

미선나무의 추출조건 확립 및 효능평가를 통한 기능성 탐색

조석철, 김명기*
 서원대학교 식품공학과

Screening of Functional Compound of *Abeliophyllum distichum* Nakai for Optimize Extraction Condition and Efficacy Evaluation

Seok-Cheol Cho, Myong-Ki Kim*

Department of Food Science & Engineering, Seowon University

요약 미선나무 잎과 줄기 중 유효성분의 최적 추출조건을 평가하기 위해 다양한 비율의 물과 에탄올 혼합물(0, 20, 40, 60, 80, 100% ethanol(v/v))을 추출용매로 사용하여 환류냉각, 초음파 및 침지법을 적용하여 추출을 진행하였다. 추출물의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 분석한 결과 80% 에탄올로 2시간 동안 환류냉각 추출하였을 때 가장 높은 값을 나타내었으며 미선나무 줄기의 DPPH free radical 소거능을 평가한 결과 침지 추출 시 71.3%로 가장 높았다. 미선나무 잎의 DPPH free radical 소거능은 용매별로 분획하여 측정된 결과 용매별로 다른 값을 나타내었으며 부탄올 층에서 103.3%로 가장 높게 나타났다. 이러한 결과로써 미선나무의 잎과 줄기를 생리활성을 보유한 천연물 소재로써 활용이 가능하다는 것을 확인하였다.

키워드 : 미선나무, 총페놀, 플라보노이드, DPPH 자유라디칼, 추출

Abstract To evaluate optimum conditions of extract active components, extraction of *Abeliophyllum distichum* Nakai was performed with various ethanol and water mixture at ethanol concentration of 0, 20, 40, 60, 80 and 100%(v/v) and extraction methods. Higher polyphenol and flavonoids contents of extract achieved at 2 hours of reflux extraction in 80% ethanol. The highest DPPH free radical scavenging activity of the stem extracts by soaking method and butanol fractions of leaf extracts are 71.3% and 103.3% respectively. The results suggested that *Abeliophyllum distichum* Nakai can be used for valuable natural resource.

Key Words : *Abeliophyllum distichum* Nakai, Total polyphenol, Flavonoid, DPPH free radical, Extraction

1. 서론

미선나무(*Abeliophyllum distichum* Nakai)는 종자의 형태가 부채를 닮아 미선(尾扇)나무로 불리는 관목으로 물푸레나무과(Oleaceae) 미선나무속(*Abeliophyllum*)에 속하고 우리나라에만 자생하는 세계 유일의 1속 1종의 희귀적 가치가 높은 수종이다[1,2]. 낙엽활엽관목인 미선나무는 그 희귀성 때문에 현재 환경부에서 보호 야생 식물로 지정하고 있으며 충북 괴산군, 충북 영동군, 전북 부

안군의 다섯 지역에서 천연기념물로 지정되어 있으며 그 중 3곳이 충북 괴산군에 위치하고 있다[3]. 경기도 여주시, 충북 진천군, 경북 의성군 등에서도 자생지가 보고되고 있으며 최근에는 충북 괴산지역을 중심으로 대량생산에 성공하여 재배되고 있다. 예로부터 미선나무 분포지역에서 미선나무는 해충구제 및 배탈, 염증치료 등에 사용되고 있다는 보고가 있다[4].

미선나무의 생리활성에 대한 연구는 대부분 항산화 효능에 대하여 진행되었으며 항암 소재로써도 연구된 바

있으며 최근에는 화장품 및 향암제 등과 관련된 다양한 특허가 등록되고 있다[3,5-7].

합성 항산화제의 안전성 문제는 항상 거론되는 것으로 효능이 우수하고 안전성 면에서 입증된 천연항산화제를 개발하기 위한 연구들이 진행되고 있으며 천연에서 얻을 수 있는 대부분의 물질은 페놀성 화합물과 플라보노이드 계통의 화합물로 알려져 있다[8,9].

