

멸꿀의 화학성분과 생리활성

박윤점, 박용서¹, 코삭², 박재옥³, 김영민⁴, 정규진⁵, 조자용⁶, 이경동⁷, 허복구^{8*}

원광대학교 원예애완동식물학부, ¹목포대학교 원예과학과, ²목포대학교 식품공학과, ³전남농업기술원, ⁴동의나라(주),
⁵전남도립대학 호텔조리영양학과, ⁶전남도립대학 약선식품가공과, ⁷동신대학교 한약재산업학과, ⁸(재)나주시천연염색문화재단

Chemical Components and Biological Activity of *Stauntonia hexaphylla*

Yun-Jum Park, Yong-Seo Park¹, Korsak Towantakanit², Jae-Ok Park³, Young-Min Kim⁴,
Kyoo-Jin Jung⁵, Ja-Yong Cho⁶, Kyung-Dong Lee⁷ and Buk-Gu Heo^{8*}

Division of Horticulture and Pet Animal-Plant Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

¹Dept. of Horticulture, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

²Dept. of Food Engineering, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

³Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-830, Korea

⁴Donguinara Co. Ltd., Naju 520-811, Korea

⁵Dept. of Culinary & Nutrition, Jeonnam Provincial College, Damyang 517-802, Korea

⁶Dept. of Medicated Diet & Food Technology, Jeonnam Provincial College, Damyang 517-802, Korea

⁷Dept. of Oriental Medicine Materials, Dongshin University, Naju, Jeonnam 520-714, Korea

⁸Naju Foundation of Natural Dyeing Culture, Naju 520-931, Korea

Abstract - This study was conducted to gather the basic data on the increase of utilization for the Japanese staunton vine (*Stauntonia hexaphylla*), native plants which were grown in the southern districts in Korea. We have also determined their partial physical and chemical compositions and their physiological activities. Vitamin C contents in fruit skin was 85.23 mg/100 g, and that in flesh was 61.67 mg/100 g. Total amino acids contents in fruit skin increased much more by 762.72 mg/100 g DW compared to that in flesh by 434.05 mg/100 g DW. Inorganic matter contents were more increased in the fruit skin (108.48 mg/l) and its main components were K (76.53 mg/l), Ca (20.20 mg/l) and Mg (6.22 mg/l). Total phenol compound and flavonoid contents in 1,000 mg/l methanol extracts were 7.3-9.6 mg/l and 5.1-6.7 mg/l. Nitrite radical scavenging activity in 4,000 mg/l methanol extracts of fruit skin and flesh for *Stauntonia hexaphylla* were 79.5% and 77.8%, however, that in seeds was 17.1%. Overall mushroom tyrosinase inhibition activity (% of control) was less than 10.8%. Anti-microbial activities of methanol extracts from the fruit skin against the gram negative and positive microbial strains were not significant in the lower concentration of extracting solution, however, that from flesh and seeds in terms of the inhibition diameter were 8.91 ~ 12.25 mm.

Key words - vitamin C, amino acids, anti-oxidation, anti-microbial activity, phenol compound

서 언

멸꿀(*Stauntonia hexaphylla*)은 남부해안지역이 자생 지인 으름덩굴과의 상록덩굴식물로 키가 15 m까지 자라며 4월 중순에서 5월 중순에 흰색의 꽃이 피고 가을에는 어린 이 주먹 크기의 검붉은 색의 열매가 매달리는 식물이다 (Ikuta, 1989; Lee, 1996). 이름이 '꿀같이 달다'라는 뜻에

서 유래되었을 만큼 열매가 맛있는 과일로 알려져 있으나 굵은 씨앗이 많고 과육이 적어 과일은 상품화되지 못하고 있다. 잎은 남부지방에서 월동이 가능하고 육질이 두꺼우며 관상가치가 높아 정원용, 피골라용 등으로 이용이 증가하고 있으며, 그에 따라 묘목 생산이 증가하고 있는 자원식물이다(Park *et al.*, 2005).

한편, 그동안 식량작물이나 과채류 등은 양적인 생산성이 비중 있게 다루어져 왔으나 최근 식물의 용도가 다양해지고, 식물이 갖는 생리활성 등 기능성의 중요성이 부각되

*교신저자(E-mail) : bukgu@naver.com

면서 그동안 원예화가 되지 않은 재래종이나 토종자원식물에 대해서도 성분함량이나 생리활성 측면에서 관심이 높아지고 있는 실정이다(Lee *et al.*, 2006). 따라서 자원식물의 활용성 극대화라는 측면에서 남부해안지방에 자생하며, 식용이 가능한 멀꿀의 성분과 생리활성에 대한 이용성 검토도 필요시 되고 있으나 이 부분에 대한 연구는 전혀 없는 실정이다.

이와 같은 배경에서 본 연구는 자원식물의 활용성 극대화 측면에서 전남 남해안 지방에서 식용으로 이용되고 있는 멀꿀의 화학성분과 생리활성을 조사하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

시료

본 연구에 사용한 멀꿀은 2008년 11월에 전남 완도군에서 자생종을 수확한 직후 과피, 과육 및 종자로 분리하여 동결건조기(Beta 1-8k, B. Baraun, Germany)에서 24시간 동안 동결 건조한 후 냉동보관하면서 사용하였다.

