

에탄올 농도에 따른 머루(Wild Grape, *Vitis coignetiae*) 추출물의 폴리페놀 함량 및 항산화 활성

정현진 · 박선빈 · 김선아 · 김현구[†]

한국식품연구원

Total Polyphenol Content and Antioxidative Activity of Wild Grape (*Vitis coignetiae*) Extracts Depending on Ethanol Concentrations

Hyun-Jin Jeong, Seon-Bin Park, Suna Kim, and Hyun-Ku Kim[†]

Korea Food Research Institute, Songnam 463-746, Korea

Abstract

As an oriental medicinal plant, wild grape (WG, *Vitis coignetiae*) has been known to contain abundant nutrients compared to grape (*Vitis vinifera* L.) and as a source of stilbenes, a kind of polyphenol. This study was performed to investigate the antioxidative activity of WG extracts by measuring electron donating ability (EDA), nitrite scavenging ability (NSA), super oxide dismutase (SOD)-like activity and total polyphenol content (TPC). The extracts were obtained using microwave-assisted extraction (microwave power: 90 W, extraction time: 5 min, extractant: water, 50 and 100% ethanol). EDAs, SOD-like activities and TPCs were the highest at 50% ethanol extracts while conversely lowest at 100% ethanol extracts. EDAs of 50% and 100% ethanol extracts at 1.6 g/dL concentration, 97.70 ± 0.55 and $98.05 \pm 0.36\%$, were higher than those of 0.1 and 1% L-ascorbic acids, $101.44 \pm 0.98\%$ and $99.43 \pm 0.78\%$, respectively. At the concentration of 1.6 g/dL, 50% ethanol extract showed lower NSA (pH 1.2) than water extract unlike EDA, TPC and SOD-like activity. Regarding TPCs of WG extracts, the activities were the highest at 50% ethanol extracts (1.6 g/dL: 38.76 ± 0.23 mM gallic acid equiv.) followed by water and 100% ethanol extracts. The results suggest the usefulness of developing functional foods using antioxidative active compounds of WG with high polyphenol contents.

Key words: *Vitis coignetiae*, wild grape, total polyphenol content, antioxidative activity

서 론

퇴행성 질환들에 있어서 중요한 원인으로 생각되는 것 중의 하나가 활성 산소 종(reactive oxygen species, ROS)이다. ROS는 호기성 대사의 결과로서 정상적인 상태에서 항상 생성된다. ROS에는 super oxide anion(O_2^-), hydroxyl radical($\cdot OH$), hydrogen peroxide radical($\cdot OOH$) 등이 있는데, 이들은 높은 화학적 반응성 때문에 일시적으로만 존재하며 유해한 방식으로 DNA, 단백질, 탄수화물, 지질 등과 반응할 수 있다. 세포는 ROS에 대항하기 위한 다양한 항산화 체계를 갖고 있으나 ROS가 세포의 보호체계를 압도하여 산화 환원 항상성을 변화시키게 될 때 결과적으로 oxidative stress를 입게 된다(1).

항산화제에 대한 연구는 SOD(superoxide dismutase)의 발견을 계기로 시작되었으며, 각종 질병이나 노화가 ROS에 의하여 야기된다는 것이 밝혀지면서 노화억제제와 질병치료제의 연구 대상으로서 항산화제에 초점이 맞춰졌다. 현재

개발되어 사용되고 있는 butylated hydroxy toluene(BHT), butylated hydroxy anisol(BHA) 등과 같은 합성 항산화제는 발암성 관련 보고가 있어 보다 안전하고 강력한 천연 항산화제의 개발이 요구되고 있다(2).

Stilbene은 고등식물의 잎, 나무껍질, 목질 부분에 존재하는 이차적 부산물로서 식물체 내에서는 유도체의 형태로 존재한다. Resveratrol은 stilbene의 가장 대표적인 유도체로 포도에 널리 존재하는 물질로서 혈소판 응집억제(3), 지질대사 제어(4), 항산화 작용(5), 항염증 작용(6), 암세포 성장 억제(7) 및 암 예방(8) 등의 다양한 생리활성을 가지고 있는(9) 여성 호르몬 에스트로겐 유사작용이 있는 phytoestrogen 화합물로 알려지면서(10), 호르몬 의존성 유방암, 전립선암, 골다공증 치료제로써 주목을 받고 있다(11-13). 머루의 stilbene에 관한 연구로는 머루 종자로부터 분리한 oligostilbene의 간보호 효과가 있으며 머루의 메탄올 추출물로부터 epsilon-viniferin, ampelopsins A, C, F 등의 oligostilbene이 존재가 밝혀졌다(14).

