

## 달래의 향기성분, 생리활성과 채취 지역별 품질특성

오태석<sup>1</sup>, 김창호<sup>1</sup>, 조용구<sup>1</sup>, 김성민<sup>1</sup>, 김범호<sup>2</sup>, 신동일<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>공주대학교 식물자원학과, <sup>2</sup>남서울대학교 복지경영대학원 대체치유학과

### *Allium monanthum* Flavors, Biological Activity and Characteristics according to collecting in Different Region

Tae-Seok Oh<sup>1</sup>, Chang-Ho Kim<sup>1</sup>, Yong-Koo Cho<sup>1</sup>, Sung-min Kim<sup>1</sup>, Pom-Ho Kim<sup>2</sup>,  
Dong-il Shin<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Resource, Kongju National University

<sup>2</sup>Department of Alternative Medicine of Graduate School of Welfare & Management,  
Nameoul University

**요약** 본 연구는 국내에서 재배되고 있는 달래의 특성을 조사하여 농가의 소득증대 및 유전자원확보를 목적으로 2010년부터 2012년 5월까지 광역단위로 달래를 수집하여 특성을 조사하였다. 달래의 특성분석은 달래가 지닌 특유의향기성분을 SPME 방법으로 분석하고, 분획물의 항산화 효과와 HaCaT, HepG2, HCT116, PC3 세포를 이용한 암세포 성장 억제 효과를 보았으며, 우리나라에 자라는 달래를 지역별로 수집하여 그 성분을 분석 및 비교하였다. 그 결과 달래에서는 총 42개의 향을 함유하고 있다고 나왔고 특히 탄화수소와 유기산의 함량이 높은 것으로 나타났으며 항산화 효과와 암세포의 성장억제 효과를 확인할 수 있었다. 이러한 달래의 높은 생리활성효과를 볼 때 향후에는 우리나라 특성화작물로서 달래를 중점적으로 육성시킬 필요성이 확인되었다.

**Abstract** This study was conducted from 2010 to May 2012 to determine the volatile flavor compositions, biological activity and components of *A. monanthum* from different regions in Korea. The flavors of *A. monanthum* were extracted by SPME methods and it contained forty-two compounds that included mainly hydrocarbons and acids. The cancer cell growth inhibition activities of *A. monanthum* on the cancer cell (HaCaT, HepG2, HCT116, PC3) line were increased in a dose-dependent manner and the hexane fraction showed the highest antiproliferation effects. *A. monanthum* also showed the highest antioxidant activity. The results suggest that *A. monanthum* can be used as bioactive and functional materials.

**Key Words** : *Allium monanthum*, Flavor component, Antioxidant, Cancer cell

### 1. 서론

최근 경제성장에 따른 국민의 서구화된 식습 관 및 동물성 식품 위주의 식문화로 비만, 당뇨, 고혈압, 동맥경화 및 심장병 등 각종 성인병의 발생이 늘고 있다. 식품분야에서도 천연에 존재하는 식물체를 대상으로 생리활성을 확인하고 기능성 물질을 규명하는 많은 연구들이 수행되

어왔다[1]. 이러한 기능성물질이 확인된 천연물은 의약품이나 건강식으로 그 수요가 증대되고 있으며 특히 달래는 다양한 약리성분으로 인해 건강기능성 식품으로 각광을 받으면서 그 수요도 증가하고 있다[22].

달래(*Allium monanthum*)는 백합과(*Lillium*)에 속하는 다년생 알뿌리 식물로 독특한 향기와 맛으로 예로부터 널리 이용되어왔으며 살균, 지혈, 신경안정, 해독, 건

\*Corresponding Author : Dong-il Shin(Kongju National Univ.)

Tel: +82-41-330-1200 email: sindi@kongju.ac.kr

Received July 16, 2014

Revised August 1, 2014

Accepted August 7, 2014

위, 건뇌 작용으로 식용뿐 만이 아니라 약용으로도 이용되어 왔고[2,3], 달 래를 흰쥐에 투여했을 때 흰쥐의 식이 효율과 H DL-콜레스테롤 및 인지질을 증가시키고, 혈청 총 콜레스테롤과 혈당을 감소시켜[4], 동맥경화 증이나 당뇨병 등의 성인병예방에 효과가 있음 이 증명된 바 있다. 하지만 현재, 진한향기 계통 의 달래품종은 개발되어 있지 않고 있으며, 조약한 야생, 재래 수집달래를 재배 하고 있는 실정으로 고품질 달래육성을 위하여 SPME(solid phase-micro extraction) 분석법에 의한 향기가 우수한 달래계통의 선발이 요구되고 있다.

본 연구는 이러한 관점으로 SPME 방법으로 향기성분을 분석하고, 6개 지역에서 야생달래를 수집하여 지역별 품질특성 비교 및 기초자료를 확보하여 보다 농업관련 산업의 육성 및 지역 경제 활성화를 위한 효과적인 기초 자료로 제시하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 재료

충남 서산시 운산면 탑곡리 지역의 농가에서 재배하는 달래를 제공받아 향기분석과 항산화 실험에 사용하였으며 이외에 지역별 일반성분을 비교하는 야생달래는 2010년3월부터 2012년 5월까지 광역단위로 수집하여 그 중에서 관능적으로 향이 진한 달래를 분석 하였다.

