

부위별 파리(*Physalis alkekengi* var. *francheti*) 추출물의 항산화효과

정해정^{1*}

¹대진대학교 식품영양학과

Antioxidative Activities of Different Part Extracts of *Physalis alkekengi* var. *francheti* (Winter Cherry)

Hai-Jung Chung^{1*}

¹Department of Food Science & Nutrition, Daejin University, Pocheon 487-711, Korea

Abstract

The total phenolic contents and the antioxidant activities of methanolic extracts of different parts (fruit, calyx, leaf, stem, and root) of *Physalis alkekengi* var. *francheti* were investigated using established in vitro systems including DPPH radical-scavenging, nitrite-scavenging, superoxide anion radical-scavenging activity, measurement of reducing power, and assessment of the metal-chelating effect. The highest extraction yield was from fruit (52.55%), whereas the lowest levels were obtained from root (10.49%) and stem (12.88%). The leaf extract had the highest total phenolic (58.47 mg/g) and total flavonoid (4.83 mg/g) contents, plus the greatest antioxidant activity, as shown by the DPPH radical-scavenging assay, and the highest levels of reducing power at concentrations of 1 and 5 mg/mL. In addition, the calyx also showed good antioxidant activity. These findings indicate that methanolic extracts of leaf and calyx may be useful in the food manufacturing and nutraceutical industries.

Key words : *Physalis alkekengi* var. *francheti*, total phenolic content, total flavonoid content, superoxide anion radical scavenging activity, reducing power, metal chelating effect

서 론

파리(*Physalis alkekengi* var. *francheti*)는 여러해살이 가지과 풀의 쌍떡잎식물로 한국, 일본, 만주, 중국 등지에 분포하고 있고 우리나라에서는 길가나 들판의 풀숲에서 자라며 열매나 꽃받침이 아름다워 관상용으로 키우기도 한다(1). 꽃은 6~7월에 피고 잎 사이에 1개씩 달리며 꽃이 핀 다음 꽃받침은 길이 4~5 cm로 자라 열매를 둘러싸게 된다. 열매는 지름이 약 1.2 cm 되는 공 모양의 장과(漿果)로서 익으면 주홍색이 되며 이를 파리라고 하여 아이들의 좋은 놀잇감으로 이용되어 왔다(1,2). 파리의 전초를 산장초라 부르며 파리의 뿌리를 산장근, 꽃받침을 속약, 익은 열매가 달린 속약을 패금동이라 한다(2). 뿌리, 열매, 전초를 9월~11월 사이에 채취하여 바로 쓰거나 말려서 사용하는데 한방에서는

기침, 복통, 해열, 각종 염증, 해독, 해산시의 진통촉진, 이뇨 등에 사용한다. 민간요법에서는 뿌리나 열매, 잎, 줄기 등을 말린 후 달여서 해소, 천식, 코감기 및 염증 등을 치료하는데 사용하였다(1-3).

활성산소종(reactive oxygen species)은 체내의 에너지 생성과정에서 불가피하게 생성되는 물질로 superoxide anion radical($\cdot O_2^-$), hydrogen peroxide (H_2O_2), hydroxyl radical ($\cdot OH$), 일중항산소(singlet oxygen) 등과 같이 반응성이 매우 큰 산소를 일컫는다(4,5). 이들은 생체 내의 단백질, DNA, 생체막 등에 작용하여 지질과 단백질의 과산화를 유발하고 세포 구성성분들을 파괴함으로써 암, 동맥경화, 당뇨, 고혈압, 노화 등을 비롯하여 각종 성인병 발병에 관여하고 있는 것으로 보고되고 있다(6). 활성산소에 의한 세포의 손상을 억제하기 위한 방법의 일환으로 항산화제를 사용하는 것이 효과가 있는 것으로 알려지면서 다양한 항산화제가 개발되었다. 오랫동안 보편적으로 사용되어 온 butylated hydroxyanisole (BHA)이나 butylated hydroxytoluene (BHT)

*Corresponding author. E-mail : haijung@daejin.ac.kr,
Phone : 82-31-539-1861, Fax : 82-31-539-1860

등의 합성항산화제는 장기적으로 식용할 경우 암 등을 유발할 수 있다는 문제점이 보고된 후(7) 그 사용량이 법적으로 제한되고 있으며 천연소재를 활용한 항산화제의 개발이 절실히 요구되고 있다. 이에 따라 향신료, 채소, 과일, 약용작물 등의 식물체를 중심으로 보다 안전하고 효과가 좋은 항산화제를 개발하려는 연구가 활발히 진행되고 있다 (8-12).

