

백련(白蓮) 잎의 영양 성분 및 항산화 활성

김금숙¹ · 신미경^{2*} · 김현영²

¹(주) 참고을 품질관리팀, ²원광대학교 생활과학대학 식품영양학과

Nutritional Composition and Antioxidant Activity of the White Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn) Leaf

Kum-Suk Kim¹, Mee-Kyung Shin^{2*} and Hyun-young Kim²

¹Chamgoeul Co. Ltd, Kimje 576-090, Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Wonkwang University, Iksan 570-750, Korea

Abstract

The nutritional composition of the white lotus(*Nelumbo nucifera* Gaertn) leaf are moisture(1.87±0.06%), crude ash (9.57±0.07%), crude protein(15.53±0.4%) and crude lipid(2.42±0.1%) per 100g. The highest mineral content was K and Ca. The principal free sugars in the white lotus leaf was sucrose, fructose and glucose. The total phenolics compounds evidenced maximal levels of 8,842.73±20.57 g/100g. DPPH and hydroxyl radical of scavenging ability of each sample tended to increase with increasing degrees of the sample concentration. The IC₅₀ values of the ethanol extract, *n*-hexane, chloroform, ethylacetate, butanol and water fraction from the white lotus leaf to DPPH radicals were 5.65, 8.5, 8.27, 2.03, 2.3 and 13.7 µg/mL respectively. The IC₅₀ values of the hydroxyl radical scavenging ability of the ethanol extract, ethylacetate, butanol and water fraction were 390, 574, 327 and 378 µg/mL respectively.

Key words : White lotus(*Nelumbo nucifera* Gaertn) leaf, total phenolics compounds, scavenging activities.

서 론

연(*Nelumbo nucifera*)은 인도와 중국을 중심으로 열대, 온대의 동부아시아를 비롯한 한국, 일본 등에 널리 분포하는 고생대의 식물로 불교에서 신성한 식물로 꽃은 관상용과 차재로 이용하여 왔으며, 잎과 뿌리는 식용하여 왔다. 한방에서 잎은 하엽(河葉)이라 하며, 설사, 두통과 어지러움, 토혈, 산후 어혈치료, 야뇨증, 해독 작용에 쓰이고, 성분으로는 진통 작용, 진정 작용이 있는 roemerine, nuciferin, arnepavine, n-nor-nuciferine, pronuciferine, d-n-methylcoclaurine, liriodenine, 주석산, 구연산, 호박산, 탄닌 등이 함유되어 있다고 한다(Yuk CS 1990).

연 종류 중에서도 백련(*Nelumbo nucifera* Gaertn)의 뿌리와 잎은 민간요법에서 당뇨병, 고지혈증과 고혈압 등 대사상 질환에 사용되어 왔고, 설사, 두통, 어지러움, 출혈 및 해독 작용에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Xiao *et al* 2005, Ling *et al* 2005). 일반적으로 연의 뿌리와 잎이 약용과 식용으로 많이 사용되고 있으며, 특히 연근에는 수용성 섬유질이

많아 변비 완화 작용이 있고 혈압 강하에도 효과적이라고 알려졌다. 또한, 당단백질인 뮤신이 함유되어 있어 혈압 강하 콜레스테롤 저하 작용이 있다고 밝혀졌으며, 연근에 함유된 탄닌은 강력한 수렴 작용이 있어 지혈 효과가 탁월하고 항산화 작용도 크다고 알려졌다(Ling *et al* 2005).

지금까지 연에 관한 연구로는 연잎의 지질 저하 효과(Wu *et al* 2003, Shin & Han 2006), 연잎 추출물의 항산화 효과(Lee *et al* 2006a), 항균 효과(Lee *et al* 2006b) 연근, 연잎, 조릿대의 대사성 질환 작용(Ko *et al* 2006) 등 연잎에 대한 연구와 연잎차(Kim *et al* 2006), 연꽃과 연잎으로 제조한 연엽주(Lee *et al* 2006), 연잎가루를 첨가한 설기떡(Yoon SJ 2007) 등 연구가 진행되고 있다.

최근 식물자원의 천연 항산화제를 개발하려는 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 현재까지 알려진 항산화 연구로는 항산화 비타민류, 항산화 무기질류, caffeic acid, chlorogenic acid와 같은 페놀산류, catechin류, 탄닌류, kamperol, quercetin 등의 플라보노이드와 그 유도체, 갈변 반응 생성물, 아미노산 및 단백질과 같은 항산화 물질에 대한 보고와 과채류, 종실류, 향신료, 차(茶) 및 기타 유용 식물체로부터 항산화 물질을 분류하여 천연 항산화제로 개발하려는 연구가 주류를 이루고 있다(Lee SY 2000).

* Corresponding author : Mee-Kyung Shin, Tel : +82-63-850-6657, Fax : +82-63-850-7301, E-mail : mkshin@wonkwang.ac.kr

이에 본 연구에서는 고부가 가치의 식품 원료 및 건강 기능식품으로 활용 가능성을 알아보기 위해 백련 잎의 이화학적 성분 및 항산화 활성을 효과를 검색하여 기능성 식품 개발을 위한 기초자료로 얻고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시료

본 실험에 사용한 연잎은 흰 꽃을 피우는 백련(白蓮)의 것으로 전북 김제 다련원에서 2007년 8월부터 9월에 걸쳐 채취하였다. 연잎은 세척하여 2 시간동안 음건 시킨 후 덩름(350℃, 30분) 처리한 것을 냉암소에 보관하여 사용하였다.

