

맨드라미(*Celosia cristata* L.) 꽃 메탄올 추출물로부터 용매분획된 분획물의 항산화활성

김현영¹ · 고지연¹ · 송석보¹ · 김정인¹ · 서혜인¹ · 이재생¹ · 광도연¹ ·
정태욱¹ · 김기영¹ · 오인석¹ · 정현상² · 우관식^{1*}

¹농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부
²충북대학교 식품공학과

Antioxidant Activities of Solvent Fractions from Methanolic Extract of Cockscome (*Celosia cristata* L.) Flowers

Hyun Young Kim¹, Jee Yeon Ko¹, Seuk Bo Song¹, Jung In Kim¹, Hye In Seo¹, Jae Saeng Lee¹,
Do Yeon Kwak¹, Tae Wook Jung¹, Ki Young Kim¹, In Seok Oh¹,
Heon Sang Jeong¹, and Koan Sik Woo^{1*}

¹Dept. of Functional Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration,
Gyeongnam 627-803, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the antioxidant contents and activities of solvent fractions from methanolic extracts of cockscome flowers. The yield of methanolic extracts from cockscome flowers was 23.33%, whereas those of its solvent fractions (hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol, and water) were 10.27, 20.00, 13.63, 17.55, and 38.54%, respectively. Total polyphenolic, flavonoid, tannin, and proanthocyanidin contents of methanolic extracts (ME) were 6.80 mg gallic acid equivalent (GAE)/g ME, 2.34 mg catechin equivalent (CE)/g ME, 6.23 mg tannic acid equivalent (TAE)/g ME, and 44.72 µg CE/g ME, respectively. The highest total polyphenolic, flavonoid, and tannin contents of solvent fractions were 14.92 mg GAE/g solvent fraction (SF), 5.44 mg CE/g SF, and 13.38 mg TAE/g SF in the butanol fraction, respectively. The total proanthocyanidin contents were 42.47, 44.43, 50.03, 49.12, and 41.80 µg CE/g SF, respectively. The DPPH and ABTS radical scavenging activities from cockscome flowers were 5.24 and 10.70 mg Trolox equivalent (TE)/g ME, respectively. The highest DPPH and ABTS radical scavenging activities of the solvent fractions were 12.53 and 21.09 mg TE/g SF in the butanol fraction, respectively. SOD-like activities of methanolic extracts from cockscome flowers were 7.96 units/mL, whereas those of its solvent fractions were 4.56, 6.15, 8.07, 12.36, and 5.21 units/mL, respectively. The results of this study show that notable antioxidant activities in cockscome flowers have significant health benefits.

Key words: cockscome (*Celosia cristata* L.), polyphenol, proanthocyanidin, antioxidant activity, SOD-like activity

서 론

맨드라미(*Celosia cristata* L.)는 쌍떡잎식물 중심자목 비계과(Amaranthaceae)에 속하는 1년생 한해살이풀이며 관상용으로 흔히 재배한다(1). 특히 한방에서는 맨드라미꽃을 계관화(cockscomb), 종자를 계관자라 하며, 중국 등의 나라에서 맨드라미의 어린잎과 개화된 꽃을 채소로 사용되어졌고(2), 또한 마른 잎이나 꽃과 종자는 전통 약재로 사용되어져 왔다(3,4). 생약의 이용으로는 꽃에서 양혈과 지혈의 효능, 치루로 인한 하혈, 이질, 토혈, 객혈, 혈립 등을 치료하며,

줄기와 잎은 치질, 이질, 토혈, 코피, 혈붕, 두드러기 등을 치료하고 종자는 양혈과 지혈의 효능, 혈변, 이질, 간장병, 눈병 등을 치료하는 효능이 알려져 있다(1).

