

백련 꽃 추출물의 생리활성 효과

임명희·박용서*·조자용**·허복구***
목포대학교 지역특화작목산업화센터·목포대학교 원예과학과*·전남도립남도대학
약선식품가공과**·(재)나주시천연염색문화재단***

Assessment of the Physiological Activities of Flower Extracts from White Lotus

Im, Myung Hee · Park, Yong Seo · Cho, Ja Yong** · Heo, Buk Gu***
Institute of Regional Crop Research, Mokpo National University, Muan Korea
Dept. of Horticulture, Division of Biotechnology and Resources, Mokpo National University, Muan Korea*
Dept. of Medicated Diet & Food Technology, Jeonnam Provincial College, Korea**
Naju Foundation of Natural Dyeing Culture, Naju, Korea***

ABSTRACT

This study was conducted to gather basic data on the physiological activities of flower extracts from 4 cultivars of white lotus to promote the increase of public consumption. Four cultivars of white lotus: c.v. 'Garam', 'Choeue', 'Baekhwageonryeon', and 'Seungdal' were harvested on 14, August, 2007, and the physiological activities of flower extracts obtained by hot water extraction and ethanol extraction were examined. Total phenol content was highest in the 'Garam' flower hot water extracts, $144.2\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, and lowest in the 'Seungdal' flower ethanol extracts, $63.4\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$. DPPH radical scavenging activity was highest at 2,000ppm flower extract of 'Garam' obtained by hot water extraction and ethanol extraction of 90.9% and 83.0%, respectively. Total flavonoid content in the flower extracts of 'Garam' obtained by hot water extraction and ethanol extraction showed the highest levels at $34.1\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ and $33.9\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, respectively. Nitrite scavenging activity at 1,000ppm flower extract was highest in 'Garam'. Extracts obtain by hot water and ethanol showed 91.3% and 80.4% activity, respectively. No significant difference in tyrosinase inhibition activity was observed among the cultivars or as a result of extraction method. Overall anti-microbial activity of the flower extracts was slightly higher in 'Garam' than in the other cultivars.

Key words: White Lotus, nitrite scavenging activity, tyrosinase inhibition activity, anti-microbial activity

I. 서론

연(*Nelumbo nucifera*)은 아시아남부, 북호주가 원산지인 쌍떡잎식물로서 수생식물 중 부엽식물에 속하는 다년생 초본으로 둥근 방패 모양의 잎은 지름이 50-80cm로 물 위에 나오고, 꽃은 7-8월에 피며, 과실은 견과이다(Lee et al. 2006a). 주로 연못 등에서 자생하는 연은 식용을 목적으로 논밭에서 재배하거나 화훼용으로 수생식물원 및 용기에 재배되기도 한다.

최근에는 세계화에 따라 육류섭취가 증가하는 등 식생활의 다양한 변화와 더불어 늘어나는 각종 성인병 퇴치를 위한 자연 건강식의 개발과 기능성을 갖는 식품에 대한 요구가 커짐에 따라 기능성 식품 측면에서도 연에 대한 관심이 높아지고 있다(Lee et al. 2006c).

기능성 식품 측면에서는 주로 연근과 연잎에 대한 연구가 주를 이루는데, 연근에 대해 Park 등(2005a)은 탄수화물이 주성분으로 식이섬유소가 풍부하여 장내의 활동을 촉진시키고, 체내 콜레스테롤 수치를 저하시키는 작용이 있다고 하였으며, Park 등(2005b)은 식용, 해열, 강장, 지혈의 약용효과가 있어 예로부터 이용되어 왔으며, 혈압강화효과, 지혈효과, 니코틴 해독효과, 진정작용이 있다고 하였다. 잎에 대해 Lee 등(2006a, 2006b)은 출혈성 위궤양이나 위염, 치질, 출혈, 설사, 야뇨증, 각종 독성 물질에 대한 중화작용을 하며, 연잎 에탄올 추출물은 우수한 항산화와 항균활성 효과가 있었다고 하였다.