미선나무의 줄기와 잎에는 페놀성 화합물과 플라보노이드가 함유되어 있으며 Coumaric acid, Catechin, Chlorogenic acid 등의 성분들이 보고되고 있다[10,11]. 이러한 성분은 항산화 활성, 주름개선효과 등이 보고되고 있으나 국내에만 자생하고 있어 많은 연구가 진행되지 않았다.

초음파는 주파수가 약 20kHz 이상인 음파를 지칭하며 전자는 반사되는 성질을 이용하여 식품의 성분과 구조 등의 비파괴 검사에 적용되거나 천연물로부터 유용성분을 추출하는 공정에 사용되고 있다[12,13]. 식물체로부터 폴리페놀, 단백질, 당, 전분, 오일과 향기 성분 등의 추출공정에서 초음파 처리는 추출 효율과 속도 증대, 추출 온도저하, 용매 절약 등의 효과를 가지는 것으로 알려져 있다[14,15].

따라서 본 연구는 다양한 추출방법으로 미선나무의 잎과 줄기의 유효성분을 추출하고 추출물의 생리활성을 측정하여 부위별로 유효성분을 추출할 수 있는 최적의 추출조건을 확립하고 미선나무 잎의 추출성분을 다양한 용매를 사용하여 분획한 후 분획별로 효능을 평가함으로써 미선나무의 새로운 천연물 소재로서의 활용가치를 판단하고자 진행하였다.

2. 연구방법

2.1 실험재료

미선나무는 충청북도 괴산의 푸른농원에서 재배된 3년생의 줄기와 잎을 음건한 후 분쇄하여 분석용 시료로 사용하였다.

2.2 시약 및 기기

미선나무의 시료 추출에 사용된 용매는 HPLC급 용매(Burdick & Jackson, Ulsan, Korea)를 사용하였고 Microplate reader(EPOCH, Bio Tek Instruments Inc,

VT, USA)를 사용하여 흡광도를 측정 하였다.

2.3 추출용매 및 추출방법

미선나무 1g을 취한 후 Volumetric flask 에 넣고 물과 에탄올이 다양한 농도로 혼합된 추출용액을 사용하여 환류냉각 추출, 초음파 추출, 침지에 의한 추출을 진행하였다. 에탄올 농도에 따르는 추출물의 조성변화를 확인하기 위하여 1g의 미선나무 시료에 0, 20, 40, 60, 80, 100%(v/v) 농도의 에탄올을 100mL 첨가한 후 초음파발생기(WUC-D06H, DAIHAN Scientific Co., Ltd, Wonju, Korea)를 이용하여 30분간 50kHz에서 추출을 진행하였으며 환류냉각기 (C-WB, Chang shin science, Seoul, Korea)를 이용하여 80℃에서 2시간 동안 진행하였으며 침지추출은 25℃에서 진행하였다.

2.4 추출물 분획

미선나무 잎 5.3kg에 10배수의 60% 에탄올을 첨가한 후 상온에서 72시간 동안 침지 추출한 후 추출액은 여과지(Whatman No.2, GE, Pittsburgh, PA, USA)로 여과한 다음 회전식 감압농축기(N-100, EYELA, Tokyo, Japan)를 사용하여 40℃에서 감압농축하였다. 농축액에 헥산(Burdick & Jackson, Ulsan, Korea)을 1:1(v/v)로 가하여 헥산층을 2회 반복하여 분획한 후 분획된 헥산층을 합하여 회전식 감압농축기를 이용하여 40℃에서 농축한 후 동결건조 하여 헥산층 분획물을 얻었다. 남은 농축액에 동일한 양의 메틸렌클로라이드(Burdick & Jackson, Ulsan, Korea)를 가하여 2회 분획한 후 상기와 동일한 방법으로 메틸렌클로라이드 층의 분획물을 얻었으며 남은 농축액에 동일한 양의 에틸아세테이트(Burdick & Jackson, Ulsan, Korea)를 첨가하여 상기의 방법으로 에틸아세테이트 분획물을 얻었으며 동일한 방법으로 부탄올(Burdick & Jackson, Ulsan, Korea) 분획물을 회수하였으며 남은 농축액을 처리하여 최종적으로 물층 분획물을 획득하였다.