일찍이 맨드라미의 빨간 꽃에 질소를 포함하고 있는 안료가 있음이 보고되었고(1), 후에 보라색 꽃에 hydroxycinnamoyl-amaranthins(celosianins)가 함유된 것과 빨간 꽃에 amaranthin(betanidin 5-O-β-glucuronosylglucoside)과 betanin이 함유된 것이 발견되었다(5,6). 또한 맨드라미 뿌리 수용 추출물에서 지방산 14종이 검출되었으며, 특히 C16:2가 발견되었고 필수지방산도 모두 포함되어 있는 것으로 나

*Corresponding author. E-mail: wooks@korea.kr
Phone: 82-55-350-1269, Fax: 82-55-352-3059

타났고(7), 맨드라미의 자주 꽃 천연 추출물에서 효소(cyclo-DOPA 5-glucoside glucuronosyltransferase) 활성이 있음이 증명되었다(8). 맨드라미의 주요한 유효성분으로 beta-cyanin, kaempferitrin, amaranthin, pinitol 등이 함유되어 있으며(1), 많은 양의 질산칼륨과 이미 알려진 5개의 flavonoid와 새로운 isoflavone인 cristatein(5-hydroxy-6-hydroxy-methyl-7, 2'-demethoxyisoflavone)과(9) 식물계에 널리 존재하는 phenolic이 있어 다양한 약리적, 생물학적인 활성과 항산화 작용을 하고 있다(10). 또한 강한 항바이러스 단백질인 2개의 유력한 당단백질 CCP-25와 CCP-27이 꽃이 피고 있는 성장 시기 단계의 맨드라미 잎들에서 존재한다고 보고되었다(11).

생체 내에서 에너지 생산을 위한 산화과정 중에 상당량의 활성산소들이 생성된다. 이들 활성산소는 생체 내 제거작용에 의해 대부분 소멸되지만 순간적으로 활성산소가 다량으로 발생되거나 만성적으로 활성산소가 발생되어 항산화 방어계와의 균형이 깨지면 각종 질환의 원인이 된다(12). 산소는 대사과정 중 활성유해산소로 변환되는데, 이들은 항산화 효소와 비효소적 항산화제들로 구성된 산화제와 항산화제 균형을 파괴하고 지질과산화, 단백질산화, 멜라닌 생성반응의 촉진, DNA의 산화와 같은 생체 구성 성분들의 손상을 야기한다(1).

이에 본 연구에서는 예로부터 약용 또는 식용으로 사용되어 온 맨드라미꽃의 이용가능성을 확인하기 위하여 메탄을 추출물에 대한 항산화성분 및 항산화활성에 대해 검토하였으며, 이를 재용해하여 순차적 용매분획을 실시하고 각각의 분획물의 항산화성분 및 항산화활성을 검토하여 식품학적 이용을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 맨드라미꽃은 밀양의 시험포장에 종자를 2010년 5월에 파종하여 8월에 꽃 부위만을 채취하여 동결 건조한 후 분쇄하여 -20°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

메탄을 추출물 및 용매분획물 제조

메탄을 추출물 및 용매분획물 제조는 맨드라미꽃 건조 분말 100 g에 100% 메탄을 2 L를 가하여 24시간씩 3회 진탕추출(SK-71 Shaker, Jeio Tech, Kimpo, Korea)한 다음 추출액을 여과한 후 회전진공농축기(Eyela N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 35°C에서 용매를 완전히 제거한 후 동결건조하여 추출수율을 측정하였으며, 동결건조물 일정량을 취하여 증류수 1 L로 재용해하여 hexane(1 L×3회), chloroform(1 L×3회), ethyl acetate(1 L×3회)와 butanol(1 L×3회)을 순차적으로 가하여 분획물을 얻었고 최종 남은 용액을 물 분획물이라 칭하였으며, 이 분획물들은 감압농축한 후 동결건조하여 -20°C에 보관하면서 실험에 사

용하였다.

총 polyphenol, flavonoid, tannin 및 proanthocyanidin 함량 분석

메탄을 추출물로부터 분획된 용매분획물에 대한 총 polyphenol 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(13). 각 추출물 50 µL에 2% Na₂CO₃용액 1 mL를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 50 µL를 가하였다. 30분 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하여 메탄을 추출물 및 용매분획물 g당 mg gallic acid equivalent(GAE, dry basis)로 나타내었다.