2. 에탄올 추출물

연잎 500 g에 70% 에탄올 10.0 L에 넣고 상온에서 72 시간

교반 추출하여 여과(Whatman No.2)한 다음 감압농축기(Rotary evaporator, Eyela 2Cs-50, Rikakikai Ltd., Tokyo, Japan)로 농축 후 동결 건조하여 131.8 g의 고형분을 얻었다.

3. 용매 분획 방법

70% 에탄올 추출물을 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올 등 극성이 다른 유기용매를 사용하여 차례로 분획하고 잔류 수층액을 얻었다(Fig. 1). 70% 에탄올 추출물에 10배량의 증류수를 혼합하고, 분액 깔대기에 위의 유기용매를 동량 부은 다음 뚜껑을 막고 충분히 흔들어주면서 잘 혼합되도록 하였다. 분액 깔대기를 스탠드에 고정하고 뚜껑을 열어 일정 시간 정치시켜서 유기용매층과 수층으로 분리되도록 하였다. 유기 용매 층을 분리해내고 남아있는 수층에 동량의 새로운 유기용매를 혼합하여 충분히 추출되도록 각 분획마다 3회씩 반복하였다. 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부

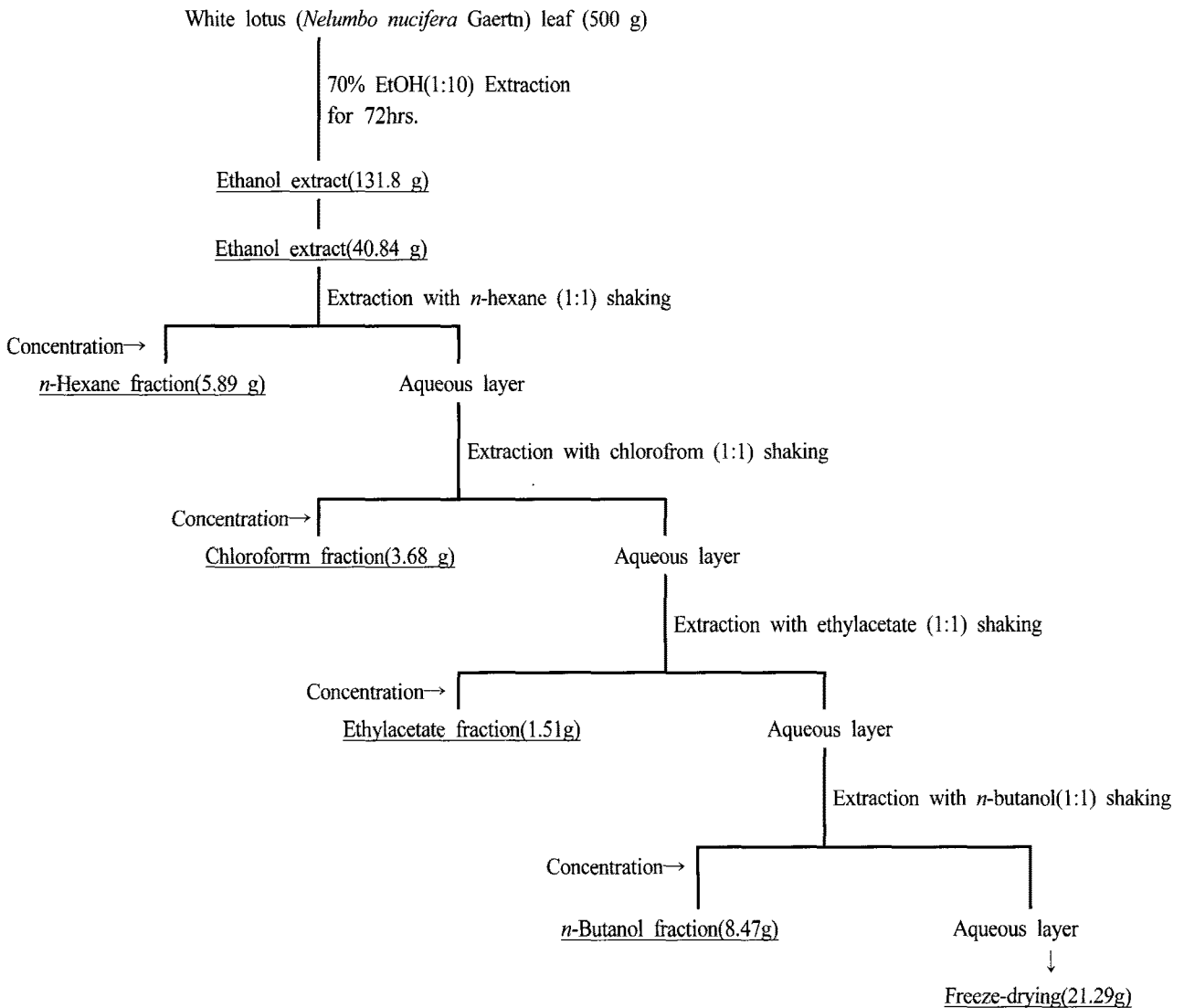


Fig. 1. Extraction and fraction procedure of the white lotus leaf.

탄을 그리고 물 분획의 각 추출물은 여과한 후 감압 농축하여 각각의 고형분을 얻었다.

4. 일반 성분

일반 성분 분석은 AOAC법(1990)에 따라 수분은 상압 가열 건조법, 회분은 직접 회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 Semi-micro Kjeldahl법으로 정량하였다.