본 연구에서는 예전부터 약용 또는 민간요법으로 사용되어 온 파리의 부위별 항산화효과를 측정하여 새로운 기능성 소재로의 개발 및 응용 가능성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 시약

본 실험에 사용한 파리는 경기도 포천에서 야생하고 있는 것을 2009년 9월에 채취하여 열매, 꽃받침, 잎, 줄기, 뿌리 등으로 구분하였다. 각 부위별로 수차례 물로 세척하여 동결건조한 다음 분쇄하여 시료로 사용하였다. Ascorbic acid, BHT, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), naringin, nitrotetrazolium blue chloride (NBT), sodium nitrite, tannic acid, trichloroacetic acid (TCA), xanthine, xanthine oxidase 등은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. Folin -Ciocalteu는 Fluka (Switzerland)에서 구입하였고 그 외 추출에 사용된 용매와 시약은 특급 및 일급 시약을 구입하여 사용하였다.

부위별 추출액의 제조 및 추출수율 측정

파리의 열매, 꽃받침, 잎, 줄기, 뿌리 등 부위별 분말에 20배(w/v)의 메탄올(99.9%)을 각각 첨가하여 37°C에서 180 rpm으로 3시간 진탕하면서 2회 반복 추출하여 얻어진 용액을 합하고 여과한 후 감압 농축하고 1 mg/mL과 5 mg/mL의 농도로 시료를 각각 제조하여 실험에 사용하였다.

총페놀 함량 및 총플라보노이드 함량 측정

총페놀 함량은 Folin-Denis법(13)을 변형하여 각 시료용액 0.1 mL에 증류수 1.9 mL와 0.2 N Folin-ciocalteu's phenol reagent 0.2 mL를 가하여 균일하게 혼합한 후 실온에 3분간 방치하였다. 여기에 Na₂CO₃ 포화용액 0.4 mL와 증류수 1.9 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 1시간 반응시킨 후 분광광도계(Smart Plus, Korea)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 총폴리페놀 함량은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 구하였다. 총플라보노이드 함량 측정은 Lee 등(14)의 방법을 변형하여 시료용액 0.2 mL에 diethylene glycol 10 mL와 1 N NaOH 1 mL를 가하고 잘 혼합한 다음 37°C에서 1시간 반응시킨 후 420

nm에서 흡광도를 측정하였다. Naringin을 이용하여 얻어진 표준곡선으로부터 총플라보노이드 함량을 구하였다.

DPPH radical 소거능 측정

DPPH radical 소거능은 Blois(15)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 각 시료용액 0.3 mL에 0.2 mM DPPH 2 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 10분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 계산식으로부터 산출하였다. 양성대조군으로 BHT를 사용하였다.

$$DPPH \text{ radical 소거능}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가군의 흡광도}}{\text{시료 무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능(nitrite scavenging activity)은 Kato 등(16)의 방법에 준하였다. 각 시료용액 25 μ L에 1 mM sodium nitrite 0.2 mL를 가하고 1 N HCl로 pH 1.2가 되도록 한 다음 증류수 소량을 가하여 1 mL로 맞추고 37°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 이 용액에 2% acetic acid 3 mL와 Griess 시약 0.4 mL를 가하고 잘 혼합하여 실온에서 15분간 방치한 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 계산식에 따라 아질산염 소거능을 산출하였다. 양성대조군으로 BHT를 사용하였다.

$$\text{아질산염 소거능}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가군의 흡광도}}{\text{시료 무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

Superoxide anion radical 소거능 측정

Superoxide anion radical 소거능은 Wang 등(17)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 즉, 각 시료용액 50 μ L에 0.4 mM xanthine과 0.24 mM NBT를 1:1로 혼합한 용액 0.5 mL, 0.049 U/mL의 xanthine oxidase 0.5 mL, 증류수를 가하여 최종부피를 2 mL로 맞추는 후 잘 혼합하여 37°C에서 40분간 반응시켰다. 그 후 69 mM SDS 2 mL를 가하여 반응을 정지시킨 다음 560 nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 계산식으로 superoxide anion radical 소거능을 산출하였다. 양성대조군으로 ascorbic acid를 사용하였다.