총 flavonoid 함량은 Dewanto 등(13)의 방법에 따라 추출물 250 µL에 증류수 1 mL와 5% NaNO₂ 75 µL를 가한 다음, 5분 후 10% AlCl₃·6H₂O 150 µL를 가하여 6분간 방치하고 1 N NaOH 500 µL를 가하였다. 11분 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질인 (+)-catechin(Sigma-Aldrich)을 사용하여 검량선을 작성하여 메탄을 추출물 및 용매분획물 g당 mg catechin equivalent(CE, dry basis)로 나타내었다.

총 tannin 함량은 Duval과 Shetty(14)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 시료 용액 1 mL에 95% ethanol 1 mL과 증류수 1 mL를 가하여 잘 흔들어서 주고 5% Na₂CO₃용액 1 mL와 1 N Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich) 0.5 mL를 가한 후 실온에서 60분간 발색시킨 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, tannic acid(Sigma-Aldrich)를 표준물질로 검량선을 작성하여 메탄을 추출물 및 용매분획물 g당 mg tannic acid equivalent(TAE, dry basis)로 나타내었다.

메탄을 추출물 및 용매분획물에 대한 총 proanthocyanidin의 함량은 vanillin-sulfuric acid법(15)을 변형하여 측정하였다. 추출시료 10 mg에 메탄을 1 mL를 가하여 교반한 후 1%(w/v) 바닐린/메탄을 2 mL 첨가하여 교반하였다. 여기에 25%(v/v) 황산/메탄을 2 mL 첨가하고 교반하여 30°C에서 15분간 진탕하고 메탄을 1 mL를 첨가하여 교반하였다. 4,000 rpm으로 10분간 원심분리하고 상등액을 취하여 500 nm에서 흡광도를 측정하였으며, (+)-catechin(Sigma-Aldrich)을 표준물질로 검량선을 작성하여 메탄을 추출물 및 용매분획물 g당 µg catechin equivalent(CE, dry basis)로 나타내었다.

DPPH 및 ABTS radical 소거활성 측정

맨드라미꽃 메탄을 추출물로부터 분획된 용매분획물의 DPPH radical 소거활성은 Nieva 등(16)의 방법을 변형하여 전자공여능(Electron donating ability, EDA)을 측정하여 표준물질로서 Trolox(Sigma-Aldrich)를 동량 첨가하여 g당

mg Trolox equivalent(TE)로 표현하였다. 즉, 시료 0.2 mL에 0.2 mM DPPH(Sigma-Aldrich) 용액(99% methanol에 용해) 0.8 mL를 가한 후, vortex mixer로 10초간 진탕하고 30분 후에 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 용해한 용매만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었다.

ABTS radical 소거활성은 Kim 등(17)의 방법에 따라 7.4 mM 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS, Sigma-Aldrich)와 2.6 mM potassium persulphate (Sigma-Aldrich)를 혼합하고 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5이 되도록 물 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 메탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS용액 1 mL에 추출액 20 μL 를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. ABTS radical 소거활성은 Trolox를 표준 물질로 메탄올 추출물 및 용매분획물 g당 mg TE(dry basis)로 표현하였다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성 측정

맨드라미꽃 메탄올 추출물로부터 분획된 용매분획물의 SOD 유사활성은 Cayman Chemical Kit(Cayman Chemical Co., Ann Arbor, MI, USA)로 96 well plate를 이용하여 분석하였다. 먼저 standard wells에는 radical detector 200 μL 와 SOD standard 10 μL 첨가하고 sample well에는 radical detector 200 μL 와 sample 10 μL 를 첨가하였다. 모든 well에 xanthine oxidase 20 μL 를 첨가한 후 cover를 덮어 혼합하고 20분 후 cover를 제거하고 450 nm에서 흡광도를 측정하여 superoxide radical을 50% dismutation 하는데 필요한 SOD량을 1 unit로 하여 활성 정도를 추출물 1 mL 단위로 나타내었다.

