

추출방법에 따른 니파팜의 성분 함량

김명기

서원대학교 제약식품공학부 교수

Ingredient Contents of Nipa Palm(*Nypa fruticans* Wurm.) according to Different Extraction Methods

Myong-Ki Kim

Professor, School of Food and Pharmaceutical Science & Engineering, Seowon University

요약 본 연구는 니파팜의 추출방법에 따른 성분 함량의 변화를 확인하기 위해 수행되었다. 니파팜을 에탄올 비율, 추출시간, 추출온도에 따라 추출 후 함량을 분석하였다. 추출용매 비율에 따른 폴리페놀과 플라보노이드의 함량은 50% 에탄올로 추출할 때 각각 36.91, 27.62 mg/g으로 가장 높게 나타났다. 추출온도 및 추출시간에 따른 폴리페놀과 플라보노이드는 60°C에서 6시간 추출 시 각각 40.83, 37.63 mg/g로 가장 높은 함량을 보였다. 니파팜의 주요성분을 에탄올 비율에 따라 함량을 분석한 결과 5-*O*-caffeoylshikimic acid는 70% 에탄올에서 2.08 mg/g, 4-hydroxybenzoic acid는 30% 에탄올에서 0.10 mg/g, 3,4-hydroxybenzoic acid는 50% 에탄올에서 0.12 mg/g의 가장 높은 함량을 보였다. 추출방법에 따른 니파팜에 함유된 성분의 함량 변화를 통해 식품, 화장품 등 천연물 소재 개발 시 기초 연구 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 니파팜, 폴리페놀, 플라보노이드, 5-*O*-Caffeoylshikimic acid, 4-Hydroxybenzoic acid, 3,4-Hydroxybenzoic acid,

Abstract This study was conducted to confirm the change in the contents of the ingredients according to the extraction method of nipa palm. The contents were analyzed by extraction according to the ethanol ratio, extraction time, and extraction temperature. The contents of polyphenols and flavonoids according to the ratio of the extraction solvent were the highest at 36.91 and 27.62 mg/g, respectively, when extracted with 50% ethanol. Polyphenols and flavonoids according to extraction temperature and extraction time showed the highest content of 40.83 and 37.63 mg/g, respectively, when extracted for 6 hours at 60°C. The contents of the major component of nipa palm according to the ethanol ratio were 2.08 mg/g in 70% ethanol for 5-*O*-caffeoylshikimic acid, 0.10 mg/g for 4-hydroxybenzoic acid in 30% ethanol, and 0.12 mg/g for 3,4-hydroxybenzoic acid in 50% ethanol. It is expected that it can be used as basic research data when developing natural materials such as food and cosmetics through the change in the contents of the ingredients contained in nipa palm according to the extraction methods.

Key Words : Nipa palm, Polyphenols, Flavonoids, 5-*O*-Caffeoylshikimic acid, 4-Hydroxybenzoic acid, 3,4-Hydroxybenzoic acid

1. 서론

니파팜(*Nypa fruticans* Wurm.)은 전남성파의 식물로 유속이 느린 강이나 갯벌의 맹그로브 숲에서 서식

하며 인도네시아, 미얀마, 버마, 필리핀 등 동남아시아와 나이지리아 등 서아시아 지역에서 주로 생육하고 있다[1,2]. 니파팜은 국내에 최근 수입되어 식품으로 이용되고 있으며 해죽순으로 불리고 있다.

*This research was supported by industry-academia-research cooperation technology development project

*Corresponding Author : Myong-Ki Kim(mkkim1014@naver.com)

Received March 31, 2021

Revised April 24, 2021

Accepted May 20, 2021

Published May 28, 2021

니파팜의 효능에 대한 연구결과에 따르면 항산화 활성 [1,3], 항염[4], 항당뇨, 항관절염 효과[5]가 보고되고 있다.

니파팜에 함유된 성분은 일반성분, 무기성분, 아미노산, 셀룰로오스, 리그닌[1,6]과 폴리페놀, 지방산, terpenoids 등이 보고되고 있다[7]. 니파팜 부위별 성분에 대한 연구에서 열매의 배유부분에는 gallic acid, quercetin, kaempferol, rutin, chlorogenic acid, protocatechuic acid 등이 있으며[3], 잎에는 catechin, *p*-coumaric acid, procyanidin B2 등의 화합물이 포함되어 있다고 보고되고 있다[5].

