

흰썸바귀 (苦菜, *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai) 뿌리의 성분 분석과 추출물의 세포 생존율 및 DPPH 라디칼 소거 활성*

홍슬기¹ · 정동명² · 김기영³ · 황은희^{4§}

전남 장흥군버섯연구소,¹ 원광대학교 생체의공학연구소,² 원광대학교 생활자원개발연구소,³
원광대학교 식품영양학과, 원광대학교 생활자원개발연구소⁴

The Composition of the Root of *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai. and Cell Viability and DPPH Radical Scavenging Activities of its Extract*

Hong, Seulgi¹ · Jeong, Dongmyong² · Kim, Kiyoung³ · Hwang, Eunhee^{4§}

¹Jangheungun Mushroom Research Institute, Jeonnam 529-851, Korea

²Institute of Biomedical Engineering Research, Wonkwang University, Iksan 570-711, Korea

³Institute for Better Living, Wonkwang University, Iksan 570-711, Korea

⁴Dept of Food & Nutrition, Institute for Better Living, Wonkwang University, Iksan 570-711, Korea

ABSTRACT

Ixeris dentata var. *albiflora* Nakai, a herbal plant, is often used to make a strong stomach as an antiphlogistic used when dyspepsia and to improve appetite in Korea and China. And also it is used for adult diseases such as diabetes and liver diseases as Korean traditional medicine. In this study, the composition and DPPH radical scavenging activities of the root of *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai and its effects on cell viability on vero and chang cells were investigated. Moisture, crude ash, crude protein and crude lipid were 79.14, 2.49, 8.28 and 2.56 g/100 g respectively. The highest mineral content was K. The major free sugars were glucose, fructose and sucrose. Major fatty acid are linoleic acid, palmitic acid and linolenic acid. Major amino acids were glutamic acid, arginine and aspartic acid and the total contents of amino acids were 28.12 mg/g. The methanol extracts were further fractionated with n-hexane, chloroform, ethylacetate, butanol and water to get an active fraction. In addition, cell viabilities in each fraction were determined. Methanol extract, butanol, and aqueous fraction showed strong survival rates in vero cell and chang cell viability test, and hexane, chloroform, and ethylacetate fraction were examined for toxin in a cell. The root of *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai had scavenging activities against DPPH radicals in a dose-dependent assay. Ethylacetate fraction's SC50 was 6.8 µg/mL, very strong DPPH radical scavenging activities, but water fraction did not show any activity. (Korean J Nutr 2010; 43(2): 105~113)

KEY WORDS: root of *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai, composition, cell viability, DPPH radical scavenging activities.

서 론

썸바귀(*Ixeris dentata* Nakai)는 국화과(Compositae)에 속하는 한해살이 또는 두해살이 풀로 주로 한국, 일본, 중

국에 분포하며 산이나 들, 밭에 자생한다. 썸바귀의 높이는 25~50 cm 정도로 자라고, 줄기나 잎을 자르면 유백색의 액체가 있다. 황색의 꽃은 5~7월에 약 1.5 cm 정도로 개화하고, 그 종류로는 흰썸바귀 (*Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai), 뽕썸바귀 (*Ixeris japonica* Nakai), 냇썸바귀 (*Ixeris tamagawaensis*), 갯썸바귀 (*Ixeris repens*), 쯔썸바귀 (*Ixeris stolonifera*), 선썸바귀 (*Ixeris chnensis* var. *strigosa*), 산썸바귀 (*Lactuca raddeana*), 왕썸배 (*Prenanthes tanakae*) 등¹⁾이 있다.

한방에서는 고채 (苦菜), 황과채 (黃瓜彩)라고도 불리우

접수일 : 2009년 12월 7일 / 수정일 : 2010년 1월 6일

채택일 : 2010년 2월 17일

*This research was supported by 2008 grant from Wonkwang University.

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail: ehwhang@wku.ac.kr

고 봄철에 뿌리를 포함한 식물의 모든 부분이 식용 또는 약용, 관상용으로 이용되며 맛은 쓰고 (苦) 성질은 차다 (寒)²⁾고 되어있다.

썩바귀의 성분에 대해서는 aliphatics, triterpenoids,³⁾ sesquiterpeneglycoside 등⁴⁾이 알려져 있다. 썩바귀 및 썩바귀 뿌리의 효능에 대한 연구로는 항돌연변이성,⁵⁾ 항암활성 효과^{6,7)}와 썩바귀 생즙 추출물의 생리활성,⁸⁾ 관능검사를 통한 썩바귀의 쓴맛 등⁹⁾에 대한 보고가 있으며 쓴맛 성분은 부탄올 가용성 분획에 많이 존재하고 있음이 확인되었다. 특히 썩바귀 메탄올 추출물은 고콜레스테롤혈증을 가진 쥐에 대한 개선 효과¹¹⁾와 당뇨쥐의 혈당을 감소시키고 혈액의 triglyceride와 총 cholesterol의 수준을 감소시키는 지방 저하 효과를 가지며 주성분으로는 cynaroside (luteoline 7-O- β -D-glucoside)가 보고¹²⁾된 바 있다.

어떤 물질의 효능검색을 알아보기 위하여 동물실험 등 생체에서의 적용 이전에 생체외에서 세포의 성장을 억제하는 1차 선별 검사방법으로 유용하게 사용하는 MTT 시험에 의한 세포생존율 측정과, 항산화능을 검색법중의 하나인 DPPH 라디칼 소거능 측정법이 있는데 본 연구에서도 흰썩바귀뿌리의 기능성을 스크린하는 방법으로 이 두가지 실험을 수행하였다. 최근에 MTT 시험과 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 식용식물 재료로는 쇠비름,¹³⁾ 선학초,¹⁴⁾ 캐리어나일,¹⁵⁾ 더덕,¹⁶⁾ 복분자 딸기,¹⁷⁾ 비파잎,¹⁸⁾ 솔잎,¹⁹⁾ 오레가노,²⁰⁾ 송이버섯 등²¹⁾이 있다.

일반 썩바귀에 대해서는 성분,^{3,4)} 항돌연변이성,⁵⁾ 항암활성 효과,^{6,7)} 생리활성,⁸⁾ 쓴맛 등⁹⁾에 대하여 연구되었으나, 뿌리가 굵고 커서 주로 뿌리를 식용하는 흰썩바귀에 대해서는 연구가 되지 않아 본 연구에서는 흰썩바귀 뿌리의 식품 원료 및 건강기능식품으로 활용 가능성을 알아보고자 흰썩바귀 뿌리의 성분을 분석하고 메탄올 추출물 및 5가지 분획물 (헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올, 물추출물)의 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였으며, 정상 간세포와 정상 신장세포에 대한 독성을 검색하여 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용한 흰썩바귀 뿌리는 주식회사 천길 (익산)로부터 공급받아서 실험에 사용하였다.