$$\text{Radical 소거능}(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가군의 흡광도}}{\text{시료 무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

환원력(Reducing power) 측정

파리 추출물의 환원력은 Wong 등(18)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 각 시료용액 0.5 mL에 0.2 M phosphate buffer (pH 6.6) 1 mL와 1% potassium ferricyanide 1 mL를 넣은 다음 잘 혼합하고 50°C에서 30분간 반응시킨 후 실온으로 냉각시켜 10% TCA 용액 1 mL를 넣은 다음 10분간 방치하였다. 이 중 0.5 mL를 취해 증류수 1 mL와 0.1%

FeCl₃ 0.5 mL를 가한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 양성대조군으로 BHT를 사용하였다.

금속이온(Fe²⁺)에 대한 킬레이트 효과 측정

파리 추출물의 금속이온에 대한 킬레이트 효과 측정은 Gulcin(19)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 즉, 각 시료용액 0.3 mL에 2 mM FeCl₂ 0.1 mL를 가하고 5 mM ferrozine 0.2 mL, ethanol 3.4 mL를 가한 후 혼합하여 실온에서 10분간 방치한 다음 562 nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 식으로부터 계산하였다. 양성대조군으로 EDTA를 사용하였다.

$$\text{Metal chelating effect (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가군의 흡광도}}{\text{시료 무첨가군의 흡광도}}\right) \times 100$$

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하여 SPSS (Version 15.0 for Window)를 이용하여 평균±표준편차를 구하였다. 분산 분석(ANOVA)을 실시하여 p<0.05 수준에서 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)로 시료간의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

부위별 추출수율, 총페놀 함량 및 총플라보노이드 함량

파리의 각 부위별 추출수율, 총페놀 함량 및 총플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 메탄올에 의한 추출 수율은 열매가 52.55%로 가장 높았고 그 다음으로 꽃받침, 잎, 줄기, 뿌리가 각각 19.99%, 17.60%, 12.88%, 10.49% 순이었다. 식물체에 존재하는 페놀화합물은 2차 대사산물로서 분자 내에 하나 이상의 hydroxyl기를 가지고 있어서 단백질 및 거대분자들과 결합하는 성질이 있고 2가 금속이온과의 결합력이 우수하며 수소 공여 작용을 통해 free radical을 제거함으로써 항산화 작용을 나타내는 것으로 알려져 있다(20,21). 파리의 부위별 총페놀 함량은 파리 잎 추출물이 58.47 mg/g으로 가장 높았고 꽃받침이 46.10 mg/g으로 그 다음 순으로 높았으며 뿌리, 줄기, 잎은 각각 24.87 mg/g, 17.68 mg/g, 12.79 mg/g을 나타내었다. 플라보노이드는 식물체에 존재하는 가장 강력한 항산화능을 지닌 그룹 중의 하나로 최근 주목 받고 있으며(4) 이를 이용한 식품 및 의약품 개발이 활발히 이루어지고 있다. 파리의 부위별 총플라보노이드 함량은 잎이 4.83 mg/g으로 가장 높았고 그 다음으로 꽃받침이 0.98 mg/g, 줄기와 열매가 각각 0.61 mg/g, 0.33 mg/g을 나타내어 총페놀 함량이 높은 잎 부위가 총플라보노이드 함량도 높은 것을 알 수 있다. 이러한 경향은 다른 연구에서도 보고되었는데 Ismail 등(6)

은 cantaloupe의 각 부위별 메탄올 추출물의 총페놀 함량을 측정한 결과 1.68~26.40 mg/g의 범위로 나타났고 그 중 잎 추출물이 가장 높았으며 총플라보노이드 함량은 1.62~69.70 ug/g의 범위로 역시 잎 추출물에서 가장 높게 나타났다고 하였다. Lee 등(20)의 연구에서는 울릉도산 산채식물들의 메탄올 추출물에 존재하는 총페놀 함량의 경우 물엿경귀의 잎과 섬고사리 잎 추출물에서 각각 130.22 ug/mg과 120.69 ug/mg으로 높게 측정되었고 총플라보노이드 함량은 섬고사리 잎, 눈개승 추출물에서 각각 16.75 ug/mg, 16.47 ug/mg, 13.30 ug/mg으로 높게 측정되었고 대체로 잎 추출물에 페놀성 화합물들이 많이 존재한다고 보고하였다. 일반적으로 총페놀 함량이 높으면 항산화력도 우수한 경향이 있다고 보고되고 있어서(22) 본 실험 결과 총페놀 함량이 높은 잎 추출물이 다른 부위보다 항산화능력이 더 우수할 것으로 기대된다.