통계분석

모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며, 통계분석은 SAS version 9.2(Statistical Analysis System, SAS Institute, Cary, NC, USA) program을 이용하여 각 측정 군의 평균과

표준편차를 산출하고 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

항산화성분 함량

맨드라미꽃을 100% 메탄올로 추출하여 농축 및 동결건조하여 얻은 추출수율은 23.33%(dry basis of raw material)였다. 메탄올 추출물을 물에 재용해하여 hexane, chloroform, ethyl acetate 및 butanol 분획물과 최종 남은 물 분획물을 농축 및 동결건조 하여 얻은 수율은 각각 10.27, 20.00, 13.63, 17.55 및 38.54%(dry basis of methanolic extract)였다.

이 용매분획물을 메탄올로 재용해하여 총 polyphenol, flavonoid, tannin 및 proanthocyanidin 함량을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 맨드라미꽃 메탄올 추출물의 총 polyphenol 함량은 6.80 mg GAE/g methanol extract(ME)였으며, hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol 및 물 분획물은 각각 3.44, 6.62, 9.96, 14.92 및 3.09 mg GAE/g solvent fraction(SF)으로 나타나 butanol 분획에서 유의적으로 함량이 높았다. 맨드라미꽃 메탄올 추출물의 총 flavonoid 및 tannin 함량은 각각 2.34 mg CE/g ME 및 6.23 mg TAE/g ME였으며, 용매분획물 중 butanol 분획에서 5.44 mg CE/g SF 및 13.38 mg TAE/g SF로 함량이 많았다. 맨드라미꽃의 메탄올 추출물의 총 proanthocyanidin 함량은 44.72 μg CE/g ME였고 hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol 및 물 분획물은 각각 42.47, 44.43, 50.03, 49.12 및 41.80 μg CE/g SF를 함유하여서 ethyl acetate 및 butanol 분획에서 약간 함량이 높았으나 유의적인 차이는 없었다.

식물계에 널리 분포되어 있는 페놀성 화합물은 다양한 구조와 분자량을 가지며 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl기가 단백질과 같은 거대분자와의 결합을 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있으며(18), 이는 free radical을 안정화시킬 수 있는 phenolic ring의 존재 때문인 것으로 보고되었다(19). 또한 flavonoid는 주로

Table 1. Extraction yields and antioxidant compounds of the methanolic extracts and solvent fractions from the cockscome flowers

Sample	Extraction yields	Antioxidant compounds			
		Polyphenol ¹⁾	Flavonoid ²⁾	Tannin ³⁾	Proanthocyanidin ⁴⁾
Methanol	23.33	6.80±0.76 ^{5)(c6)}	2.34±0.10 ^d	6.23±0.38 ^c	44.72±2.11 ^a
Hexane	10.27	3.44±0.10 ^d	2.89±0.49 ^c	9.16±0.28 ^b	42.47±3.48 ^a
Chloroform	20.00	6.62±0.12 ^c	3.11±0.47 ^b	6.82±0.74 ^c	44.43±1.27 ^a
Ethyl acetate	13.63	9.96±0.23 ^b	2.73±0.05 ^c	8.17±0.52 ^b	50.03±5.75 ^a
Butanol	17.55	14.92±1.54 ^a	5.44±0.09 ^a	13.38±3.06 ^a	49.12±0.99 ^a
Water	38.54	3.09±0.21 ^d	0.91±0.10 ^c	6.41±0.65 ^c	41.80±2.87 ^a

¹⁾mg gallic acid equivalent (GAE) per gram methanol extract (ME) or solvent fraction (SF).

²⁾mg catechin equivalent (CE) per gram ME or SF.

³⁾mg tannic acid equivalent (TAE) per gram ME or SF.

⁴⁾ μg CE per gram ME or SF.

