻은 검량선으로부터 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

환원력 측정

Oyaizu [36]의 방법에 따라 시료액 1 ml에 인산 완충액(200 mM, pH 6.6) 및 1%의 potassium ferricyanide용액 각 1 ml를 차례로 가한 다음 50°C의 수욕상에서 20분간 반응시켰다. 여기에 10% TCA용액 1 ml를 가하여 5,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 상층액을 얻었으며, 여기에 동량의 증류수 및 ferric chloride 용액을 차례로 가하여 혼합한 후 700 nm에서 흡광도

를 측정하였다. 시료의 환원력은 700 nm에서 흡광도 값으로 나타내었다.

라디칼 소거활성 측정

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼 소거활성 측정은 Blois [1]의 방법에 따라 시료의 전자공여 활성으로 측정하였다. 즉, 일정농도의 시료 추출물 2 ml에 10 mg/100 ml의 DPPH 용액 2 ml를 가하여 상온에서 10초간 진탕 교반한 후 20분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS[2,2-azino-bis-(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulphonate)] 라디칼 소거활성은 Re 등[37]의 방법에 따라 7 mM ABTS 용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시킨 다음 암실에서 12~16시간 동안 반응시켰다. 이를 415 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 증류수로 희석시킨 후 3 ml를 취하고, 시료액 1 ml를 혼합한 후 실온에서 10분간 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Nitric oxide 소거활성은 Song과 Moon [39]의 방법에 따라 시료액 0.5 ml에 10 mM sodium nitroprusside 용액 0.5 ml를 가하여 25°C의 수욕조상에서 150분간 반응시켰다. 여기에 0.3 ml의 Griess reagent를 가한 후 542 nm에서 흡광도를 측정하였다. Griess reagent는 2% sulfanilamide를 함유하는 4% 인산용액과 0.2% naphthylethylenediamide 용액을 사용직전에 1:1(v/v)로 혼합하여 사용하였다. 라디칼 소거활성(%)은 $[1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{대조구의 흡광도})] \times 100$ 으로 나타내었다.

아질산염 소거활성 측정

아질산염 소거활성은 Kim 등[16]의 방법에 따라 1 mM NaNO₂ 용액 1 ml에 시료액 1 ml를 가하고 0.1 N HCl과 0.2 M 구연산 완충액(pH 2.5)를 가하여 총 부피를 10 ml로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 반응액 1 ml를 취하여 2% 초산용액 3 ml와 Griess reagent (1% sulfanilic acid 1% naphthylamine=1:1, v/v) 0.4 ml를 차례로 가한 후 진탕 혼합하여 실온에서 15분간 정치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 아질산염 소거활성은 시료 무첨가구에 대한 시료첨가구의 흡광도 비(%)로 나타내었다.

α-Glucosidase 저해활성 측정

α-Glucosidase 저해활성은 0.1 M phosphate 완충용액(pH 6.8)에 용해한 2.5 mM의 p-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside 100 µl, 0.2 unit/ml의 α-glucosidase 50 µl 및 추출물 50 µl를 혼합하여 37°C에서 20분간 반응시킨 다음 0.1 M NaOH 100 µl로 반응을 정지시킨 후 405 nm에서 흡광도(S_{0b})를 측정하였다[3]. 각 효소 저해활성은 효소액을 첨가하지 않은 실험구의 흡광도(B_{0b}) 및 시료 무첨가구의 흡광도(C_{0b})를 각각 측정하여 다음의 식에 따라 저해활성을 계산하였다.

$$\text{Inhibition activity}(\%) = \left(1 - \frac{\text{SOD} - \text{BOD}}{\text{COD}}\right) \times 100$$

통계처리

각 실험은 5회 이상 반복실험을 통하여 결과를 얻었고 SPSS 12.0을 사용하여 통계처리 하였으며, 각각의 시료에 대해 평균 \pm 표준편차로 나타내었다. 각 시료군에 대한 유의차 검정은 분산분석을 한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test 및 Student t-test를 실시하였다.

결과 및 고찰

무기물 함량

쇠비름 분말의 무기물 함량은 Table 1과 같다. 총 9종의 무기물을 확인하였으며, 총 무기물의 함량은 6025.80 mg/100 g이었다. 특히, 칼륨이 3846.99 mg/100 g으로 월등히 높았으며, 총 무기물 함량의 약 63.8%를 차지하였다. 다음으로 마그네슘과 칼슘은 각각 872.79 mg/100 g 및 844.07 mg/100 g으로 총 무기물 함량에 대해 14.5% 및 14.0%에 해당되었다. 인의 함량은 354.77 mg/100 g이었으며 그 외 무기물은 100 mg/100 g 미만이었다.