Table 1. Extraction yield, total phenolic content and total flavonoid content of different part extracts of *Physalis alkekengi* var. *francheti*

	Extraction yield (%)	Total phenolic content (mg/g)	Total flavonoid content (mg/g)
Fruit	52.55±1.861 ^{dl)}	12.79±0.30 ^a	0.33±0.02 ^b
Calyx	19.99±1.41 ^c	46.10±1.06 ^d	0.98±0.03 ^d
Leaf	17.60±2.26 ^{bc}	58.47±1.91 ^e	4.83±0.02 ^e
Stem	12.88±2.96 ^{ab}	17.68±1.55 ^b	0.61±0.01 ^c
Root	10.49±2.12 ^a	24.87±0.97 ^c	0.19±0.01 ^a

¹⁾Means with different letters within a column are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

DPPH radical 소거능

DPPH는 비교적 안정한 free radical로서 수소 공여체의 수소기와 결합하게 되면 환원되어 DPPH의 보라빛이 탈색되므로(22) 항산화물질의 항산화활성 측정에 많이 이용되고 있다. 페놀화합물 또는 flavonoid 등의 phenolic 화합물은 free radical을 환원시키는 능력이 강해 인체 내에서 free radical에 의한 손상을 억제하는 물질로 작용한다(22,23). 부위별 파리 추출물의 항산화능은 DPPH radical 소거능으로 측정하였고 그 결과는 Fig. 1과 같다. 시료추출물의 농도 1 mg/mL에서는 21.77~62.03%의 소거능을 나타내었고 잎 추출물이 가장 높은 소거능을 보였다. 시료추출물의 농도가 증가함에 따라 소거능도 증가하여 5 mg/mL에서는 38.23~92.02%를 나타내었고 부위별로는 열매가 가장 낮은 소거능을 보인 반면, 잎과 꽃받침은 각각 91.23%, 92.02%로 BHT(85.62%)보다 더 우수한 소거능을 나타내어 새로운 항산화제로의 이용 가능성을 암시하고 있다. 다른 연구에서는 Kang 등(24)이 활나물의 각 부위별 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능을 측정한 결과 잎, 가지, 종자, 지상부

가 각각 13.76%, 12.29%, 13.18%, 10.82%를 나타내었다고 보고하였다. Joung 등(25)은 부위별 식용백합 추출물의 DPPH에 대한 전자공여능이 총페놀 함량이 가장 높은 *L. davidii*의 잎 추출물에서 가장 높게 측정되었다고 보고하였다. Kim 등(26)은 비파메탄을 추출물의 DPPH에 대한 전자공여능을 측정한 결과 총 폴리페놀함량이 가장 높은 잎 추출물이 씨와 과육 추출물보다 높았다고 하였다. 이 같이 여러 보고에서 잎 추출물이 다른 부위 추출물보다 총페놀 함량과 항산화 활성이 높은 것으로 나타났으며 본 연구에서도 잎 추출물의 총페놀 함량과 총플라보노이드 함량이 가장 높았고 DPPH radical 소거능도 높게 나타났다.

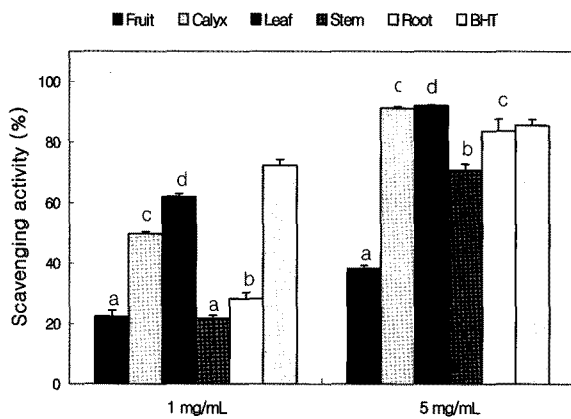


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of different part extracts of *Physalis alkekengi* var. *francheti*.