[Table 1] Sampling of Allium monathum various areas

sample NO.	Area
AM-1	Chungcheongnam-do boryeong-si sabsido
AM-2	Chungcheongnam-do boryeong-si
AM-3	Chungcheongnam-do seosan-si
AM-4	Incheon-si ganghwa-do
AM-5	Gyeongsangbuk-do uiseong-gun
AM-6	Gangwon-do hwacheon-gun
AM-7	Jeollabuk-do muju-gun
AM-8	Chungcheongbuk-do ghoicheon-gun
AM-9	Jeollanam-do younggwang-gun
AM-10	Chungcheongnam-do taean-gun

AM-11	Gangwon-do wonju-si
AM-12	Gyeongsangnam-do miryang-si
AM-13	Jeollanam-do wando-gun
AM-14	Gyeongsangnam-do sancheon-gun

### 2.2 달래의 향기분석

향기성분의 분석을 위한 향기 성분의 추출 및 포집방법은 solid phase-micro extraction (SPM E)을 이용한 headspace분석 방법을 사용하였다. [5]. 향기성분 분석에서 시료는 4 mL vial에 넣 은 후 알루미늄 캡으로 밀봉한 다음 100 μm polydimethylsiloxane (PDMS) fiber에 100 rpm, 50 °C에서 30분 동안 포집하였다. 포집 후 fiber를 GC/MS 주입구에 삽입하여 향기성분을 250 °C에서 3분간 열 탈착시켜 GC/MS를 사용하여 분석 하였다[6,7]. GC/MS는 Varian Saturn 2000 ion trap GC/MS를 이용하였으며 column은 HP- 6Ms를 사용하였다.

### 2.3 달래의 생리활성

#### 2.3.1 달래의 용매분획

건조된 메탄올 추출 시료에 DW를 넣어 녹인 후, hexane 용액을 1 : 1이 되게 혼합한 다음 separating funnel을 이용하여 분획한 후 rotary vacuum evaporator 로 감압 · 농축하여 hexane 분획물을 얻었다. 동일한 방법으로 ethylacetate로 분획하여 ethylacetate층과 water 층의 분획물을 얻었으며, 모든 과정은 3회 반복 실시하였다.

#### 2.3.2 DPPH radical 소거능

항산화 활성은 DPPH를 이용하여 시료의 radical 소거효과를 측정하는 Blois 법[8]을 활용하였다. methanol에 희석한 시료에 60 μM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma Chemical Co.) 용액을 가한 뒤 vortex mixer로 10초 간 진탕하고 암실에서 30분간 방치한 후 517 nm 에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{sample absorbance}}{\text{control absorbance}}\right) \times 100$$

#### 2.3.3 ABTS radical 소거능

총 항산화력 측정은 Re 등[9]의 ABTS radical 소거

능에 따라서 측정하였다. 즉, 7 mM AB TS와 140 mM potassium persulfate 용액을 혼합 하여 하루 동안 어두운 곳에 방치하여 ABTS · +를 형성시킨 후 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 0.7±0.02 가 되도록 에탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS · + 용액 1 mL에 methanol로 20 mg/mL의 농도로 희석된 추출액 50 µL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 3분 후에 측정 하였으며 다음의 식에 의해 저해율을 계산하였다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity(\%)} = \left(1 - \frac{\text{sample absorbance}}{\text{control absorbance}}\right) \times 100$$

### 2.3.4 FRAP(Ferric Reducing Antioxidant Power) 측정

FRAP assay에 사용된 시약은 0.3 M acetate buffer (pH 3.6)와 40 mM HCl로 용해시킨 10 mM 2,4,6-tripyridyl-S-triazine (TPTZ) solution, 그리고 20 mM FeCl<sub>3</sub> solution을 사용하였다. 미리 제조된 sodium acetate buffer, TPTZ solution 및 FeCl<sub>3</sub> solution을 각각 10 : 1 : 1 (v/v/v)의 비율로 혼합하여 37°C에서 10분간 incubation시켜 FRAP reagent를 준비하였다. FRAP reagent 900 µL를 methanol을 이용하여 20 mg/mL의 농도로 맞춘 시료 30 µL와 증류수 90 µL에 혼합하여 vortex하여 37°C에서 10분간 방치 한 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다[10].

### 2.3.5 Total polyphenol 화합물 함량 측정

총 폴리페놀 화합물 함량은 Folin-Ciocalteu[11]의 방법을 사용하여 분석하였다. 각 추출물 및 분획물을 methanol로 희석한 시료 0.1 mL에 Folin-Ciocalteu's reagent (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 0.2 mL를 첨가하고 23°C에서 1분간 유지시켰다. 그 후 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 3 mL를 가하여 23°C에서 1시간 방치 후 UV/Vis-spectrophotometer (UV-1800, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)을 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 검량곡선을 작성한 후 함량 계산에 활용하였다.

### 2.3.6 암세포주 배양

본 실험에 사용한 암세포주는 HaCaT (Keratinocyte), HCT116 (Colon carcinoma), PC3 (Prostatic

carcinoma)는 한국 세포주 은행 (KC LB)에서, HepG2 (Hepatocarcinoma)는 아메리칸 타입 컬처 컬렉션 (ATCC)에서 분양 받아 사용 하였다. 각각의 세포는 10% fetal bovine serum (FBS)와 100 units/mL penicillin, 10 µg/ml streptomycin을 첨가한 DMEM (Invitrogen, Carlsbad, CA)을 사용하여 5% CO<sub>2</sub>, 37°C 배양기 에서 배양하였으며, 세포 밀도가 높아지면 5분 간 trypsin-EDTA를 처리하여 계대배양을 실시 하였다.