생리활성 조사용 시료의 추출은 동결 건조시료 100 g에 메탄올 300 ml를 첨가하여 60°C에서 3시간 환류냉각을 3회 반복하여 추출한 다음 매회 여과한 여액을 혼합하고 회전진공농축기로 농축하여 동결건조 한 다음 시료로 사용하였다.

비타민 C

비타민 C의 함량은 시료를 미세하게 자른 후 즉시 -80°C에 보관하였다. 동결된 시료 10 g을 평량하여 추출액(0.1 M citric acid+0.05% EDTA in 5% methanol) 40 ml와 혼합하였다. 혼합액은 2°C 조건에서 10분간 10,000 rpm으로 원심 분리하였으며, 상정액의 pH는 2.3~2.4로 조절하였다. 추출물은 HPLC solvent의 Sepak C₁₈ Cartridge로 흘려보냈으며, nylon micro filter(0.45 um pore size)로 여과시켜 모았다. 암상태의 상온에서 37분 정도 정치시킨 후 메탄올 : 증류수=5 : 95(v/v)에 1 ml의 1, 2-phenylene-diamine(3.33 mg/ml)을 혼입하였다. HPLC pump system (Waters, Model 510, USA.)과 UV detector(Waters, USA.)를 연결하여 261 nm에서 L-Ascorbic acid 그리고 348 nm에서 dehydroascorbic acid을 측정하였다. 칼럼 온도조건은 25°C, 유속은 1.5 ml/min가 되도록 하였으며, 이동 단계에서 Waters Symmetry C₁₈ column(0.5 µm, 4.6x250

mm)은 메탄올:증류수=5 : 95(v/v)로 하여 미리 안정화시켰다.

아미노산 함량

시료 10~20 mg을 0.5 per chloride acid로 균질화 시켰으며, 균질화된 시료는 4,000 rpm으로 10분간 원심 분리하였다. 시료액을 중화시키기 위하여 액체의 상정액 250 ml와 칼륨 탄산수소(potassium hydrogen carbonate)를 혼합한 후 잘 진동시켜 혼합되게 하였으며, ice bath에 15분 정도 두었다. 재차 진동시킨 후 6,000 rpm으로 10분 정도 원심분리하였다. 상정액 250 ml에 375 ml의 시료 혼합액 완충제(Li citrate 0.2, pH 1.3)를 첨가하였다. 시료액의 pH를 1.9~2.0으로 조절하여 분석 준비를 완료하였다.

아미노산과 biogenic amines 류의 분석은 HPLC로 동시에 분석하였다. HPLC의 Waters liquid chromatography는 Multi-chrom software로 제어하였으며, Sykam S 7131 reagent와 Sykam 2100 solvent delivery system도 준비하였다. Sykam column LCA K 07/ Li(5 µm, 4.6x150 mm)과 HPLC 조건은 다음과 같이 하였다. Mobile phase A에서는 lithium citrate buffer(0.12 N; pH 2.90)를 Mobile phase B에서는 lithium citrate buffer(0.30 N; pH 4.2)를 그리고 Mobile phase C에서는 lithium citrate borate buffer(0.30 N; pH 8.0)와 regeneration solution(0.5 N)으로 하였다. 유속은 0.45 ml/in으로 조절하였고, column 온도는 37°C가 되도록 하였다.

무기물 함량

동결 건조한 시료를 마쇄하여 0.5 g을 분해용 삼각플라스크에 넣고 H₂SO₄ 1 ml와 50% HClO₄ 10 ml를 넣은 다음 열판에서 온도를 서서히 높여 310~410°C에서 3~4시간 추출하였다. 분해 후 냉각시킨 다음 Whatman No. 5 여과지로 여과하여 10 ml로 여과하였다. 여과액은 원자흡수분광광도계(Spectra AA-220FS, Varian, Australia)를 이용하여 K, Ca, Fe, Na, Mg, Zn 및 Cr을 측정하였다.

총 페놀 화합물 함량

총 페놀 화합물 함량은 Folin-Denis 방법(Dewanto *et al.*, 2002)에 따라 분석하였다. 시료를 1 mg/l 농도로 조제한 후, 이 시료액 1 ml에 증류수 3 ml를 첨가하고, folin-ciocalteau's phenol reagent 1 ml를 첨가한 후 27°C 진

탕수조에서 혼합하였다. 5분 후 NaCO₃ 포화용액 1 ml를 넣고 실온에서 1시간 방치한 후 640 nm에서 흡수분광광도계(UV-1650PC, Shimadzu)로 흡광도를 측정하였다. 페놀화합물 함량은 표준물질 ferulic acid의 농도를 이용하여 검량선을 작성한 다음 정량하였다.