5. 무기질

무기질 함량은 식품공전시험법(2000)에 따라서 질산을 이용 습식법으로 시료 2 g을 분해한 후 100 mL로 정용하여 무기질 분석용 용액으로 사용하였다. 이때 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.

6. 총 페놀성 화합물

총 페놀 함량은 Folin-Denis법으로 측정하였다(Swain *et al* 1959). 즉, 시료 1 g에 50% ethanol 50 mL를 넣고 70°C에서 환류 추출한 후 여과하여 실험에 이용하였다. 이 시료액 3 mL와 Folin-Denis시약 3 mL를 혼합하고 실온에서 3 분간 방치한 다음 10% Na₂CO₃ 용액 3 mL를 가하였다. 이어 실온에서 다시 1시간 방치시킨 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준 용액으로는 gallic acid를 이용하였다.

7. 유리당

시료의 유리당 함량은 시료 3 g을 취하고 70% methanol 50 mL를 가한 후 75°C에서 1 시간 동안 시료 전처리 장치(Mars X, CEM Co., USA)로 추출하고 여과하였다. 위의 시료 10 mL를 취하여 원심분리하고 상정액을 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 mm×250 mm), 컬럼 온도는 35°C, 이동상은 75% acetonitrile, 유속은 1.2 mL/min로 하였다.

8. 1,1-diphenyl-2-picryl Hydrazyl(DPPH) Radical 소거능 측정

DPPH radical에 대한 소거능은 Blossi의 방법(Blossi MS.1958)을 변형하여 70% 에탄올 추출물과 각 분획물을 80% 메탄올 20 mg/mL로 용해시킨 후 100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125, 1.5625, 0.78125, 0.39063, 0.19531, 0.09766 μg/mL 농도로 희석시켜

100 μL를 96 well plate에 분주하였다. 실험 직전에 제조한 0.1 mM DPPH 용액을 100 μL를 가하여 25°C에서 30 분간 반응시킨 후, 516 nm에서 흡광도를 측정하여 소거능을 다음 공식에 의하여 산출하였다.

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

A₀: 대조군의 흡광도(메탄올로 시료 처리)

A₁: 실험군의 흡광도

9. Hydroxyl Radical Scavenging 측정

Fenton reaction에 의해 hydroxyl radical(OH[·])을 가지고 있는 2-deoxy-D-ribose가 변성되면서 TBA가 TBARS로 변화되는 것을 측정하는 방법으로 200 μL의 21 mM 2-deoxy-D-ribose에 500 μL의 1,000, 500, 250, 125, 31.25, 7.8125, 1.953125 μg/mL로 희석한 시료(에탄올 추출물과 각 분획물) 용액, 0.75 mM FeCl₃ 200 μL, 7.5 mM H₂O₂ 200 μL, 0.75 mM ascorbic acid 200 μL를 넣고, 37°C에서 1 시간 반응시켰다. 0.5% TBA와 10% trichloroacetic acid(1:1, v/v)의 혼합액 1.5 mL를 가하고 100°C에서 15 분간 반응시킨 후 532 nm에서 흡광도를 측정하여 소거능은 다음 공식에 의하여 산출하였다(Neyens, E. 2003).

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

A₀: 대조군의 흡광도(20 mM KPB (pH 7.4)로 시료 처리)

A₁: 실험군의 흡광도

10. 통계 분석

실험에서 얻은 결과는 통계프로그램인 Statistical package for the social sciences(SPSS ver. 11.0)를 사용하여, 3회 반복 분석한 평균값과 표준오차(Mean± Standard error)를 계산하였으며 실험군과 대조군의 평균값에 대한 p-value를 t-test로 구하여 유의성을 검증하였다.

결론 및 고찰

1. 일반 성분 함량

연잎의 일반 성분 함량은 Table 1에 나타났다. 수분은 1.87%, 조단백질, 조회분, 조지방 함량은 각각 15.53%, 9.57%, 2.42%이었다. 가공하지 않은 백련 잎의 경우 수분 77.22%, 조단백질 4.88%, 조회분 1.68%, 조지방 0.21%로 측정되었다(Yang *et al* 2007). Park CS (2005)은 화계지역의 녹차 분말의 경우, 수분 9.2~11.8%, 조단백질 22.5~26.43%, 조회분 4.9~6.1%, 조지방 5.2~6.3%로 보고하였다. 연잎의 조단백질과 조지방의 양은 녹차 +분말보다는 적었으나, 조회분은 높은 것을 알

Table 1. Contents of moisture, crude ash, crude protein and crude lipid in the white lotus leaf

Composition	Contents(g/100 g)
Moisture	1.87±0.06
Crude ash	9.57±0.07
Crude protein	15.53±0.40
Crude lipid	2.42±0.10

Data show mean±S.E. in triplicate.

수 있었다. 이는 연의 생육 조건과 재배 조건의 영향이라 판단된다.

2. 무기질 함량

무기질 함량은 Table 2에 정리하였다. 칼륨 1,259.40 mg/100 g과 칼슘 1,116.22 mg/100 g의 함량이 가장 많았고, 인 299.40 mg/100 g, 마그네슘 252.56 mg/100 g이었으며, 그 외의 다른 무기질은 20 mg/100 g 미만이었다.