아질산염 소거능

아질산염은 육제품의 가공 시 발생, 독소생성 억제, 관능성 향상을 위해 첨가되는데 일정농도 이상 섭취할 경우 혈액 중의 hemoglobin을 산화시켜 methemoglobin을 형성함으로써 methemoglobinemia를 일으키며, 위(胃)의 산성 조건에서 2급 및 3급 아민과 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 형성한다는 보고가 있다(27). 부위별 파리 추출물의 아질산염 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 시료추출물의 농도 1 mg/mL에서는 81.53~86.95%, 5 mg/mL에서는 85.54~88.17%의 범위로 높은 활성을 보여줌으로써 파리 추출물은 체내에서 아질산염과 아민 반응에 의한 nitrosamine 생성을 억제하는데 효과가 있을 것으로 기대된다. 다른 연구결과와 비교하여 보면 Jeong 등(27)은 개망초의 각 부위별 분획물의 아질산염 소거활성이 농도 증가에 비례하여 증가하였고 잎과 뿌리의 부탄을 분획물의 농도 200 ug/mL에서 90%이상의 소거활성을 나타내었다고 보고하였다. Bae 등(28)은 비파 부위별 용매추출물의 아질산염 소거능을 측정한 결과 메탄올 추출물이 헥산, 클로로포름 및 물 추출물보다 높은 소거능을 나타내었고 부위별로는 씨를 제거한 과실이 86%, 종자 84%, 잎 60%, 과피 57%, 과육

35%의 소거능을 각각 나타내었다고 보고하였다.

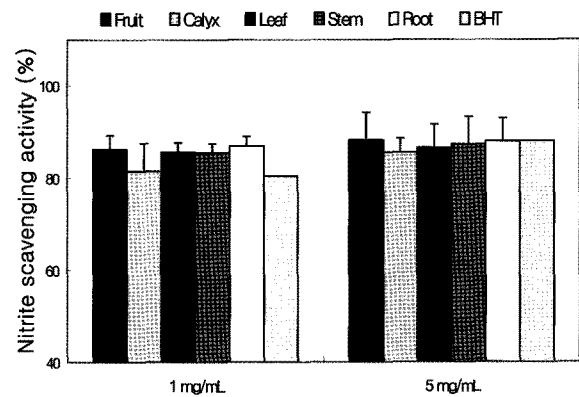


Fig. 2. Nitrite scavenging activity of different part extracts of *Physalis alkekengi* var. *francheti*.

Superoxide anion radical 소거능

Superoxide anion radical은 독성이 강한 radical로서 세포산화 초기에 생성되고 지질산화를 직접적으로 개시하지는 못해도 반응성이 강한 다른 활성산소종인 hydroxyl radical의 전구체로 작용하여 거대분자의 산화적 손상을 유도하기 때문에(29) superoxide anion radical을 제거하는 연구는 상당히 중요하다. 파리 추출물의 superoxide anion radical 소거능을 측정한 결과는 Fig. 3에 나타난 바와 같이 시료 추출물 농도 1 mg/mL에서는 잎과 꽃받침이 각각 72.20%와 74.14%로 높았고 그 다음으로 줄기와 뿌리가 각각 69.03%와 69.48%이었으며 열매가 65.34%로 가장 낮았다. 농도가 증가함에 따라 활성은 다소 증가하여 5 mg/mL에서는 68.54~85.42%로 나타났고 부위별로는 1 mg/mL에서와 동일한 경향을 보였고 양성대조군으로 사용한 ascorbic acid는 5 mg/mL 농도에서 활성이 나타나지 않았다. Jeong 등(10)은 생약재 메탄올 추출물의 superoxide anion radical 소거능을 측정한 결과 BHA, BHT, vitamin C, vitamin E 등의 상용 항산화제에서는 활성이 나타나지 않았고 박하, 비파엽, 초과, 회수의 지상부 추출물이 각각 87.7%, 84.9%, 82.9%, 82.1%의 높은 활성을 보였다고 보고하였다.