총 플라보노이드 함량

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

전자공여능

전자공여능 측정은 DPPH(α, α -diphenyl- β -picryl-hydrazyl)법을 이용하여 시료의 유리기(radical) 소거효과를 측정하는 Lee 등(2006)의 방법을 변형하여 측정하였다. 1×10^{-4} M DPPH와 농도별 추출물을 각각 100 μ l씩 취하여 혼합하고, 30분간 암 상태에서 방치한 후 ELISA Reader (Bio-RAD, USA)를 이용하여 517 nm에서 잔존 라디칼 농도를 측정하였다. 시료의 환원력 크기는 라디칼 소거활성(Scavenging activity)으로 표시하였고, RC₅₀은 DPPH 농도가 1/2로 감소하는데 필요한 시료의 양(μ g)으로 나타내었으며 항산화 물질로 잘 알려진 BHT(butylated hydroxytoluene)와 비교하였다. 즉, “DPPH 라디칼 소거활성(%) = $1 - (\text{추출물 첨가구의 흡광도} / \text{추출물 무첨가구의 흡광도}) \times 100$ ”으로 하였다.

아질산염소거 효과

아질산염소거 효과는 Gray와 Dugan(1975)의 방법을 준하여 다음과 같이 측정하였다. 1 mM NaNO₂ 20 μ l에 시료 추출액 40 μ l와 0.1N HCl(pH 1.2)을 140 μ l 사용하여 부피를 200 μ l로 맞추었다. 이 반응액을 37°C 항온수조에서 1시간 반응시킨 후 2% acetic acid 1,000 μ l, Griess 시약(30% acetic acid로 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1 : 1 비율로 혼합한 것, 사용직전에 조제) 80 μ l를 가하여 잘 혼합시켜 빛을 차단한 상온에서 15

분간 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 아래와 같이 아질산염 소거능을 구하였는데 그 식은 “아질산염 소거율(%) = $\{1 - (1 \text{ mM NaNO}_2 \text{ 용액에 시료를 첨가하여 1 시간 반응시킨 후의 흡광도} - \text{시료추출물의 자체 흡광도}) / 1 \text{ mM NaNO}_2 \text{ 용액에 시료대신 증류수를 첨가하여 1 시간 반응시킨 후의 흡광도}\} \times 100$ ”으로 하였다.

Tyrosinase의 활성 저해

Tyrosinase의 활성 저해에 의한 미백활성 효과는 멜라닌 합성의 key enzyme인 tyrosinase의 작용결과 생성되는 DOPA(Dihydroxyphenylalanine)의 생성물의 흡광도를 흡수분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 이용하여 측정하였다. 기질로서 시험관에 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 6.8) 0.4 ml, 0.03% tyrosine solution 0.4 μ l, 시료용액 0.1 μ l의 혼합액에 효소액 0.05 ml(100 units)를 첨가하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후 신속하게 ice에서 5분간 방치하여 반응을 중단시켰다. 이 반응액을 475 nm에서 흡수분광광도계를 이용하여 흡광도를 측정한 후 tyrosinase 효소활성 저해율을 구하였다. 효소활성 저해율은 시험시료가 포함되지 않은 반응액을 대조군으로 하였는데 그 식은 “tyrosinase 저해활성(%) = $\{추출물 무첨가구의 흡광도 - \text{추출물 첨가구의 흡광도}\} / \text{추출물 무첨가구의 흡광도} \times 100$ ”으로 하였다.

항균활성

항균활성 측정은 시료 추출물을 여과지(Whatman No.2)로 여과한 후 측정하였다. 균주는 그람양성세균인 *Bacillus subtilis*(KCTC 1022), *Bacillus cereus*(KCTC 1012), *Listeria monocytogenes*(KCTC 3569) 및 *Streptococcus mutans*(KCTC 5125) 4종과 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 씨 접종한 후 35°C에서 24시간 배양하였다.

항균활성은 균액을 4~5 mm 두께가 되도록 분주한 nutrient agar(NA) 평판배지에 0.1 μ l씩 주입하여 균일하게 도말하고, 멸균 paper disk(\varnothing 8 mm, Toyo Roshi Kaisha)에 추출액을 1,000 mg/ μ l 액이 되도록 만든 용액을 50 μ l/disk를 흡수시킨 다음 35°C에서 24시간 동안 배양한 후 paper disk 주위의 clear zone의 전체 직경(mm)-paper disk(\varnothing 8 mm)을 측정하였다.

결과 및 고찰

이화학적 성분 함량

비타민 C

멸꿀의 과피와 과육의 비타민 C 함량을 분석한 결과 각각 85.23 및 61.67 mg/100 g이었다(Table 1). 비타민 C는 인체의 신진대사 작용을 도와주고 외부 감염에 대한 저항력을 길러 주며, 특히 강력한 항산화 작용으로 노화를 억제하는, 비타민 C는 참다래 및 밀감류에 많이 있는 것으로 보고되었는데(Rhee *et al.*, 1992), 참다래 골드의 비타민 C

함량은 27 mg/100 g이었다는 Jeong 등(2007b)의 보고와 비교할 때 멸꿀 과피는 3.2배, 과육은 2.3배나 많았다. 또 Koh와 Kim(1995)이 보고한 온주밀감의 41.19~46.55 mg/100 g 보다도 많은 양이었다. 비타민 C 종류별 함량은 과피와 과육 모두 환원형인 L-ascorbic acid에 비해 산화형인 Dehydroascorbic acid 함량이 많아 각각 54.11 및 33.54 mg/100 g를 나타내었다.