방 법

시료의 전처리. 흰썩바귀 뿌리 120 g을 -50°C 에서 1시간 냉동건조시켜 (진공동결건조기 10R, (주)일신랩) 얻은 시

료 117.78 g (98.15%)를 분쇄기 (후드믹서 HMF-1000, 한일전기주식회사)로 분쇄하여 일반성분 중 조회분, 조단백, 조지방과 특수성분 (무기질, 유리당, 총 페놀, 총 지질, 지방산, 아미노산)분석에 사용하였고, 일부의 시료는 메탄올 추출물 및 유기용매 분획물을 얻는데 사용하였다. 흰썩바귀 뿌리 생시료는 일반성분 중 수분분석을 하였으며 모든 실험은 3회 반복 측정하였다.

흰썩바귀 뿌리의 성분분석

일반성분 분석. 수분, 조회분, 조단백, 조지방은 A. O. A. C 법²²⁾에 의하여 분석하였다.

특수성분 분석. 무기질 함량은 식품공전시험법²³⁾에 따라서 무기질 분석용 용액으로 만들어사용하였다. Ca, K, Mg, Na, Fe, Cu, Zn 등은 원자흡광분광광도계 (Solaar-M5, Thermo elemental Co., England)로 측정하였으며 P은 몰리브덴청 비색법에 따라서 분광광도계 (UV-1601, Shimadzu Co., Japan)로 650 nm에서 측정하였다.

총 페놀 함량은 Folin-Denis법²⁴⁾으로 측정하였다.

유리당 함량은 냉동건조시료 10 g을 취하고 70% methanol 50 mL를 가한 후 75°C 에서 1시간 동안 시료 전 처리장치 (Mars X, CEM Co., USA)로 추출하고 여과하였다. 위의 시료 10 mL를 취하여 원심분리하고 상등액을 Sep-pak C18 cartridge를 통과시킨 후 0.2 μm membrane filter로 여과하고 ELSD (Evaporative Light Scattering Detector, Model 2000, Softa Co., USA)를 장착한 HPLC (NS-2004GP, Futecs Co., Korea)로 분석하였다. 이때 컬럼은 Asahipak NH2P-504E (4.6×250 mm), 컬럼온도는 35°C , 이동상은 75% acetonitrile, 유속은 1.2 mL/min로 하였다.

총 지질은 Folch 등²⁵⁾의 방법으로 총 지질을 얻어 -30°C 의 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다. 지방산 조성은 Metcalfe 등²⁶⁾의 방법에 따라 지질을 methyl ester화시킨 후 gas chromatography (6890N, Agilent Technology, USA)로 분석하였다. GC의 분석조건은 column은 FID (flame ionization detector)를 사용하여 column의 초기온도는 140°C 로 5분간 유지한 다음 $4^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 로 240°C 까지 온도를 상승시켜 19분간 유지하였다. Injector와 detector의 온도는 260°C 로 하였고 carrier gas는 N_2 를 사용하였으며 유속은 0.8 mL/min이었다. 각 지방산은 동일 조건에서 표준지방산 methyl ester mixture (Sigma Chemical Co., USA)와 retention time을 비교하여 동정하였으며 함량은 각 peak의 면적을 상대적인 백분율로 나타내었다.

아미노산의 분석은 시료 0.2 g을 시험관에 취하고 6N

HCL 용액 15 mL를 가하여 질소로 치환하고 밀봉한 후 110°C의 건조기에서 24시간 가수분해 하였다. 이어 감압농축하고 구연산나트륨 완충용액으로 정용하여 0.2 μ m membrane filter로 여과한 후 아미노산 자동분석장치 (Sykam S433, Germany)로 분석하였다.

흰썸바귀 뿌리의 추출방법

메탄올 추출물. 냉동건조시켜 분쇄한 흰썸바귀 뿌리 60 g을 99% 메탄올 600 mL (시료 중량의 10배)를 가하여 실온에서 자동 교반기를 이용하여 72시간 교반하여 1차 추출물 약 450 mL을 얻었다. 그 후 다시 동일한 방법으로 3차 재추출하여 약 1,350 mL을 얻어 총 1,800 mL의 메탄올 추출물을 수집하여 혼합하였다. 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물은 여과지 (Whatman No 2)로 여과한 다음 감압농축기 (Eyela 2Cs-50, Rikakikai Ltd., Tokyo, Japan)로 농축시켜 15.91 g (25.52%)의 메탄올 추출물을 얻었다.

용매 분획방법. 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물 10 g을 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올 등 극성이 다른 유기용매를 사용하여 극성이 낮은 용매로부터 Fig. 1과 같이 차례로 분획하고 잔류 수층액을 얻었다. 즉, 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물에 10배량의 증류수를 혼합하고, 분액깔대기에 위의 유기용매를 동량 부은 다음 뚜껑을 막고 충분히 흔들어주면서 잘 혼합되도록 하였다. 분액깔대기를 스탠드에 고정하고 뚜껑을 열어 일정 시간 정치시켜서 유기용매층과 수층으로 분리되도록 하였다. 유기용매층을 분리해내고 남아있는 수층에 동량의 새로운 유기용매를 혼합하여 충분히

추출되도록 각 분획마다 3회씩 반복하였다. 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올 그리고 물분획의 각 추출물은 여과지 (Whatman No 2)로 여과한 후 진공농축기로 32~38°C에서 감압 농축하여 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올 분획물은 각각 0.423 g, 0.558 g, 0.169 g, 1.365 g 이었고 잔류수층액 7.233 g이었다 (Fig. 1).

흰썸바귀 뿌리추출물의 간, 신장 세포독성실험

세포주 및 세포 배양. 본 실험에서 사용한 vero cell (신장 세포주, monkey kidney cell line)은 한국 세포주 은행 (Korean Cell Lines Bank), chang cell (간 세포주, human liver cell line)은 원광대학교 의과대학 미생물학교실로부터 분양받아 사용하였다. vero cell과 chang cell의 배지로는 10% fetal bovine serum (FBS), 1% 항생제가 첨가된 Dulbecco's modified eagle medium (DMEM)를 사용하였고, 38°C, 5% CO₂ incubator (MCO-17AIC, Sanyo Electric Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 배양하였다.