2.5 총 폴리페놀 함량 측정

Folin-Ciocalteu 방법을 이용하여 미선나무 잎과 줄기 추출물의 페놀성 화합물의 함량을 측정하였다. 2.5 mL의 증류수에 0.1mL의 미선나무 추출액을 넣어 혼합한 후 0.1mL의 Folin-Ciocalteu reagent를 첨가하였다[16].

20%(w/v) 탄산나트륨(Na_2CO_3 , Daejung chemical,

Ansan, Korea)용액 0.5mL를 첨가하여 교반한 후 30분간 20°C의 암실에서 방치한 다음 760nm에서 Microplate reader를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

표준물질로 Gallic acid(M.W. 170.12, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 1,000ppm의 Stock solution을 제조하여 단계별(0, 100, 200, 500, 1,000ppm)로 희석하여 작성한 검량선으로부터 총 페놀함량을 구하였으며 함량은 %(시료 100 g 중의 g) Gallic acid로 나타내었다.

2.6 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Colorimetric 방법을 응용하여 측정하였다[17]. 다양한 방법으로 추출한 미선나무 추출물 0.25mL와 (+)-Catechin (M.W. 290.27, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 표준물질 용액에 1.25mL의 증류수를 첨가한 후 0.075mL의 5% 아질산나트륨 (NaNO₂, Daejung chemical, Ansan, Korea)용액을 혼합하였다. 6분 경과 후 0.15mL의 10% 염화알루미늄(AlCl₃, Daejung chemical, Ansan, Korea)용액을 가하여 5분 동안 반응한 후 1 M NaOH(Daejung chemical, Ansan, Korea)용액 0.5mL를 첨가하여 반응을 종료하였다. 반응이 끝난 시료에 증류수 0.225mL를 넣어 총량을 2.5mL가 되도록 맞춘 후 혼합 후 바로 510nm에서 Microplate reader를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 플라보노이드 함량은 Catechin 농도별(0, 100, 200, 500, 1000ppm)로 희석된 표준물질을 이용하여 검량선을 작성한 후 %(시료 100g 중의 g) (+)-Catechin으로 나타내었다.

2.7 MTT assay에 의한 세포 생존율 측정

미선나무 줄기 추출물에 대한 세포독성을 알아보기 위해 세포 생존율을 측정하였다. RAW 264.7 세포(5×10⁴ cells/well)를 96-Well culture plate에 100μL의 DMEM 배지와 함께 하룻밤 배양한 다음, 미선나무 줄기 추출물을 5, 10, 50, 100, 500, 1000μg/mL의 농도로 처리하여 37°C, 5% CO₂조건에서 24시간 배양하였다. 각 well에 5mg/mL 농도의 MTT 용액을 50μL 씩 넣은 후 4시간 동안 배양한 후 배지를 제거하고 생성된 Formazan 결정을 100μL의 DMSO 용액에 완전히 용해시킨다. Microplate reader를 이용하여 550nm에서 흡광도를 측정하여 발색 정도를 측정하였으며, 세포독성은 세포만 배양한 무처리군의 생존율 100%를 기준으로 약물처리군의 상대적인

세포 생존율을 계산하였다.

2.8 DPPH radical 소거 활성

체내에서 발생하는 산화반응은 노화의 원인이 되는 세포의 변이를 유발한다고 알려져 있으며 항산화 작용은 이러한 반응을 억제하는 기능으로 관심 받고 있다. 산화반응의 주원인이 되는 Free radical을 제거하는 항산화능을 간접적으로 측정하기 위하여 DPPH radical 소거 활성을 측정하였다.