아미노산 함량

멸꿀의 총 아미노산 종류는 과피에서 17종류, 과육에서

Table 1. Vitamin C contents in the fruit skin and flesh of *Stauntonia hexaphylla*

Characters	Vitamin C contents (mg/100 g)		
	Dehydroascorbic acid	L-ascorbic acid	Total
Fruit skin	54.11±2.19 ^z	31.12±1.57	85.23±3.76
Flesh	33.54±2.01	28.13±1.52	61.67±3.53

^zMeans±SD

Table 2. Amino acids contents in the fruit skin and flesh of *Stauntonia hexaphylla*

Amino acids	Contents (mg/100 g DW)	
	Fruit skin	Flesh
Aspartic acid	84.92±4.25 ^z	57.61±2.88
Hydroxyproline	36.02±1.80	22.00±1.10
Threonine	26.28±1.31	8.02±0.40
Serine	49.69±2.48	31.16±1.56
Glutamic acid	84.87±4.24	50.40±2.52
Proline	27.78±1.39	0.00±0.00
Glycine	50.41±2.52	33.30±1.66
Alanine	28.11±1.41	14.73±0.74
Valine	58.38±2.92	33.04±1.65
Cystine	18.68±0.93	17.20±0.86
Methionine	32.08±1.60	17.40±0.87
Isoleucine	34.41±1.72	21.47±1.07
Tyrosine	30.83±1.54	24.31±1.22
Histidine	37.54±1.88	39.68±1.98
Tryptophan	17.87±0.89	9.82±0.49
Lysine	27.63±1.38	22.78±1.14
Argine	27.22±1.36	31.13±1.56
Total	762.72±33.64	434.05±21.70

^zMeans±SD

16종류가 분리되었으며, 함량은 과육 434.05 mg/100 g DW에 비해 과피에서 762.72 mg/100 g DW으로 많았다 (Table 2). 이러한 결과는 한국산 참다래의 총 아미노산을 분리, 동정한 결과 17종이 분리되었으며, 함량은 762.14 mg/100 g DW이었다는 Jeong 등(2007a)의 보고와 비교해 볼 때 밀꿀 과피의 총 아미노산 함량은 참다래와 유사한 수준이었지만 과육은 참다래에 비해 1.76배 정도 낮은 수준이었다.

아미노산 종류별 함량은 과피의 경우 Aspartic acid (84.92 mg/100 g DW), Glutamic acid(84.87 mg/100 g DW), Valine(58.38 mg/100 g DW), Glycine(50.41 mg/100 g DW)순으로 많았으며, 과육은 Aspartic acid(57.61 mg/100 g DW), Glutamic acid(50.40 mg/100 g DW), Histidine (39.68 mg/100 g DW), Glycine(33.30 mg/100 g DW) 순으로 많아 과육과 과피 모두 Aspartic acid과 Glutamic acid 이 주요 아미노산임을 알 수 있었다.

무기물 함량

밀꿀의 무기물 함량은 과피와 과육에 각각 108.48 및 40.68 mg/l이 함유되어 있었다(Table 3). 종류별 함량은 K, Ca, Mg의 경우 3.18 mg/l이상을 나타냈는데, Na와 Zn을 제외하고는 과피 부분에 많이 함유되어 있었다. K는 가장 많은 함량을 나타냈으며 과피와 과육에 각각 76.53, 25.99 mg/l이었고, K 다음으로 많은 Ca는 과피에 20.20

mg/l, 과육에 8.56 mg/l이었고, Mg은 과피에 6.22 mg/l, 과육에 3.18 mg/l이 포함되어 있었다. 이는 한국산 참다래 골드의 무기물 함량을 분석한 결과 K 26.58 mg/l, Ca 2.38 mg/l, Mg 1.2 mg/l 및 Na는 2.1 mg/l이었다는 Jeong 등(2007b)의 보고와 비교해 볼 때 전체적으로 많은 양이었으며, 가온 재배한 한라봉 감귤의 무기물 함량은 K 136.93 mg/l, Ca 4.83 mg/l, Mg 5.54 mg/l 및 Na는 2.35 mg/l 였다는 Kim 등(2006)의 보고와 비교해 볼 때 밀꿀의 K 함량은 다소 낮았지만 나머지 무기물은 다소 많거나 유사한 수준이었다.