세포 생존율 측정. 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물 및 분획물의 vero cell과 chang cell에 대한 독성 검색에는 MTT (3-(4, 5-dimethylthiazol-2-yl)-2, 5-diphenyl tetrazolium bromide) assay로 세포생존율을 측정하였다. MTT assay는 세포내 미토콘드리아의 respiratory chain에 존재하며 생존세포에만 활성이 있는 succinate-tetrazoliumreductase와 반응하여 노란색의 수용성 기질인 MTT를 청자색의 비수용성 MTT formazan으로 환원시키는 능력을 이용한 검사법이다.²⁷⁾ 흰썸바귀 뿌리는 헥산, 클로로포름,

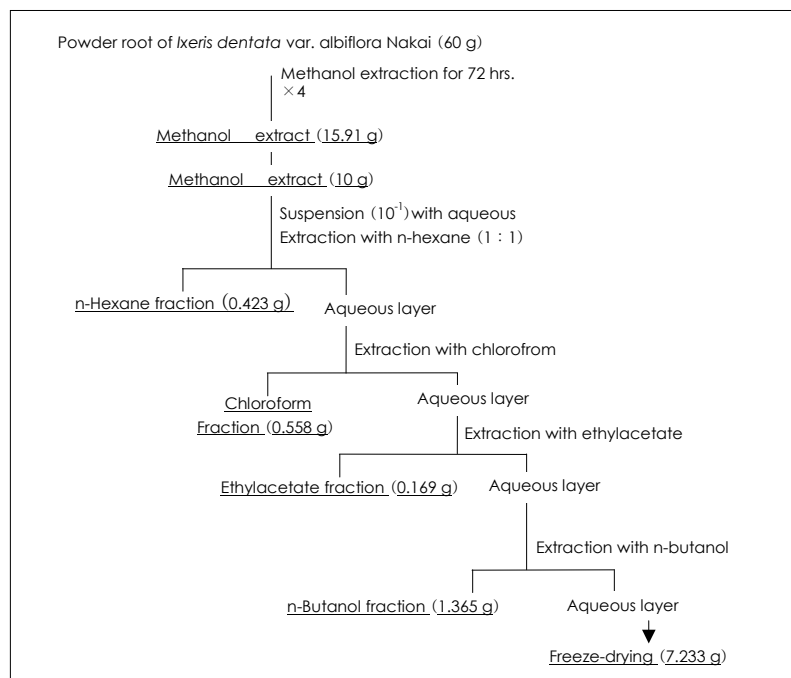


Fig. 1. Extraction and fraction of the root of *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai.

에틸아세테이트, 부탄올 분획하여 100, 250, 500, 750 $\mu\text{g/mL}$ 농도로 처리하여 세포 생존율을 측정하였다. Vero cell 및 chang cell을 24 well plate에 3×10^4 cell/ mL/ well 씩 분주하여 1일간(chang cell은 2일간) CO_2 incubator에서 배양한 후, 0.1%의 DMSO (Dimethylsulfoxide)에 용해시킨 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물 및 분획물을 750, 500, 250, 100 $\mu\text{g/mL}$ 로 희석하여 처리하였다. 대조군에는 세포에 0.1% DMSO를 처리하여 24시간 동안 배양하였다. 그 후 배양액을 제거하고 PBS (Phosphate Buffered Saline)에 용해시킨 MTT solution 300 μL 씩을 각 well에 분주하여 2시간 동안 반응시켜서 제거하고, 250 μL 의 DMSO를 가하여 형성된 formazan 결정을 용해시켰다. 100 μL 씩을 96 well plate에 취하여 ELISA reader (Spectra Max 250, Molecular Devices Co, Sunnyvale, CA, U.S.A.)로 540 nm에서 흡광도를 측정하여 세포생존율을 계산하였다.

흰썸바귀 뿌리 추출물의 DPPH 라디칼 소거능 검색

DPPH (1, 1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 라디칼 소거능 측정. Blois의 DPPH 방법²⁸⁾을 변형하여 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물 및 5가지 분획물을 메탄올 20 mg/mL로 용해시킨 후 4,000, 2,000, 1,000, 500, 250, 125, 62.5, 31.25, 15.63, 7.81, 3.91, 1.95, 0.1, 0.49, 0.24, 0.12 $\mu\text{g/mL}$ 농도로 희석시켜 100 μL 를 96 well plate에 분주하였다. 실험 직전에 제조한 0.01 mM DPPH 용액을 가하여 25°C에서 30 분간 반응시킨 후, 516 nm에서 흡광도를 측정하여 소거능을 다음 공식에 의하여 산출하였다. 대조군은 시료를 첨가하지 않은 메탄올 용액으로 하였다. 각 분획물에 대한 DPPH 라디칼 소거능 억제강도는 흡광도를 이용하여 DPPH 라디칼을 50% 억제하는데 요구되는 농도(SC50)를 계산하였으며 양성대조군으로 buthyl hydroxy toluene (BHT) 100 $\mu\text{g/mL}$ 를 사용하여 비교하였다.

$$\text{소거능 (\%)} = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$$

A0: 대조군의 흡광도 (메탄올로 시료 처리)

A1: 실험군의 흡광도

자료분석

실험에서 얻은 결과는 통계프로그램인 SPSS (ver. 11.0)를 사용하여, 3회 반복 분석한 평균값과 표준오차 (Mean \pm Standard error)를 계산하였으며 실험군과 대조군의 평균값에 대한 p-value를 t-test로 구하여 유의성을 검증하였다.

결 과

흰썸바귀 뿌리의 성분 함량

일반성분

흰썸바귀 뿌리의 일반성분 함량은 Table 1에 나타났다. 수분은 79.14 ± 0.28 g/생시료 100 g, 동결건조 시료 100 g 당 조회분, 조지방, 조단백 함량은 각각 2.49 ± 0.08 , 2.56 ± 0.29 , 8.28 ± 0.18 g이었다.

특수성분

흰썸바귀 뿌리의 무기질 함량은 Table 2에 정리하였다. 건조시료 100 g 당 칼륨은 216.95 mg, 인 89.15 mg, 칼슘 36.28 mg, 마그네슘 34.52 mg, 나트륨 5.18 mg, 철 3.69 mg, 아연 0.80 mg, 구리 0.34 mg으로 칼륨 함량이 가장 많았다.

유리당 및 총 페놀 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 냉동건조시료 100 g 당 Glucose 1,033.01 mg, fruc-

Table 1. Contents of moisture, crude ash, crude protein and crude lipid in the root of *Ixeris dentata* var. albiflora Nakai

Composition	Contents (g/100 g)
Moisture	79.14 ± 0.28
Crude ash ¹⁾	2.49 ± 0.08
Crude protein ¹⁾	8.28 ± 0.18
Crude lipid ¹⁾	2.56 ± 0.29

Data show mean \pm S.E. in triplicate. 1) freeze dried material

Table 2. Contents of minerals in the root of *Ixeris dentata* var. albiflora Nakai

Composition	Contents (mg/100 g, freeze dried)
K	216.95
P	89.15
Ca	36.28
Mg	34.52
Na	5.18
Fe	3.69
Zn	0.80
Cu	0.34

Table 3. Contents of free sugars and total phenolics compounds in the root of *Ixeris dentata* var. albiflora Nakai

Composition	Contents (mg/100 g, freeze dried)
Glucose	1,033.01
Sucrose	610.37
Fructose	581.19
Total phenolics	59.82

tose 581.19 mg, sucrose 610.37 mg이었으며, 총 페놀은 59.82 mg이었다.