⁵⁾Each value is mean±SD (n=3).

⁶⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

anthocyanidins, flavonols, flavones, catechins 및 flavanones 등으로 구성되어 있으며, 그 구조에 따라 특정 flavonoid는 항산화 및 항균성 등 다양한 생리활성을 갖고 있는 것으로 보고되고 있다(19). 본 연구에서 맨드라미꽃의 polyphenol, flavonoid, tannin 및 proanthocyanidin 등의 항산화 성분을 이용할 수 있을 것으로 보이며, 특히 butanol 분획에서 활성을 보이는 성분에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다.

항산화활성

천연물의 항산화활성은 인체 내에서는 활성 radical에 의한 노화를 억제시키는 역할을 하고 있으며, radical 소거작용은 인체의 질병과 노화를 방지하는데 대단히 중요한 역할을 한다(20). Ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민 등에 의해서 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로써 항산화 물질의 전자공여능을 측정할 때 사용되고 있는 DPPH radical 소거활성법(16)과 혈장에서 ABTS radical의 흡광도가 항산화제에 의해 억제되는 것에 기초하여 개발된 ABTS radical 소거활성법(17)을 표준물질인 Trolox와 비교하여 mg TE/g ME 또는 SF로 표현하였다. 맨드라미꽃 메탄올 추출물 및 순차적 용매분획물에 대한 DPPH 및 ABTS radical 소거활성을 측정한 결과 Fig. 1과 같이 메탄올 추출물의 DPPH radical 소거활성은 5.24 mg TE/g ME였으며, hexane, chloroform, ethyl acetate 및 butanol 분획물과 최종 남은 물 분획물의 활성은 각각 3.32, 5.62, 7.50, 12.53 및 2.78 mg TE/g SF로 항산화성분 함량이 높은 butanol 분획에서 유의적으로 활성이 높았다. ABTS radical 소거활성은 메탄올 추출물에서 10.70 mg TE/g ME였으며, 용매분획물은 각각 6.70, 11.23, 15.76, 21.09 및 5.57 mg TE/g SF로 butanol 분획에서 유의적으로 활성이 높았다. Jorge 등(21)은 맨드라미 구성성분 중 특히 플라보노이드계열의 kaempferitrin이 항 박테리아 효과와 강한 항산화력을 가지며, 항당뇨활성이 있다고 보고하였다. 또한 맨드라미 성분 중의 betalain은 항산화력이 뛰어나 이에 대한 연구가 많이 이루어

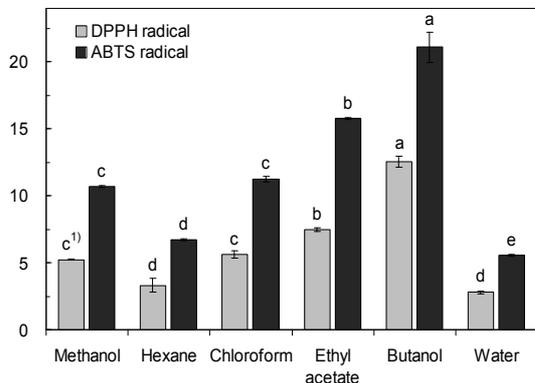


Fig. 1. DPPH and ABTS radical scavenging activities of methanolic extract and solvent fractions from cockscome flowers. ¹⁾Values with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple ranged tests. ²⁾mg Trolox equivalent per gram methanolic extract or solvent fraction.

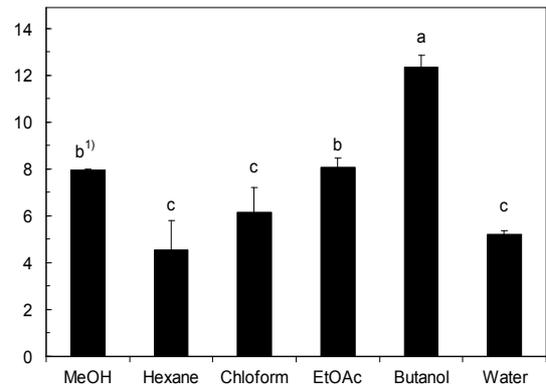


Fig. 2. SOD (superoxide dismutase)-like activity of methanolic extract and solvent fractions from cockscome flowers. ¹⁾Values with different superscripts are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple ranged tests.