한편, 백련 꽃은 최근 차로 개발되어 이용되고 있지만 이에 대한 생리활성 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 백련 꽃의 소비확대를 위한 기능성 구명차원에서 백련 4종류 꽃의 열수와 에탄올 추출물의 생리활성 효과를 조사하였다.

II. 연구방법

1. 시료

본 연구에 사용한 시료는 전남 무안군 청계면 월선리 백련 시험포장에서 재배중인 백련으로 ‘가

람’, ‘초의’, ‘백화건련’ 및 ‘승달’의 꽃을 2007년 8월 14일 아침 만개 직전에 채취하여 시료로 사용하였다.

2. 추출

시료의 추출은 백련 꽃을 채취한 후 2시간 이내에 실시하였는데, 열수 추출은 증류수 3L에 잘게 조제한 연꽃 500g을 넣은 다음 100°C에서 30분간 추출하였다. 에탄올 추출은 잘게 조제한 시료 500g에 95% 에탄올을 3L를 첨가하여 상온에서 24시간 동안 추출하였다. 추출물은 60°C에서 3시간 동안 환류냉각 추출을 3회 반복하여 냉각한 다음 매회 여과한 여액을 혼합하고 회전진공농축기로 농축하여 시료로 사용하였다.

3. 총페놀함량

총 페놀 화합물 함량은 Folin-Denis 방법(Dewanto et al. 2002)에 따라 분석하였다. 시료를 1mg · mL⁻¹ 농도로 조제한 후, 이 시료액 1mL에 증류수 3mL를 첨가하고, folin-ciocalteau's phenol reagent 1mL를 첨가한 후 27°C 진탕수조에서 혼합하였다. 5분 후 NaCO₃ 포화용액 1mL를 넣어 혼합하여 실온에서 1시간 방치한 후 640nm에서 흡수분광광도계(UV-1650PC, Shimadzu)로 흡광도를 측정하였다. 페놀화합물 함량은 표준물질 ferulic acid의 농도를 이용하여 검량선을 작성한 다음 정량하였다.

4. 전자공여능

전자공여능 측정은 DPPH(α, α-diphenyl-β-picryl-hydrazyl)법을 이용하여 시료의 라디칼(radical) 소거효과를 측정하는 Blois(1958)의 방법을 약간 변형하여 측정하였다. 1×10⁻⁴M DPPH와 농도별 추출물을 각각 100μl씩 취하여 혼합하고, 30분간 암 상태에서 방치한 후 ELISA Reader(Bio-RAD, USA)를 이용하여 517nm에서 잔존 라디칼 농도를 측정하였다. 시료의 환원력의 크기는 라디칼 소거활성(Scavenging activity)으로 표시하였고, RC₅₀은 DPPH 농도가 1/2로 감소하는데 필요한 시료의 양(μg)으로 나타내었으며 항산화 물질로 잘 알려진 BHT(butylated hydroxytoluene)와 비교하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거 활성(\%)} = \frac{\text{시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도} - \text{시료를 첨가한 반응구의 흡광도}}{\text{시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도}} \times 100$$

5. 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량 측정은 각 시료 0.1g에 75% methanol을 가하여 실온에서 하룻밤 동안 추출한 다음 이 검액 1.0mL를 시험관에 취하고 10mL의 diethylen glycol을 가하여 잘 혼합하였다. 다시 여기에 1N NaOH 0.1mL를 잘 혼합시켜 37°C의 water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시험은 시료 용액 대신 50% methanol 용액을 동일하게 처리하였으며, 표준곡선은 Naringin(Sigma Co., USA)을 이용하여 작성하고 이로부터 총 플라보노이드 함량을 구하였다.