### 2.3.7 CCK-8 assay를 이용한 암세포주 성장억제 효과 측정

추출물의 암세포 성장억제 효과를 측정하기 위해 CCK-8를 실시하였다. 96-well plate에서 48시간 동안 배양된 HaCaT, HepG2, HCT116, PC3 세포에 분획한 시료를 50, 100, 250 µg/ml 로 처리하고 48시간동안 배양한 후 각 well에 CCK-8 (Dojindo, Kumamoto, Japan)을 가하고 1시간동안 추가로 배양한 후에서 흡광도를 측정 하였다.

## 2.4 달래의 성분 분석

달래의 일반성분은 AOAC의 표준분석법[12] 에 의하여 분석하였다.

### 2.4.1 달래의 칼로리

식품의 에너지는 에트워드 계수를 사용하여 검체 100 g중의 조단백질, 조지방 및 탄수화물 또는 당질의 함량에 단백질 4, 지방 9, 당질 4의 계수를 곱하여 각각의 에너지를 킬로칼로리 (Kcal) 단위로 산출하고 그 총계로 나타냈다.

### 2.4.2 수분함량

칭량병을 깨끗하게 씻어 105°C dry oven (OF-22GW, Jeio tech, Korea)에서 2시간 건조한 후 데시케이터에 옮겨 30분간 방냉한 후 항량이 구해진 칭량병에 생시료를 1 - 2 g 칭량하였다. 시료가 칭량된 칭량병을 60°C dry oven에서 12 시간 예비건조 후 105°C dry oven에서 2시간 건조한 후 데시케이터로 옮겨 30분간 방냉한 후 다음의 식에 의하여 수분함량을 계산하였다.

$$\text{수분함량(\%)} = \frac{(\text{칭량병+시료}) - (\text{건조 후 칭량병+시료})}{(\text{칭량병+시료}) - \text{칭량병}} \times 100$$

### 2.4.3 조회분

칭량병을 깨끗하게 씻어 600℃ 회화로(JSM F-140T, JSR, Korea)에서 2시간 건조한 후 데 시케이터에 옮겨 1시간 방냉한 후 향량이 구해 진 칭량병에 생시료를 1 - 2 g 칭량하여 전기 곤로에서 예비 탄화하였다. 이 시료를 600℃ 회 화로에서 1시간 동안 건조하고 데시케이터로 옮겨 1시간 방냉한 후 회분함량을 계산하였다.

$$\text{회분함량(\%)} = \frac{\text{회화 후 칭량병} - \text{회화 전 칭량병}}{(\text{회화 전 칭량병} + \text{시료}) - \text{회화 후 수기}} \times 100$$

### 2.4.4 조단백

단백질은 Kjeldahl flask에 생시료를 1 - 2 g 과 함께 촉매제를(CuSO<sub>4</sub>:K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>=1:9) 1 g 넣고 황산을 25 mL을 넣어 열분해 장치(Foss Teca tor Digestor auto, FOSS, USA)를 통해 60분 동안 열분해 한 뒤 증류장치를 이용하여 적정한 뒤 질소계수를 곱하여 산출하는 Kjeldahl 분해법으로 측정하였다.

### 2.4.5 조지방

조지방 함량은 Soxhlet 추출장치를 이용하여 시료에 함유된 지방을 diethylether로 추출하여 측정하였다.

$$\text{지방함량(\%)} = \frac{\text{지방추출 후 수기} - \text{추출 전 수기}}{\text{시료무게}} \times 100$$

### 2.4.6 탄수화물

총 당질 함량은 위의 수분, 회분, 단백질, 지방의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

### 2.4.7 조섬유

향량된 도가니에 시료를 넣고 조섬유 추출장치(FIWE6, VELP, Italy)에 연결한 후 1.25% 황산을 150 mL 넣고, 거품방지제 (amyl alcohol)를 4방울 넣는다. 가열하여 끓기 시작하면 정확히 30분을 끓인 후 가열을 중지하고 산성제거를 위해 황산을 모두 배수하고 뜨거운 증류수로 4~5회 씻어준다. 여기에 다시 예열된 1.25% KOH를 150 mL 넣고 거품방지제를 넣고, 전 방법과 마찬가지로 KOH를 모두 배수한 후 뜨거운 증류수로 column을 4~5회 씻어주고, Acetone으로 2~3회 세척한 다음 105℃에서 건조시킨다. 방냉 후 칭량하고 550℃에

서 회화 후 방냉하고 칭량한다.

$$\text{조섬유(\%)} = \frac{\text{건조 후 무게} - \text{회화 후 무게}}{\text{시료의 무게(g)}} \times 100$$

### 2.4.8 비타민 A

비타민A 함량분석을 위하여 시료 5 g에 ethanol과 10% pyrrolalol ethanol 10 mL을 가하여 격렬하게 혼합한 후 1,500 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 취하는 과정을 3회 반복하여 추출액을 얻었다. 추출액은 비누화를 위한 플라스크로 옮겨 KOH으로 검화시키고 신속히 냉각하여 실온으로 온도를 저하시킨 후 갈색의 분액갈대기로 옮기고 증류수를 세척하였다. 그런 다음 dichloromethane을 가하여 혼합한 후 방치하여 생기는 수층을 새로운 분액갈대기로 옮기고 획득된 수층에서의 dichloromethane을 획득하는 과정을 수회 거쳤다. 또한 최초의 분별플라스크에 dichloromethane을 가하여 분리하는 과정을 수회 반복하여 얻어진 dichloromethane층에 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>을 가하여 탈수시켰다. 이후 dichloromethane층을 모두 합하여 40~50℃에서 감압농축한 후 잔류물을 dichloromethane으로 용해 시키고 시료액을 크기 0.45 μm의 필터(Hamilton, USA)로 여과한 다음 질소gas 하에서 건조시켰다. 최종시료를 용해시킨 후 HPLC (Agilent 1200series, Agilent, USA)로 분석하였다[13].