지고 있으며(22,23), betacyanin 또한 항산화 요소로 인식되고 있고(22), Cai 등(24)은 betalain의 주요 성분인 betanin (betacyanin의 일종)이 강한 항산화력을 낸다고 보고하고 있다.

SOD 유사활성

SOD 유사활성 측정은 xanthine과 xanthine oxidase를 반응시킨 후 생성되는 superoxide anion radical(O²⁻)의 양을 nitroblue tetrazolium(NBT)으로 발색하는 능력을 바탕으로 측정하는 방법이다(25). 맨드라미꽃 메탄올 추출물 및 순차적 용매분획물을 DMSO에 녹여 100 µg/mL의 농도에서 SOD 유사활성을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 메탄올 추출물의 SOD 유사활성은 7.96 unit/mL였고 hexane, chloroform, ethyl acetate 및 butanol 분획물과 최종 남은 물 분획물의 활성은 각각 4.56, 6.15, 8.07, 12.36 및 5.21 unit/mL로 butanol 분획에서 유의적으로 활성이 높았다. de Sousa 등(26)은 맨드라미에 함유되어 있는 flavonoid 계열의 kaempferol이 SOD 활성을 유의하게 증가시키고 ROS 생성을 억제시키는 항산화활성이 있는 것으로 보고하여 맨드라미꽃 추출물 및 용매분획물에서 활성을 보이는 것으로 생각된다. SOD는 체내에 존재하는 활성산소를 과산화수소로 전환시켜 세포내 활성산소의 농도를 줄이는 중요한 역할을 담당하고 있는 효소(27,28)로 이러한 활성산소종이 체내에서 제거되지 않으면 산화적 스트레스로 인해 다른 질병의 원인이 되기도 하고 식품에서 부패와 독성물질 생성 등으로 유해작용을 하는 것으로 알려져 있다. 이러한 관점에서 맨드라미꽃 추출물이 체내 및 식품에서 활성산소종 제거에 도움을 줄 수 있을 것으로 보이며, 추후 활성을 보이는 성분 구명 연구가 필요할 것으로 보인다.

맨드라미꽃 추출물 항산화성분과 항산화활성 간의 상관관계

맨드라미꽃 추출물의 항산화성분과 항산화활성 간의 상관관계를 분석한 결과 Table 2와 같이 높은 정의 상관관계를 보였다. 총 polyphenol 함량과 총 flavonoid, proanthocyani-

Table 2. Correlation coefficients among extraction total polyphenol, flavonoid, tannin, and proanthocyanidin contents, DPPH and ABTS radical scavenging, and SOD-like activity of methanolic extract and solvent fractions from cockscome flowers

Factor	Flavonoid	Tannin	Proanthocyanidin	DPPH	ABTS	SOD
Polyphenol	0.8426*	0.7146 ^{NS}	0.9002*	0.9927***	0.9961***	0.9649**
Flavonoid	1.0000	0.8677*	0.6394 ^{NS}	0.8860*	0.8413*	0.7862 ^{NS}
Tannin	—	1.0000	0.5415 ^{NS}	0.7727 ^{NS}	0.6983 ^{NS}	0.6703 ^{NS}
Proanthocyanidin	—	—	1.0000	0.8510*	0.9249**	0.8019*
DPPH	—	—	—	1.0000	0.9841***	0.9612**
ABTS	—	—	—	—	1.0000	0.9404**