Hwang 등[13]은 국내에서 생산, 유통되는 약초 식물 중 쇠비름의 무기물 함량을 분석한 결과에서 마그네슘과 칼슘이 각각 880.1 mg/100 g, 820.3 mg/100 g으로 보고하여 본 연구와 유사한 함량이었으나, 인의 함량은 477.0 mg/100 g으로 본 실험결과보다는 다소 높은 함량이었다. 반면에 쇠비름의 전초 및 잎, 줄기, 뿌리의 무기물 함량은 잎 부위의 함량이 가장 높았으며, 무기물 조성은 인>칼슘>칼륨>철>마그네슘 함

Table 1. Minerals contents of *Portulaca oleracea* (mg/100 g)

	<i>Portulaca oleracea</i>
Na	73.31 \pm 1.08
Mg	872.79 \pm 13.45
K	3846.99 \pm 72.11
Ca	844.07 \pm 20.42
Mn	0.53 \pm 0.08
Zn	0.23 \pm 0.02
Fe	16.25 \pm 0.29
Al	16.85 \pm 0.89
P	354.77 \pm 2.87
Total	6025.80 \pm 60.99

Table 2. Yield, pH and browning intensity of water and ethanol extracts from *Portulaca oleracea*

	Yield (%)	pH	Browning intensity in 420 nm
Water extract	14.84	5.16	0.26 \pm 0
Ethanol extract	24.93	4.66	1.23 \pm 0

량의 순이었는데, 쇠비름은 성숙됨에 따라 칼슘 및 철분의 함량은 증가되며, 칼륨은 오히려 감소되는 경향이었다고 한 보고도 있다[31]. 또한 쇠비름을 뒤어서 제조한 쇠비름차의 무기물 함량은 칼슘이 1,409 mg/100 g으로 녹차, 연잎차 및 보리잎차에 비해 칼슘의 함량이 월등히 높아 우수한 칼슘 공급원으로 이용될 수 있다고 보고된 바 있다[15].

이와 같이 쇠비름 중의 무기물의 함량이 연구자간에 다소간의 상이함을 보이는데, 이러한 현상은 식물류의 경우 자생지역, 기후, 토양 등의 자연 조건과 시료 전처리, 분석방법 및 기기조건 등에 따라 차이를 보일 수 있으나, 본 연구결과와 마찬가지로 칼륨, 마그네슘 및 칼슘이 쇠비름의 주된 무기물 임은 확인할 수 있었다.

추출 수율, pH 및 갈색도

쇠비름 분말을 물과 80% 에탄올로 각각 추출하여 얻은 추출물의 수율, pH 및 갈색도를 측정할 결과는 Table 2와 같다. 쇠비름을 물 및 에탄올로 추출하였을 때, 추출 수율은 각각 14.84%와 24.93%로 에탄올 추출물의 수율이 물 추출물보다 약 1.7배 정도 높았다. 쇠비름 물 및 에탄올 추출물의 pH는 각각 5.16 및 4.66이었으며, 갈색도는 쇠비름의 에탄올 추출물이 1.23으로 물 추출물(0.26)보다 훨씬 높았다.

쇠비름은 organic acid, glutamic acid, aspartic acid 및 alanine 등의 여러 영양성분이 존재하며[8,15], 특히 잎, 줄기 등의 전초에는 어유에 풍부한 γ -linolenic acid와 같은 ω -3계 지방산의 함량이 높는데[29,35]. 이들 물질은 물보다 에탄올에서 용출이 용이하므로, 본 연구결과에서 쇠비름 에탄올 추출물의 수율이 높은 것이 이와 관련성이 있을 것으로 사료된다. 420 nm에서 추출물의 흡광도 값은 갈색화 반응생성물의 함량을 예측할 수 있으며, 흡광도 값이 클수록 항산화 물질의 함량이 많은 것으로 보고되고 있다[41]. 본 실험결과에서도 에탄올 추출물은 물 추출물보다 갈색화 반응 생성물의 함량이 많은 것으로 확인되어, 쇠비름의 에탄올 추출물은 영양성분 함량 및 항산화 활성이 높아 기능성 식품소재로 유효할 것으로 예측된다.

총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량

쇠비름 추출물의 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량을 측정할 결과는 Fig. 1과 같다. 쇠비름 물 및 에탄올 추출물의 총 페놀화합물 함량은 각각 49.09 mg/g, 58.16 mg/g, 플라보노이드 함량은 각각 14.98 mg/g, 20.08 mg/g으로 에탄올 추출물에서 유의적으로 높았다. Lee 등[25]은 울릉도산 산채식물

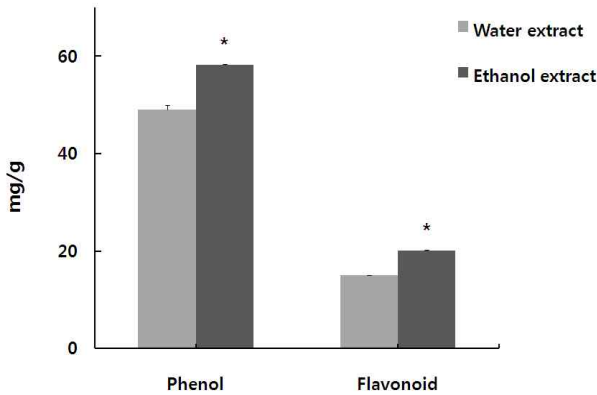


Fig. 1. Contents of phenol and flavonoid of water and ethanol extracts from *Portulaca oleracea*. *Significantly increased, compared with water extract, by student t-test ($p < 0.05$).