흰썸바귀 뿌리의 지방산 조성은 Table 4와 같다. 흰썸바귀 뿌리의 주요 지방산은 linoleic acid 41.24%, palmitic acid 26.91%, linolenic acid 20.91%, stearic acid 4.42%, oleic acid 2.96%, myristic acid 3.56%의 함량을 보였고, 포화지방산 (34.89%)보다 불포화 지방산 (65.11%)의 함량이 높았다.

흰썸바귀 뿌리의 아미노산 함량은 Table 5에 나타났다. 흰썸바귀 뿌리에 함유된 아미노산은 총 17종으로 함량은 28.12 mg/g으로 확인됐다. 이중 산성아미노산인 glutamic acid 5.54 mg/g, aspartic acid는 2.96 mg/g로 총 아미노산의 30.23%를 차지하며, 염기성 아미노산은 arginine 5.03 mg/g, histidine 2.43 mg/g, lysine 1.46 mg/g로 총 아미노산의 31.72%를 차지하였다. 중성 아미노산은 serin 1.24 mg/g, threonine 1.13 mg/g, tyrosine 0.6 mg/g으로 총 아미노산의 10.56%, 비극성 아미노산은 proline 1.72 mg/g, leucine 1.28 mg/g, valine 1.01 mg/g, glycine 1.00 mg/g, alanine 0.9 mg/g, cystine 0.08 mg/g, phenylalanine 0.79 mg/g, isoleucine 0.75 mg/g, methionine 0.2 mg/g으로 총 아미노산의 27.49%이었다.

흰썸바귀 뿌리 추출물의 간, 신장 세포독성

Vero cell의 생존율

신장 세포주 (vero cell)에 대한 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물 및 각 분획물의 세포 생존율을 Table 6에 정리하였다.

신장 세포주에 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물을 24시간 처리하여 세포 생존율을 측정한 결과 100, 250, 500, 750 μ g/mL에서 각각 $116.1 \pm 2.2\%$, $104.32 \pm 4.76\%$, $100.89 \pm 4.29\%$, $94.09 \pm 2.62\%$ 로 거의 변화가 없었으며, hexan 분획물의 세포 생존율은 100, 250, 500, 750 μ g/mL에서 각각 $80.54 \pm 1.98\%$, $76.93 \pm 2.94\%$, $9.98 \pm 2.02\%$, $3.69 \pm 2.55\%$ 의 세포 생존율을 나타내 대조군에 비하여 유의적으로 ($p < 0.005$) 낮은 세포생존율을 보였다. 클로로포름 분획물에서는 100, 250, 500, 750 μ g/mL에서 각

Table 4. Contents of fatty acid in the root of *Ixeris dentata* var. albiflora Nakai

Composition	Contents (% area)
Myristic acid (14 : 0)	3.56
Palmitic acid (16 : 0)	26.91
Stearic acid (18 : 0)	4.42
oleic acid (18 : 1)	2.96
Linoleic acid (18 : 2)	41.24
Linolenic acid (18 : 3)	20.91

각 $74.34 \pm 2.78\%$, $10.1 \pm 3.88\%$, $1.16 \pm 1.67\%$, $0.7 \pm 0.53\%$ 로 세포 독성이 높았고, 에틸아세테이트 분획물은 100, 250, 500, 750 μ g/mL에서 각각 $90.49 \pm 3.96\%$, $20.74 \pm 1.92\%$, $2.29 \pm 1.06\%$, $2.71 \pm 0.85\%$ 로 높은 세포 독성을 보였으며, 부탄올 분획물은 100, 250, 500, 750 μ g/mL에서 각각 $100.55 \pm 4.03\%$, $109.5 \pm 3.11\%$, $121.82 \pm 3.39\%$, $130 \pm 2.34\%$ 로 100%를 초과하여 세포보호효과를 보였다. 잔류 물 추출물의 세포 생존율은 100, 250, 500, 750 μ g/mL에서 각각 102.33 ± 3.75 , $101.05 \pm 3.11\%$, $103.88 \pm 1.28\%$, $100.13 \pm 2.55\%$ 의 세포 생존율을 나타내 독성이 없었다.

Chang cell의 생존율

간 세포주 (chang cell)에 대한 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물 및 각 분획물의 세포 생존율을 Table 7에 정리하였다.

Chang cell에 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물을 48시간 처리하여 관찰하였을 때 100, 250, 500, 각각 $105.97 \pm 2.3\%$, $98.75 \pm 4.51\%$, $92.26 \pm 85.66\%$ 의 세포 생존율을 보여 chang cell에 대한 독성이 거의 없었고, 750 μ g/mL에서 $85.66 \pm .49\%$ 로 나타나 약간의 세포독성이 있었다. Chang cell 생존율은 hexan 분획물 100, 250, 500, 750 μ g/mL에서 각각 $80.99 \pm 2.85\%$, $65.26 \pm 0.69\%$, $16.54 \pm 3.4\%$, $8.05 \pm 2.5\%$ 로 나타나 세포 독성이 높아 낮은 세포 생존율을 나타냈고, 클로로포름 분획물은 100, 250, 500,

Table 5. Contents of amino acid in the root of *Ixeris dentata* var. albiflora Nakai

Composition	Contents (mg/g, freeze dried)
Glutamic acid	5.54
Arginine	5.03
Aspartic acid	2.96
Histidine	2.43
Proline	1.72
Lysine ¹⁾	1.46
Leucine ¹⁾	1.28
Serin	1.24
Threonine ¹⁾	1.13
Valine ¹⁾	1.01
Glycine	1.00
Alanine	0.90
Phenylalanine ¹⁾	0.79
Isoleucine ¹⁾	0.75
Tyrosine	0.60
Methionine ¹⁾	0.20
Cystine	0.08
Total	28.12

1) essential amino acids

750 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 $79.09 \pm 5.07\%$, $41.88 \pm 5.81\%$, $6.2 \pm 1.48\%$, $3.6 \pm 0.4\%$ 의 세포 생존율이 높았고, 에틸 아세테이트 분획물은 100 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $99.93 \pm 3.01\%$ 로 세포 생존율에 변화가 없었고, 250, 500, 750 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $47.95 \pm 3.82\%$, $12.6 \pm 3.48\%$, $9.35 \pm 1.94\%$ 의 세포 생존율을 보였다. 부탄올 분획물은 100, 250, 500, 750 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 $112.15 \pm 2.53\%$, $113.06 \pm 1.69\%$, $113.68 \pm 4\%$, $115.01 \pm 3.15\%$ 로 세포 생존율이 높았고, 물 추출물은 100, 250, 500, 750 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 $95.98 \pm 4.77\%$, $92.93 \pm 1.09\%$, $95.67 \pm 3.13\%$, $96.23 \pm 2.33\%$ 의 세포 생존율을 보였다.