^{NS}Not significant. Significant at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

din 함량, DPPH 및 ABTS radical 소거활성, SOD 유사활성 간에 r 값이 각각 0.8426($p < 0.05$), 0.9002($p < 0.05$), 0.9927($p < 0.001$), 0.9961($p < 0.001$) 및 0.9649($p < 0.01$)의 상관관계를 보였으며, 총 flavonoid 함량과 tannin 함량, DPPH 및 ABTS radical 소거활성 간에 r 값은 각각 0.8677($p < 0.05$), 0.8860($p < 0.05$) 및 0.8413($p < 0.05$)의 상관관계를 보였다. 총 proanthocyanidin 함량과 DPPH 및 ABTS radical 소거활성, SOD 유사활성 간에 r 값은 각각 0.8510($p < 0.05$), 0.9249($p < 0.01$) 및 0.8019($p < 0.05$)의 상관관계를 보였다. DPPH radical 소거활성과 ABTS radical 소거활성, SOD 유사활성 간에 r 값이 각각 0.9841($p < 0.001$) 및 0.9612($p < 0.01$), ABTS radical 소거활성과 SOD 유사활성 간에 r 값은 0.9404($p < 0.01$)의 상관관계를 보였다.

요 약

맨드라미꽃의 식품학적 이용가능성을 확인해 보고자 항산화성분 및 항산화활성에 대해 검토하였다. 맨드라미꽃의 항산화성분과 활성은 메탄올 추출물과 순차적 용매분획물에 대해 측정하였으며, 메탄올 추출물과 hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol 및 물 분획물의 추출수율은 각각 23.33, 10.27, 20.00, 13.63, 17.55 및 38.54%였다. 맨드라미꽃 메탄올 추출물의 총 polyphenol, flavonoid 및 tannin 함량은 각각 6.80 mg GAE/g ME, 2.34 mg CE/g ME 및 6.23 mg TAE/g ME였다. 순차적 용매분획물 중 butanol 분획에서 각각 14.92 mg GAE/g SF, 5.44 mg CE/g SF 및 13.38 mg TAE/g SF로 함량이 높았다. 총 proanthocyanidin 함량은 44.72 μ g CE/g ME였고 순차적 용매분획물은 각각 42.47, 44.43, 50.03, 49.12 및 41.80 μ g CE/g ER로 용매간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 맨드라미꽃의 메탄올 추출물의 DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 각각 5.24 및 10.70 mg TE/g ME였고 butanol 분획에서 각각 12.53 및 21.09 mg TE/g SF로 활성이 높았다. 메탄올 추출물의 SOD 유사활성은 7.96 unit/mL로 나타났고 hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol 및 물 분획물은 각각 4.56, 6.15, 8.07, 12.36 및 5.21 unit/mL로 butanol 분획의 활성이 높았다. 맨드라미꽃 추출물의 항산화성분과 항산화활성 간에 높은 정의 상관관계를 보였고 맨드라미꽃 추출물이 체내 및 식품에서 유익한 도움