중 쇠비름 잎과 쇠비름과에 속하는 쇠무를 씨 및 뿌리의 메탄올 추출물의 총 페놀화합물과 플라보노이드 함량을 측정 한 결과, 쇠비름 잎 추출물에서 각각 53.50 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 16.74 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 이었는데, 이는 본 연구결과와도 유사한 함량이었다. 쇠무를 씨는 각각 33.94 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 1.41 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 쇠무를 뿌리는 각각 16.74 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 4.57 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 으로 정량되어 잎 부위의 총 페놀화합물 함량이 높은 것으로 보고하였다. 한방 아로마 식물류인 *Salvia officinalis*, *Matricaria recutita* 및 *Potentilla fruticosa*의 폴리페놀 함량은 각각 22.6 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 7.5 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 및 37.9 $\mu\text{g}/\text{mg}$, 플라보노이드 함량은 각각 3.5, 7.1 및 6.1 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 으로 보고된 바 있는데[30], 쇠비름의 총 페놀화합물 함량은 이들 식물류보다 높아 항산화 활성도 뛰어날 것으로 추정된다.

더욱이 식물 기원의 시료에서 페놀화합물은 그 함량이 많을 수록 항산화 활성이 상승되는 것으로 보고된 바 있으며[7], 20여 종의 약용식물류의 페놀화합물 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과에서 페놀화합물의 함량이 플라보노이드 함량보다 월등히 높고, 그 차이가 큰 시료일수록 항산화 활성이 높게 나타나 플라보노이드 이외의 다른 페놀성 화합물이 항산화 활성에 관여하는 것으로도 보고된 바 있다[17].

환원력

쇠비름 추출물을 125, 250, 500, 1,000 및 2,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도로 조절하여 환원력을 측정 한 결과는 Fig. 2와 같다. 추출물의 농도가 증가함에 따라 물 추출물은 0.15~1.07, 에탄올 추출물은 0.17~1.15의 범위로 유의적인 증가를 보였으며, 250 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이상의 농도에서 쇠비름 에탄올 추출물은 물 추출물에 비해 유의적으로 활성이 높았다.

환원력은 Fe^{3+} 에서 Fe^{2+} 로 환원정도를 측정하는 것으로 이는 전자공여를 통한 라디칼 소거활성과도 관련이 높아 시료의 환원력은 DPPH 라디칼 소거활성과 비례적이며, 또한 시료중의 페놀성 화합물의 함량과도 일치하는 것으로 보고된 바 있다[40]. 본 연구결과 쇠비름의 물 및 에탄올 추출물은 총 페놀

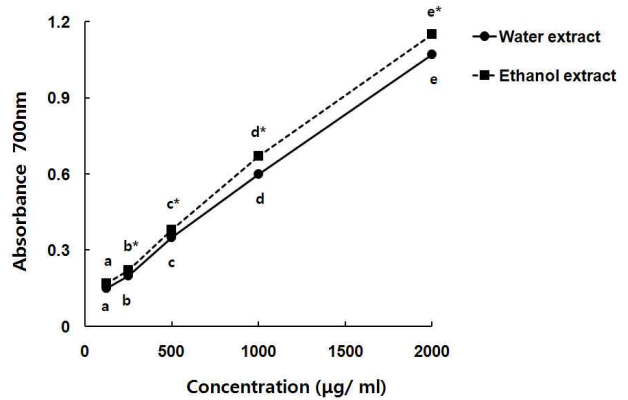


Fig. 2. Reducing power of water and ethanol extracts from *Portulaca oleracea*. ^{a-e}Means with different superscripts in the same extract are significantly different at $p < 0.05$. *Significantly increased, compared with water extract of same concentration, by student t-test ($p < 0.05$).

화합물 및 플라보노이드의 함량이 높아 이들 물질이 환원력에 기여하기 때문인 것으로 판단된다.