DPPH를 에탄올에 녹여 200mm로 농도로 하였으며 미선나무 추출물은 각각 10, 50, 100, 250, 500mg/L 농도로 제조하였으며 대조구로는 증류수로 하였다. 200mm DPPH 75μL와 각 농도별 추출물 1μL를 잘 섞어주었다. 37°C에서 30분 동안 반응시켜 ELISA를 이용해 515nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.9 통계분석

총 폴리페놀의 함량 및 플라보노이드 함량은 3회 이상 반복실험에 대한 평균±표준편차로 나타내었다. 실험결과에 대한 통계처리는 SPSS Software package(Version 22.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석을 하고 Duncan의 다중범위검정(p<0.05) 방법으로 사후 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 추출방법에 따른 총 폴리페놀의 함량 변화

다양한 농도의 에탄올을 이용하여 두 시간 동안 환류 냉각 추출한 미선나무 줄기 추출물의 총 폴리페놀의 농도를 측정한 결과를 Table 1에 나타내었다. 총 폴리페놀의 함량은 80% 에탄올을 용매로 사용한 경우 가장 높게 나타나 180.2mg/g의 함량을 보였으며 미선나무 잎의 경우도 80% 에탄올 추출물에서 125.5mg/g로 가장 높은 결과를 보였으나 용매 비율별로 유의차는 나타나지 않았다.

초음파를 이용하여 에탄올 농도별로 30분간 추출한 미선나무 줄기의 경우 60% 에탄올 추출물에서 총 폴리페놀 함량은 170.9mg/g으로 가장 높게 나타났으며 80% 에탄올과 40% 에탄올에서 164.9, 157.9mg/g의 순으로 나타났다. 잎의 경우는 80% 에탄올에서 가장 높은 추출효율을 보여 124.4mg/g을 나타내었으며 에탄올 농도별로

유의차는 없었다.

초음파를 이용하여 에탄올 농도별로 30분간 추출한 미선나무 줄기의 경우 60% 에탄올 추출물에서 총 폴리페놀 함량은 170.9mg/g으로 가장 높게 나타났으며 80% 에탄올과 40% 에탄올에서 164.9, 157.9mg/g의 순으로 나타났다. 잎의 경우는 80% 에탄올에서 가장 높은 추출효율을 보여 124.4mg/g을 나타내었으며 에탄올 농도별로 유의차는 없었다.

Table 1. Contents of total polyphenols of *Abeliophyllum distichum* as affected by solvent ratio and extraction methods.

Extraction Method	Solvent ratio(%)	Total Polyphenol contents (mg/g), Mean±SD	
		Stem	Leaf
Soxhlet	0	164.2 ^{a1} ±1.6	123.1±0.4
	20	176.7 ^b ±1.6	123.0±0.2
	40	168.7 ^{ab} ±1.9	122.4±0.5
	60	159.9 ^a ±2.6	123.5±0.7
	80	180.2 ^b ±1.9	125.5±0.8
	100	155.0 ^a ±3.0	125.2±0.3
Ultrasonic extraction	0	87.2 ^a ±0.6	112.1 ^a ±2.9
	20	108.2 ^b ±0.8	123.4 ^b ±1.4
	40	157.9 ^c ±1.5	121.6 ^b ±0.7
	60	170.9 ^c ±1.0	124.2 ^b ±0.6
	80	164.9 ^c ±0.6	121.4 ^b ±0.6
	100	117.8 ^b ±3.8	121.9 ^b ±1.7
Soaking	0	78.7 ^a ±0.6	107.4±8.0
	20	78.8 ^a ±0.5	118.9±0.8
	40	124.3 ^b ±1.1	118.7±1.0
	60	136.2 ^b ±1.2	121.9±1.8
	80	134.4 ^b ±0.9	119.9±2.2
	100	105.0 ^c ±2.9	113.0±7.7

¹⁾Means with different letters within a row are significantly different from each other determined by Duncan's multiple range test. α=0.05.

미선나무 줄기를 72시간 동안 침지 추출한 추출물의 총 폴리페놀은 60% 에탄올에서 136.2mg/g으로 가장 높게 나타났으며 80% 에탄올과 40% 에탄올에서 각각 134.4, 124.3mg/g의 함량을 보였다. 잎 추출물의 경우는 60% 에탄올에서 가장 높은 함량을 보여 121.9mg/g의 총 폴리페놀이 추출되었으나 에탄올 농도별로 추출효율은 크게 차이가 나지 않았다.