Kim *et al*(2006)의 연구에 의하면 연잎 차의 100 g당 칼륨 2,047.8 mg, 칼슘 1059.1 mg, 마그네슘 275.1 mg, 나트륨 86.3 mg, 철 27.6 mg으로 본 실험의 결과가 상당한 차이가 있었는데 특히 철분의 함량의 경우 6배 이상 차이가 있었다. 가공하지 않은 백련 잎의 경우 칼륨이 301.77 mg%, 나트륨 41.76 mg%, 칼슘 36.78 mg%, 마그네슘 34.64 mg%로 칼륨의 함량이 월등히 높게 나타났다(Yang *et al* 2007). 무기질 함량의 경우 실험 결과의 차이는 시료의 품종과 자연적 환경(토양, 물 등)이 결과에 크게 영향을 줄 것으로 사료된다.

3. 유리당 및 총 페놀

연잎의 유리당과 총 페놀 함량을 측정된 결과는 Table 3과

Table 2. Contents of minerals in the white lotus leaf

Composition	Contents(mg/100 g)
K	1259.40±49.95
Ca	1116.22±64.77
P	299.40±22.09
Mg	252.56±14.27
Na	11.00± 0.58
Fe	4.19± 0.14
Zn	1.97± 0.02
Cu	0.25± 0.01

Data show mean±S.E. in triplicate.

Table 3. Contents of free sugars and total phenolics compounds in the white lotus leaf

Composition	Contents(mg/100 g)
Sucrose	1,761.29±16.13
Fructose	204.02± 7.76
Glucose	101.03± 1.94
Total phenolics	8,842.73±20.57

Data show mean±S.E. in triplicate.

같다. Sucrose는 1,761.29±16.13 mg/100 g, fructose는 204.02±7.76 mg/100 g, glucose는 101.03±1.94 mg/100 g으로 나타났다. 또한, 총 페놀은 8,842.73±20.57 mg/100 g으로 나타났다.

Moon *et al*(2004)의 연구에 의하면 건조 약용식물의 데탄올 추출물에 대한 총 페놀 함량에 대해 녹차(*Thea sinensis*) 1,098±0.37 mg/100 g, 상황버섯(*Phellinus linteus*) 1,793±0.17 mg/100 g, 당귀(*Angelica gigas*) 52±0.07 mg/100 g로 보고하였고, Park CS(2005)는 화계 지역 녹차 분말의 폴리페놀 함량이 7,800~9,300 mg/100 g으로 보고해 연잎의 총 페놀 함량과 비슷하였다.

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가지며, 플라보노이드류, 카테킨류 및 안토시아닌류 등으로 구분된다. 이들 성분들은 항산화, 노화 방지, 항미생물, 고지혈증 억제 및 항종양 작용 등의 생리활성을 가진다고 보고되고 있다(김동훈 1988).

4. DPPH Radical 소거능

DPPH는 아스코르빈산, 토코페롤, 방향족 아민류에 의하여 환원되어 짙은 보라색이 탈색됨으로써 항산화 물질의 전자 공여능을 측정하는 방법으로 알려져 있다(Swain *et al* 1959).

연잎 에탄올 추출물 및 각 분획물(헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올, 물추출물)의 DPPH 소거능은 Table 4에 정리하였다.

25℃에서 30분간 반응시켜 대조군과 비교했을 때 에탄올 추출물(Fig. 2)은 100 µg/mL에서 89.21±0.40%, 50 µg/mL에서 89.32±0.27%, 25 µg/mL에서 89.32±0.29%, 12.5 µg/mL에서 83.68±0.28%, 6.25 µg/mL에서 53.97±0.29%의 소거능을 나타냈고, 농도 의존적이었다.

헥산 분획물의 소거능(Fig. 2)은 50 µg/mL에서 88.58±0.60%, 25 µg/mL에서 85.42±0.85%, 12.5 µg/mL에서 65.96±0.67%의 소거능을 나타냈고, 농도 의존적이었다. 8.50 µg/mL의 농도에서 IC₅₀이 나타났다.

클로로포름 분획물(Fig. 2)은 50 µg/mL에서 90.78±5.18%, 25 µg/mL에서 88.52±6.00%, 12.5 µg/mL에서 69.22±3.50%

Table 4. Scavenging activity of ethanol extract and systematic fraction from the white lotus leaf against DPPH

Concentration of LL ¹⁾ ($\mu\text{g/mL}$)	DPPH scavenging activity(%)					
	EE ²⁾	HE ³⁾	CH ⁴⁾	EA ⁵⁾	BuOH ⁶⁾	WE ⁷⁾
C ⁸⁾	0.26	0.26	0.25	0.26	0.26	0.26
0.10	0.25 \pm 1.27	0.20 \pm 3.25	0.03 \pm 0.92	2.75 \pm 0.87	0.39 \pm 0.32	0.54 \pm 0.01
0.20	0.67 \pm 1.34	0.70 \pm 3.87	2.01 \pm 1.31	6.38 \pm 2.41	2.47 \pm 0.49	0.07 \pm 0.81
0.39	0.22 \pm 1.84	2.02 \pm 3.68	2.11 \pm 2.90	12.39 \pm 2.78	9.49 \pm 0.65	0.38 \pm 0.84
0.78	4.50 \pm 1.06	2.81 \pm 1.65	3.97 \pm 0.58	20.33 \pm 1.50	16.78 \pm 0.54	1.77 \pm 0.54
1.56	14.52 \pm 2.14	6.88 \pm 2.47	10.25 \pm 4.68	36.60 \pm 1.21	33.29 \pm 0.22	4.90 \pm 2.00
3.13	27.66 \pm 0.53	14.25 \pm 5.58	18.39 \pm 2.05	72.40 \pm 3.54	63.33 \pm 0.38	12.11 \pm 0.75
6.25	53.97 \pm 0.29	36.67 \pm 0.82	37.26 \pm 1.59	86.48 \pm 0.88	88.17 \pm 0.16	24.87 \pm 1.53
12.5	83.68 \pm 0.28	65.96 \pm 0.67	69.22 \pm 3.50	87.75 \pm 0.75	89.17 \pm 0.36	45.88 \pm 1.10
25	89.32 \pm 0.29	85.42 \pm 0.85	88.52 \pm 6.00	91.77 \pm 5.82	89.98 \pm 0.20	81.06 \pm 0.84
50	89.32 \pm 0.27	88.58 \pm 0.60	90.78 \pm 5.18	93.99 \pm 4.25	92.07 \pm 0.19	89.82 \pm 0.44
100	89.21 \pm 0.40	89.04 \pm 0.01	90.13 \pm 1.12	97.07 \pm 4.13	94.54 \pm 0.33	91.11 \pm 0.56