### 2.4.9 비타민 B1, B2, 및 niacin

비타민 B<sub>1</sub>과 B<sub>2</sub>는 Sims와 Shoemaker의 방법을[14] 이용하여 HPLC로 측정하였다. 이때의 HPLC는 Agilent 1200series(Agilent, USA), 질량분석기는 API4000 (AB Sciex, USA)로 구성되었고 Column은 US-C18(2.0 × 150mm × 5μm, Futecs, Korea)을 사용하였다. 검량선은 Sigma사의 thiamin HCl, riboflavin을 구입하여 이동상에 일정량 용해시켜 HPLC로 분석한 후 피크면적으로 작성하였다. 한편 niacin 함량은 AACC 86-50 방법[15]에 따라 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 달래의 향기성분

휘발성 향기성분의 경우 산, 에스터, 알데하이드류의

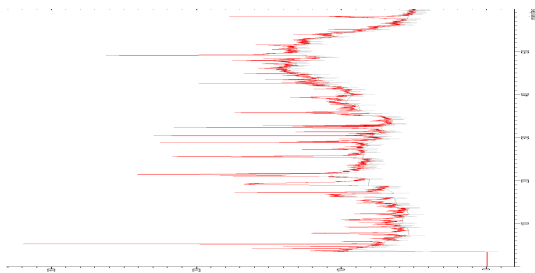
화합물이 유기적으로 작용하여 특유의 향기를 나타내는 것으로 알려져있다[23]. 서산 달래를 유기용매를 사용하지 않고 분석 대상 물질을 고정상에 입혀진 fiber에 흡착시켜 GC 주입구에 주입 후 고온으로 탈착하는 방법인 SPME는 휘발성분을 포집하는 과정에서 향기성분 손실을 최소화할 수 있다. 일반 headspace법은 강한 휘발성 물질에 선택적인 반면, SPME를 이용한 headspace법은 휘발성이 약한 물질에 대해 더욱 좋은 결과를 나타낸다 [16-18].

SPME를 이용해서 향기성분을 분석한 본 실험의 결과는 Table 2와 Figure 1에 나타내었다. 탄화수소류는 18종으로 41%, 알데히드류는 4종 0.73%, 케톤류는 2종으로 4.01%, 알콜류는 3종으로 5.72%, 에스테류는 3종류로 1.17%, 유기산 류는 10종류로 9.05%, 기타성분이 3종류로 11.3 2%로 확인되었다. 알데히드류에서는 자극적인 냄새로 풀의 향을 발현하는 저분자량 물질인 hexanal 성분과 2-butenal 성분이 확인되었는데 이는 주로 잎 부분에서 높은 함량을 보였다. 케톤류는 방향성 물질이면서 착향 물질로 식품 첨가물로 이용될 수 있는 3,8-nonadien-2-one이 확인되었다. 알콜류에서는 cis-3-hexanol이 나왔는데 이것은 강한 휘발성 향기이며 향산화 효능이 있어 의학적으로도 연구되고 있는 성분으로, 달래가 생체의 면역계 세포에 영향을 미쳐 면역력을 높이는 성분으로 작용할 수 있는 가능성을 확인 할 수 있었다. 또한 cis-3-hexanol은 식물의 잎에서 추출 농축하여 인공향료로 이용되고 있으며 방향제 역할로 생선이나 육류의 냄새를 제거하는데 이용되기도 한다. 달래에 존재하는 향 중 유기산 종류인 benzoic acid는 식품첨가제로 특이한 향이 특징이고, 달래의 진한 향의 성분은 41.4%를 차지하고 있던 탄화수소계열의 비린내와 더불어 이 유기산으로 추정 된다.

[Table 2] Aromatic compounds in Allium monanthum

No	Compound	RT(min)	CAS No	Peak area %
Hydrocarbons				
1	ethanone	3.51	58254-18-5	3.06
2	2,4,6-trimethoxybenzaldehyde	4.23	51903-38-9	10.24
3	1,4-Bis(trimethylsilyl)butadiene	5.30	4526-07-2	0.30
4	octadecane	7.80	35545-51-8	0.24
5	2,4,6,8-Tetramethylcyclotetrasiloxane	9.23	2370-88-9	0.36