환원력(reducing power) 측정

물질의 환원력은 항산화 능력과 관련이 있는 중요한 인자로서 항산화제와 같이 환원력을 가진 물질은 Fe³⁺-ferricyanide 복합체를 Fe²⁺ 형태로 환원시켜 푸른색을 띠게 되고 이것을 700 nm에서 측정하는데(19) 흡광도 수치는 그 자체가 시료의 환원력을 나타내므로 발색정도가 높을수록 높은 환원력을 나타낸다. 부위별 파리 추출물의 환원력을 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 시료추출물 농도 1 mg/mL에서는 잎이 0.37로 가장 높았고 꽃받침이 0.27로 그 다음

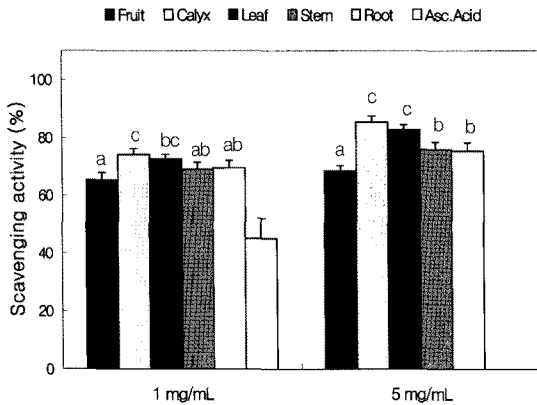


Fig. 3. Superoxide anion radical scavenging activity of different part extracts of *Physalis alkekengi* var. *francheti*.

순이었으며 열매, 줄기, 뿌리는 차이 없이 0.10~0.11의 흡광도를 나타내었다. 추출물 농도가 증가함에 따라 환원력은 증가하여 5 mg/mL 농도에서 잎 추출물이 1.12, 꽃받침 추출물이 0.99를 나타내었는데 이는 양성대조군으로 사용한 BHT 환원력의 각각 85%와 75%에 해당하는 수치이다. Heo 등(30)은 민들레를 지상부와 뿌리로 나누어 메탄올과 물로 추출하고 두 농도(100 µg/mL 및 500 µg/mL)에서 환원력을 측정된 결과 메탄올 추출물의 500 µg/mL 농도에서 지상부가 0.43, 뿌리가 0.11로 나타난 반면, 물 추출물에서는 0.00~0.03으로 낮게 나타났다고 보고하였다. Kim 등(26)은 비파 메탄올 추출물의 부위별 환원력을 측정된 결과 추출물의 농도가 증가할수록 환원력이 증가하였고 잎 추출물이 씨와 과육 추출물보다 강한 환원력을 보였다고 하였다. Kwak 등(21)의 보고에서 자색 고구마 추출물의 환원력은 농도가 증가할수록 증가하였고 5 mg/mL의 농도에서는 비타민 C (1.25 mg/mL)와 비교하였을 때 약 2.5배 낮은

활성을 보였다고 하였다. 본 실험 결과 총페놀 함량과 총플라보노이드 함량이 높은 잎 추출물이 환원력도 높음을 알 수 있다.

금속이온(Fe²⁺)에 대한 킬레이트 효과

Fe²⁺는 여러 금속 이온 중 가장 강력한 산화촉진제로 ferrozine과 정량적으로 반응하여 붉은색을 띠는데 이 때 킬레이트 효과를 가진 물질이 존재하면 Fe²⁺-ferrozine complex 형성이 방해되어 발색이 저해된다. Metal chelating agent는 제 2의 항산화제라고 할 만큼 중요한데 이는 산화환원 전위를 감소시켜 금속이온의 산화상태를 안정화시키기 때문이다(19). 각 부위별 파리 추출물의 철 이온에 대한 킬레이트 효과를 측정된 결과는 Fig. 5와 같다. 시료 추출물의 농도 1 mg/mL에서는 9.83~33.26%로 나타났고 농도가 증가함에 따라 효과는 증가하여 5 mg/mL 농도에서는 36.48~88.76%로 열매 추출물에서 가장 낮게 나타났고 줄기, 꽃받침, 뿌리 추출물이 높게 나타났다. 다른 연구자들의 연구에 의하면 페놀성 화합물을 풍부하게 함유하고 있는 식물 추출물은 전이금속이온과 복합체를 형성하여 안정화 시킴으로써 이들이 촉매역할을 하는 개시단계나 과산화물 분해반응에 참여할 수 없는 것으로 알려져 있다(31). 또한 어떤 화합물의 분자 내에 -OH, -SH, -COOH, -C=O, -NR₂, -S, -O 등과 같은 기능성기가 두개 이상 존재하면 금속이온을 효율적으로 킬레이트화하기 때문에 실제로 구연산, 사과산, 주석산, 수산 등과 같은 유기산 및 폴리페놀 성분은 철이온, 구리이온 같은 산화촉진제를 킬레이트화하여 free radical 형성을 억제하는 효과가 탁월하다고 보고되고 있다(18). 본 실험 결과 파리의 꽃받침, 줄기 및 뿌리 추출물은 Fe²⁺-ferrozine complex의 형성을 효과적으로 억제함으로써 철 이온과의 킬레이트화 능력이 우수한 것을 알 수 있다.