니파팜은 국내에서 주로 차로 이용되고 있으나 잎, 줄기, 열매 등에는 다양한 활성 성분이 함유되어 있어 식품, 화장품, 의약품의 소재로 활용될 수 있다. 해죽순을 첨가한 식품의 개발에 대한 연구도 이루어지고 있으며 [8] 특히, 수액에는 당성분이 함유되어 당밀, 시럽, 설탕, 음료의 식품 원료로 활용할 수 있으며[9] 바이오에탄올의 에너지원으로서의 활용성도 보고되고 있다[2,10].

니파팜에는 폴리페놀, 플라보노이드 및 성분에 대한 연구 결과가 있으나 추출방법에 따른 성분 함량의 변화에 대한 연구는 진행되지 않았으며 주요 성분의 확인 및 함량 분석에 대한 결과는 미미하다. 따라서 본 연구에서는 니파팜의 폴리페놀 및 플라보노이드의 추출방법에 따른 함량 변화와 주요성분에 대한 분석법 및 추출방법에 따른 함량 변화 분석을 통해 식품, 화장품 등 소재 개발 시 기초 자료로 활용할 수 있도록 하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 실험재료

본 연구의 재료로 사용된 니파팜은 인도네시아산으로 (주)일성푸트텍에서 수입한 원료를 제공받아 분쇄하여 사용하였다.

2.2 시약 및 기기

니파팜 추출물의 성분분석을 위해 사용된 용매인 물과 에탄올은 HPLC용(Burdick & Jackson, Ulsan, Korea)을 사용하였으며 탄산나트륨(Na_2CO_3 , Daejung chemical, Korea), 아질산나트륨(NaNO_2 , Daejung chemical, Korea), 염화알루미늄(AlCl_3 , Daejung chemical, Korea), 수산화나트륨(Daejung chemical, Korea)은 특급용으로 사용하였다. 유효성분 평가를 위해

microplate reader(EPOCH, Bio Tek Instruments Inc, USA)와 HPLC(Shimadzu, Japan) 분석기기를 이용하여 성분을 분석하였다.

2.3 추출용매비율 및 추출시간

추출용매 비율에 따른 니파팜의 성분변화를 확인하기 위해 시료 1 g을 volumetric flask 에 넣고 물과 에탄올의 농도 비율을 달리 하여 추출하였다. 추출용매의 혼합비율은 물, 30, 50, 70, 100%(v/v) 에탄올로 하였다.

2.4 추출온도 및 추출시간

추출온도와 추출시간에 따른 니파팜 성분에 대한 함량의 변화를 확인하기 위해 40, 60°C에서 2, 4, 6 시간 동안 추출하였다. 조건별 추출물은 0.22 μm 시린지 필터를 사용하여 여과한 다음 분석용으로 사용하였다.

2.5 폴리페놀 함량

니파팜의 추출방법에 따른 폴리페놀의 함량은 Folin-Ciocalteu 방법[11,12]을 활용하여 측정하였다. 0.1 mL 니파팜 추출물에 증류수 2.5 mL을 넣고 교반한 다음 Folin-Ciocalteu 시약 0.1 mL 첨가하였다. 20%(w/v)의 탄산나트륨 용액을 0.5 mL 가하고 교반한 후 30분 동안 20°C의 암실에서 방치한 후 microplate reader를 이용하여 760 nm에서 처리된 시료의 흡광도를 측정하였다.

Gallic acid(Sigma-Aldrich Co., USA)는 100 mg/100 mL의 stock solution을 제조 한 후 0, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0 mg/mL의 농도로 희석하여 검량선을 작성하여 추출물의 함량을 구하였으며 폴리페놀 함량은 mg/g(gallic acid)로 하였다.