6	4,5-dimethyl-2-pentadecyl	14.83	56599-32-7	0.18
7	2,4-dimethoxyphenyl	16.84	7555-80-8	1.06
8	diphenyl disulfide	17.28	882-33-7	1.24
9	phenethylamine	25.58	10538-85-9	4.26
10	12-octadecenoic	27.25	13126-37-9	0.64
11	4,4-dimethyl	28.88	53296-71-1	6.48
12	acetaldehyde	29.14	55282-61-6	0.78
13	1,3,5-tris benzene	31.58	10586-12-6	6.04
14	benzofuran	32.76	60297-83-8	0.76
15	heptasiloxane	35.30	19095-23-9	1.04
16	acetamide	42.99	81212-88-2	3.16
17	9-octadecenamide	49.15	301-02-0	8.54
18	4,4-dimethyl	58.13	53296-71-2	0.48
Group Total				41.40
Aldehydes				
19	2-butenal	2.48	4170-30-3	0.21
20	hexanal	3.83	66-25-1	0.32
21	1,3-dimethoxy acetaldehyde	8.24	57597-62-3	0.06
22	9,12,15-octadecatrienal	59.08	26537-71-3	0.14
Group Total				0.73
Ketones				
23	3,8-nonadien-2-one	12.04	55282-90-1	3.92
24	3H-1,2,4-triazole-3-thione	37.59	23714-53-6	0.09
Group Total				4.01
Alcohols				
25	3-methylphenol	5.24	108-39-4	3.01
26	cis-3-hexanol	16.99	623-37-0	2.28
27	nerolodol	52.84	7212-44-4	0.43
Group Total				5.72
Esters				
28	dimethyl ester	4.73	72719-10-9	0.85
29	isopropyl linoleate	30.43	22882-95-7	0.09
30	ethyl linoleate	57.03	544-35-4	0.23
Group Total				1.17
Acids				
31	eicosanebioic acid	5.88	42235-38-1	0.17
32	octadecenoic acid	10.84	56599-88-3	0.11
33	9-octadecenoic acid	10.93	56599-45-2	1.23
34	butanoic acid	12.28	77508-70-4	0.09
35	acetic acid	16.26	53044-27-2	0.26
36	benzoic acid	19.23	32025-37-9	3.35
37	phospanic acid	21.44	56051-78-6	0.07
38	9,12-octadecadienoic acid	31.33	2566-97-4	2.64
39	16-octadecadienoic acid	32.32	56554-49-5	0.14
40	benzoic acid	32.68	18406-07-0	0.92
41	9,12,15-octadecadienoic acid	35.77	56700-76-6	1.07
Group Total				9.05
S-containing compounds				
42	methyl ethyl disulfide	29.96	20333-39-5	1.83
43	diphenyl disulfide	40.02	882-33-7	5.95
Group Total				7.78
Miscellaneous ones				
44	linalool oxide	14.35	1365-19-1	3.54
Group Total				3.54



[Fig. 1] Gas chromatogram of volatile flavor compounds of *Allium monanthum* by SPME

### 3.2 달래의 생리활성 효과

#### 3.2.1 달래의 항산화 효과

식물체는 비타민류와 다양한 페놀성 성분이 함유되어 항산화 활성을 포함한 생리활성을 가지는 것으로 알려져 있다[24]. 이러한 생리활성은 주로 항산화활성을 통하여 확인되는데 서산달래의 생리활성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 서산 달래의 radical 소거활성능력에서는 DPPH에서 53.3%, ABTS에서 IC<sub>50</sub>값이 0.5 mg/ml로 나와 두 가지 모두 에틸아세테이트 층에서 가장 높은 활성을 나타냈으며, 다음으로 물, 헥산층에서 가장 낮은 활성을 보이는 것으로 나타났다. 반면 낮은 pH에서 환원제에 의해 Fe<sup>3+</sup>-TPTZ 복합체가 파란색의 Fe<sup>2+</sup>-TPTZ으로 환원되는 원리를 이용한 산화 환원의 방법[19]으로 항산화 활성을 확인하는 FRAP 실험결과는 에틸아세테이트 층이 459 mM로 가장 높은 것은 같았으나 헥산 층에서 물보다 더 높은 FRAP value를 갖고 있는 것으로 나타났다. 항산화 물질인 페놀 화합물의[20] 함량을 측정하는 실험에서는 물층이 92.5 µg Gallic acid/g, 에틸아세테이트층에서 69.7 µg Gallic acid/g 의 페놀성 화합물을 가지고 있었고 헥산층에서 다른 항산화 실험과 마찬가지로 26.5 Gallic acid/g 의 가장 낮은 값을 나타냈다. 이는 채소 중 높은 페놀 함량을 가지고 있다는 마늘 40 µg Gallic acid/g, 고추 29 µg Gallic acid/g [21] 보다 높은 값으로 달래의 높은 총 페놀 함량을 알 수 있었다.

#### 3.2.2 CCK-8 assay를 이용한 달래의 HaCaT, HepG2, HCT116, PC3 세포 성장억제효과

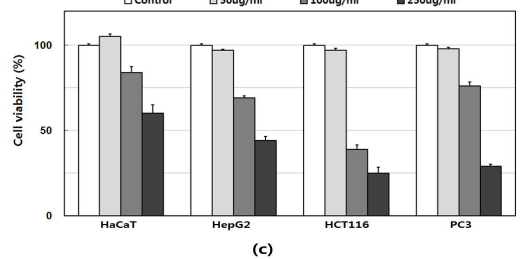
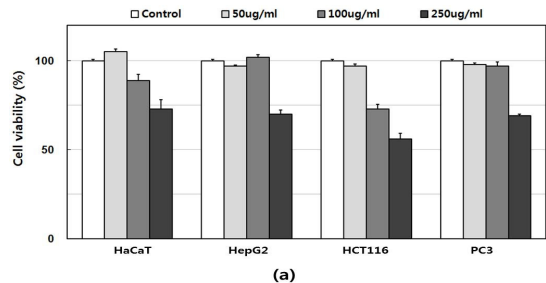
세포 생존율을 나타낸 결과는 Figure 2에 나타내었다. 서산 달래의 용매 분획한 분획층별 암세포에 대한 성장억제 효과를 측정하였다. 물 층에서 가장 생존율이 높았고, 높은 고농도에도 생존율이 50% 이상임을 확인하