¹⁾ LL : Lotus leaf power, ²⁾ EE : Ethanol extract, ³⁾ HE : Hexane fraction, ⁴⁾ CH : Chloroform fraction, ⁵⁾ EA : Ethylacetate fraction, ⁶⁾ BuOH : Butanol fraction, ⁷⁾ WE : Water extract, ⁸⁾ C: Control.
Data show mean \pm S.E. in triplicate.

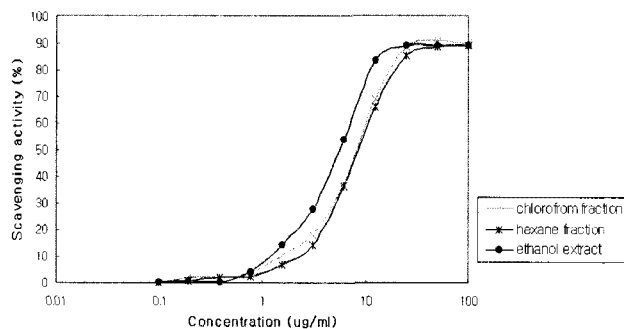


Fig. 2. Scavenging activity of ethanol extract and hexane, chloroform fraction from ethanol extract from the white lotus leaf against DPPH.

의 소거능을 나타냈고, 농도 의존적이었다.

에틸아세테이트 분획물의 소거능(Fig. 3)은 50 $\mu\text{g/mL}$ 에서 93.99 \pm 4.25%, 25 $\mu\text{g/mL}$ 에서 91.77 \pm 0.20%, 12.5 $\mu\text{g/mL}$ 에서 87.75 \pm 0.75%, 6.25 $\mu\text{g/mL}$ 에서 86.48 \pm 0.88%, 3.13 $\mu\text{g/mL}$ 에서 72.40 \pm 3.54%의 소거능을 보였고, 농도 의존적이었다.

부탄올 분획물(Fig. 3)은 100 $\mu\text{g/mL}$ 에서 94.54 \pm 0.33%, 50 $\mu\text{g/mL}$ 에서 92.07 \pm 0.19%, 25 $\mu\text{g/mL}$ 에서 89.98 \pm 0.20%, 12.5 $\mu\text{g/mL}$ 에서 89.17 \pm 0.36%, 6.25 $\mu\text{g/mL}$ 에서 88.17 \pm 0.16%, 3.13 $\mu\text{g/mL}$ 에서 63.33 \pm 0.38%의 소거능을 보였고, 농도 의존적이었다.

물 추출물의 소거능(Fig. 3)은 100 $\mu\text{g/mL}$ 에서 91.11 \pm 0.56%, 50 $\mu\text{g/mL}$ 에서 89.82 \pm 0.44%, 25 $\mu\text{g/mL}$ 에서 81.06 \pm 0.84%, 12.5

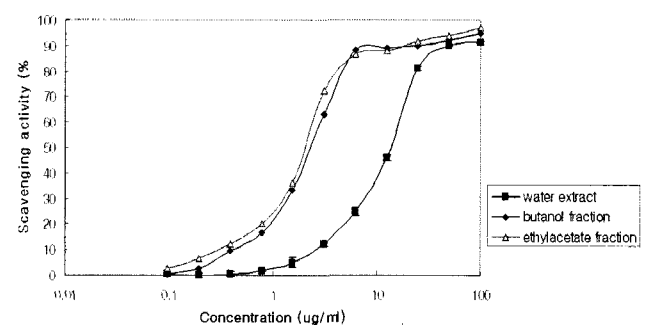


Fig. 3. Scavenging activity ethylacetate, butanol fraction and water extract from ethanol extract of the white lotus leaf against DPPH.

$\mu\text{g/mL}$ 에서 45.88 \pm 1.10%의 소거능을 보였고, 농도 의존적이었다.

연잎 에탄올 추출물, 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올 분획물, 물 추출물의 IC₅₀치가 각각 5.65, 8.5, 8.27, 2.03, 2.3 및 13.7 $\mu\text{g/mL}$ 로 나타나 에틸아세테이트 분획물의 DPPH radical 소거활성이 가장 높은 것으로 나타났다. 소거활성을 나타내는 단위 IC₅₀(50% of inhibition concentration)은 시료가 DPPH radical 형성을 50% 억제하는데 필요한 시료의 양을 μg 으로 나타낸 것으로서 값이 낮을수록 DPPH radical 소거능은 높은 것을 의미한다(Park *et al* 2004).