라디칼 소거활성

쇠비름의 물 및 에탄올 추출물의 DPPH, ABTS 및 NO 라디칼 소거활성을 125~2,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 농도 범위에서 측정 한 결과는 Fig. 3과 같다. DPPH 라디칼 소거활성은 125 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도에서 물 및 에탄올 추출물은 각각 69.92%와 58.19%로 물 추출물의 소거활성이 유의적으로 높았다. 반면에 500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 이상의 농도에서는 에탄올 추출물이 90% 이상의 소거활성으로 물 추출물에 비해 소거활성이 높았으나 유의차는 보이지 않았다. ABTS 라디칼 소거활성은 모든 농도에서 추출물의 농도가 높아짐에 따라 유의적으로 증가하였으며, 물 및 에탄올 추출물의 라디칼 소거활성은 비슷하여 추출물간의 유의차는 보이지 않았다. 특히, 500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도에서는 125 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도보다 소거활성이 약 2배로 증가하였으며, 500~2,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도에서는 약 90% 이상의 소거활성으로 시료의 농도간에도 유의차가 적었다. 쇠비름 추출물의 NO 라디칼 소거활성은 125~1,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도에서 물 추출물에 비해 에탄올 추출물의 소거활성이 더 높았다. 125 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 및 1,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 농도의 에탄올 추출물은 각각 30.93%, 33.71%로 물 추출물(26.42%, 30.41%)보다 유의적으로 높았으나, 그 외의 농도에서 물 및 에탄올 추출물의 NO 라디칼 소거활성은 유의적인 차이를 보이지 않았다.

산지별 쇠비름의 DPPH 라디칼 소거활성에서 잎 추출물은 0.55 mg/ml 농도에서 60% 이상이었으며, 줄기 추출물은 2.25 mg/ml 농도에서 45% 정도인 것으로 보고되어[34], 쇠비름 잎 추출물은 본 실험과도 유사한 경향으로 줄기 추출물보다 높은 항산화 활성이 있는 것으로 보여졌다. 여러 생약재 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성은 열매나 뿌리보다는 껍질이나 잎에서 활성이 높게 나타나며 생약재 내의 페놀성 화합물

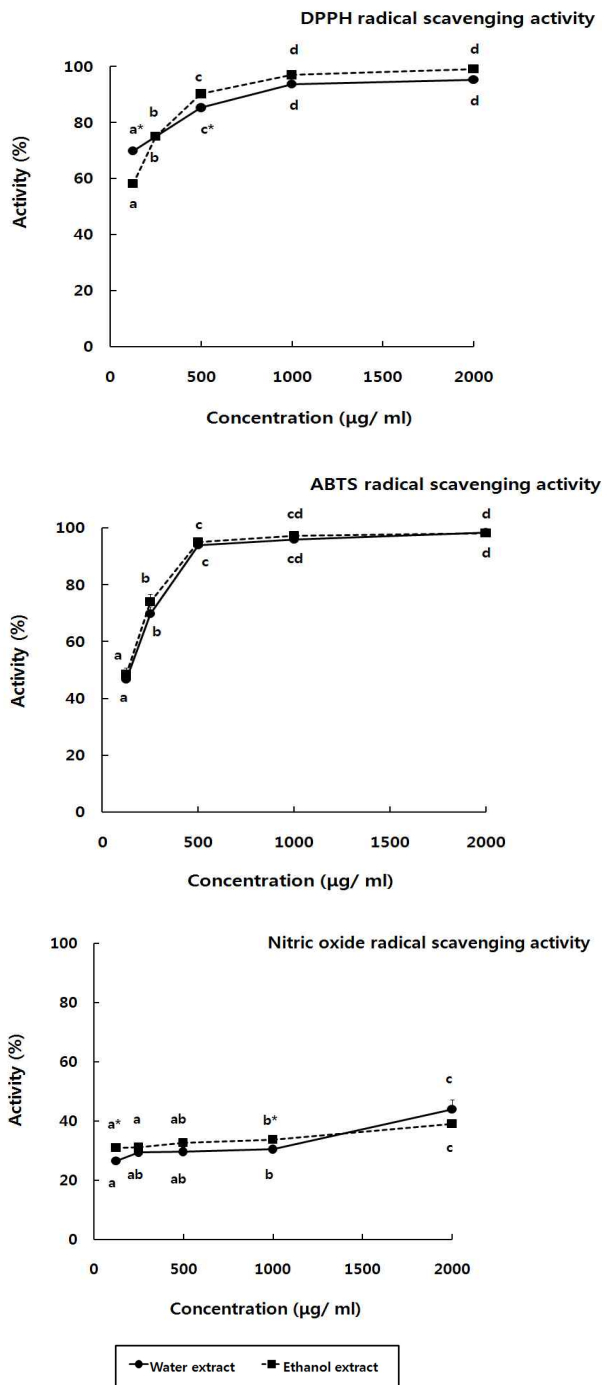


Fig. 3. Radical scavenging activities of water and ethanol extracts from *Portulaca oleracea*. ^{a-d}Means with different superscripts in the same extract are significantly different at $p < 0.05$. *Significantly increased, compared with water or ethanol extract of same concentration, by student t-test ($p < 0.05$).