2.6 플라보노이드 함량

니파팜 추출물 중 플라보노이드의 함량은 colorimetric 방법[12,13]을 이용하여 측정하였다. 0.25 mL 니파팜 추출물 및 (+)-catechin (Sigma-Aldrich Co., USA)에 증류수를 1.25 mL 가한 후 아질산나트륨 5% 용액 0.075 mL를 넣고 혼합한 다음 6분간 방치하였다. 10%의 염화알루미늄 용액 0.15 mL를 넣고 5분 동안 반응하였다. 반응 후 0.5 mL의 수산화나트륨(Daejung chemical, Korea) 1 M용액을 넣어 반응을 종료하였

다. 이에 증류수 0.225 mL를 가한 후 혼합하고 microplate reader로 510 nm에서 측정하였다. Catechin을 1 mg/mL의 농도로 stock solution을 제조한 후 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/mL로 희석하여 흡광도를 측정한 다음 검량선을 작성하였다. 니파팜 추출물의 플라보노이드 함량은 mg/g((+)-catechin)으로 나타내었다.

2.7 표준품 제조

니파팜의 주요 성분인 5-*O*-caffeoylshikimic acid (98%)는 Interpharm(Korea)에서 구입하였으며 3,4-dihydroxybenzoic acid(98%), 4-hydroxybenzoic acid(99%)는 TCI사(Japan)에서 구입하였다. 표준품 각 100 mg을 측정하여 HPLC급 메탄올에 녹인 다음 단계적으로 희석하여 검량선용 용액을 제조하였다. 표준용액 HPLC에 10 μ L를 주입하여 농도에 따른 면적값으로 검량선을 작성하였다.

2.8 HPLC 분석조건

지표물질 분석은 HPLC를 이용하여 정량분석하였다. HPLC는 LC20A(Shimadzu, Japan), 컬럼은 sunfire C18(4.6 \times 250 mm, 5 μ m, Waters, USA)를 사용하였다. 이동상 조성은 Table 1과 같이 아세트오닐트릴 농도를 5%에서 95%까지 단계적으로 농도구배를 주었으며, 유속은 1.0 mL/min, 파장은 254, 325 nm에서 분석하였다.

Table 1. Composition of eleuent

Time (min)	A% (0.1% formic acid in water)	B% (Acetonitrile)
0	90	10
10	88	12
20	87	13
25	83	17
30	70	30
36	40	60
42	30	70

2.9 통계분석

니파팜 추출물의 성분 함량 분석은 3회 반복측정하였다. 실험결과는 SPSS 12.0 version (SPSS Inc, USA) 프로그램을 사용하여 Duncan's multiple

range test($p < 0.05$)로 유의성을 검정하였다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1 플라보노이드 및 폴리페놀 함량

3.1.2 추출용매에 따른 함량

니파팜을 에탄올 농도 비율별로 추출하여 폴리페놀의 함량을 분석한 결과 Fig. 1 (a)와 같이 50% 에탄올로 추출할 때 36.91 mg/g으로 가장 높게 나타났다. 에탄올 비율을 30, 70%로 하여 추출하였을 때 각각 33.17, 34.11 mg/g의 함량을 보였으며 100% 에탄올에서는 1.0 mg/g으로 상대적으로 낮은 함량을 보였다. 용매 비율별 추출물의 플라보노이드 함량을 분석한 결과 Fig. 1 (b)와 같이 50% 에탄올로 추출하였을 때 27.62 mg/g으로 가장 높게 나타났으며 30, 70% 에탄올로 추출 시 각각 21.3, 24.5%의 함량을 보였다. 니파팜의 에탄올 비율에 따른 폴리페놀과 플라보노이드 추출 효율은 50% 에탄올에서 가장 높게 나타났다.

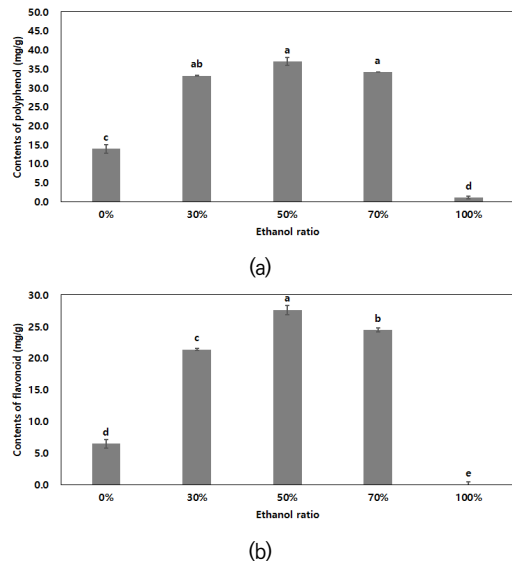


Fig. 1. Contents of (a)polyphenols and (b)flavonoids of nipa palm as affected by ethanol ratio. Values are mean \pm S.E. of three replicates. Means with different letters are significantly different($p < 0.05$)