6. 아질산염 소거

아질산염소거 효과는 Gray 등(1975)의 방법을 준하여 다음과 같이 측정하였다. 1mM NaNO₂ 20 µl에 시료의 추출액 40µl와 0.1N HCl (pH 1.2)을 140µl 사용하여 부피를 200µl로 맞추었다. 이 반응액을 37°C 항온수조에서 1시간 반응시킨 후 2% acetic acid 1000µl, Griess 시약 (30% acetic acid로 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것, 사용직전에 조제) 80µl를 가하여 잘 혼합시켜 빛을 차단한 상온에서 15분간 반응시킨 후 520nm에서 흡광도를 측정하여 아래와 같이 아질산염 소거능을 구하였다.

7. Tyrosinase의 활성 저해

Tyrosinase의 활성 저해 분석에 의한 미백활성 효과는 멜라닌 합성의 keyenzyme인 tyrosinase의 작용결과 생성되는 DOPA (Dihydroxyphenylalanine)의 생성물의 흡광도를 흡수분광광도계(UV/VIS

spectrometer, Jasco, Japan)를 이용하여 측정하였다. 기질로서 시험관에 0.1M potassium phosphate buffer (pH 6.8) 0.4mL, 0.03% tyrosine solution 0.4mL, 시료용액 0.1mL의 혼합액에 효소액 0.05mL(100units)를 첨가하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후 신속하게 ice에서 5분간 방치하여 반응을 중단시킨다. 이 반응액을 475nm에서 흡수분광광도계를 이용하여 흡광도를 측정한 후 tyrosinase 효소활성 저해율을 구하였다. 효소활성 저해율은 시험시료가 포함되지 않은 반응액을 대조군으로 하였다.

8. 항균활성

항균활성 측정은 시료 추출물을 여과지(Whatman No.2)로 여과한 후 측정하였다. 균주는 그람양성 세균인 *Bacillus subtilis*(KCTC 1022), *Bacillus cereus*(KCTC 1012), *Listeria monocytogenes* (KCTC 3569), *Streptococcus mutans* (KCTC 5125) 및 *Staphylococcus aureus* (KCTC 1927) 5종과 그람음성세균인 *Pseudomonas aeruginosa* (KCTC 1636), *Escherichia coli* (KCTC 2441), *Salmonella enteritidis* (KCTC 1240) 3종을 사용하였으며, 균의 배양은 공시균주의 활성화를 위하여 nutrient broth (NB)에 1 백금이 섞 접종한 후 35°C에서 24시간 배양하였다.

항균활성은 균액을 4~5mm 두께가 되도록 분주한 nutrient agar(NA) 평판배지에 0.1mL씩 주입하여 균일하게 도말하고, 멸균 paper disk (Ø8mm, Toyo Roshi Kaisha)에 추출액을 1,000ppm액이 되도록 만든 용액을 50µl/disk를 흡수시킨 다음 35°C에서 24시간 동안 배양한 후 paper disk 주위의 clear zone의 전체 직경(mm) - paper disk (Ø8mm)을 측정하였다.

$$\text{아질산염 소거율(\%)} = \frac{1 - (1\text{-시간 반응 후의 } 1\text{mM NaNO}_2\text{의 흡광도} - \text{공시험구의 흡광도})}{1\text{NaNO}_2\text{의 흡광도}} \times 100(\%)$$

$$\text{Tyrosinase 저해활성 (\%)} = \frac{\text{시험 시료가 들어있지 않은 반응액의 반응 후 흡광도} - \text{시험시료가 들어있는 반응액의 반응 후 흡광도}}{\text{시험 시료가 들어있지 않은 반응액의 반응 후 흡광도}} \times 100$$

9. 통계처리

각각의 조사 분석은 3반복 이상 실시하였으며, 통계처리는 SAS 프로그램 중에서 분산분석(ANOVA)을 실시하여 Duncan's multiple test로 시료간의 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 총 페놀함량

백련 4종류 꽃의 총 페놀함량을 조사한 결과 열수 추출물은 '가람' 백련에서 144.2 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 로,