생리활성

총 페놀 화합물 및 총 플라보노이드 함량

밀꿀 메탄올 추출물 1,000 mg/l에서 총 페놀화합물 함량은 과피(9.6 mg/l), 종자(8.1 mg/l), 과육(7.3 mg/l) 순으로 많았다(Table 4). 페놀성 물질은 항암, 혈압강화작용, 피임작용, 간 보호작용, 진경작용, 항산화작용 등 여러 작용이 있는 것으로 알려져 있는데(Heo *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2006; Quinu와 Tang, 1996), 비파에서는 과일(19.4 mg/l) 보다는 종자(22.9 mg/l)에 많아(Park *et al.*, 2008b) 밀꿀과는 다소 차이가 있었다. 그러므로 밀꿀을 총 페놀화합물의 함량 측면에서 이용할 때는 과피를 이용하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

밀꿀 메탄올 추출물의 총 플라보노이드 함량은 과피(6.7

Table 3. Inorganic matter contents in the fruit skin and flesh of *Stauntonia hexaphylla*

Characters	Inorganic matter contents (mg/l)							
	K	Ca	Fe	Na	Mg	Zn	Cr	Total
Fruit skin	76.53±3.83 ^z	20.20±1.01	3.98±0.20	1.96±0.10	6.22±0.31	0.02±0.00	0.57±0.03	108.48±8.67
Flesh	25.99±1.30	8.56±0.43	0.12±0.01	2.25±0.11	3.18±0.16	0.03±0.00	0.55±0.03	40.68±5.64

^zMeans±SD

Table 4. Total phenol compound and flavonoid contents in 1,000 mg/l methanol extracts from the fruit skin and flesh of *Stauntonia hexaphylla*

Characters	Total phenol compound contents (mg/l)	Total flavonoid contents (mg/l)
	Fruit skin	9.6±1.10 ^z
Flesh	7.3±0.16	6.3±0.32
Seed	8.1±0.42	5.1±0.15

^zMeans±SD

mg/l), 과육(6.3 mg/l), 종자(5.1 mg/l) 순으로 많았다 (Table 4). 플라보노이드류는 담황색 또는 노란색을 띠는 색소화합물로서 식물 중에는 대부분 당과 결합된 배당체 형태로 존재하며, 하루 한 사람 섭취량이 23~1,000 mg 정도이고 특이한 부작용이 없으며(Miyake *et al.*, 1998), 항산화 작용, 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레르기, 항균, 항바이러스, 지질저하 작용, 면역증강 작용, 모세혈관 강화작용 등에 효과가 있다(Cha와 Cho, 2001; Kawaguchi *et al.*, 1997). 그러므로 플라보노이드의 함량이 많이 포함되어 있는 것이 좋다고 할 수 있는데, 참다래 비단, 대홍, 제시골드, 헤이워드 과피와 과육 2,000 mg/l에 함유된 플라보노이드 함량을 조사한 결과 비단의 과육에서 9.0 mg/l로 가장 많았다(Park *et al.*, 2008a)는 점을 감안할 때 멀꿀은 참다래 보다 상대적으로 많은 양의 총 플라보노이드가 함유되어 있었다.

전자공여능

멀꿀 메탄올 추출물에 대하여 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과 과피, 종자, 과육 순으로 높은 전자공여능을 보였다(Table 5). 추출물 1,000 mg/l에서 DPPH 라디칼 소거활성은 과피 37.0%, 종자 10.5%, 과육 16.2%를 나타내어 비파 추출물 1,000 mg/l에서 DPPH 라디칼 소거활성은 과육 26.4%, 종자 45.9%였다(Park *et al.*, 2008b)는 보고에 비해 다소 낮았으나 Park 등(2008a)이 보고한 참

다래 제시골드와 헤이워드 과육의 7.9% 및 9.5%에 비해서는 다소 높은 경향을 나타내었다. 활성산소는 superoxide anion을 비롯하여 hydrogen peroxide 또는 hydroxyl radical과 같은 산소라디칼에 의하여 산화적 손상을 초래함으로써 독성을 나타내게 되므로(Cohen, 1978; Kappus, 1986), 최근 활성산소의 산화적 손상을 제거하는 방법의 하나로 식물에서 항산화효과가 뛰어난 약리활성물질을 추출하거나 이용하려는 경향이 커지고 있다. 따라서 항산화 측면에서 멀꿀을 이용시는 다른 부위에 비해 상대적으로 DPPH 라디칼 소거능이 높게 나타난 과피를 이용하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

아질산염 소거작용 및 tyrosinase의 활성 저해

멀꿀 메탄올 추출물 4,000 mg/l의 아질산염소거 효과를 분석한 결과 과피와 과육은 각각 79.5, 77.8%인데 비해 종자는 17.1%로 낮았다(Table 6). 아질산염은 식품의 가공 및 저장 중에 널리 이용되고 있는 것으로 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 방법이 모색되고 있다(Normington 등, 1986). 그러므로 본 연구 결과 메탄올 추출물 4,000 mg/l

Table 5. DPPH radical scavenging activity (%) of the methanol extracts from the fruit skin, flesh and seeds of *Stauntonia hexaphylla*

Characters	Concentration of extracting solution (mg/l)						RC ₅₀ ^y
	62	125	250	500	1,000	2,000	
Fruit skin	1.0±0.01 ^z	3.2±0.10	8.7±0.60	13.0±1.20	37.0±3.10	65.0±2.32	1513.0
Flesh	1.0±0.00	1.4±0.02	1.6±0.02	3.8±0.23	8.4±1.11	16.2±2.10	6109.7
Seed	1.5±0.13	2.0±0.01	5.8±0.12	8.6±1.02	10.5±1.27	22.8±1.22	4378.0

^zMeans±SD

^yExtract concentrations (mg/l), which show 50% activity of DPPH radical scavenging, were determined by interpolation.