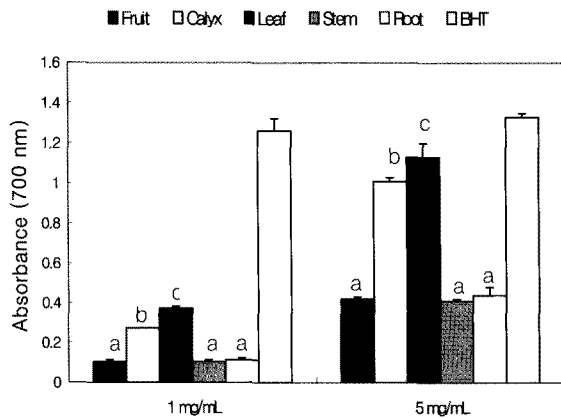


Fig. 4. Reducing power of different part extracts of *Physalis alkekengi* var. *francheti*.

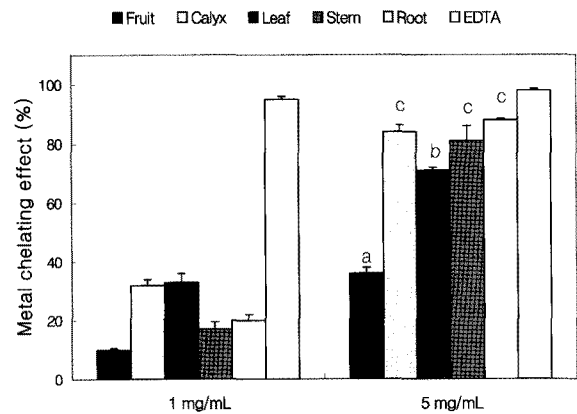


Fig. 5. Metal chelating effect of different part extracts of *Physalis alkekengi* var. *francheti*.

요 약

본 실험에서는 파리를 열매, 꽃받침, 잎, 줄기, 뿌리 등 부위별로 구분하여 메탄올로 추출하고 추출 수율, 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, 아질산염 소거능, superoxide anion radical 소거능, 환원력, 철 이온에 대한 킬레이트 효과 등을 측정하였다. 추출 수율은 열매가 가장 높았고 그 다음으로 꽃받침, 잎, 줄기, 뿌리 순이었다. 총페놀 및 총플라보노이드 함량은 잎 추출물이 가장 높았고 그 다음으로 꽃받침 추출물이었다. DPPH radical 소거능은 1 mg/mL 및 5 mg/mL의 농도에서 잎 추출물이 가장 높았고 꽃받침 추출물도 높은 활성을 나타내었다. 아질산염 소거능은 모든 부위에서 농도에 따라 유의적인 차이 없이 높게 나타났다. 파리 추출물의 superoxide anion radical 소거능은 꽃받침과 잎 추출물이 높은 활성을 나타내었다. 환원력은 잎 추출물에서 가장 높게 나타났고 철 이온에 대한 킬레이트 효과는 꽃받침, 줄기 및 뿌리 추출물이 높은 활성을 나타내었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 파리의 잎 추출물에서 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량과 항산화 활성이 탁월하게 높게 나타났고 그 다음으로 꽃받침 추출물이 우수한 항산화 활성을 나타내어 향후 이를 이용한 천연 항산화제로 개발 가능성이 시사되었다.