에탄올 추출물은 '승달' 백련에서 63.4 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 로 가장 많이 나타나 백련의 종류나 용매에 따른 차이를 보였다(Table 1). 이제 까지 여러 연구에서 페놀성 물질은 항암, 혈압강화작용, 피임작용, 간보호작용, 진경작, 항산화작용 등 여러 작용이 있는 것으로 알려져 있다(Lee et al. 2006c; Quinu & Tang, 1996). 그러므로 페놀성 물질의 함량이 많을수록 기능성물질로 유용하게 활용할 수가 있다. 그러므로 총 페놀함량의 수율측면에서 백련 꽃을 차로 이용할 때는 물이 용매로 사용되고, 본 실험결과에서도 열수 추출물의 '가람' 백련과

Table 1. Total phenol contents in the flower extracts from cultivars of white lotus

Extraction solvent	Total phenol compound contents ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)			
	Garam	Choeue	Baekhwageonryeon	Seungdal
Heated water	144.2 a ^z	90.6 b	56.4 c	39.8 d
Ethanol	62.7 a	50.6 b	54.6 ab	63.4 a

^zMean separation within rows by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 2. DPPH radical scavenging activity in the flower extracts from cultivars of white lotus

Solvent	Concentration(ppm)	DPPH radical scavenging activity, % of control			
		Garam	Choeue	Baekhwageonryeo	Seungdal
Heated water	31.25	40.6 a ^z	13.8 b	4.2 c	4.2 c
	62.5	44.5 a	17.2 b	6.8 c	6.8 c
	125	66.6 a	22.2 b	10.1 c	11.0 c
	250	71.1 a	28.3 b	13.1 c	15.3 c
	500	89.4 a	30.9 b	16.2 c	19.4 c
	1,000	90.9 a	40.6 b	20.7 c	22.8 c
	2,000	92.1 a	48.3 b	25.5 c	33.2 bc
	RC ₅₀ ^y	78.0	3466.0	4255.0	3808.5
Ethanol	31.25	11.7 b	9.7 c	12.6 b	18.4 a
	62.5	26.5 a	15.7 b	20.3 ab	29.8 a
	125	45.8 ab	31.3 b	35.4 b	50.7 a
	250	63.6 b	50.7 c	54.3 c	72.9 a
	500	78.2 ab	59.0 c	73.8 b	81.8 a
	1,000	83.0 b	67.8 c	84.0 b	90.8 a
	2,000	92.7 a	89.6 b	93.6 a	93.6 a
	RC ₅₀ ^y	134.7	241.4	219.7	122.5

^zMean separation within rows by Duncan's multiple range test at 5% level.

^yExtract concentrations ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$), which show 50% activity of DPPH radical scavenging, were determined by interpolation.

‘초의백련’에서 함량이 각각 144.2와 90.6 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 로 높게 나타난 만큼 이들 꽃을 이용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

2. 전자공여능

백련 4종류의 꽃 추출물에 대하여 DPPH 라디칼 소거활성을 측정된 결과 ‘가람’ 백련의 열수 및 에탄올 추출물에서 높은 전자공여능을 보였다 (Table 2). 용매에 따른 DPPH 라디칼 소거활성은 에탄올 추출물에서 확연하게 높게 나타나 1,000 ppm 이상의 농도에서는 연꽃의 종류에 관계없이 67.8% 이상을 나타냈다. 반면에 열수 추출물은 ‘가람’ 백련 추출물 1,000 ppm에서만 90.9% 이상을 나타냈으며, 그 외는 40.6% 미만을 나타내었다.

활성산소는 superoxide anion (O_2^-)을 비롯하여 hydrogen peroxide(H_2O_2) 또는 hydroxyl radical ($\text{OH} \cdot$)과 같은 산소라디칼에 의하여 산화적 손상을 초래함으로써 독성을 나타내게 된다(Cohen 1978; Kappus 1986). 산소라디칼은 동·식물의 세포막 구성성분인 인지질(phospholipid)을 산화시켜 지질과산화반응을 유발시킬 뿐만 아니라 결국 세포고사를 초래하게 된다(Kellogg & Fridovich 1977).