3.2 추출방법에 따른 플라보노이드 화합물의 함량 변화

Table 2에 다양한 농도의 에탄올을 이용하여 두 시간 동안 환류냉각 추출한 미선나무 줄기와 잎 추출물의 플라보노이드 화합물의 농도를 나타내었다. 줄기의 경우

플라보노이드 화합물 함량은 80% 에탄올을 용매로 사용한 경우 51.3mg/g으로 가장 높게 나타났으며 잎의 경우도 80% 에탄올 추출물에서 57.6mg/g의 함량을 보였다. 페놀성 화합물의 경우 용매 비율별로 미선나무의 줄기에서 잎보다 높은 함량을 보였으나 플라보노이드는 잎에서 높은 함량을 보였다.

초음파를 이용하여 에탄올 농도별로 30분간 추출한 미선나무 줄기 추출물의 플라보노이드 화합물은 80% 에탄올에서 42.8mg/g으로 가장 높은 함량을 나타냈으며 잎의 경우에는 60% 에탄올에서 62.5mg/g로 가장 높은 함량을 나타내었다.

에탄올 농도별로 침지 추출한 미선나무 줄기의 플라보노이드의 함량은 60% 에탄올을 추출용매로 사용한 경우 49.2%의 함량을 보였으며 에탄올 농도 80%와 40%에서 각각 47.4mg/g, 40.7mg/g의 함량을 나타내었다. 미선나무 잎 추출물의 플라보노이드 화합물 함량은 60% 에탄올에서 44.2mg/g으로 가장 높은 값을 나타내었다.

Table 2. Contents of flavinoids of *Abeliophyllum distichum* as affected by solvent ratio and extraction methods.

Extraction Method	Solvent ratio(%)	Total Polyphenol contents (mg/g), Mean±SD	
		Stem	Leaf
Soxhlet	0	40.8 ^{a1} ±0.9	47.3±2.6
	20	50.8 ^b ±1.1	52.3±0.2
	40	48.8 ^b ±1.6	53.6±0.2
	60	42.2 ^a ±0.1	52.2±0.7
	80	51.3 ^b ±1.3	57.6±0.9
	100	43.6 ^a ±1.2	48.7±1.2
Ultrasonic extraction	0	16.4 ^a ±0.3	36.9 ^a ±0.3
	20	21.6 ^a ±0.6	46.4 ^a ±1.3
	40	39.4 ^c ±0.3	50.9 ^b ±0.8
	60	42.3 ^c ±0.6	62.5 ^b ±1.5
	80	42.8 ^c ±0.8	46.8 ^b ±0.3
	100	30.7 ^d ±0.4	39.2 ^a ±3.7
Soaking	0	12.5 ^a ±0.2	43.5±1.8
	20	13.2 ^a ±0.3	33.8±0.0
	40	40.7 ^b ±0.4	42.6±0.5
	60	49.2 ^b ±0.5	44.2±0.1
	80	47.4 ^b ±1.4	42.6±1.0
	100	36.1 ^b ±1.2	34.7±0.1

¹⁾Means with different letters within a row are significantly different from each other determined by Duncan's multiple range test. α=0.05.

3.3 미선나무 줄기 추출물의 세포독성 및 증식효과

미선나무 줄기 추출물의 MTT assay를 통하여 세포독성 및 증식효과를 확인하였다. Fig. 1에서 알 수 있듯이 60% 에탄올로 24시간 침지 추출한 추출물과 80% 에탄올

로 2시간 동안 초음파 추출한 미선나무줄기 추출물의 세포독성을 살펴본 결과 추출물의 농도가 10mg/L에서 500mg/L까지 증가할수록 세포 생존율이 증가하는 것으로 나타났다.