Table 6. Nitrite radical scavenging activity (%) and mushroom tyrosinase inhibition activity (%) of the methanol extracts from the fruit skin, flesh and seeds of *Stauntonia hexaphylla* in 4,000 mg/l

Characters	Nitrite radical scavenging activity (%)	Mushroom tyrosinase inhibition activity (% of control)
Fruit skin	79.5±2.28 ^z	4.2±0.23
Flesh	77.8±1.37	10.8±1.09
Seed	17.1±3.20	2.5±0.15

^zMeans±SD

에서 77.8% 이상의 아질산염 소거능을 나타낸 과피와 과육은 참다래 4종류의 메탄올 추출물 1,000 mg/ℓ에서 과피는 76.4~80.9%, 과육은 71.1~78.3%를 나타내었다(Park *et al.*, 2008a)는 보고 및 비파 메탄올 추출물 1,000 mg/ℓ에서 73.8~82.1%를 나타냈다(Park *et al.*, 2008b)는 보고에 비해 낮은 수준이었다.

멜라닌 색소의 중요한 단계를 촉매하는 효소인 tyrosinase 활성의 저해효과는 메탄올 추출물 4,000 mg/ℓ에서 10.8% 이하를 나타냈다(Table 6). 멜라닌 색소의 주된 생성과정의 생합성 경로는 tyrosine을 출발물질로 하여 tyrosinase의 효소작용에 의해서 생성되는 dopaquinone 등의 유도체를 경유하여 아미노산 및 단백질과의 중합반응으로 생성되므로(Lerner와 Fitzpatrick, 1950; Pawelek와 Korner, 1982, 멜라닌 생성의 효소인 tyrosinase 효소 자체를 억제하면 미백효과를 기대할 수 있다. 그런 측면에서 밀꿀 메탄올 추출물 4,000 mg/ℓ에서 tyrosinase 활성의 저해율을 조사한 결과 10.8% 이하를 나타내어 밀꿀과 같이 완도에서 많이 생산되는 비파의 추출물 4,000 mg/ℓ에서 과육 16.9%, 종자 2.7%를 나타냈다(Park *et al.*, 2008b)는 보고와 참다래 과육 추출물 2,000 mg/ℓ에서 6.8~14.4%의 tyrosinase 활성 저해효과를 나타냈다(Park *et*

al., 2008a)는 보고에 비해 다소 낮은 수준이었다. 따라서 밀꿀 추출물에서 tyrosinase 활성의 저해효과를 크게 기대하기는 어려울 것으로 생각되었다.

항균활성

그람양성균에 대한 밀꿀 메탄올 추출물의 항균활성은 과피 추출물을 제외하고는 9.18~12.05 mm의 저해환 직경을 나타내었으며, 농도가 높을수록 저해환 직경은 큰 경향을 나타내었다(Table 7). 밀꿀 부위별로는 과피 추출물 500 mg/ℓ 일 때 *Bacillus subtilis*와 *Bacillus cereus* 및 *Streptococcus mutans*에 대해, 1,000 mg/ℓ은 *Bacillus cereus*에 대해 항균활성을 나타내지 않아 과피 추출물의 항균활성이 다른 부위의 추출물에 비해 상대적으로 낮게 나타났다. 그런데 총 페놀화합물과 플라보노이드 함량이 많을수록 항산화 및 항균 효과가 높다(Cho, 2001; Quinu와 Tang, 1996)는 보고와 Table 4를 고려 해 볼 때 과피 추출물에서 항균활성이 높을 것으로 추정되었음에도 낮게 나타난 것은 총 페놀화합물과 플라보노이드 함량이 부위별에 따라 확연한 차이가 없었던 점과 과피의 메탄올 추출물이 *Bacillus subtilis*와 *Bacillus cereus* 및 *Streptococcus mutans*에 대해 낮은 항균활성을 갖는 특성에서 기인된 것

Table 7. Anti-microbial activity of methanol extracts from the fruit skin, flesh and seeds of *Stauntonia hexaphylla* against the gram-positive microbial strains

Characters	Gram (+) bacteria	Inhibition diameter (mm)		
		500 mg/ℓ	1,000 mg/ℓ	2,000 mg/ℓ
Fruit skin	<i>Bacillus subtilis</i>	^y	8.17±0.12 ^z	9.15±0.25
	<i>Bacillus cereus</i>	-	-	9.90±0.18
	<i>Streptococcus mutans</i>	-	9.95±0.35	10.82±0.25
	<i>Listeria monocytogenes</i>	10.24±0.12	10.69±0.13	11.00±0.31
Flesh	<i>Bacillus subtilis</i>	9.56±0.25	9.81±0.30	9.96±0.47
	<i>Bacillus cereus</i>	9.82±0.16	10.09±0.19	10.26±0.22
	<i>Streptococcus mutans</i>	9.89±0.36	10.39±0.16	11.01±0.63
	<i>Listeria monocytogenes</i>	9.28±0.12	10.00±0.13	11.16±0.31
Seed	<i>Bacillus subtilis</i>	9.56±0.55	9.81±0.74	9.86±0.47
	<i>Bacillus cereus</i>	9.82±0.16	10.09±0.19	12.05±0.22
	<i>Streptococcus mutans</i>	10.10±0.33	10.39±0.16	11.21±0.63
	<i>Listeria monocytogenes</i>	9.18±0.12	10.11±0.13	11.26±0.31

^zMeans±SD

^yNot detected.