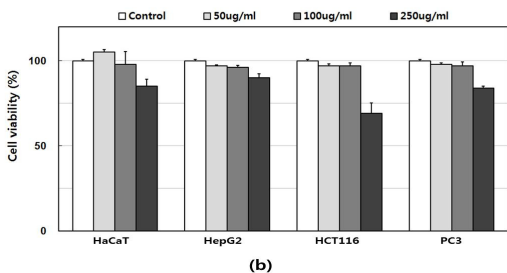
였다. 그와 반대 로, 헥산층에서 세포 생존율이 가장 낮았다. 농 도별로 살펴보면 50 µg/ml 의 농도에서는 모든 분획층과 세포에서 90%가 넘는 생존율을 보이 지만 농도가 높아질수록 생존율이 감소하여 암 세포 성장억제 효과가 증가하는 것으로 나타났다. 특히 헥산층의 암세포 억제 능력은 HCT116 세포에서 선택적으로 100 µg/ml과 250 µg/ml의 농도에서 암세포를 억제하는 효과를 나타내었다.

[Table 3] Antioxidant properties and total phenolic content (TPC) of *A. monanthum* extracts

Material	DPPH (%)	ABTS (IC <sub>50</sub> µg/mL)	FRAP (mM)	TPC µg/g	
<i>Amonanthum</i>	H <sub>2</sub> O	38.3±0.7	2.8±0.1	125.8±5.3	92.5±2.2
	EtOAc	52.3±0.4	0.50±0.1	458.8±5.9	69.7±1.6
	Hexane	37.6±0.2	5.54±0.1	319.1±2.9	26.5±0.9
Vit. C	-	-	0.05±0.1	68137.5±6.2	-
BHA	-	90.8±0.5	-	-	-

Results are presented as the mean IC<sub>50</sub> values obtained from three independent experiments carried out in Mean±S.D. (n=5); DPPH, 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl; ABTS, 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium; FRAP, ferric reducing antioxidant power assay; TPC, total Phenolic content; EtOAc, ethyl acetate; BHA, butylated hydroxyanisole





[Fig. 2] Cell viability of *Allium monanthum* in HaCaT, HepG2, HCT116 and PC3 cell lines by CCK-8 assay  
(a)H<sub>2</sub>O ext. 48hr treatment (b)E/A ext. 48hr treatment (c)Hex ext. 48hr treatment

### 3.3 달래의 성분

#### 3.3.1 달래의 일반성분

서산 달래와 재배 지역별 달래의 일반성분을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 재배 지역별 달래의 열량은 80~140 kcal/100g으로 AM-12 경남 밀양이 142 kcal/100g으로 가장 높았고 AM-1 충남 보령시 삼시도에서 채집한 달래가 82 kcal/100g으로 가장 낮았다. AM-12 경남 밀양과 AM-11 강원도 원주시의 달래가 다른 지역 시료에 비하여 1.8 g/100g의 높은 지방 함유량과 28 g/100g으로 가장 낮은 AM-1 충남 보령시 삼시도의 0.72 g/100g의 지방과 16 g/100g의 탄수화물에 비해 2배 가량 높은 함량을 보인 것과 유사했다. 단백질 함량은 AM-10 충남 태안군이 1.04 g/100g, AM-6 강원도 화천군 달래가 3.41 g/100g을 함유하고 있어 3배 이상의 큰 차이가 나타남을 알 수 있었다. 수분함량의 경우에는 66~80%의 수준으로 시료별 차이가 있었고 회분의 경우에는 AM-10 충남 태안군에서 0.73%로 가장 낮은 함유량, AM-1 충남 보령 삼시도에서 1.65%로 가장 높은 함유량을 나타냈다. 조섬유의 함량 또한 0.93 µgRE/100g~7.01 µgRE/100g으로 지역별로 그 수준이 다양하였다.

[Table 4] Proximate composition of *Allium monanthum* from various area

	Calorie (kcal/100g)	Carbohydrate (g/100g)	Crude protein (g/100g)	Crude fat (g/100g)	Moisture (%)	Crude ash (%)	Crude fiber (µgRE/100g)
AM-1	82.2	16.34	2.59	0.72	78.7	1.65	2.09
AM-2	104.69	22.61	2.28	0.57	73.57	0.97	0.93
AM-3	95.47	19.33	2.58	0.87	76.22	1	3.31

AM-4	101.81	20.83	2.8	0.81	74.39	1.17	2.12
AM-5	79.46	16.73	1.29	0.82	80.38	0.78	5.17
AM-6	103.78	19.61	3.41	1.3	74.43	1.25	1.7
AM-7	117.27	23.8	2.39	1.39	71.26	1.16	1.99
AM-8	93.53	19.83	1.64	0.85	76.78	0.9	5.47
AM-9	110.83	20.52	3.16	1.79	73.43	1.1	2.17
AM-10	104.72	22.08	1.04	1.36	74.79	0.73	4.66
AM-11	137.99	28.23	2.15	1.83	66.62	1.17	2.78
AM-12	142.55	28.84	2.59	1.87	65.62	1.08	1.4
AM-13	120.78	24.89	2.38	1.3	70.03	1.4	4.17
AM-14	95.29	20.51	2.12	0.53	75.84	1	7.01

#### 3.3.2 달래의 비타민

지역별 달래의 비타민 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 비타민 A의 함량은 AM-14 경남 산청군에서 268 mg/100g로 다른 지역 5~148 mg/100g의 수준보다 월등히 높은 함량을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 비타민 B<sub>1</sub>은 0.03 mg/100g~0.07 mg/100g, 비타민 B<sub>2</sub>는 0.02~0.06 mg/100g으로 지역별 큰 차이는 없었으며 나이아신의 경우에는 AM-3 충남 서산시에서 0.26 mg/100g으로 가장 높고 AM-5 경북 의성과 AM-10 충남 태안에서 0.06 mg/100g으로 가장 낮은 나이아신을 함유하고 있는 것으로 나타났다.