본 실험구간의 최고 농도인 500mg/L의 농도에서도 미선나무 줄기 추출물은 세포독성이 없는 것을 확인함으로써 향후 실험은 최고 농도를 500mg/L까지 진행하였다.

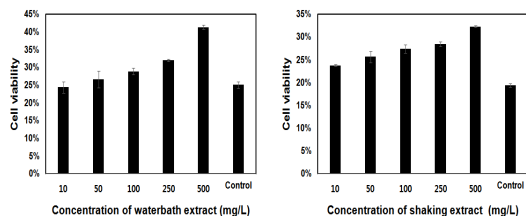


Fig. 1. MTT assay of the various stem extracts from *Abeliophyllum distichum*. Vertical bars represent the standard error of three replicates.

3.4 미선나무 줄기 추출물의 전자공여능

추출 방법별 미선나무 줄기 추출물의 DPPH free radical 소거활성을 비교하였다. 60% 에탄올에 24시간 침지 추출, 80% 에탄올로 2시간 초음파 추출과 80% 에탄올로 환류냉각 추출한 추출물의 DPPH 전자공여능을 Fig. 2에 나타내었다. 미선나무 줄기 추출물의 농도에 비례하여 DPPH free radical 소거활성이 증가하는 경향을 나타내었으며 추출물 농도 500mg/L에서는 침지, 초음파, 환류냉각 추출물에서 각각 69.1, 71.3, 62.3%의 DPPH free radical 소거활성을 보여 대조군인 Ascorbic acid의 80.1%와 거의 유사한 효과를 나타내었다. 100~250mg/L의 농도 범위에서는 60% 에탄올 침지 추출물의 효과가 높으며 50mg/L 농도에서는 80% 에탄올 초음파 추출물이 높은 효과를 나타내었으나 차이는 크지 않았다.

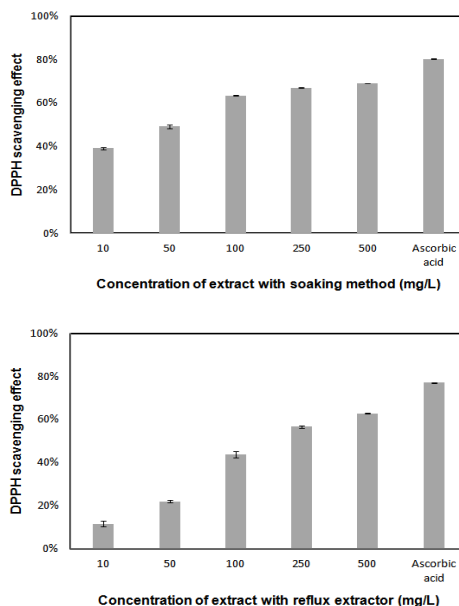
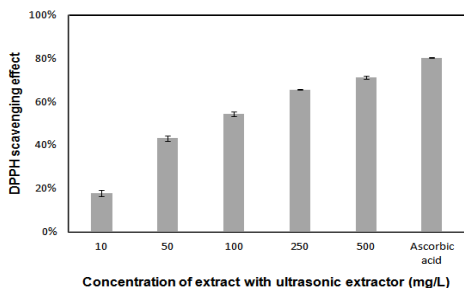


Fig. 2. DPPH scavenging effects of the stem extracts from *Abeliophyllum distichum*. Vertical bars represent the standard error of three replicates.

3.5 미선나무 잎의 용매별 분획물의 효능평가

미선나무 잎을 60% 에탄올로 24시간 침지추출한 조추출물을 각 용매별로 분획한 후 세포증식효과 및 전자공여능을 측정하였다. 용매별 분획층의 무게와 비율은 Table 3에 나타내었다. 미선나무 잎 추출물은 부탄올 분획층이 47.5%로 가장 높았으며 에틸아세테이트 층이 29.6%, 메틸렌클로라이드 분획물이 3.8%로 가장 낮은 비율을 보였다.

Table 3. Weight and ratio of solvent fraction of *Abeliophyllum distichum*.