으로 해석되었다.

균의 종류에 따른 항균활성은 전반적으로 *Bacillus subtilis*에서 다소 낮게 나타나 추출물 2,000 mg/ℓ일 때 저해환 직경은 과피 추출물에서는 9.15 mm, 과육추출물에서는 9.96 mm, 종자추출물에서는 9.86 mm를 나타내었다.

그람음성균에 대한 항균활성 효과는 멸꿀의 추출 부위와 균에 따른 차이를 나타내어 과육과 종자 추출물 500 mg/ℓ일 때는 저해환 직경이 8.91~10.11 mm를 나타냈으나 과피 추출물의 *Pseudomonas aeruginosa*와 *Escherichia coli*에서는 항균활성을 나타내지 않았다(Table 8). 추출물이 1,000 mg/ℓ일 때 저해환 직경은 과피 추출물의 경우 9.07~9.70 mm를 나타낸 반면에 과육과 종자 추출물은 각각 9.29~10.94, 9.52~10.27 mm를 나타내었다. 균의 종류별 항균성은 전반적으로 *Salmonella enteritidis*에서 낮게 나타나 추출물이 2,000 mg/ℓ일 때 과피 추출물에서는 9.51mm, 과육 추출물에서는 10.30 mm, 종자 추출물에서는 10.89 mm의 저해환 직경을 나타내었다. 이는 비파 부위 중에서 생리활성 효과가 높게 나타난 잎 에탄올 추출물의 저해환 직경이 *Pseudomonas aeruginosa*에서는 8.37 (1,000 mg/ℓ)~10.77 mm(2,000 mg/ℓ)를 나타내는데 비해 *Salmonella enteritidis*에서는 12.13~12.88 mm를 나타냈다(Park *et al.*, 2008b)는 보고를 감안할 때 멸꿀 과피 추출물의 특정 성분의 반응에 의한 결과인 것으로 해석되었으며, 차후 이 부분에 대한 보충연구의 필요성이 있었다.

이상의 결과를 종합해 보면 멸꿀은 생리활성 측면에서는 비파에 비해 효과가 다소 낮지만 비타민 C와 아미노산 함량 측면에서는 참다래 및 감귤에 못지않게 우수한 것으로 나타났으므로 이용시는 이 점을 고려할 필요가 있을 것으로 사료되었다.

적 요

남해안 지역에 자생하고 있는 멸꿀의 이용도를 높이기 위한 기초자료 확보 측면에서 부위별 성분함량과 생리활성을 조사하였다. 비타민 C는 과피에 85.23 mg/100 g, 과육에 61.67 mg/100 g가 함유되어 있었다. 총 아미노산은 과육 434.05 mg/100 g DW에 비해 과피에 762.72 mg/100 g DW으로 많았다. 무기물 함량은 과피(108.48 mg/ℓ)에 많았으며, K(76.53 mg/ℓ), Ca(20.20 mg/ℓ) 및 Mg(6.22 mg/ℓ)가 대부분을 차지했다. 메탄올 추출물 1,000 mg/ℓ일 때 총 페놀화합물은 7.3~9.6 mg/ℓ였으며, 총 플라보노이드 함량은 5.1~6.7 mg/ℓ였다. 멸꿀 메탄올 추출물 4,000 mg/ℓ의 아질산염소거는 과피와 과육은 각각 79.5, 77.8%인데 비해 종자는 17.1%였으며, tyrosinase 활성의 저해효과는 10.8%이하를 나타냈다. 항균활성은 그람양성균과 그람음성균 모두 과피 메탄올 추출물의 저 농도에서는 나타나지 않은 경우도 있었으나 과육과 종자 추출물에서는 저해환 직경이 8.91~12.25 mm를 나타냈다.

Table 8. Anti-microbial activity of methanol extracts from the fruit skin, flesh and seeds of *Stauntonia hexaphylla* against the gram-negative microbial strains

Characters	Gram (-) bacteria	Inhibition diameter (mm)		
		500 mg/ℓ	1,000 mg/ℓ	2,000 mg/ℓ
Fruit skin	<i>Salmonella enteritidis</i>	9.07±0.28 ^z	9.50±0.15	9.51±0.85
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	^y	9.70±0.37	12.71±0.12
	<i>Escherichia coli</i>	-	9.07±0.47	9.59±0.31
Flesh	<i>Salmonella enteritidis</i>	8.91±0.22	9.29±0.23	10.30±0.57
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10.11±0.13	10.94±0.19	11.53±0.36
	<i>Escherichia coli</i>	9.92±0.40	10.18±0.34	11.35±0.15
Seed	<i>Salmonella enteritidis</i>	8.91±0.22	9.52±0.23	10.89±0.57
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9.45±0.14	10.24±0.19	11.63±0.36
	<i>Escherichia coli</i>	9.82±0.40	10.27±0.34	12.25±0.15

^zMeans±SD

^yNot detected.