Chang cell에서 대조군 (생존율 100%)과 비교했을 때 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물과 부탄올 분획물, 물 추출물에서는 세포 생존율이 높아 세포 독성이 거의 없었으며 부탄올 분획물에서 가장 높은 세포 생존율이 관찰되었고, 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트 분획물은 100 $\mu\text{g/mL}$ 이상의 농도에서 낮은 세포 생존율로 세포독성이 관찰되었다.

흰썸바귀 뿌리 추출물의 DPPH 라디칼 소거능

흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물 및 5가지 분획물 (헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올, 물추출물)의 DPPH 라

디칼 소거능은 Table 8에 정리하였다.

25°C에서 30분간 반응시켜 대조군과 비교했을 때 메탄올 추출물은 4,000, 2,000, 1,000, 500, 250, 125, 62.5 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 $72.47 \pm 1.27\%$, $72.46 \pm 1.19\%$, $72.44 \pm 1.21\%$, $41.72 \pm 1.3\%$, $24.91 \pm 0.47\%$, $14.41 \pm 1.33\%$, $7.71 \pm 1.01\%$ 의 소거능을 나타냈다. 헥산 분획물은 4,000, 2,000, 1,000, 500, 250, 125, 62.5 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 $73.33 \pm 1.21\%$, $73.3 \pm 0.98\%$, $73.29 \pm 1.28\%$, $55.82 \pm 1.39\%$, $32.16 \pm 0.53\%$, $20.03 \pm 0.85\%$, $10.6 \pm 1.08\%$ 이었고, 클로로포름 분획물은 4,000, 2,000, 1,000, 500, 250, 125, 62.5 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 $87.52 \pm 0.63\%$, $87.49 \pm 0.56\%$, $87.47 \pm 0.19\%$, $82.26 \pm 5.6\%$, $69.22 \pm 15.47\%$, $37.97 \pm 0.31\%$, $22.5 \pm 0.66\%$ 의 소거능을 보였으며, 에틸아세테이트 분획물은 31.3, 15.63, 7.81, 3.9, 1.95, 1.0 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 $95.1 \pm 0.39\%$, $90.24 \pm 0.21\%$, $6.49 \pm 4.36\%$, $29.39 \pm 2.49\%$, $16.81 \pm 2.78\%$, $9.49 \pm 1.23\%$ 이었다. 부탄올 분획물은 1,000, 500, 250, 125, 62.5, 31.3, 15.63 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 $95.59 \pm 1.05\%$, $95.45 \pm 0.7\%$, $91.65 \pm 0.45\%$, $69.83 \pm 0.36\%$, $38.13 \pm 0.63\%$, $19.54 \pm 1.81\%$, $11.27 \pm 0.39\%$ 의 소거능을 보였고, 물 추출물은 4,000, 2,000, 1,000, 500, 250, 125, 62.5 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각

Table 6. Cell viability of methanol extract and systematic fraction from the root of *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai on vero cell

Concentration of I.D. ¹⁾ ($\mu\text{g/mL}$)	Cell viability (%)					
	ME ²⁾	HE ³⁾	CH ⁴⁾	EA ⁵⁾	BuOH ⁶⁾	WE ⁷⁾
Control	100.17 ± 3.72	100.09 ± 1.62	100.09 ± 1.62	100.09 ± 1.62	100.09 ± 1.62	100.09 ± 1.62
100	$116.10 \pm 2.20^{**}$	$80.54 \pm 1.98^{**}$	$74.34 \pm 2.78^{**}$	$90.49 \pm 3.96^{*}$	100.55 ± 4.03	102.33 ± 3.75
250	104.32 ± 4.76	$76.93 \pm 2.86^{**}$	$10.10 \pm 3.88^{**}$	$20.74 \pm 1.92^{**}$	$109.50 \pm 3.11^{**}$	101.05 ± 3.11
500	100.89 ± 4.29	$9.98 \pm 2.02^{**}$	$1.16 \pm 1.67^{**}$	$2.29 \pm 1.06^{**}$	$121.82 \pm 3.39^{**}$	$103.88 \pm 1.28^{*}$
750	94.09 ± 2.62	$3.69 \pm 2.76^{**}$	$0.70 \pm 0.53^{**}$	$2.71 \pm 0.85^{**}$	$130.0 \pm 2.34^{**}$	100.13 ± 2.55

1) I.D.: *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai, 2) ME: Methanol extract, 3) HE: Hexane fraction, 4) CH: Chloroform fraction

5) EA: Ethylacetate fraction, 6) BuOH: Butanol fraction

7) WE: Water extract. Data show mean \pm S.E. in triplicate, Cells were pretreated with various diluted concentrations of I.D. for 1 day and cell viability was determined by the MTT assay.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.005$, significantly different from the control

Table 7. Cell viability of methanol extract and systematic fraction from the root of *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai on chang cell

Concentration of I.D. ¹⁾ ($\mu\text{g/mL}$)	Cell viability (%)					
	ME ²⁾	HE ³⁾	CH ⁴⁾	EA ⁵⁾	BuOH ⁶⁾	WE ⁷⁾
Control	100.27 ± 4.81	100.27 ± 4.81	100.27 ± 4.81	100.27 ± 4.81	100.27 ± 4.81	100.00 ± 3.391
100	105.97 ± 2.30	$80.99 \pm 2.85^{**}$	$79.09 \pm 5.07^{**}$	99.93 ± 3.01	$112.15 \pm 2.53^{*}$	103.96 ± 2.73
250	98.75 ± 4.51	$65.26 \pm 0.69^{**}$	$41.88 \pm 5.81^{**}$	$47.95 \pm 3.82^{**}$	$113.06 \pm 1.69^{**}$	101.29 ± 2.38
500	$92.26 \pm 3.97^{*}$	$16.54 \pm 3.40^{**}$	$6.20 \pm 1.48^{**}$	$12.60 \pm 3.48^{**}$	$113.68 \pm 4.00^{*}$	103.15 ± 2.90
750	$85.66 \pm 1.49^{**}$	$8.05 \pm 2.50^{**}$	$3.60 \pm 0.40^{**}$	$9.35 \pm 1.94^{**}$	$115.01 \pm 3.15^{**}$	99.11 ± 1.68

1) I.D.: *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai, 2) ME: Methanol extract, 3) HE: Hexane fraction, 4) CH: Chloroform fraction

5) EA: Ethylacetate fraction, 6) BuOH: Butanol fraction

7) WE: Water extract. Data show mean \pm S.E. in triplicate, Cells were pretreated with various diluted concentrations of I.D. for 2 day and cell viability was determined by the MTT assay.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.005$, significantly different from the control