연잎 에탄올 추출물 및 각 분획물의 DPPH 라디칼 소거능

은 100~0.10 $\mu\text{g/mL}$ 에서 농도 의존적으로 감소하였고, 50% 소거능에 대해 에틸아세테이트 분획물 > 부탄올 분획물 > 에탄올 추출물 > 클로로포름 분획물 > 헥산 분획물 > 물 추출물의 순으로 항산화 활성이 나타났으며, 용매의 극성이 높은 에틸아세테이트와 부탄올 분획물에서 소거 효과가 좋은 것으로 확인되었다.

이와 유사한 결과로 Lee *et al* (2006)은 연잎(*Nelumbo nucifera*) 에탄올 추출물 및 각 분획물의 50% 소거능($\mu\text{g/mL}$)에 대해 에틸아세테이트 > 부탄올 > 클로로포름 분획물 순으로 항산화 활성이 있다고 보고하였다.

5. Hydroxyl Radical Scavenging 효과

연잎 에탄올 추출물 및 각 분획물(헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트, 부탄올, 물 추출물)의 hydroxyl radical scavenging 효과는 Table 5에 정리하였다.

에탄올 추출물의 hydroxyl radical scavenging 효과는 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $96.82 \pm 0.95\%$, 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $59.44 \pm 0.62\%$, 250 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $36.02 \pm 0.80\%$ 로 나타났다. IC_{50} 치는 390 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 hydroxyl radical scavenging 효과가 관찰되었다 (Fig. 4).

Hexane fraction의 hydroxyl radical scavenging 효과는 1000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $11.72 \pm 0.81\%$, 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $10.87 \pm 0.31\%$ 로 나타나 에탄올 추출물과는 달리 hydroxyl radical scavenging 효과가 관찰되지 않았다(Fig. 4).

Chloroform fraction의 hydroxyl radical scavenging 효과는 1000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $12.90 \pm 0.57\%$, 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $9.76 \pm 1.67\%$ 로 나타나 hydroxyl radical scavenging 효과가 관찰되지 않았다(Fig. 4).

Ethylacetate fraction은 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $77.47 \pm 0.69\%$, 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $45.11 \pm 0.89\%$ 로 나타났다. IC_{50} 치는 574 $\mu\text{g/mL}$ 로 hydroxyl radical scavenging 효과가 관찰되었다(Fig. 5).

Butanol fraction은 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $83.11 \pm 0.85\%$, 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 63.42 ± 0.43 , 250 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $42.33 \pm 0.16\%$ 로 나타났다.

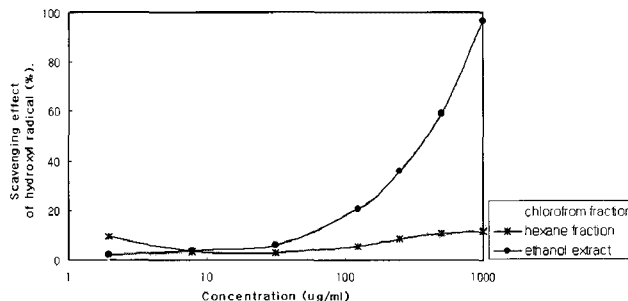


Fig. 4. Hydroxyl radical scavenging activity of ethanol extract and hexane, chloroform fraction from ethanol extract from the white lotus leaf.

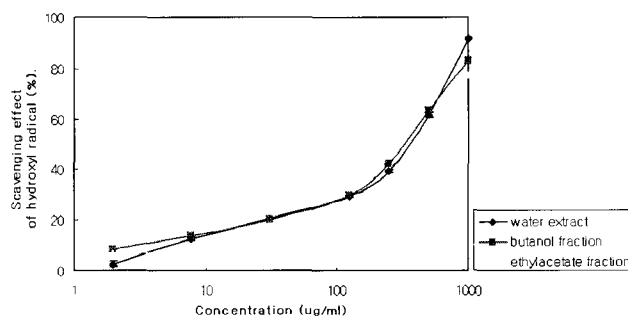


Fig. 5. Hydroxyl radical scavenging activity of ethylacetate, butanol fraction and water extract from ethanol extract of the white lotus leaf.

Table 5. Hydroxyl radical scavenging activity of ethanol extract and systematic fraction from the white lotus leaf

Concentration of LL ¹⁾ ($\mu\text{g/mL}$)	Hydroxyl radical scavenging activity(%)					
	EE ²⁾	HE ³⁾	CH ⁴⁾	EA ⁵⁾	BuOH ⁶⁾	WE ⁷⁾
C ⁸⁾	0.00±0.51	0.00±0.46	0.00±0.46	0.00±0.51	0.00±0.33	0.00±0.33
1.95	2.34±0.88	9.33±0.47	0.35±0.37	6.70±0.78	8.36±0.74	2.74±1.01
7.81	4.11±0.27	3.34±1.03	3.57±0.62	8.88±0.63	13.90±0.97	12.49±0.87
31.25	6.20±0.78	3.19±0.46	2.91±1.89	14.53±0.68	20.06±0.86	20.72±0.22
125	20.93±0.31	5.83±0.21	9.86±2.24	21.24±0.27	29.76±0.60	29.40±0.39
250	36.02±0.80	8.73±0.33	13.04±1.06	27.50±0.91	42.33±0.16	39.21±0.45
500	59.44±0.62	10.87±0.31	9.76±1.67	45.11±0.89	63.42±0.43	61.40±0.87
1000	96.82±0.95	11.72±0.81	12.9±0.57	77.47±0.69	83.11±0.85	91.72±0.28

¹⁾ LL : Lotus leaf power, ²⁾ EE : Ethanol extract, ³⁾ HE : Hexane fraction, ⁴⁾ CH : Chloroform fraction, ⁵⁾ EA : Ethylacetate fraction, ⁶⁾ BuOH : Butanol fraction, ⁷⁾ WE : Water extract, ⁸⁾ C: Control.