용매비율별 폴리페놀의 추출효율의 평가를 위한 연구 중 생 오미자 착즙박에서 측정된 결과 50% 에탄올에서 가장 높은 함량을 보여 니파팜과 같은 결과를 보

였다[14]. 니파팜 열매의 배유 부분을 50% 에탄올로 추출하여 폴리페놀을 분석한 결과 덜 익은 것과 익은 것에서 각각 135.6, 8.8 mg/g로 나타나 덜 익은 배유가 함량이 높게 나타나 숙성 정도에 따라서도 폴리페놀 함량의 차이가 있다고 보고하였다[3].

3.1.3 추출온도 및 시간에 따른 함량

니파팜의 추출온도 및 시간에 따른 폴리페놀 함량을 확인하기 위해 용매 비율별 추출효율이 가장 좋았던 50% 에탄올을 이용하여 40, 60℃에서 2, 4, 6 시간 동안 추출한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Contents of polyphenols and flavonoids of nipa palm as affected by extraction ethanol ratio and extraction methods

Temp. (°C)	Time (hr)	Contents(mg/g)	
		Polyphenols	Flavonoids
40	2	37.69±0.47 ^{1)NS}	30.65±0.55 ^a
	4	38.60±0.14	28.05±0.13 ^b
	6	39.48±0.19	30.72±0.44 ^a
60	2	36.83±1.65 ^{NS}	31.50±0.03 ^b
	4	37.82±0.78	33.60±1.02 ^b
	6	40.83±0.01	37.63±0.18 ^a

¹⁾Values are mean ± S.E. of three replicates. Means with different letters are significantly different (α 0.05). NS: No significant

추출물을 분석한 결과 Table 2와 같이 40℃에서는 6 시간 추출 시 39.48 mg/g의 함량으로 가장 높았으며 2, 4시간에서 각각 37.69, 38.60 mg/g으로 나타났다. 추출온도를 60℃로 하여 추출 했을 경우 6시간에서 40.83 mg/g의 함량을 보였으며 2, 4시간에서 각각 36.83, 37.82 mg/g으로 나타났다. 니파팜의 폴리페놀은 추출 시간과 추출온도가 높을수록 높은 함량을 나타내었다.

니파팜의 추출온도 및 시간에 따른 플라보노이드의 성분함량을 확인하고자 50% 에탄올로 추출 후 플라보노이드 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 추출온도가 40℃에서 6시간 동안 추출할 경우 30.72 mg/g의 함량으로 가장 높았으며 2시간 추출 시 30.65 mg/g의 함량을 보였다. 60℃에서는 6시간 추출 시 37.63 mg/g의 함량을 보였으며 2, 4시간에서 각각 31.50, 33.60 mg/g의 함량을 나타내었다. 니파팜의 추출온도 및 시간에 따른 폴리페놀과 플라보노이드 함량변화를 확인

한 결과 60℃에서 6시간 추출 시 가장 높게 나타났다.

아마란스 앞에서 추출시간과 추출온도에 따라 추출하여 폴리페놀을 분석한 결과 추출시간과 온도가 증가할수록 함량이 증가한다고 하여 본 연구결과와 같은 경향을 나타내었다[15].

3.2 지표물질의 분석조건 확립

니파팜의 주요성분인 5-*O*-caffeoylshikimic acid, 3,4-hydroxybenzoic acid, 4-hydroxybenzoic acid의 HPLC 분석조건을 확립하고자 아세토니트릴과 물로 농도구배를 주어 분석한 결과 Fig. 3과 같다.