Table 8. Scavenging activity of methanol extract and systematic fraction from the root of *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai against DPPH

Concentration of I.D. ¹⁾ ($\mu\text{g/mL}$)	DPPH Scavenging activity (%)					
	ME ²⁾	HE ³⁾	CH ⁴⁾	EA ⁵⁾	BuOH ⁶⁾	WE ⁷⁾
Control	0.00 \pm 0.01	0.00 \pm 0.01	0.00 \pm 0.01	0.00 \pm 0.01	0.00 \pm 0.01	0.00 \pm 0.01
0.12	0.01 \pm 0.38	0.93 \pm 0.27	0.26 \pm 0.33	0.79 \pm 2.49	1.66 \pm 0.45	0.01 \pm 0.75
0.24	0.03 \pm 0.47	0.96 \pm 0.49	0.27 \pm 0.28	2.05 \pm 2.56	1.68 \pm 0.68	0.02 \pm 1.13
0.49	0.02 \pm 0.53	0.98 \pm 0.35	0.32 \pm 0.45	5.66 \pm 1.93	1.71 \pm 0.76	0.04 \pm 0.96
1.00	0.0 \pm 0.31	1.21 \pm 0.98	0.49 \pm 0.17	9.49 \pm 1.23	1.73 \pm 1.81	0.04 \pm 1.87
1.95	0.13 \pm 1.29	1.09 \pm 0.51	0.00 \pm 0.00	16.81 \pm 2.78	0.21 \pm 2.00	0.05 \pm 2.32
3.91	0.00 \pm 0.82	0.01 \pm 2.31	2.48 \pm 0.64	29.39 \pm 2.49	2.36 \pm 2.43	0.03 \pm 1.03
7.81	0.63 \pm 0.65	2.37 \pm 0.16	3.23 \pm 0.98	56.49 \pm 4.36	5.93 \pm 2.01	0.01 \pm 2.72
15.63	3.79 \pm 0.30	3.28 \pm 1.20	5.58 \pm 0.53	90.24 \pm 0.21	11.27 \pm 0.39	0.75 \pm 0.81
31.25	1.01 \pm 1.40	5.58 \pm 0.65	11.90 \pm 0.63	95.12 \pm 0.39	19.54 \pm 1.81	1.50 \pm 0.81
62.50	7.71 \pm 1.01	10.60 \pm 1.08	22.50 \pm 0.66	94.86 \pm 1.28	38.13 \pm 0.63	3.75 \pm 2.22
125	14.41 \pm 1.33	20.03 \pm 0.85	37.97 \pm 0.31	95.12 \pm 0.38	69.83 \pm 0.36	8.85 \pm 1.02
250	24.91 \pm 0.47	32.16 \pm 0.53	69.22 \pm 15.47	95.14 \pm 0.87	91.65 \pm 0.45	15.72 \pm 2.44
500	41.72 \pm 1.30	55.82 \pm 1.39	82.26 \pm 5.60	95.15 \pm 0.98	95.45 \pm 0.70	32.43 \pm 2.82
1,000	72.44 \pm 1.21	73.29 \pm 1.28	87.47 \pm 0.19	95.17 \pm 1.03	95.59 \pm 1.05	56.12 \pm 2.37
2,000	72.46 \pm 1.19	73.30 \pm 0.98	87.49 \pm 0.56	95.18 \pm 0.68	95.62 \pm 0.77	91.40 \pm 1.06
4,000	72.47 \pm 1.27	73.33 \pm 1.21	87.52 \pm 0.63	95.20 \pm 0.48	95.63 \pm 1.03	91.03 \pm 1.96

1) I.D.: *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai, 2) ME: Methanol extract, 3) HE: Hexane fraction, 4) CH: Chloroform fraction
 5) EA: Ethylacetate fraction, 6) BuOH: Butanol fraction, 7) WE: Water extract. Data show mean \pm S.E. in triplicate

Table 9. SC50 value of various fractions in the root of *Ixeris dentata* var. *albiflora* Nakai

Fraction	SC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
ME	720.4
HE	456.7
CH	197.8
EA	6.8
BuOH	87.3
WE	792.7
BHT	76.3

ME: Methanol extract, HE: Hexane fraction, CH: Chloroform fraction, EA: Ethylacetate fraction, BuOH: Butanol fraction, WE: Water extract, BHT: buthyl hydroxy toluene

91.03 \pm 1.96%, 91.4 \pm 1.06%, 56.12 \pm 2.37%, 32.43 \pm 2.82%, 15.72 \pm 2.44%, 8.85 \pm 1.02%, 3.75 \pm 2.22%의 소거능을 보였으며 DPPH 라디칼 소거능은 모든 분획물에서 농도 의존적이었다.

흰썩바귀 뿌리 메탄올 추출물 및 5가지 분획물 (헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올, 물추출물)의 SC50은 Table 9와 같다.

메탄올 추출물은 720.4 $\mu\text{g/mL}$, 헥산 분획물 456.7 $\mu\text{g/mL}$, 클로로포름 분획물 197.8 $\mu\text{g/mL}$, 에틸아세테이트 분획물 6.8 $\mu\text{g/mL}$, 부탄올 분획물은 87.3 $\mu\text{g/mL}$, 물 추출물은 76.3 $\mu\text{g/mL}$ 로 에틸아세테이트 > 부탄올 > 클로로포름 > 헥산 > 메탄올 > 물 추출물의 순이었다.

고 찰

식품성분표²⁹⁾에는 썩바귀 (sowthistle) 전초 100 g당 수분 85.8 g, 조회분 1.7 g, 조단백 2.9 g, 조지방 0.4 g로 되어있으며 Lim 등³⁰⁾은 썩바귀 (*Ixeris dentata*) 전초 냉동건조분말 100 g당 수분 10.7 g, 조회분 9.6 g, 조단백 21.1 g, 조지방 7.7 g, 칼슘 138.3 mg, 마그네슘 13.8 mg, 철 11.7 mg, 아연 5.7 mg, 구리 1.8 mg으로 보고하였는데 본 연구값이 높은 것은 뿌리를 사용하였기 때문으로 생각된다.

Moon 등³¹⁾은 건조 약용식물의 메탄올 추출물에 대한 총 페놀 함량에 대해 녹차 (*Camelliasinensis*) 1,098 mg, 감초 469 mg, 당귀 52 mg으로 보고하였는데 본 실험시료인 흰썩바귀 뿌리의 총 페놀 함량은 59.28 mg으로 당귀와 비슷하였다. 페놀 화합물들은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가지며 플라보노이드류, 카테킨류 및 안토시아닌류 등으로 구분된다. 이들 성분들은 항산화, 노화방지, 항미생물, 고지혈증 억제 및 항종양 작용 등의 생리활성을 가진다고³²⁾알려져 있다.