그 밖에도 활성산소의 산화적 손상은 glutamate 수용체의 과활성 및 흥분성 아미노산의 분비를 유도하여 세포독성을 나타낸다(Mattson et al. 1993). 이 때문에 최근 활성산소의 산화적 손상을 제거하는 방법의 하나로 식물에서 항산화효과가 뛰어난 약리활성물질을 추출하거나 이용하려는 경향이 커지고 있다. 따라서 열수 추출시 다른 종류에 비해 상대적으로 DPPH 라디칼 소거능이 높게 나타난 ‘가람’ 백련 꽃 추출물을 차로 음용하면 항산화효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

3. 총 플라보노이드 함량

백련 4종류 꽃 추출물의 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 ‘가람’ 백련에서 가장 많이 나타나 열수 추출물에서는 34.1 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 에탄올 추출물에서는 33.9 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 를 나타냈다(Table 3). 플라보노이드류는 담황색 또는 노란색을 띠는 색소 화합물로서 식물 중에는 대부분 당과 결합된 배당체형태로 존재하며, 하루 한 사람 섭취량이 23~1,000mg 정도이고 특이한 부작용이 없는 것으로 알려져 있다(Miyake et al. 1998). 현재까지 플라보노이드는 약 4,000종 이상이 알려져 있는데,

Table 3. Total flavonoid contents in the flower extracts from four cultivars of white lotus

Solvent	Total flavonoid contents ($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)			
	Garam	Choeue	Baekhwageonryeon	Seungdal
Heated water	34.1 a ^z	21.2 b	23.0 b	9.0 c
Ethanol	33.9 a	18.1 c	0.7 d	27.8 b

^zMean separation within rows by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 4. Nitrite scavenging activity in the flower extracts from four cultivars of white lotus

Solvent	Concentration (ppm)	Nitrite-scavenging effect (%)			
		Garam	Choeue	Baekhwageonryeon	Seungdal
Heated water	500	72.9 a ^z	42.7 b	72.7 a	2.6 c
	1,000	91.3 a	70.7 b	82.1 ab	7.3 c
	2,000	95.8 a	88.1 b	93.0 a	34.5 c
Ethanol	500	74.8 a	61.8 b	58.3 c	58.9 c
	1,000	80.4 a	70.9 ab	67.1 b	68.8 b
	2,000	84.8 a	75.7 ab	69.9 b	70.6 b

^zMean separation within rows by Duncan's multiple range test at 5% level.

항산화 작용, 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레르기, 항균, 항바이러스, 지질저하 작용, 면역증강 작용, 모세혈관 강화작용 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Cha & Cho, 2001; Kawaguchi et al. 1997). 그러므로 플라보노이드의 함량 측면에서는 열수 추출물이나 에탄올 추출물에서 함량이 높게 나타난 ‘가람’ 백련의 이용성이 다른 백련 꽃에 비해 상대적으로 좋을 것으로 생각된다.

4. 아질산염 소거 작용

백련 4종류 꽃 추출물의 아질산염소거 효과를 분석한 결과 1,000ppm일 때 열수로 추출한 것은 ‘승달’ 백련은 7.3%에 불과했으나 나머지 3종류는 70.7% 이상을 나타냈으며, 에탄올로 추출한 것은 모두 67.1% 이상을 나타냈다(Table 4). 연꽃의 종류별로는 ‘가람’ 백련 꽃 추출물의 아질산염 소거 효과가 높아 2,000ppm일 때 열수 추출물은 95.8%, 에탄올 추출물은 82.7%를 나타냈다. 용매별로는 ‘승달’ 백련을 제외한 3종류 모두 2,000ppm의 농도에서는 열수 추출물에서 아질산염 소거효과가 높았는데, 연꽃은 열수에 우려서 마신다는 점을 감안할 때 매우 의미 있는 결과를 보였다.