을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

문 헌

1. Pyo YH, Yoon MY, Son JH, Choe TB. 2008. The effect of *Celosia cristata* L. ethanol extract on anti-oxidant & anti-aging activity. *Korean J Biotechnol Bioeng* 23: 431-438.
2. Palada MC, Crossman SMA. 1999. Evaluation of tropical leaf vegetables in the virgin Islands. Janick J, ed. In *Perspectives on New Crops and New Uses*. ASHS Press, Alexandria, VA, USA. p 338-393.
3. Wang KY. 1994. *Chinese herbal medicine*. Workman Press, Hong Kong. p 32.
4. Lee KA, Lee SY, Woo SJ, Jo JS, Byun SM. 1992. Red pigments separated from flower of Korean cockscomb by agarose gel electrophoresis. *Food Sci Biotechnol* 1: 58-61.
5. Piattelli M, Impellizzeri G. 1970. 2-Descarboxybetanidin, a minor betacyanin from *Carpobrotus acinaciformis*. *Phytochemistry* 9: 2553-2556.
6. Minale L, Piattelli M, De Stefano S, Nicolaus RA. 1966. Pigments of centrospermae-VI. Acylated betacyanins. *Phytochem* 5: 1037-1052.
7. Nam HK, Rho GH. 1988. Composition of fatty acid and amino acid in water extracted material cockscomb plant root. *J Korea Soc Food Nutr* 17: 172-175.
8. Sasaki N, Abe Y, Wada K, Koda T, Goda Y, Adachi T, Ozeki Y. 2005. Amaranthin in feather cockscombs is synthesized via glucuronylation at the cyclo-DOPA glucoside step in the betacyanin biosynthetic pathway. *J Plant Res* 118: 439-442.
9. Wen Y, Islam MT, Tahata S. 2006. Phenolic constituents of *Celosia cristata* L. susceptible to spinach root rot pathogen *Aphanomyces cochlioides*. *Biosci Biotechnol Biochem* 70: 2567-2570.
10. Ohno T, Inoue M, Ogihara Y, Saracoglu I. 2002. Atimeta-static activity of acteoside, a phenylethanoid glycoside. *Biol Pharm Bull* 25: 666-668.
11. Begam M, Narwal S, Roy S, Kumar S, Lodha ML, Kapoor HC. 2006. An antiviral protein having deoxyribonuclease and ribonuclease activity from leaves of the post-flowering stage of *Celosia cristata*. *Biochemistry (Mosc)* 71: S44-S48.
12. Kim JH, Yoon SJ, Lee KH, Kwon HJ, Chun SS, Kim TW, Cho YJ. 2005. Screening of biological activities of the extracts from *Basil (Ocimum basilicum L.)*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 173-177.
13. Dewanto V, Wu X, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 4959-4964.
14. Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by ge-

- netically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25: 361-377.
15. Sun B, Ricardo-da-Silva JM, Spranger I. 1998. Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. *J Agric Food Chem* 46: 4267-4274.
 16. Nieva MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114.
 17. Kim JE, Joo SI, Seo JH, Lee SP. 2009. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory effect of tartary buckwheat extract obtained by the treatment of different solvents and enzymes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 989-995.
 18. Rice-Evans C, Miller N, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci* 2: 152-159.
 19. Middleton E, Kandaswami C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol* 48: 115-119.
 20. Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 626-632.
 21. Jorge AP, Horst H, Sousa E, Pizzolatti MG, Silva FR. 2004. Insulinomimetic effects of kaempferitrin on glycaemia and on ¹⁴C-glucose uptake in rat soleus muscle. *Chem Biol Interact* 149: 89-96.
 22. Escribano J, Pedreno MA, García-Carmona F, Munoz R. 1998. Characterization of the antiradical activity of betalains from *Beta vulgaris* L. root. *Phytochem Anal* 9: 124-127.
 23. Kanner J, Harel S, Granit R. 2001. Betalains—a new class of dietary cationized antioxidants. *J Agric Food Chem* 49: 5178-5185.
 24. Cai Y, Sun M, Corke H. 2003. Antioxidant activity of betalains from plants of the amaranthaceae. *J Agric Food Chem* 51: 2288-2294.
 25. Jung WY, Jeong JM. 2012. Change of antioxidative activity at different harvest time and improvement of atopic dermatitis effects for persimmon leaf extract. *Kor J Herbology* 27: 41-49.
 26. de Sousa E, Zanatta L, Seifriz I, Creczynski-Pasa TB, Pizzolatti MG, Szpoganicz B, Silva FR. 2004. Hypoglycemic effect and antioxidant potential of kaempferol-3,7-O-(α)-dirhamnoside from *Bauhinia forficata* leaves. *J Nat Prod* 67: 829-832.
 27. Jeong KY, Kim ML. 2012. Physiological activities of *Ulmus pumila* K. extracts. *Korean J Food Preserv* 19: 104-109.
 28. Jung SJ, Lee JH, Song HN, Seong NS, Lee SE, Baek NI. 2004. Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 135-140.

(2012년 7월 30일 접수; 2012년 10월 4일 채택)