[Table 5] Vitamin A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacin contents

	(mg/100g)			
	Vitamin A	Vitamin B <sub>1</sub>	Vitamin B <sub>2</sub>	Niacin
AM-1	52.57	0.03	0.06	0.19
AM-2	50.1	0.04	0.05	0.12
AM-3	28.73	0.06	0.06	0.26
AM-4	67.26	0.07	0.05	0.11
AM-5	39	0.04	0.05	0.06
AM-6	147.96	0.07	0.02	0.07
AM-7	48.88	0.06	0.02	0.11
AM-8	80.8	0.04	0.03	0.07
AM-9	51.8	0.07	0.03	0.14
AM-10	22.18	0.03	0.03	0.06
AM-11	5.02	0.03	0.03	0.11
AM-12	5.42	0.04	0.03	0.08
AM-13	41.83	0.04	0.04	0.18
AM-14	268.82	0.03	0.04	0.15

#### 4. 결론

특유의 풍미가 있는 천연 향신 채소인 달래의 고품질 화육성을 위하여 실시된 본 실험에서는 SPME 분석법에 의해 달래의 향기를 분석 하고, 용매별로 분획하여 항산화 활성과 HaCaT, HepG2, HCT116, PC3 세포 성장억제 효과를 알아보았으며, 14개 지역에서 달래를 수집하여 지역별 성분을 비교해 보았다. 먼저 달래의 향기 성분에서는 탄화수소와 유기산 계열의 함량이 많은 것으로 나왔고, 알코올류에서는 강한 휘 발생 향기이며 항산화효능으로 의학적으로 연구되고 있는 성분인 cis-3-hexanol 가 있어, 달래가 생체의 면역계 세포에 영향을 미쳐 면역력을 높이는 성분으로 작용할 수 있는 가능성을 보여줬다. 분획을 하여 생리활성을 비교해 본 결과로 항산화 활성은 에틸아세테이트층에서 라디칼 소거능과 FRAP value가 가장 높게 나왔고, 총페놀 함량은 물층에서 92.5 GAE  $\mu\text{g/g}$ 으로 기존에 항산화능력이 존재한다고 알려진 마늘, 고추와 같은 작물보다 높은 수준으로 항산화 및 약리작용의 순기능을 나타낼 것으로 판단 된다. 암세포 성장 억제를 본 실험에서는 핵 산층에서 가장 생존율이 낮았으며 세가지 모두 농도가 높아질수록 생존율이 감소하여 암세포 성장억제 효과가 증가하는 것으로 나타났다. 마지막으로, 지역 간에 달래의 성분 함유 비교실험에서는 14개의 지역에서 채집한 달래의 일반성분과 영양성분을 분석하여 재배 지역별 함량을 확보하였다. 열량 79~142 kcal/100g, 탄수화물 17~28 g/100g, 조단백 1~3 g/100g, 조지방 0.53~1.87 g/100g, 수분 66~80%, 회분 0.73~1.4%, 조섬유 0.93~7.01  $\mu\text{g RE/100g}$ , 비타민A 5~269 mg/100g, 비타민B<sub>1</sub> 0.03~0.07 mg/100g, 비타민 B<sub>2</sub> 0.02~0.0 mg/100g, 나이아신 0.06~0.26 mg/100g, 인 73~260 mg/100g, 칼슘 34~112 mg/100g, 칼륨 324~903 mg/100g, 철 2~19 mg/100g, 나트륨 1~19 mg/100g의 범위에서 함유량을 확인하였고, 지역별로 그 수준이 매우 다양하게 나왔으며 재배지역에 따른 영양 조성의 특성을 파악할 수 있었다.

본 연구를 통하여 달래의 항산화 활성과 암세포 성장억제를 알 수 있었으며, 지역별 품질특성 비교 및 기초자료를 확보하여 농업관련 산업의 육성과 지역경제 활성화로 활용분야를 확대할 수 있음을 확인하였다.

#### References

- [1] S. B. Lee, C. K. Kim, J. Y. Oh, K. M. Kim. "Classification of *Allium monanthum* and *A. grai* by ISSR Markers", *Korean journal of horticultural science & technology*, 29(6), pp.600-609, 2011.
- [2] Shanghai Science and Technology Press, In 'Encyclopedia of Chinese Drugs'. p.226, Shogakukan, Tokyo, Japan, 1985.
- [3] T. B. Lee, Coloured Flora of Korea. p.701-707, Hyangmunsa, Korean, 2006.
- [4] J. Y. Choi, I. S. Lee, C. song, "Effect of wild garlic on serum component of cholesterol fed rats", *J. of Korean Oil Chemists' Soc*, 9(1), pp.73-79, 1992.
- [5] Z. Penton, "Flavor volatiles in a fruit beverage with automated SPME". *Food Test Anal*, 2, pp.16-18, 1996.
- [6] Y. J. Kwon, J. G. Lee, K. Y. Deng, G. H. Lee, M. J. Oh, "The odor discriminants analysis and the comparison of flavor components in korean and chinese sesame oils", *Korean J Postharvest Sci Technol*, 6, pp.200-205, 1999.
- [7] H. S. Choi, E. J. Kang, K. H. Kim, "Analyses of essential oil and headspace compositions of *Capsella bursa-pastoris medicus* by SDE and SPME methods", *Korean J Food Preserv*, 13, 108-114, 2006.
- [8] M. S. Blois, "Antioxidant determination by the use of a stable free radical", *Nature*, 181, pp.1199-1200, 1958. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/1811199a0>
- [9] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, C. Rice-Evans, "Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay", *Free Radic Biol Med*, 26, pp.1231-1237, 1999. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- [10] C. H. Jeong, G. N. Choi, J. H. Kim, J. H. Kwak, D. O. Kim, Y. J. Kim, H. J. Heo, "Antioxidant activities from the aerial parts of *Platycodon grandiflorum*", *Food Chem*, 118, pp.278-282, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.134>
- [11] O. Folin and W. Denis, "On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents", *J Biol Chem.*, 12, pp. 239-249, 1912.
- [12] AOAC, Official Methods of Analysis. 17th ed. p.1-26, Association of Official Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA, 2000.
- [13] H. M. Lee, B. M. Kwak, J. H. Ahn, T. H. Jeon, "A comparative study on quantifying uncertainty of vitamin A determination in infant formula by HPLC", *Korea J Food Sci and Technol*, 40, pp.152-159, 2008.