한편, 식품의 가공 및 저장 중에 널리 이용되고 있는 아질산염이 단백질 식품이나 의약품 및 잔류농약 등에 존재하는 2급 및 3급 아민 등의 아민류와 nitrite가 반응하여 nitrosamine을 생성하며(Peter 1975), 이 nitrosamine을 일정농도 이상 섭취하게 되면 혈액 중의 헤모글로빈이 산화되어 메트헤모글로빈을 형성하여 각종 질병을 일으키는 것으로 알려지면서 이에 대한 생성억제 방법

이 모색되고 있다(Normington et al. 1986). 그러므로 본 연구결과 꽃의 열수 추출물 2,000ppm에서 95.8%의 아질산염 소거 작용을 나타낸 ‘가람백련’이나 93.0%를 나타낸 ‘백화건련’ 등을 차로 가공하여 음용하면 아질산염 소거 효과에 도움이 될 것으로 생각된다.

5. Tyrosinase의 활성 저해

백련 4종류 꽃 추출물이 멜라닌 색소의 중요한 단계를 촉매하는 효소인 tyrosinase 활성의 저해효과를 조사한 결과 백련 종류나 추출용매 및 농도에 관계없이 1.20%미만을 나타냈다(Table 5). 멜라닌 색소의 주된 생성과정의 생합성 경로는 tyrosine을 출발물질로 하여 tyrosinase의 효소작용에 의해서 생성되는 dopaquinone 등의 유도체를 경유하여 아미노산 및 단백질질의 중합반응으로 생성된다(Lerner & Fitzpatrick 1950; Pawelek & Korner 1982). 그러므로 멜라닌 생성의 효소인 tyrosinase 효소 자체를 억제하면 미백효과를 기대할 수 있는데, 본 연구결과는 Table 5에서와 같이 tyrosinase 활성의 저해율이 1.20% 미만을 나타내어 백련 4종류 꽃 추출물에서 tyrosinase 활성의 저해효과를 기대하기는 어려울 것으로 생각된다.

한편, Ra 등(1977)은 총 페놀함량 및 항산화효과와 tyrosinase 활성의 저해는 상관관계가 있다고 하였는데, ‘가람’ 백련의 경우 Table 1 및 2에서와 같이 나머지 3종류에 비해 총 페놀함량과 전자공여능이 높게 나타났음에도 불구하고 tyrosinase 활성은 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타나 그 원인에 대한 추가적인 연구 필요성이 제기되었다.

Table 5. Tyrosinase inhibition activity in the flower extracts from cultivars of white lotus

Solvent	Concentration (ppm)	Tyrosinase inhibition activity (% of control)			
		Garam	Choeue	Baekhwageonryeo	Seungdal
Heated water	1,000	1.07 a ²	1.17 a	1.02 a	1.09 a
	2,000	1.19 a	1.20 a	1.05 a	1.11 a
Ethanol	1,000	1.16 a	1.15 a	1.03 a	1.10 a
	2,000	1.13 a	1.16 a	1.04 a	1.19 a

²Mean separation within rows by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 6. Antibiotic activity of 1,000ppm flower extracts from cultivars of white lotus against gram positive and negative microbial organisms