인용문헌

- Cha, J.Y. and Y.S. Cho. 2001. Biofunctional activities of citrus flavonoids. J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 44:122-128 (in Korean).
- Cohen, G. 1978. The generation of hydroxyl radical in biological system. Photobiol. 28:669-674.
- Dewanto, V., X. Wu, K.K. Adom and R.H. Liu. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidative activity. J. Agric. Food Chem. 50:3010-1015.
- Gray, J. and J.L.R. Dugan. 1975. Inhibition of N-Nitrosamine formation in model food system. J. Food Sci. 40:981-985.
- Heo, B.G., Y.S. Park, S.U. Chon, S.Y. Lee and S. Gorinstein. 2007. Antioxidant activity and cytotoxicity of methanol extracts from aerial parts of Korean salad plants. BioFactors 30(2):79-89.
- Ikuta, A. 1989. The triterpenes from *Stauntonia hexaphylla* call tissues and their biosynthetic significance. J. Natural Products 52:623-628.
- Jeong, C.H., J.Y. Chun, S.H. Bae and S.G. Choi. 2007a. Chemical components and antioxidative activities of Korean kiwi. J. Agric. Life Sci. 41:27-35 (in Korean).
- Jeong, C.H., W.J. Lee, S.H. Bae and S.G. Choi, 2007b. Chemical components and antioxidative activity of Korean gold kiwifruit. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 36:859-865 (in Korean).
- Kappus, H. 1986. Overview of enzyme systems involved in bioreduction of drugs and in redox cycling. Biochem. Pharmacol. 35:1-6.
- Kawaguchi, K., T. Mizuno, K. Aida and K. Uchino. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. Biosci. Biotechnol. Biochem. 61:102-104.
- Kim, H.S., S.H. Lee and J.S. Koh. 2006. Physicochemical properties of *Hallabong* Tangor (*Citrus Kiyomi* × ponkan) cultivated with heating. Kor. J. Food Preserv. 13(5):611-615 (in Korean).
- Koh, J.S. and S.H. Kim. 1995. Physicochemical properties and chemical compositions of citrus fruits produced in Cheju. Kor. J. Agric. Chem. Biotechnol. 38:514-545 (in Korean).
- Lee, K.S., M.G. Kim and K.Y. Lee. 2006. Antioxidative activity of ethanol extract from lotus leaf. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 35:182-186 (in Korean).
- Lee, S.J., D.W. Park, H.G. Jang, C.Y. Kim, Y.S. Park, T.C. Kim and B.G. Heo. 2006. Total phenol content, electron donating ability, and tyrosinase inhibition activity of pear cut branch extract. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 24:338-341 (in Korean).
- Lee, W.T. 1996. Coloured standard illustrations of Korean plants. Academy Book, Seoul. p.122 (in Korean).
- Lerner, A.B. and T.B. Fitzpatrick. 1950. Biochemistry of melanin formation. Physiol. Rev. 30:91-96.
- Miyake, Y., K. Yamamoto, N. Tsujihara and T. Osawa. 1998. Protective effect of lemon flavonoids on oxidative stress in diabetic rats. Lipids 33:689-695.
- Normington, K.W., I. Baker, M. Molina, J.S. Wishnok, S.R. Tannenbaum and S. Puju. 1986. Characterization of a nitrite scavenger 3-hydroxy-2-pyranone, from chinese wild plum juice. J. Agric. Food Chem. 34:215-221.
- Park, S.J., B.J. Woo, S.J. Park, G.J. Hwang, K.S. Kim and J.W. Lee. 2005. A floristic study on the economic plants of Jisimdo, Naedo and Yundoldo around Koje island. Kor. J. Plant Res. 18:479-489 (in Korean).
- Park, Y.S., B.W. Kim, T.C. Kim, H.G. Jang, S.U. Chon, J.Y. Cho, S.H. Jiang and B.G. Heo. 2008a. Physiological activity of methanol extracts from Korean kiwifruits. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 26:495-500.
- Park, Y.S., Y.J. Park, H.J. Kim, M.H. Im, M.K. Lee, Y.M. Kim, J.Y. Cho and B.G. Heo. 2008b. Physiological activity of methanol extracts from the different plant parts of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). Kor. J. Hort. Sci. Technol. 26:75-80 (in Korean).
- Pawelek, J.M. and A.M. Korner. 1982. The biosynthesis of mammalian melanin. Amer. Sci. 70: 136-141.
- Peter, F.S. 1975. The toxicology of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. J. Sci. Food Agric. 26:1761-1770.
- Quinu, L.A. and H.H. Tang. 1996. Antioxidant properties of phenolic compounds in macadamia nut. JAOCS. 73:1585-1588.
- Rhee, J.H., N.Y. Lee, S.S. Chung and H.C Lee. 1992. Effect of retinoic acid, β -carotene, and ascorbic acid on the mutagenicity of some anticancer antiviotics. J. Kor. Cancer Association 24:504-515 (in Korean).

(접수일 2009.3.4; 수락일 2009.8.12)