및 플라보노이드류가 항산화 활성을 나타내는 주요 물질이라고 보고되어 있다[32]. 또한, Lee 등[22]은 쇠비름 용매별 분획물의 DPPH 라디칼 소거활성 결과에서 물 분획물을 제외한

모든 분획물에서 농도 의존적으로 라디칼 소거활성을 나타내었으며, 특히, butanol 및 ethyl acetate의 분획물은 천연 항산화제인 ascorbic acid 및 α -tocopherol의 유리 라디칼 소거효과와 거의 유사하였으며, 합성 항산화제인 BHT보다도 월등히 뛰어났다고 보고하였다.

Miliauskas 등[30]은 여러 종류의 한방 및 아로마 식물의 ethyl acetate, acetone 및 methanol 추출물에 대한 DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성의 상관관계는 $r^2=0.064$, 0.83 및 0.76 으로 나타났다고 보고한 바 있으며, 국내 시판되는 다류의 DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성은 $r^2=0.93$ 으로 높은 상관관계를 나타내며, 그 유효 물질은 페놀화합물과 관련이 있다고 보고된 바 있어[5], 본 연구에서도 쇠비름 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성과 DPPH 라디칼 소거활성의 경향도 매우 유사함을 확인할 수 있었다.

쇠비름 추출물의 NO 라디칼 소거활성은 125~1,000 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 물 추출물에 비해 에탄올 추출물의 활성이 더 높았지만, 2,000 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서는 물 추출물(43.92%)이 에탄올 추출물(38.99%)보다 더 높은 활성이었다. 또한, 쇠비름 추출물의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성이 대체로 50% 이상인 것에 반해 NO 라디칼 소거활성은 2,000 $\mu\text{g/ml}$ 첨가시에도 50% 미만의 소거활성으로 다른 라디칼 소거활성 측정 결과보다 다소 낮은 활성이었으며, 시료의 농도 증가에 따른 소거활성의 변화도 크지 않았다. 따라서, 총 페놀화합물의 함량과 NO 라디칼 소거활성은 상관성이 크지 않은 것으로 판단되며, Kim 등[19]은 수확시기별 제주 재래종 감귤과피의 NO 라디칼 소거활성 측정에서 총 페놀화합물의 함량이 적은 병갈, 감자, 인창굴이 50% 이상의 소거활성을 나타내는 것으로 보아 NO 라디칼 소거활성은 총 페놀화합물의 함량과 관련성이 적다는 보고와 유사하였다.

본 실험결과, 쇠비름 추출물은 물 추출물보다 80% 에탄올 추출물에서 DPPH 라디칼 소거활성, ABTS 라디칼 소거활성이 높게 나타나 쇠비름의 항산화 물질이 에탄올에 잘 용출되기 때문인 것으로 판단되는데, Lim과 Quah [28]는 쇠비름의 성숙도 및 재배지에 따라 총 페놀화합물의 함량과 FRAP법에 의한 항산화 활성의 관계를 비교한 결과, 모든 시료 조건에서 페놀화합물의 함량에 비례적으로 항산화 활성이 증가된다고 보고한 바 있다. 본 연구결과도 쇠비름 에탄올 추출물 중의 총 페놀화합물이 함량에 기인하여 항산화 활성이 높은 것으로 사료된다.

아질산염 소거활성

쇠비름의 물 및 에탄올 추출물의 아질산염 소거활성은 Fig. 4와 같다. 125 $\mu\text{g/ml}$ 농도에서 물 추출물은 3.40%, 에탄올 추출물은 1.44%로 활성이 낮았으나, 250 $\mu\text{g/ml}$ 이상의 농도에서 물 추출물은 4.50~29.57%, 에탄올 추출물은 5.47~39.30%로 시료의 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거활성은 유의적

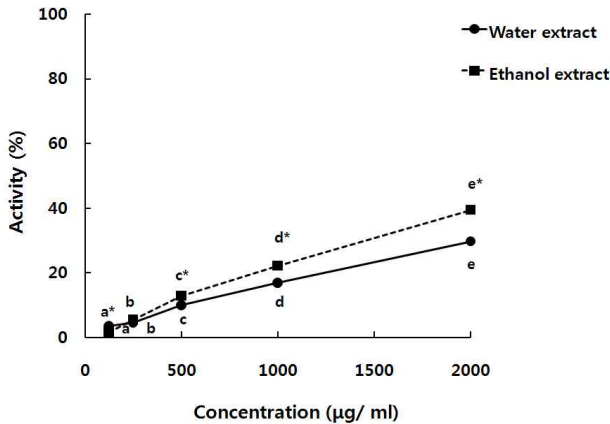


Fig. 4. Nitrite scavenging activity of water and ethanol extracts from *Portulaca oleracea*. ^{a-e}Means with different superscripts in the same extract are significantly different at $p < 0.05$. ^{a*}Significantly increased, compared with water extract of same concentration, by student t-test ($p < 0.05$).

로 증가하였다.