감사의 글

본 논문은 2010학년도 대전대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었기에 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 육창수. (1997) 한국약용식품도감. 아카데미서적 p. 487-487
2. <http://ko.wikipedia.org/wiki/파리>
3. <http://user.chollian.net/~yesooj/mincho/sanjang.htm>
4. Jung CH, Seog HM, Cho, IW, Cho HY. (2005) Antioxidant activities of cultivated and wild ginseng leaves. Food Chem., 92, 535-540
5. Wong CC, Li HB, Cheng KW, Chen F. (2006) A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. Food Chem., 97, 705-711
6. Ismail HI, Chan KW, Mariod AA, Ismail M. (2010) Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*cucumis melo*) methanolic extracts. Food Chem, 119, 643-647
7. Brannen AL. (1975) Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. J. Am. Chem. soc., 52, 59-63
8. Hinneburg I, Damien Dorman HJ, Hiltunen R. (2006) Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. Food Chem., 97, 122-129
9. Kim JY, Lee CR, Cho KH, Lee JH, Lee KT. (2009) Antioxidative and Lp-PLA2 inhibitory activities in 29 fruits and vegetables. Korean J. Food Preserv., 16, 512-517
10. Jeong SJ, Lee H, Song HN, Seong NS, Lee SE, Baeg NI. (2004) Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 47, 135-140
11. Toit R, Volsteadt Y, Apostolides Z. (2001) Comparison of the antioxidant content of fruits, vegetables and teas measured as vitamin C equivalents. Toxicology, 166, 63-69
12. Lee DJ, Bae RN, Kim HW, Chu SM, Park SY, Lee JS. (2007) Antioxidant and antimicrobial activities of herbs and spices. J. Int. Agric., 19, 38-42
13. Folin O, Denis W. (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagent. J. Biol. Chem., 12, 239-243
14. Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. (1997) Compositions of *Opuntia ficus-indica*. Korean J. Food Sci. Technol., 5, 847-853
15. Blois MS. (1958) Antioxidant activity determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200
16. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric., Biol. Chem., 51, 1333-1338
17. Wang J, Yuan X, Jin Z, Tian Y, Song H. (2007) Free radical and reactive oxygen species scavenging activities of peanut skins extract. Food Chem., 104, 242-250
18. Wong JY, Chye FY. (2009) Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. J. Food Comp. Anal., 22, 269-277
19. Gulcin I. (2006) Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). Toxicology, 21, 213-220
20. Lee SY, Shin YJ, Park JH, Kim SM, Par CS. (2008) An analysis of the Gyungokgo's ingredients and a comparison study on anti-oxidation effects according to the kinds of extract. Korean J. Herbology, 23, 23-136
21. Kwak JH, Choi GN, Park JH, Kim JH, Jeong HR, Jeong CH, Heo HJ. (2010) Antioxidant and neuronal cell

- protective effect of purple sweet potato extract. *J. Agric. Life Sci.*, 44, 57-66
22. Kim KB, Yoo KH., Park HY, Jeong JM. (2006) Anti-oxidative activities of commercial edible plant extracts distributed in Korea. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 49, 328-333
 23. Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS. (2006) Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zyzygus jujuba* var. *inermis* rehder. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 38, 128-134
 24. Kang MH, Choi CS, Kim ZS, Chung HK, Min KS, Park CG, Park HW. (2002) Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch and aerial part of *Crotalaria sessiflora* L. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 1098-1102
 25. Joung YM, Park SJ, Lee KY, Lee JY, Suh JK, Hwang SY, Park KE, Kang MH. (2007) Antioxidant and antimicrobial activities of *Lilium* species extracts prepared from different aerial parts. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 39, 452-457
 26. Kim HJ, Jo C, Kim TH, Kim DS, Park MY, Byun MW. (2006) Biological evaluation of the methanolic extract of *Eriobotrya japonica* and its irradiation effect. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 38, 684-690
 27. Jeong CH, Nam EK, Shim KH. (2006) Antioxidative activities and nitrate scavenging activity in different parts of *Erigeron annuus*. *J. Agric. Life Sci.*, 40, 13-29
 28. Bae YI, Jeong CH, Shim KH. (2002) Nitrite-scavenging and antimutagenic effects of various solvent extract from different parts of Loquat (*Eriobotrya japonica*, Lindl.) *Korean J. Food Preserv.*, 9, 92-96
 29. Li Y, Jiang B, Zhang T, Mu W, Liu J. (2008) Antioxidant and free radical-scavenging activities of chickpea protein hydrolysate. *(CPH) Food Chem.*, 106, 444-450
 30. Heo SI, Wang MH. (2008) Antioxidant activity and cytotoxicity effect of extracts from *Taraxacum mongolicum* H. *Korean J. Pharmacogn.*, 39, 255-259
 31. Ksouri R, Falleh H, Megdiche W, Trabelsi N, Mhamdi B, Chaieb K, Bakrouf A, Magne C, Abdelly C. (2009) Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal hylophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food Chem. Toxicol.*, 47, 2083-2091

(접수 2010년 6월 14일, 수정 2010년 10월 26일, 채택 2010년 11월 12일)