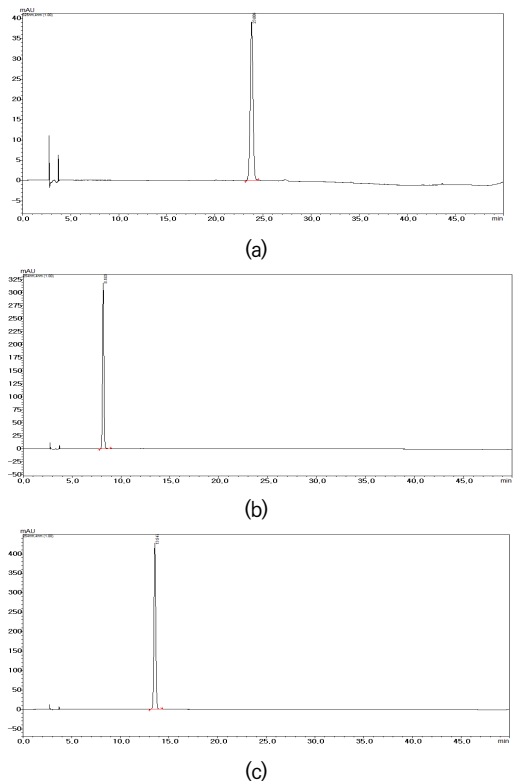


Fig. 3. HPLC chromatogram of (a) 5-*O*-caffeoylshikimic acid, (b)3,4-hydroxybenzoic acid, (c)4-hydroxybenzoic acid

농도별로 희석된 표준품을 HPLC로 분석한 결과 Fig. 4와 같다. 5-*O*-caffeoylshikimic acid, 3,4-hydroxybenzoic acid, 4-hydroxybenzoic acid의 검량선은 각각 7875.6x-6729.5($r^2= 9998$), 32033x-

11880($r^2=0.9999$), $55889x-962.18(r^2=1)$ 으로 직선성이 인정되었다.

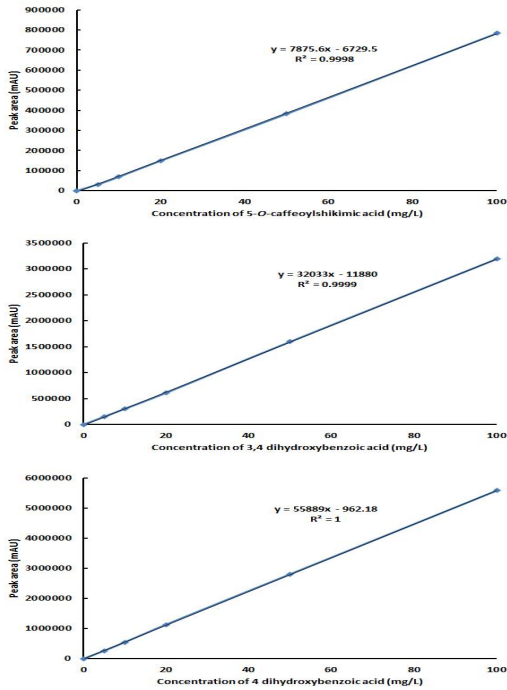
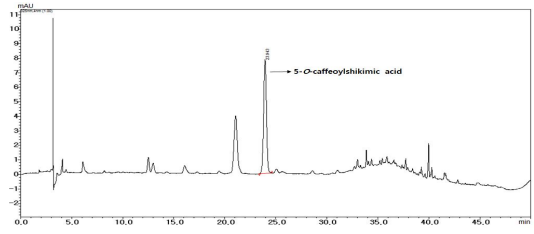
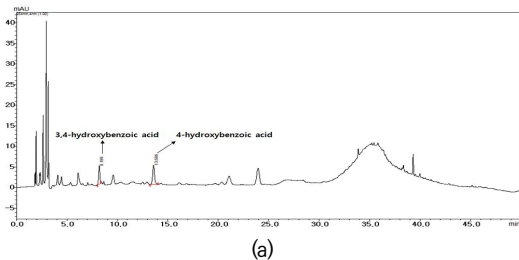


Fig. 4. Calibration curve of standard solution

니파팜 추출물의 주요성분은 최대 흡광도를 고려하여 3,4-hydroxybenzoic acid와 4-hydro-xybenzoic acid는 254 nm 파장에서 분석한 결과 Fig. 5 (a)와 같으며 5-O-caffeoylshikimic acid는 325 nm 파장에서 농도 구배를 주어 분석한 결과 Fig. 5 (b)와 같이 다른 물질의 피크와 완전히 분리되었다.