Solvent	Weight (g)	Ratio (%)
Hexane	2.7	4.8
Methylene chloride	2.1	3.8
Ethyl acetate	16.5	29.6
Butanol	26.5	47.5
Water	8.0	14.3
Total	55.8	100.0

미선나무 잎 추출물 및 용매별 분획물의 DPPH free radical 소거 활성을 평가한 결과 50mg/L의 저농도에서 부탄올, 에틸아세테이트 층의 추출물이 높은 활성을 나타내어 대조군인 Ascorbic acid 대비 각각 94.1%의 활성

을 보였다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 500mg/L 농도에서는 부탄올 층이 가장 높은 활성을 보여 Ascorbic acid 대비 103.3%의 활성을 보였으며 에틸아세테이트층에서도 96.8%의 활성을 보였다.

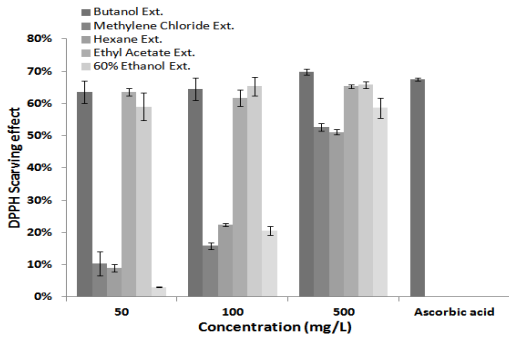


Fig. 3. DPPH scavenging effects of each solvent fraction for the leaf extracts from *Abeliophyllum distichum*. Vertical bars represent the standard error of three replicates.

4. 결론

미선나무 잎과 줄기 중 유효성분의 최적추출조건을 평가하기 위해 다양한 농도의 에탄올을 추출용매로 사용하여 환류냉각, 초음파 및 침지법 등을 적용하여 추출을 진행하였다. 추출물의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량을 분석한 결과 에탄올의 농도와 상관없이 환류냉각법으로 추출한 경우 전반적으로 높은 값을 나타내었으며 80% 에탄올로 2시간 동안 환류냉각 추출하였을 때 실험군 중 가장 높은 값을 나타내었다.

미선나무 줄기의 DPPH 자유라디칼 소거능을 평가한 결과 침지추출 시 71.3%로 가장 높았다. 미선나무 잎의 DPPH 자유라디칼 소거능은 용매별로 분획하여 측정된 결과 용매별로 다른 값을 나타내었으며 부탄올 층에서 103.3%로 가장 높게 나타났다. 이러한 결과로써 미선나무의 잎과 줄기를 생리활성을 보유한 천연물 소재로써 활용이 가능하다는 것을 확인하였다. 국내에서만 자생하는 미선나무의 특성을 살려 생산 기술의 발달로 점차 생산성이 증가하게 되면, 천연추출물의 생리활성분야에서 경쟁력을 갖출 수 있을 것으로 사료 된다. 또한, 미선나무를 이용한 화장품 소재 등의 개발뿐만 아니라 미선나무를 이용하여 다른 생리 활성도 확인하여 미선나무자체의 가치를 증대시킬 수 있을 것으로 보인다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 산업통상자원부 경제협력권육성 기술개발 사업의 지원을 받아 수행된 것임.