Characters	Solvent	Microbial organisms	Inhibition diameter(mm)			
			Garam	Choeue	Baekhwageonryeo	Seungdal
Gram positive bacteria	Heated water	<i>Bacillus subtilis</i>	11.5 a ^z	- ^y	8.6 b	8.6 b
		<i>Bacillus cereus</i>	10.1 a	-	8.5 b	8.5 b
		<i>Streptococcus mutans</i>	9.5 a	-	8.8 b	8.4 b
		<i>Listeria monocytogenes</i>	9.2 a	-	8.3 b	9.0 a
		<i>Staphylococcus aureus</i>	9.6 a	-	8.7 b	8.9 b
	Ethanol	<i>Bacillus subtilis</i>	9.7 b	8.6 c	12.4 a	9.0 b
		<i>Bacillus cereus</i>	10.8 a	9.1 ab	9.1 ab	8.9 b
		<i>Streptococcus mutans</i>	9.2 ab	9.5 ab	13.3 a	8.7 b
		<i>Listeria monocytogenes</i>	9.6	-	-	9.1
		<i>Staphylococcus aureus</i>	9.8 a	9.4 a	8.9 ab	8.4 b
Gram negative bacteria	Heated water	<i>Salmonella enteritidis</i>	9.0	-	9.0	9.1
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10.3 a	9.6 ab	8.9 b	8.8 b
		<i>Escherichia coli</i>	8.9 b	1.0 c	8.8 b	10.2 a
	Ethanol	<i>Salmonella enteritidis</i>	10.0 a	9.1 ab	8.6 b	9.2 ab
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9.9 a	-	10.1 a	8.7 b
		<i>Escherichia coli</i>	10.1 a	9.6 a	8.8 b	9.2 ab

^zMean separation within rows by Duncan's multiple range test at 5% level.

^yNot detected.

6. 항균활성

백련 4종류 꽃 추출물의 항균활성을 조사한 결과 백련의 종류별로는 '가람' 백련에서 상대적으로 높아 균에 대한 저해환 직경이 8.9~11.5mm를 나타냈으며, '초의' 백련은 열수 추출물의 그람 양성균에 대한 항균 활성 등 일부 균에 대해 항균활성을 나타내지 않았다(Table 6). 용매별 항균활성 반응은 전반적으로 에탄올 추출물에서 높은 경향을 나타냈지만 *Bacillus subtilis*에 대한 '가람' 백련 추출물, *Pseudomonas aeruginosa*에 대한 '초의' 백련의 추출물, *Escherichia coli*에 대한 '승달' 백련 추출물의 항균활성에서는 열수추출물에서 높게 나타났다. Kawaguchi 등(1997)은 플라보노이드 함량이 높을수록 항균 효과가 높다고 하였으며, Park(2005)은 페놀함량이 높을수록 항균 효과가 높다고 하였는데, '가람' 백련 추출물의 경우 총 페놀물질과 플라보노이드 함량이 높게

나타난 점(Table 1과 3)을 고려 해 볼 때 항균활성이 다소 높게 나타난 것은 이들 물질의 영향이 큰 것으로 추정된다.

IV. 결론

백련 꽃의 소비확대를 위한 기초자료 확보 측면에서 2007년 8월 14일에 '가람', '초의', '백화건련' 및 '승달'의 꽃을 수확하여 열수와 에탄올 추출물의 생리활성 효과를 조사하였다.

총 페놀함량은 열수 추출물의 경우 '가람'에서 144.2 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 로 가장 많았고, 에탄올 추출물은 '승달'에서 63.4 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 로 가장 많았다. 전자공여능은 추출물의 농도가 1,000ppm일 때 '가람'의 열수 추출물 및 에탄올 추출물에서 각각 90.9%와 83.0%로 가장 높았다. 총 플라보노이드 함량은 '가람'에서 가장 높게 나타났는데, 열수 추출

물에서는 $34.1\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 에탄올 추출물에서는 $33.9\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 를 나타냈다. 아질산염 소거는 ‘추출물의 농도가 1,000ppm일 때 ‘가람’의 열수 추출물 및 에탄올 추출물에서 각각 91.3%와 82.4%로 가장 높았다. Tyrosinase 활성 저해 효과는 백련의 종류 및 용매에 관계없이 거의 나타나지 않았다. 항균활성은 전반적으로 ‘가람’의 추출물 및 에탄올 추출물에서 다소 높게 나타났다.