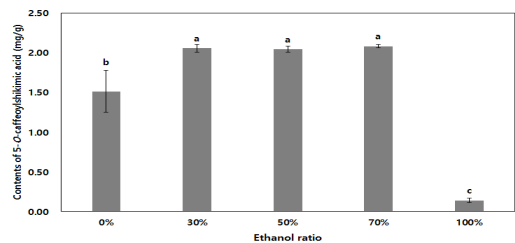


(b)
Fig. 5. HPLC chromatogram of extracts from nipa palm at (a)254 and (b)325 nm

니파팜에서 3,4-hydroxybenzoic acid와 4-hydroxybenzoic acid, 5-O-caffeoylshikimic acid의 성분 분석에 대한 연구는 없었으며 아사이팜 뿌리에서 3종의 caffeoylshikimic acid 성분을 LC/MSMS로 동정하여 분석한 결과는 보고되고 있다[16].

3.3 용매비율에 따른 주요 성분 함량 변화

니파팜의 지표물질에 대한 에탄올 농도 비율별 추출 함량을 분석한 결과 Fig. 6과 같다. 5-O-caffeoylshikimic acid는 70% 에탄올 추출 시 2.08 mg/g의 함량으로 가장 높았으며 30, 50% 에탄올로 추출하였을 때 각각 2.06, 2.04 mg/g의 함량을 보였으며 0, 100% 에탄올에서는 각각 1.51, 0.14 mg/g으로 다른 용매비율에 비해 상대적으로 낮은 함량을 나타내었다. 5-O-caffeoylshikimic acid는 단일 용매보다는 혼합 용매 사용하여 추출할 때 함량이 높게 나타났다. 4-hydroxybenzoic acid는 30% 에탄올을 추출 시 0.10 mg/g의 함량을 보였고 0, 50, 70% 에탄올로 추출한 결과 0.09 mg/g의 함량을 보였다. 3,4-hydroxybenzoic acid는 0, 30, 50% 에탄올에서 0.12 mg/g의 함량을 보였으며 70, 100% 에탄올에서 각각 0.11, 0.03 mg/g으로 나타났다. 니파팜의 주요 성분에 대한 함량은 30~70% 에탄올로 추출 시 가장 높은 함량을 보였다.



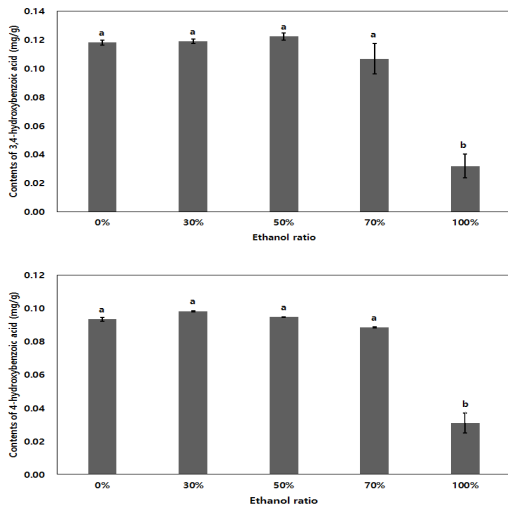


Fig. 6. Contents of ingredient compounds of nipa palm as affected by ethanol ratio. Values are mean \pm S.E. of three replicates. Means with different letters are significantly different($p < 0.05$)

니파팜의 주요성분은 페놀산 계열로 개똥쑥에서도 페놀산의 추출 효율에 대한 연구를 수행되었다. 에탄올 비율에 따른 개똥쑥 추출물의 주요 페놀산을 분석한 결과 에탄올 농도가 증가할수록 페놀산이 함량이 증가한다고 보고하였으나[17] caffeic acid, p-coumaric acid 등 본 연구와는 다른 페놀산 성분이었다. 본 연구 결과에서는 100% 에탄올에서 가장 낮은 함량을 보여 용매 비율에 따른 추출 효율은 페놀산의 종류, 식물의 구성 성분에 따라 영향을 받은 것으로 판단된다.