Data show mean±S.E. in triplicate.

다. IC₅₀ 치는 327 $\mu\text{g/mL}$ 로 hydroxyl radical scavenging 효과가 관찰되었다(Fig. 5).

연잎 water extract의 hydroxyl radical scavenging 효과는 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 91.72 \pm 0.28%, 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 61.40 \pm 0.87%, 250 $\mu\text{g/mL}$ 에서 39.21 \pm 0.45%로 나타났다. IC₅₀ 치는 378 $\mu\text{g/mL}$ 로 hydroxyl radical scavenging 효과가 관찰되었다(Fig. 5).

Hydroxyl radical scavenging 효과는 부탄올 분획물 > 물 추출물 > 에탄올 추출물 > 에틸아세테이트 분획물 순으로 항산화 활성이 나타났으며, hexan 분획물, chloroform 분획물은 hydroxyl radical scavenging 효과가 관찰되지 않았다.

항산화 효과는 시료를 어떤 용매로 추출하느냐에 따라 항산화능에 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 그 예로, 올리브 잎(Choi NY *et al* 2008)은 80% 에탄올 추출물, 대황(Kim CJ and Suh HJ 2005)은 에탄올 추출물, 산수유(Seo KI *et al* 1999)는 물 추출물, 오배자(Cha BC and Lee SB 1998)는 hexan 추출물에서 항산화 효과가 높다고 보고한 바 있다. 또한, 방아(Jhee OH and Yang CB (1996)는 에테르 추출물 중 페놀성 화합물에서 항산화 활성이 가장 높다고 보고하여 용매의 극성도에 따라 추출 물질이 달라짐을 알 수 있다. 반면에, 연잎 추출물은 DPPH radical 소거능 측정의 경우 모든 분획물에서 항산화 효과가 높게 나타나 식품 유형에 따라 추출 조건을 달리하여도 무방할 것으로 생각된다.

세포가 성장하면서 발생하는 free radical에 의한 세포가 산화되어 손상되는데, 이 때 페놀성 화합물은 환원성이 강하여 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제하는 항산화 능력이 있다고 알려져 있다.(Sanchez CS *et al* (2007), Saij A *et al* (1998), Choi NY *et al* (2008)은 올리브 잎 분획물에서도 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제하는 능력이 있음을 확인하였고, 이는 올리브 잎의 페놀성 화합물인 oleuropein, catechin, caffeic acid, vanillin, rutin 등의 작용이라 하였다. 연잎 또한 페놀성 화합물을 다량 함유함에 항산화 능력이 높은 것으로 사료되며, 항산화활성의 주성분의 구조 규명 및 활성 연구를 지속적으로 수행할 필요가 있다고 생각된다.

요약 및 결론

연잎의 일반 성분 함량은 수분 1.87 \pm 0.06%, 조회분 9.57 \pm 0.07%, 조단백질 15.53 \pm 0.4%, 조지방 2.42 \pm 0.1%이었다. 무기질은 칼륨과 칼슘의 함량이 가장 많았고 인과 마그네슘 순이었다. 유리당은 sucrose가 대부분을 차지하였으며, 총 페놀함량은 8,842.73 \pm 20.57 mg/100 g으로 높은 함량을 나타내었다.

연잎 에탄올 추출물 및 5가지 분획물의 DPPH 라디칼 소거능은 100~0.10 $\mu\text{g/mL}$ 에서 농도 의존적으로 감소하였고, 50% 소거능($\mu\text{g/mL}$)에 대해 에틸아세테이트 분획물 > 부탄올 분획물 > 에탄올 추출물 > chloroform 분획물 > hexan 분획물 > 물 추출물의 순으로 항산화 활성이 나타났으며, 에틸아세테이트 분획물의 소거 효과가 가장 좋은 것으로 확인되었다. 또한, hydroxyl radical scavenging 효과는 부탄올 분획물 > 물 추출물 > 에탄올 추출물 > 에틸아세테이트 분획물 순으로 항산화 활성이 나타났으며, hexan 분획물, chloroform 분획물은 hydroxyl radical scavenging 효과가 관찰되지 않았다.