Lim 등³⁰⁾은 썩바귀 전초의 지방산 함량이 myristic acid 1.4%, palmitic acid 25.4%, stearic acid 2.7%, oleic acid 1.2%, linoleic acid 25.1%, linolenic acid 39.0%로 보고하였는데 본 실험에 사용한 흰썩바귀 뿌리가 linolenic ac-

id를 제외한 지방산 함량이 높았다. 아미노산은 glutamic acid와 arginine, aspartic acid 순으로 많았다

본 논문에서 사용한 흰썸바귀는 정상세포 (간, 신장)에서 메탄올 추출물, 부탄올 분획물, 물 추출물은 독성이 거의 없었고, 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트 분획에서는 세포독성이 있었는데, 일반 썸바귀 (*Ixeris dentata Nakai*) 뿌리의 암세포에 대한 독성에 관하여 Kim 등은 독성을 보고한 바 있으며, 민들레 뿌리 추출물들의 정상세포 (V79-4 세포, Chinese Hamster lung fibroblasts)에 대한 세포 생존율에 대하여³³⁾ 100, 200 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서는 대부분의 분획물에서 70% 이상의 세포 생존율을 나타낸다고 보고하였으며, 썸바귀 (*Lactuca dentata Makino*) 전초의 에틸아세테이트 분획물에서 flavonoid를 추출하여 luteolin-7-O- β -D-glucoside의 성분을 보고하였는데¹²⁾ 본 연구에서는 에틸아세테이트 분획물에서 세포독성이 관찰되었다.

흰썸바귀 뿌리의 DPPH radical 소거능이 본 연구에서 에틸아세테이트분획물에서 가장 컸고 그 다음은 부탄올 > 클로로포름 > 헥산 > 메탄올 > 물 추출물의 순이었으며, SC50이 가장 낮은 것은 에틸아세테이트 분획물로 SC50 6.8 $\mu\text{g/mL}$ 이었는데 양성대조군으로 사용한 BHT의 SC50 76.3 $\mu\text{g/mL}$ 보다 낮았다. 이는 단일물질이 아닌 천연물의 분획물로서 SC50 6.8 $\mu\text{g/mL}$ 은 대단한 DPPH 라디칼 소거능이라고 생각되며 에틸아세테이트 분획물의 항산화효능에 기대가 되며 앞으로 이와 관련한 추가적 연구 및 구체적인 성분분석이 이루어져야 하겠다. 이와 유사한 결과로 Kim 등⁷⁾은 썸바귀 (*Ixeris dentata Nakai*) 뿌리 메탄올 추출물 및 각 분획물의 50% 소거능에 대해 에틸아세테이트 > 부탄올 > 헥산 분획물 > 메탄올 > 물 추출물의 순으로 DPPH 라디칼 소거능이 있다고 보고하였고, Kim 등⁹⁾은 썸바귀 (*Ixeris dentata Nakai*) 전초의 생즙농축액 및 분획물에 대하여 50% 소거능이 에틸아세테이트 분획물 > 부탄올 분획물 > 물 추출물 > 헥산 분획물 > 메탄올 추출물의 순으로 보고하였다. Lee 등³⁴⁾은 넷썸바귀 (*Ixeris tamagawaensis*) 전초의 메탄올 추출물에 대해 100 $\mu\text{g/mL}$ 에서 69.99%의 소거능을 보고하였다. Sin³²⁾의 연구에 의하면 민들레 뿌리 추출물 중 에틸아세테이트 분획물에서 높은 라디칼 소거활성을 나타내었는데 본 연구에서도 흰썸바귀 뿌리 추출물의 경우에도 에틸아세테이트 분획물에서 소거활성이 높았다.

본 연구에서 측정한 흰썸바귀 분획물에 의한 정상세포 세포생존율은 부탄올분획물과 물추출물에서 높았고, DPPH 라디칼 소거능은 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올분획물에서 높아 부탄올분획물이 정상세포 세포생존율과 DPPH 라디칼 소거능이 모두 높았는데 유효성이 있는 이들 분획

물에 대해서는 심층적인 성분분석 등의 추후연구가 있어야 하겠다. 본 실험에서 시도한 두가지 기능성이 분획물에 따라 다르게 나온 것은 이 두 기전 간에 간접적인 연관은 있으나 직접적인 기전은 다르기 때문으로 생각해 볼 수 있겠다. 본 연구에서 사용한 흰썸바귀 뿌리 용매분획별 자유라디칼 소거능의 결과는 썸바귀를 재료로 한 선행 보고^{6-8,34)}와 다소 결과가 달랐는데 이는 썸바귀의 품종, 부위, 추출 방법 등의 차이로 생각된다.

본 연구를 통해 흰썸바귀 뿌리의 성분과 추출물 및 분획물의 세포독성과 DPPH 라디칼소거능이 검토되었기에 향후 체계적인 생리활성 검색과 활성물질의 분리 및동정, 안전성, 썸바귀의 쓴맛을 완화시키기 위한 캡셀 등의 제형 개발 등의 다양한 연구가 지속적으로 이루어져 자연식품을 활용한 식품신소재 및 천연물질 개발에 활용될 수 있기를 기대해 본다.

요 약

천연 생리활성 물질로서의 흰썸바귀 뿌리의 특성을 검색하고자 성분분석, 세포 생존율, DPPH 라디칼 소거능을 검색하였다.

흰썸바귀 뿌리의 수분은 79.14%이었고 냉동건조시료 100 g 당 조회분 2.49 g, 조지방 2.56 g, 조단백 8.28 g, 칼륨 216.95 mg, 인 89.15 mg이었고, 유리당은 glucose, sucrose 및 fructose으로 확인되었으며, 총 페놀 함량은 59.82 mg/100 g이었다. 지방산은 linoleic acid가 41.24%로 가장 많았고, 흰썸바귀 뿌리에서 확인된 아미노산은 총 17종으로 28.12 mg/g을 함유하였으며, 주요 아미노산 함량은 glutamic acid, arginine, aspartic acid 순으로 각각 5.54 mg/g, 5.03 mg/g, 2.96 mg/g이었다.

신장세포주인 Vero cell에서 메탄올 추출물과 각 분획별로 세포 생존율을 측정한 결과, 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물과 부탄올 분획물, 물 추출물에서는 높은 세포 생존율로 독성이 거의 없었고 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트 분획물은 100 $\mu\text{g/mL}$ 이상의 농도에서 낮은 세포 생존율을 보여 신장 세포의 독성이 관찰되었다. 특히 부탄올 분획물에서는 높은 세포 생존율을 나타내 신장 세포의 성장과 증식의 속도를 증가시키는 데 도움이 될 것으로 생각된다. 간 세포주인 Chang cell에서도 같은 경향을 보였다.

흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물과 극성이 다른 5가지 용매, 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올, 물로 계통 분획하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과, 흰썸바귀 뿌리 메탄올 추출물 및 5가지 분획물의 DPPH 라디칼 소

거능은 4,000~0.12 $\mu\text{g/mL}$ 에서 농도 의존적으로 감소하였고, 50% 소거능 ($\mu\text{g/mL}$)에 대해 에틸아세테이트 > 부탄올 > 클로로포름 > 헥산 분획물 > 메탄올 > 물 추출물의 순으로 나타났으며, 에틸아세테이트 분획물의 DPPH 라디칼 소거 효과가 가장 좋은 것으로 확인되었다.

본 연구에서 흰썩바귀 뿌리의 성분과 추출물 및 분획물의 세포 생존율과 DPPH 라디칼 소거능이 검토하였고 흰썩바귀에 대한 여러 다른 연구물들을 바탕으로 흰썩바귀가 건강기능성 식품의 신소재로 활용 할 수 있는 가능성을 확인하였다.

Literature cited

- Ann DK. Color Illustrated Korean Medicinal Plants Book (7th Ed). Seoul: Gyohaksa ;1998. p.143
- Association of Korean Professor of Oriental Medicine Prescription. Oriental Medicine Prescription, Seoul: Youngumsa ;1999. p. 1068
- Soka T. In Dictionary of Chinese Drugs (1st ed). Shanghai Science Technology Shogakukan Press; 1985
- Seto M, Miyasa T, Fukushima S. Sesquiterpenelactones from *Ixeris dentata* Nakai. *Chem Pharm Bull* 1986; 34: 4170-4175
- Kim SH. Inhibitory effect of *Ixeris Dentata* on the mutagenicity of aflatoxin B1, N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine and the growth of MG-63 human osteosarcoma cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1995; 24(2): 305-312
- Kim MJ, Kim JS, Kang WH, Jeong DM. Effect on antimutagenic and cancer cell growth inhibition of *Ixeris dentata* Nakai. *Korean J Medicinal Crop Sci* 2002; 10(2): 139-143
- Kim MJ, Kim JS, Jeong DM, Ham SS, Yu CY. Effect of antioxidant, antimutagenicity and anticancer of root extract from *Ixeris dentata* Nakai. *Korean J Medicinal Crop Sci* 2002; 10(3): 222-229
- Kim MJ, Kim JS, Cho MA, Kang WH, Jeong DM, Ham SS. Biological activity of *Ixeris dentata* Nakai juice extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2002; 31(5): 924-930
- Lim SJ. A Sensory evaluation of the bitter compounds from *Ixeris dentata* Nakai. *J Korean Soc Food Cookery Sci* 1996; 12(1): 115-121
- Charley. Foods-A scientific Approach 3E. Prentice-Hall; 1998. p.120-128
- Choi JS, Chung HY, Young HS. A preliminary study on hypocholesterolemic and hypoglycemic activities of some medical plants. *Korean J Pharmacogn* 1990; 21: 153-155
- Choi JS, Young HS, Kim BW. Hypoglycemic and hypolipodemic effects of *Ixeris dentata* in diabetes rats. *Arch Pharm Res* 1991; 13: 269-270
- Lee HJ, Lee DS, Seo Y. DPPH radical scavenging effect and in vitro lipid peroxidation inhibition by *Portulaca oleracea*. *Korean J Biotechnol Bioeng* 2003; 18(3): 165-169
- Jang HJ, Yu AJ, Shin SC, Kim HK, Lee SG. Changes in total polyphenol contents and DPPH radical scavenging activity of *Agrimonia pilosa* according to harvest time and various part. *Korean J Medical Crop Sci* 2008; 16(6): 397-410
- Yu BC, Kim SS, Yun YH, Kim KY. A cytotoxicity of carrier oil essential oils on cells by using of aromatherapy. *Korean J Life Sci* 2008; 17(5): 1027-1035
- Rhu HS, Kim KO, Kim HS. Effect of plant water extract codonopsis *Lanceolatae* on mouse cell activation *Ex vivo*. *Korean J Nutr* 2009; 42(3): 207-212
- Jeon YH, Choi SW, Kim MR. Antimutagenic and cytotoxic activity of ethanol and water extracts from *Rubus corenum*. *Korean J Food Cookery Sci* 2009; 25(3): 379-386
- Lee KI, Kim SM. Antioxidative and antimicrobial activities of *Eribotrya japonica* Lindl leaf extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2009; 38(3): 267-273
- Choi HY. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2009; 38(10): 1414-1421
- Rhim TJ, Choi MY. The antioxidative effects of *Oregano* (*Oriana majorana* L). extracts. *Korean J Plant Res* 2009; 22(4): 425-430
- Kim YE, Yang JW, Lee CH, Kwon EK. ABTS radical scavenging and anti-tumor effects of *Tricholoma matutake* Sing (pine mushroom). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2009; 38(5): 555-650
- A.O.A.C. Official Methods of Analysis (15th ed). Association of official analytical chemists. VA; 1990
- KFDA. Food code; 2000. p.304-309
- Folin O, Denis W. On phosphotungstic phosphomolibdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 1912; 12: 239-241
- Folch J, Lees M, Sloane GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 1957; 226: 497-509
- Metcalf LD, Schumitz AA, Pelka JR. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal Chem* 1966; 38: 514-516
- Hansen MB, Nielsen SE, Berg K. Re-examination and further development of a precise and rapid dye method for measuring cell growth/ cell kill. *J Immunol Methods* 1989; 119(2): 203-210
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 1958; 26: 1199-1203
- National Rural Living Science Institute of Korea. Food Composition Table; 2001. p.124-125
- Lim SS, Lee JH. A study on the chemical composition and hypocholesterolaemic effect of *Asterscaber* and *Ixeris dentata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 1997; 26(1): 123-129
- Moon JS, Kim SJ, Park YM, Hwang IS, Kim EH, Park JW, Park IB, Kim SW, Kang SG, Park YK, Jung ST. Antimicrobial effect of methanol extracts from some medicinal herbs and the content of phenolic compounds. *Korean J Food Preservation* 2004; 11(2): 207-213
- Sin YJ. Antioxidant and anti-inflammatory effects of fractions from dandelion (*Taraxacum officinale*) leaf and root [Master thesis]. Seoul: Seoul Nat'l Univ; 2007
- Chung KH, Yoon KR, Kim JP. Flavonoid constituent in Korean *Lactuca Dentata* Makino. *Korean J Dietary Culture* 1994; 9(2): 131-135
- Lee HJ, Kim YA, Ahn JW, Lee BJ, Moon SG, Seo YW. Screening of peroxynitrite and DPPH radical scavenging activities from salt marsh Plants. *Korean J Biotechnol Bioeng* 2004; 19(1): 57-61