다류 소재로 애용되고 있는 감잎, 뽕잎, 두충잎 및 둥글레 등의 아질산염 소거활성은 시료의 첨가 농도가 증가함에 따라 비례적으로 증가하며 시료 농도가 50~200 mg/100 g일 경우 아질산염 소거활성은 약 1.8~5배 정도 증가된다고 보고되어 있다[23]. 이는 본 실험결과 250~1,000 µg/ml의 농도 범위에서 약 1.7배~4배 정도 아질산염 소거활성이 증가한 것과 유사한 경향이였다. 차류 및 약용식물류의 아질산염 소거활성은 메탄올 추출물이 물 추출물보다 높게 나타났으며, 이는 메탄올 추출물에서 페놀화합물의 용출이 높았기 때문이라고 보고되어 있는데[27], 본 실험결과에서 쇠비름의 에탄올 추출물이 물 추출물에 비해 아질산염 소거활성이 높았던 것도 에탄올 추출물에서 페놀화합물이 높게 정량된 것과 관련이 있다고 판단된다.

α-Glucosidase 저해활성

쇠비름의 물 및 에탄올 추출물로부터 당 분해를 억제할 수 있는 기능성을 찾기 위한 항당뇨 효과의 지표로서 α-glucosidase 저해활성을 측정한 결과는 Fig. 5와 같다. 시료의 첨가 농도에 따라 저해활성은 농도 증가에 의존적으로 상승하였으며, 물 및 에탄올 추출물은 2,000 µg/ml 농도에서 각각 84.78%, 94.63%로 125 µg/ml 농도에 비해 약 3배 높은 저해활성을 보였다. 특히, 모든 농도에서 에탄올 추출물은 물 추출물에 비해 저해활성이 높았으며, 125 µg/ml 및 1,000 µg/ml 농도에서 에탄올 추출물은 물 추출물보다 약 1.5배 높은 α-glucosidase 저해활성을 보였다.

마전자 추출물은 페놀 성분을 함유하고 있으며, DPPH 라디칼 소거활성과 α-glucosidase의 저해활성이 상관관계가 있다고 보고한 바 있으며[24], Xu 등[43]은 토후박 추출물에서 총

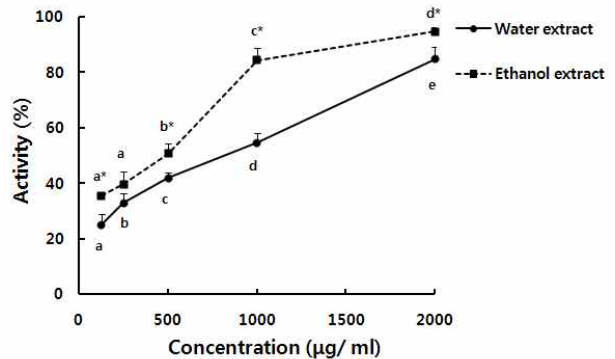


Fig. 5. α-Glucosidase inhibitory activity of water and ethanol extracts from *Portulaca oleracea*. ^{a-e}Means with different superscripts in the same extract are significantly different at $p < 0.05$. ^{a*}Significantly increased, compared with water extract of same concentration, by student t-test ($p < 0.05$).

페놀화합물의 함량과 DPPH 라디칼 소거활성이 높을수록 α-glucosidase의 활성이 높다고 보고한 바 있다. 따라서, 본 실험에서 쇠비름 물 추출물에 비해 에탄올 추출물의 α-glucosidase 저해활성이 높게 나타난 것도 시료 중의 페놀화합물 및 플라보노이드 함량과 관련성이 높을 것으로 판단된다. α-Glucosidase 저해활성은 탄수화물의 섭취 후 혈당상승을 억제할 수 있어 항당뇨 활성의 측정법으로 이용되는데[9], 쇠비름 추출물은 탄수화물의 소화 과정에서 α-glucosidase에 의한 당류 생성을 저해함으로써 식사 후 혈당이 급격히 상승하는 등의 증상에도 효과적으로 이용될 수 있음을 예측할 수 있었다.

식물류의 무기물과 페놀성 화합물은 일반적으로 항암, 동맥경화 및 심혈관 질환의 예방에 효과적인 것으로 알려진 바 있는데[12], 이들 물질에 기인하여 쇠비름의 물 및 에탄올 추출물은 항산화 활성이 높고, 혈당 강하에도 효과적일 것으로 판단된다. 따라서 쇠비름은 생리활성이 증대된 기능성 식품 및 천연 항산화제로써의 이용가치가 있을 것으로 기대된다.