- [14] A. Sims, D. Shoemaker, "Simultaneous liquid chromatographic determination of thiamin and riboflavin in selected foods", *J AOAC Int'l*, 76, pp.1156-1160, 1993.
- [15] AACC, Approved methods of the American association of cereal chemists. 9th ed. Vol 1,2, American association of cereal chemists, 1995.
- [16] C. L. Arthur, J. Pawliszyn, "Solid-phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers" *Anal Chem*, 62, pp.2145-2148, 1990.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/ac00218a019>
- [17] C. Arthur, L. M. Killam, K. D. Buchholz, J. Pawliszyn, Automation and optimization of solid-phase microextraction. *Anal Chem*, 64, pp.1960-1966, 1992.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/ac00041a034>
- [18] Z. Zhang, J. Pawliszyn, "Headspace solid-phase microextraction" *Anal Chem*, 65, pp.1843-1852, 1993.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/ac00062a008>
- [19] I. F. Benzie, J. J. Strain, "The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay", *Anal Bioche*, 239, pp.70-76, 1996.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- [20] M. H. Yu, S. O. Lee, H. G. Im, H. J. Kim, I. S. Lee, "Antioxidant activities of *Prunus salicina* Lindl. cv. *Soldam* (plum) at different growth stages", *Korean J Food Preservation*, 11, pp.358-363, 2004.
- [21] J. H. Suh, O. J. Paek, Y. W. Kang, J. E. Ahn, J. S. Yun, K. S. Oh, Y. S. An, S. H. Park, S. J. Lee, "Study on the Antioxidant Activity in the Various Vegetables" *J Fd Hyg Safety*, 28(4), pp.337-341, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2013.28.4.337>
- [22] H. I. Jun, Y. A. Kim, Y. S. Kim, "Antioxidant Activities of *Rubus coreanus* Miquel and *Morus alba* L. Fruits", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43(3), pp.381-388, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.3.381>
- [22] H. J. Jang, Y. S. Shim, D. W. Seo, J. B. Hwang, S. G. Lee, J. H. Ha, "Chemical Characteristics and Flavors of Bamboo-shoot Vinegar", *Korean Soc Food Sci Nutr*, 45(6), pp.675-681, 2013.
- [23] J. D. Kim, O. H. Lee, J. S. Lee, K. Y. Park, "Antioxidative Effects of Common and Organic Kale Juices", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43(5), pp.668-674, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.5.668>

---

**오 태 석(Tae-Seok Oh)**

[정회원]



- 2005년 2월 : 공주대학교 식물자원학과(농학석사)
- 2009년 2월 : 공주대학교 식물자원학과(농학박사)

<관심분야>  
병원성미생물, 중금속

---

**김 창 호(Chang-Ho Kim)**

[정회원]



- 1992년 3월 : 공주대학교 식물자원학과 교수
- 2010년 3월 : 공주대학교 산업과학대학 학장
- 2012년 5월 : 공주대학교 교무처장

<관심분야>  
식물생리, 사료작물

---

**조 용 구(Yong-Koo Cho)**

[정회원]



- 2007년 2월 : 공주대학교 식물자원학과 (농학석사)
- 2009년 8월 : 공주대학교 식물자원학과 (박사과정 수료)

<관심분야>  
약용식물, 식물병리, 유기농업

---

**김 성 민(Sung-min Kim)**

[정회원]



- 1992년 3월 : 공주대학교 식물자원학과 교수
- 2002년 3월 ~ 2004년 2월 : 공주대학교 산업과학대학 학장
- 2007년 1월 ~ 2009년 12월 : 한국약용작물학회 회장
- 2009년 3월 ~ 2010년 6월 : 공주대학교 대학원장

<관심분야>

공예작물학, 약용식물학, 종자학

---

**김 범 호(Pom-Ho Kim)**

[정회원]



- 2013년 8월 : 원광대학교 한의학전문대학원 한의학박사
- 2014년 3월 ~ 현재 : 남서울대학교 복지경영대학원 대체치유학과 교수

<관심분야>

자연치유, 건강증진

---

**신 동 일(Dong-il Shin)**

[정회원]



- 1992년 3월 : 공주대학교 식물자원학과 교수
- 2010년 1월 : 한국작물학회 부회장
- 2011년 1월 : 한국토종연구회 회장

<관심분야>

식물유전학, 식물육종학