이상의 결과를 고려해 볼 때 기능성을 목적으로 백련 꽃을 차로 이용할 때는 총 페놀함량과 플라보노이드 함량이 많고, 전자공여능과 아질산염 제거효과 및 항균활성이 상대적으로 높게 나타난 ‘가람’ 백련 꽃이 좋을 것으로 생각된다.

참고문헌

- Blois MS(1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26, 1199-1200.
- Cha JY, Cho YS(2001) Biofunctional activities of citrus flavonoids. *J Kor Soc Agric Chem Biotechnol* 44(2), 122-128.
- Cohen G(1978) The generation of hydroxyl radical radicals in biological system. *Photobiol* 28, 669-674.
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH(2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidative activity. *J Agric Food Chem* 50, 3010-1015.
- Gray J, Dugan JLR. 1975. Inhibition of N-Nitrosamin formation in model food system. *J Food Sci* 40, 981-985.
- Kappus H(1986) Overview of enzyme systems involved in bioreduction of drugs and in redox cycling. *Biochem Pharmacol* 35(1), 1-6.
- Kawaguchi K, Mizuno T, Aida K, Uchino K(1997) Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. *Biosci Biotechnol Biochem* 61(2), 102-104.
- Kellogg EW, Fridovich I(1977) Liposome oxidation and erythrocyte lysis by enzymatically generated superoxide and hydrogen peroxide. *J Biol Chem* 252, 6721-6728.
- Lee KS, Oh CS, Lee KY(2006a) Antimicrobial effect of the fractions extracted from a lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 35(2), 219-223.
- Lee KS, Kim MG, Lee KY(2006b) Antioxidative activity of ethanol extract from lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 35(2), 182-186.
- Lee SJ, Park DW, Jang HG, Kim CY, Park YS, Kim TC, Heo BG(2006c) Total phenol electron donating ability, and tyrosinase inhibition activity of pear cut branch extract. *Kor J Hort Sci Techno* 24(3), 338-342.
- Lerner AB, Fitzpatrick TB(1950) Biochemistry of melanin formation. *Physiol. Rev.* 30(1), 91-96.
- Mattson MP, Zhang Y, Bose Y(1993) Growth factors prevent mitochondrial dysfunction, loss of calcium homeostasis and cell injury, but not ATP depletion in hippocampal neurons. *Exp Neurol* 121(1), 1-13.
- Miyake Y, Yamamoto K, Tsujihara N, Osawa T(1998) Protective effect of lemon flavonoids on oxidative stress in diabetic rats. *Lipids* 33(6), 689-695.
- Normington KW, Baker I, Molina M, Wishnok JS, Tannenbaum SR, Puju S(1986) Characterization of a nitrite scavenger 3-hydroxy-2-pyranone, from chinese wild plum juice. *J Agric Food Chem* 34(2), 215-221.
- Park CS(2005) Component and quality characteristics of powdered green tea cultivated in Hwagae area. *Kor J Food Preserv* 12(1), 36-42.
- Park IB, Park JW, Kim JM, Jung ST, Kang SG(2005a) Quality of soybean paste (Doenjang) prepared with lotus root powder. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 34(4), 519-523.
- Park SH, Ham TS, Han JH(2005b) Nutritional contents of beverage from lotus root and evaluation of its physiological function in aorta relation. *Kor J Oriental Physiology & Pathology* 19(2), 490-494.
- Pawelek JM, Komer AM(1982) The biosynthesis of mammalian melanin. *Amer. Sci.* 70(2), 136-141.
- Peter FS(1975) The toxicology of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. *J Sci Food Agric* 26(12), 1761-1770.
- Quinu LA, Tang HH(1996) Antioxidant properties of phenolic compounds in macadamia nut. *JAOCS.* 73(11), 1585-1588.
- Ra KS, Suh HJ, Chung SH, Son JY(1997) Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. *Kor. J Food Sci Technol* 29(4), 595-601.