3.4 추출온도 및 시간 따른 성분 함량 변화

니파팜을 50% 에탄올로 추출온도 및 시간에 따른 추출 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Contents of ingredient of nipa palm as affected by extraction ethanol ratio and extraction methods

Temp. (°C)	Time (hr)	Contents(mg/g)		
		5-O-caffeoylshikimic acid	3,4-hydroxybenzoic acid	4-hydroxybenzoic acid
40	2	2.14 \pm 0.03 ^{1)NS}	0.12 \pm 0.00	0.09 \pm 0.00
	4	2.11 \pm 0.02	0.12 \pm 0.00	0.10 \pm 0.00
	6	2.16 \pm 0.04	0.12 \pm 0.00	0.10 \pm 0.00
60	2	2.14 \pm 0.03	0.15 \pm 0.01	0.10 \pm 0.00
	4	2.15 \pm 0.00	0.13 \pm 0.00	0.11 \pm 0.00
	6	2.11 \pm 0.01	0.14 \pm 0.01	0.11 \pm 0.00

1) Values are mean \pm S.E. of three replicates. NS: No significant

5-O-caffeoylshikimic acid는 40°C에서 6시간 추출 시 2.16 mg/g의 가장 높은 함량을 보였으며 60°C에서는 4시간 추출 시 2.15 mg/g의 함량을 보였다. 4-hydroxybenzoic acid는 60°C에서 4 또는 6시간 추출 시 0.11 mg/g으로 가장 높았고 40°C로 4, 6시간 추출 시 0.10 mg/g의 함량을 나타냈다. 3,4-hydroxybenzoic acid는 60°C에서 2시간 추출 시 0.15 mg/g로 가장 높은 함량을 보였으나 40°C로 추출할 때 시간에 따른 함량의 변화는 없었다. 니파팜의 주요성분인 5-O-caffeoylshikimic acid, 3,4-hydroxybenzoic acid, 4-hydroxybenzoic acid는 추출온도 및 추출시간에 따라 함량 변화에 대한 유의성은 나타나지 않았다($p < 0.05$).

4. 결론

니파팜에는 폴리페놀, 플라보노이드 등 다양한 성분을 함유하고 있으며 이러한 성분들은 여러 생리활성을 나타낸다. 이에 니파팜에 함유된 유효성분의 분석조건 및 추출조건을 통해 생리활성이 증대된 소재 연구에 도움을 주고자 하였다. 니파팜의 추출용매 비율에 따른 폴리페놀과 플라보노이드의 함량을 비교한 결과 50% 에탄올로 추출할 때 각각 36.91, 27.62 mg/g으로 가장 높게 나타났다. 추출온도 및 추출시간에 따른 폴리페놀 함량은 60°C에서 6시간 추출 시 40.83 mg/g로 가장 높은 함량을 보였다. 플라보노이드는 60°C에서 6시간 추출 시 37.63 mg/g의 함량을 보였다. 니파팜의 주요성분인 5-O-caffeoylshikimic acid, 3,4-hydroxybenzoic acid, 4-hydroxybenzoic acid는 HPLC를 이용하여 분석조건을 확립하였다. 추출용매에 따른 주요 성분의 함량 분석 결과 5-O-caffeoylshikimic acid는 70% 에탄올 추출 시 2.08 mg/g의 함량을 보였으며 4-hydroxybenzoic acid는 30% 에탄올에서 0.10 mg/g의 함량을 보였고 3,4-hydroxybenzoic acid는 50% 에탄올에서 0.12 mg/g의 함량을 보였다. 추출 온도 및 추출시간에 따른 주요 성분의 함량 변화는 크게 나타나지 않았다. 추출 방법에 따른 니파팜에 함유된 성분의 함량 변화를 확인하였으며 이는 식품, 화장품 등 생리활성 소재 개발 시 기초 연구 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 추출용매 비율에 따른 니파팜 추출물에 대한 생리활성의 연구를 지속할 필요성이 있다고 판단된다.