REFERENCES

- [1] N. N. Lee, Y. E. Choi & H. K. Moon. (2014). Effect of leds on shoot multiplication and rooting of rare plant *Abeliophyllum distichum* Nakai. *Journal of Plant Biotechnology*, 41(2), 94-99. DOI : 10.5010/JPB.2014.41.2.94
- [2] S. P. Hong & M. J. Han. (2002). The floral dimorphism in the rare endemic plant, *Abeliophyllum distichum* Nakai (Oleaceae). *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 197, 317-325. DOI : 10.1078/0367-2530-00047
- [3] J. H. Park. (2011). Antioxidant Activities and Inhibitory Effect on Oxidative DNA Damage of extracts from *Abeliophylli distichi Folium*. *Korean Journal of Herbology*, 26(4), 95-99.
- [4] S. B. Kwon, H. J. Kang, M. J. Kim, J. H. Kim, H. S. Shin & K. S. Kim. (2014). Analysis on the components and safety evaluation of *Abeliophyllum distichum* Nakai leaves and stems. *Korean Journal of Environmental Health*, 40(3), 234-244. DOI : 10.5668/JEHS.2014.40.3.234
- [5] Kipris. (2010). *Cosmetic Composition Comprising the Extract of Abeliophyllum distichum as active Ingredient* (NO. 100954695). Daejeon : Kipris.
- [6] Kipris. (2007). *Anti-cancer composition comprising extract from Abeliophyllum distichum*. NO. 100706131. Daejeon : Kipris.
- [7] Kipris. (2017). *Development of skin-care products based on antioxidative effect of Abeliophyllum distichum Nakai* (NO. 101729209). Daejeon : Kipris.
- [8] Y. G. Kim. (2004). *Antioxidant*. Seoul : Ryo Moom Gak.
- [9] S. Y. Choe & K. H. Yang. (1982). Toxicological studies of antioxidants butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxyanisole (BHA). *Korean Journal of Food Science and Technology*, 14(3), 283-288.
- [10] N. Y. Kim & H. Y. Lee. (2015). Enhancement of Anti-wrinkle Activities of *Abeliophyllum distichum*

Nakai through Low Temperature Extraction Process. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 23(3), 231-236.

DOI : 10.7783/KJMCS.2015.23.3.231

- [11] Y. Hirobumi, Y. Katsuhiko, Y. Yoshida & I. K. Kenichiro. (1998). Production of comoside in *Abeliophyllum distichum* cell suspension cultures. *Phytochemistry*, 48(2), 273-277.
DOI : 10.1016/S0031-9422(97)01134-5
- [12] K. J. Lee & B. H. Um. (2008). Extraction of useful component from natural plants using ultrasound system. *Korean Journal of Biotechnology and Bioengineering*, 23(2), 101-108.
- [13] M. D. Esclapez, J. V. García-Pérez, A. Mulet & J. A. Cárcel. (2011). Ultrasound-assisted extraction of natural products. *Food Engineering Reviews*, 3(2), 108-120.
DOI : 10.1007/s12393-011-9036-6
- [14] Y. Ma, J. C. Chen, D. H. Liu & X. Q. Ye. (2009). Simultaneous extraction of phenolic compounds of citrus peel extracts : effect of ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 16(1), 57-62.
DOI : 10.1016/j.ultsonch.2008.04.012
- [15] B. Karki et al. (2010). Enhancing protein and sugar release from defatted soy flakes using ultrasound technology. *Journal of Food Engineering*, 96(2), 270-278.
DOI : 10.1016/j.jfoodeng.2009.07.023
- [16] O. Folin & V. Ciocalteu. (1927). On tyrosine and tryptophane determination in proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 27, 627-650.
- [17] J. Zhishen, T. Mengcheng & W. Jianming. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64, 555-559.
DOI : 10.1016/s0308-8146(98)00102-2

저 자 소 개

조 석 철(Seok-Cheol Cho)

[정회원]



- 2001년 2월 : 연세대학교 생명공학과 박사
- 1989년 3월 ~ 1998년 8월 : 두산기술원 식품소재 부문
- 2001년 1월 ~ 2008년 12월 : (주)바이오벤

▪ 2009년 1월 ~ 2011년 12월 : 경희대학교 피부생명공학센터

▪ 2012년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 식품공학과 교수
<관심분야> : 기능성소재, 고령친화식품, 융합바이오

김 명 기(Myong-Ki Kim)

[정회원]



- 2000년 2월 : 충북대학교 농화학 과 학사
- 2003년 2월 : 충북대학교 농화학 과 석사
- 2011년 2월 : 충북대학교 원예학 과 박사

▪ 2015년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 식품공학과 교수
<관심분야> : 천연물, 기능성소재, 융합바이오