문헌

- 김동훈(1988) 식품화학. 탐구당, 서울 515.
- 식품의약품안전청(2000) 식품공전, 304-309.
- 채수규(2002) 표준식품분석학. 지구문화사, 서울. 557-558.
- AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*. 15th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1203.
- Cha BC, Lee SB (1998) Antioxidative free radical scavenging effect of *Rhus javanica* Linne. *Korean J Medicinal Crop Sci* 6(3): 181-187.
- Choi NC, Lee JH, Shin HS (2008) Antioxidant activity and nitrite scavenging ability of olive leaf (*Olea europaea* L.) fractions. *Korean J Food Sci Technol* 40(3): 257-264
- Hansen MB, Nielsen SE, Berg K (1989) Re-examination and further development of a precise and rapid dye method for measuring cell growth/cell kill. *J Immunol Methods* 119 (2): 203-210.
- Jhee OH, Yang CB (1996) Antioxidative activity of extract from Bangah herb. *Korean J Food Sci Technol* 28(6): 1157-1163.
- Kim CJ, Suh HJ (2005) Antioxidant activities of Rhubarb extracts containing phenolic compounds. *Korean J Food Culture* 20(1): 77-85.
- Kim DC, Kim DW, In MJ (2006) Preparation of lotus leaves tea and its quality characteristics. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49(2): 163-164.
- Kim YS, Jeon SS, Jung ST (2002) Effect of louts powder on the baking quality of white bread. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 413-425.
- Ko BS, Jun DW, Jang JS, Kim JH, Park SM (2006) Effect of sasa borealis and white lotus roots and leaves on insulin action and secretion *in vitro*. *Korean J Food Sci Technol* 38(1): 114-120.
- Lee HK, Choi YM, Noh DO, Suh HJ (2006) Antioxidant effect of Korean traditional lotus liquor(Yunyupji). *International J Food Sci Technol* 40(7): 709-715.

- Lee KS, Kim MG, Lee KY (2006a) Antioxidative activity of ethanol extract from lotus(*Nelumbo nucifera*) leaf. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35(2): 182-186.
- Lee KS, Oh CS, Lee KY (2006b) Antimicrobial effect of the fractions extracted from a lotus(*Nelumbo nucifera*) leaf. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35(2): 219-223.
- Lee SY (2000) Use and perspective views of oriental herbs in food industry. *Food Industry and Nutrition* 5(3): 21-26.
- Ling ZQ, Xie BJ, Yang EL (2005) Isolation, characterization, and determination of antioxidative activity of oligomeric procyanidins from the seedpod of *Nelumbo nucifera* Gaertn. *J Agric Food Chem* 53: 2441-2445.
- Moon JS, Kim SJ, Park YM, Hwang IS, Kim EH, Park JW, Park IB, Lim SW, Kang SG, Park YK, Jung ST (2004) Antimicrobial effect of methanol extracts from some medicinal herbs and the content of phenolic compounds. *Korean Journal of Food Preservation* 11(2): 207-213.
- Neyens E (2003) Baeyens J Hazard Mater 98: 33.
- Park CS (2005) Component and quality characteristics of powdered green tea cultivated in Hwagae area. *Korean J Food Preserv* 12(1): 36-42.
- Park SH, Hyun JS, Shin EH, Han JH (2005) Functional evaluation of lotus root on lipid profile and health improvement. *J East Asian Soc Dietary Life* 15: 257-263.
- Park SJ, Kwun IS, Kim JS, Hwang JM, Kwon ST (2004) Effect of gamma radiation treatment on growth and antioxidative capacity in garlic (*Allium sativum* L.). *Kor J Hort Sci Technol* 22(4): 407-410.
- Saija A, Trombetta D, Tomaino A, Cascio RL, Princi P, Uccella N, Bonina F, Castelli F (1998) 'In vitro' evaluation of the antioxidant activity and biomembrane interaction of the plant phenols oleuropein and hydroxytyrosol. *Int J Pharm* 166: 123-133.
- Sanchez CS, Gonzalez AMT, Garcia-Parrilla MC, Granados JJQ, Serrana HLG, Martinez MCL (2007) Different radical scavenging tests in virgin olive oil and their relation to the total phenol content. *Anal Chim Acta* 593:103-107
- Seo KI, Lee SW, Yang KH (1999) Antimicrobial and antioxidative activities of *Corni fructus* extracts. *Korean J Postharvest Sci. Technol* 6(1) : 99-103
- Shin DH, Kim IW, Kwon KS, Kim MS, Kim MR, Choi U (1999) Chemical composition of lotus seed (*Nelumbo nucifera* Gaertner) and their lipid and protein composition. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1187-1190.
- Shin MK, Han SH (2006) Effect of lotus(*Nelumbo nucifera* Gaertner) leaf powder on lipid concentrations in rats fed high fat diet rats. *Korean J Food Culture* 21(2): 202-208.
- Swain T, Hillis WE, Oritega M (1959) Phenolic constituents of *Ptunus domestica*. I. Quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric* 10 : 83-88.
- Watson JM, Parrish EA, Rinehart CA.(1998) Selective potentiation of gynecologic cancer cell growth *in vitro* by electromagnetic fields. *Gynecol Oncol* 71: 64-71.
- Wu MJ, Wang L, Weng CY (2003) Antioxidant activity of methanol extract of the Lotus leaf(*Nelumbo nucifera* Gaertn). *The American Journal of Chinese Medicine* 31: 678-698.
- Xiao JH, Zhang JH, Chen HL, Feng XL, Wang JL (2005) Inhibitory effects of isoliensinine on bleomycin-induced pulmonary fibrosis in mice. *Planta Med* 71: 225-230.
- Yang HC, Heo NC, Choi KC, Ahn YJ (2007) Nutritional composition of white-flowered and pink-flowered lotus in different parts. *Korean J Food Sci Technol* 39(1): 14-19.
- Yoon SJ (2007) Quality characteristics of *Sulgitteok* added with lotus leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23(4): 433-442.
- Yuk CS (1990) Coloured medicinal plants of Korea. Academy Book Co. Seoul Korea. 219-230.

(2008년 4월 30일 접수, 2008년 8월 13일 채택)