REFERENCES

- [1] Y. H. Lee, W. K. Kim, H. A. Jung & W. K. Oh. (2017). Analysis of nutritional components and antioxidant activity of nipa palm(*Nypa fruticans* Wurmb) flower stalk. *The Korean Journal of Food And Nutrition*, (30)5, 1080-1086. DOI : 10.9799/ksfan.2017.30.5.1080
- [2] O. T. Okugbo, U. Usunobun, A. Esan, J. A. Adegbegi, J.O. Oyedeji & C. O. Okiemien. (2012). A review of nipa palm as a renewable energy source in Nigeria. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(15), 2367-2371.
- [3] P. Nagendra et al. (2013). Phytochemicals and antioxidant capacity from *Nypa fruticans* Wurmb. fruit. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, SI, 1-9. DOI : 10.1155/2013/154606
- [4] G. S. Bae & S. J. Park. (2016). The anti-inflammatory effect of *Nypa fruticans* Wurmb. fruit on lipopolysaccharide-induced inflammatory response on RAW 264.7 cells, *The Korea Journal of Herbology*, 31(5), 79-84. DOI : 10.6116/kjh.2016.31.5.79.
- [5] M. S. Lovly & M. V. Merlee Teresa. (2017). *In vitro* bioactivity and phytochemical characterization of *Nypa fruticans*. Wurmb: a mangrove from Kerala, India. *International Research Journal of Biological Sciences*, 6(6), 42-52.
- [6] P. Tamunaidu & S. Saka. (2011). Chemical characterization of various parts of nipa palm (*Nypa fruticans*). *Industrial crops and products*, 34(3), 1423-1428.
- [7] K. T. Mohd et al. (2011). Biological and ethnobotanical characteristics of nipa palm (*Nypa fruticans* Wurmb.). *Sains Malaysiana*, 40(12), 1407-1412.
- [8] Y. J. Oh & E. S. Hwang. (2017). Quality properties and antioxidant activity of cream soup with wheat flour replaced by nipa palm (*Nypa fruticans*) powder. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 4(33), 435-442. DOI : 10.23751/pn.v22i4.10632
- [9] C. Onanong & C. Boontaree. (2020). Sustainable nipa palm(*Nypa fruticans* Wurmb.) product utilization in Thailand. *Scientifica*, 3856203, 1-10. DOI : 10.1155/2020/3856203
- [10] S. Chongkhong & K. Srinoon. (2018). Nipa sap pretreatment for bioethanol fermentation. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, 40(4), 960-969. DOI : 10.2991/amsee-16.2016.9
- [11] O. Folin & V. Ciocalteu. (1927). On tyrosine and tryptophane determination in proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 27, 627-650.
- [12] M. K. Kim. (2016). Optimal extraction conditions of active components from adventitious roots of noni(*Morinda citrifolia* L.). *Korean Journal of Food Science and Technology*, 48(2), 111-116. DOI : 10.9721/KJFST.2016.48.2.111
- [13] 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
- [14] B. N. Park & J. W. Lee. (2017). Antioxidation activity of residue after omija(*Schisandra chinensis*) juice extract. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 60(2), 95-100. DOI : 10.3839/jabc.2017.016
- [15] J. M. Jo, K. H. Choi, S. G. Shin, J. H. Lee & J. W. Kim. (2016). Optimization of extraction conditions of polyphenolic compounds from amaranth leaf using statistically-based optimization. *Korean Chemical Engineering Research*, 54(3), 315-319. DOI : 10.9713/kceer.2016.54.3.315
- [16] B. Christel et al. (2016). Chemical composition and antioxidant activity of *Euterpe oleracea* roots and leaflets. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(61), 1-15. DOI : 10.3390/ijms18010061
- [17] K. C. Kim & J. S. Kim. (2019). Phenolic content and antioxidant activity of sweet wormwood tea extracts using different solvents. *Journal of Plant Biotechnology*, 46, 338-345. DOI : 10.5010/JPB.2019.46.4.338

김 명 기(Kim-Myong Ki)

[정회원]



- 2000년 2월 : 충북대학교 농화학부 학사
- 2003년 2월 : 충북대학교 농화학부 석사
- 2011년 2월 : 충북대학교 원예학과 박사

- 2015년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 제약식품공학부 교수
- 관심분야 : 기능성소재, 천연물화학, 융합바이오
- E-Mail : mkkim1014@naver.com