References

1. Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, 1199-1200.
2. Cho, Y. J., I. S. Ju, O. J. Kwon, S. S. Chun, B. J. An, and J. H. Kim. 2008. Biological and antimicrobial activity of *Portulaca oleracea*. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem* **51**, 49-54.
3. Choe, M., D. J. Kim, H. J. Lee, J. K. You, D. J. Seo, J. H. Lee, and M. J. Chung. 2008. A study on the glucose regulating enzymes and antioxidant activities of water extracts from medicinal herbs. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **37**, 542-547.
4. Choi, K. P., S. W. Jung, E. J. Kim, and S. S. Ham. 1997. Inhibitory effects of *Porturaca oleracea* L. extract on the mutagenicity of various mutagen. *J. East Asian of Dietary Life* **7**,

- 527-537.
5. Choi, Y. M., M. H. Kim, J. J. Shin, J. M. Park, and S. J. Lee. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 723-727.
 6. Chung, M. J., J. H. Shin, S. J. Lee, S. K. Hong, H. J. Kang, and N. J. Sung. 1998. Chemical compounds of wild and cultivated horned rampon, *Phyteuma japonicum* Miq. *Korean J. Food & Nutr.* **11**, 437-443.
 7. Duval, B. and K. Shetty. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J. Food Biochem.* **25**, 361-377.
 8. Feng, P. C., L. J. Haynes, and K. E. Magnus. 1961. High concentration of (-)-Noradrenaline in *Portulaca oleracea* L. *Nature* **191**, 1108.
 9. Gua, J., Y. S. Jin, W. Han, T. H. Shim, J. H. Sa, and M. H. Wang. 2006. Studies for component analysis, antioxidative activity and α -glucosidase. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **49**, 77-81.
 10. Gutfinger, T. 1981. Polyphenols in olive oil. *J. Am Oil. Chem Soc.* **58**, 966-968.
 11. Habtemariam, S., A. L. Harvey, and P. G. Waterman. 1993. The muscle relaxant properties of *Portulaca oleracea* are associated with high concentrations of potassium ions. *J. Ethnopharmacol.* **40**, 195-200.
 12. Hertog, M. G., E. J. Feskens, P. C. Hollman, M. B. Katan, and D. Kromhout. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet* **342**, 1007-1011.
 13. Hwang, J. B., M. O. Yang, and H. K. Shin. 1997. Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**, 671-679.
 14. Kang, Y. H., Y. K. Park, S. R. Oh, and K. D. Moon. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 978-984.
 15. Kim, D. C., S. D. Lee, and M. J. In. 2007. Preparation of purslane tea and its quality characteristics. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **50**, 375-376.
 16. Kim, D. S., B. W. Ahn, D. M. Yeum, D. H. Lee, S. B. Kim, and Y. H. Park. 1987. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components. *Bull. Korean Fish. Soc.* **20**, 463-468.
 17. Kim, E. Y., I. H. Baik, J. H. Kim, S. R. Kim, and M. R. Rhyu. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36**, 333-338.
 18. Kim, T. S., S. J. Kang, and W. C. Park. 1999. Changes in antioxidant and antioxidant enzymes activities of soybean leaves subjected to water stress. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **42**, 246-251.
 19. Kim, Y. D., S. Mahinda, K. S. Koh, Y. J. Jeon, and S. H. Kim. 2009. Reactive oxygen species scavenging activity of Jeju native citrus peel during maturation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **38**, 462-469.
 20. Kirkinetzos, I. G. and C. T. Moraes. 2001. Reactive oxygen species and mitochondrial disease. *Semin. Cell Dev. Biol.* **12**, 449-457.
 21. Larson, R. A. 1988. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry* **27**, 969-978.
 22. Lee, H. J., B. J. Lee, D. S. Lee, and Y. W. Seo. 2003. DPPH radical scavenging effect and *in vitro* lipid peroxidation inhibition by *Portulaca oleracea*. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* **18**, 165-169.
 23. Lee, J. M. and M. S. Ahn. 1997. A study on nitrite scavenging ability of tea extracts. *Korea J. Dietary Culture* **12**, 567-572.
 24. Lee, J. M., J. H. Park, H. R. Park, and E. J. Park. 2010. Antioxidant and alpha-glucosidase inhibitory activity of *Strychnos nux-vomica* extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **39**, 1243-1248.
 25. Lee, S. O., H. J. Lee, M. H. Yu, H. G. Im, and I. S. Lee. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J. Food Sci. Technol.* **37**, 233-240.
 26. Lim, M. K. and M. R. Kim. 2001. Antimicrobial activity of methanol extract from *Soibirhyum (Portulaca oleracea)* against food spoilage or foodborne disease microorganisms and the composition of the extract. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **17**, 565-570.
 27. Lim, S. M., Y. S. Cho, E. J. Kim, M. J. Bae, J. P. Han, S. H. Lee, and S. K. Sung. 1998. Effect of hot water extracts of *Salvia miltiorrhiza* Bge., *Prunus persica* Stokes, *Angelica gigas* Nakai and *Panus strobus* on lipid oxidation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 399-405.
 28. Lim, Y. Y. and E. P. L. Quah. 2007. Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. *Food Chem.* **103**, 734-740.
 29. Liu, L., P. Howe, Y. F. Zhou, Z. Q. Xu, C. Hocart, and R. Zhang. 2000. Fatty acids and β -carotene in Australian purslane (*Portulaca oleracea*) varieties. *J. Chromatogr.* **893**, 207-213.
 30. Miliuskas, G., P. R. Venskutonis, and T. A. Van Beek. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chem.* **85**, 231-237.
 31. Mohamed, A. I. and A. S. Hussein. 1994. Chemical composition of purslane (*Portulaca oleracea*). *Plant Foods Hum. Nutr.* **45**, 1-9.
 32. Moon, J. S., S. J. Kim, Y. M. Park, I. S. Hwang, E. H. Kim, J. W. Park, I. B. Park, S. W. Kim, S. G. Kang, U. K. Park, and S. T. Jung. 2004. Activities of antioxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. *Korean J. Food Preservation* **11**, 201-206.
 33. Moreno, M. I. N., M. I. Isla, A. R. Sampietro, and M. A. Vattuone. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol.* **71**, 109-114.
 34. Oliveira, I., P. Valento, R. Lopes, P. B. Andrade, A. Bento, and J. A. Pereira. 2009. Phytochemical characterization and radical scavenging activity of *Portulaca oleracea* L. leaves and stems. *Microchemical. J.* **92**, 129-134.
 35. Omara-Alwala, T. R., T. Mebrahtu, D. E. Prior, and M. O. Ezekwe. 1991. Omega-three fatty acids in Purslane (*Portulaca oleracea*) tissues. *J. A. O. C. S.* **68**, 198-199.
 36. Oyaizu, M. 1986. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction

prepared from glucosamine. *Japanese J. Nutr.* **44**, 307-315.

37. Re, R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, and C. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* **26**, 1231-1237.

38. Rocha, M. J. A., S. F. Fulgencio, A. C. Rabetti, M. Nicolau, A. Poli, C. M. O. Simoes, and R. M. Ribeiro-do-Valle. 1994. Effects of hydroalcoholic extracts of *Portulaca pilosa* and *Achyrocline satureioides* on urinary sodium and potassium excretion. *J. Ethnopharmacol.* **43**, 179-183.

39. Song, H. S and K. Y. Moon. 2006. *In vitro* antioxidant activity profiles of β -glucans isolated from yeast *Saccharomyces cerevisiae* and mutant *Saccharomyces cerevisiae* IS2. *Food Sci. Biotechnol.* **15**, 437-440.

40. Tabart, J., C. Kevers, J. Pincemail, J. Defraigne, and J. Dommes. 2009. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. *Food Chem* **113**, 1226-1233.

41. Won, J. T. and D. H. Kim. 1980. Antioxidant activity of various solvents extracts obtained from maillard-type browning reaction mixture. *Korean J. Food Technol.* **12**, 235-241.

42. Xing, J., Z. Yang, B. Lv, and L. Xiang. 2008. Rapid screening for cyclo-dopa and diketopiperazine alkaloids in crude extracts of *Portulaca oleracea* L. using liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom* **22**, 1415-1422.

43. Xu, M. L., J. H. Hu, L. Wang, H. S. Kim, C. W. Jin, and D. H. Cho. 2010. Antioxidant and anti-diabetes activity of extracts from *Machilus thunbergii* S. et Z. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **18**, 34-39.

초록 : 쇠비름의 무기물 함량 및 항산화 활성

김미주¹ · 이수정 · 김리정² · 정보영³ · 성낙주*

(¹경상대학교 식품영양학과 · 농업생명과학연구원, ²경상대학교 병원 근골격계연구센터, ³경상대학교 식품영양학과 · 해양산업연구소)

쇠비름의 생리활성을 알아보기 위하여 무기물 함량 및 항산화 활성을 분석하였다. 쇠비름의 무기물은 총 9종 검출되었으며, 총량은 6025.80 mg/100 g으로 칼륨이 3846.99 mg/100 g으로 가장 높았다. 물 및 에탄올 추출물의 추출 수율은 각각 14.84% 및 24.93%였다. 쇠비름 에탄올 추출물의 총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량은 각각 58.16 mg/g, 20.08 mg/g으로 물 추출물(49.09 mg/g, 14.98 mg/g)보다 유의적으로 높았다. 항산화 활성 및 아질산염 소거활성은 시료의 첨가량에 따라 유의적으로 상승하였으며, 에탄올 추출물이 물 추출물보다 활성이 더 높았다. α -glucosidase 저해활성은 에탄올 추출물이 유의적으로 높은 활성을 보였다. 따라서, 쇠비름의 물 및 에탄올 추출물은 항산화 활성 및 혈당강하에 효과적인 것으로 판단되며, 시료 중의 무기물, 페놀 화합물 및 플라보노이드 함량과 관련성이 높은 것으로 사료된다.