[†]Corresponding author. E-mail: hyunku@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9134, Fax: 82-31-709-9876

머루(wild grape, *Vitis coignetiae*)는 쌍떡잎식물의 갈매나무목, 포도과에 속하는 덩굴식물로서(15) 항산화 활성을 가지는 resveratrol 함량이 포도나 거봉에 비해 더 높은 것으로 알려져 있으나(16,17) 동종의 포도에 비해 생리활성 연구가 많이 이루어져 있지 않다. 이에 본 연구에서는 머루에 존재하는 flavonoid, stilbene과 같은 페놀 화합물에 기인한 항산화성을 평가하고자 전자공여능 등의 항산화 평가 및 총 폴리페놀 함량을 측정하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험에 사용된 머루 열매는 전북 무주산으로 2007년 5월 구입한 것을 동결건조기(Freezer dryer PVTFD10A.R, Ilshin, Korea)로 건조 후 분쇄기(M20, IKA®, Germany)로 분쇄하였고, 0.2 mm PE film에 밀봉 포장하여 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

추출방법

유용성분의 추출을 위해 2,450 MHz 주파수에 환류냉각관이 장치된 상압형 마이크로파 추출장치(MAP, Soxwave-100, Prolabo, France)를 사용하였다. 시료의 마이크로웨이브 추출조건은 추출 용매로 water, 50% ethanol, 100% ethanol을 사용하였고, 마이크로 파워는 90 W, 추출시간은 5분으로 하였다. 이렇게 하여 얻어진 추출물을 whatman filter paper(No. 2)에 거른 후 회전 감압증발기(Ratavapor R-123, Buchi, Switzerland)로 감압 농축하였고 50 mL 증류수로 정용하여 머루 추출물을 얻었다.

전자공여작용의 측정

추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 Kang 등(18)의 방법을 변형하여 각각의 머루 추출물에 대한 DPPH(α, α -diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여 효과로 각 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2 mL에 4×10^{-4} M DPPH용액 0.8 mL를 가한 후, 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 6.5) 2 mL를 혼합하였다. 그리고 99% ethanol 2 mL를 가하여 총액의 부피가 5 mL가 되도록 하였다. 이 반응액을 약 10초간 혼합하고 실온에 30분 방치한 후 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 추출물의 첨가 전·후의 차이를 백분율로 나타내었다.

$$E(\%) = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A: 추출물 첨가구의 흡광도

B: 추출물 무첨가구의 흡광도

표준물질로는 기존 논문들을 참고하여(19,20) L-ascorbic acid를 0.01, 0.1, 1% 농도로 조제하여 활성을 비교하였으며

아질산염 소거작용, SOD 유사활성 측정 시에도 동일 농도의 L-ascorbic acid를 비교물질로 사용하였다.

아질산염 소거작용의 측정

아질산염 소거효과(nitrite-scavenging ability, NSA)는 Gray와 Dugan(21)의 방법으로 측정하였다. 즉, 1 mM 아질산나트륨 용액 0.1 mL에 각각의 추출물을 0.2 mL를 가하고, 여기에 0.1 N 염산(pH 1.2) 및 0.2 N 구연산 완충용액(pH 3.0, 4.2 및 pH 6.0)을 0.7 mL 가하여 반응용액의 부피를 1 mL로 하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 다음 여기에 2% 초산 5 mL, Griess 시약(acetic acid에 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것으로 사용 직전에 제조) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시켜 15분간 실온에서 방치시킨 후 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염량을 구하였다. 그리고 대조구는 Griess 시약 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 추출액 첨가 전후의 아질산염 백분율(%)로 표기하였다.

$$N(\%) = \left(1 - \frac{A-C}{B}\right) \times 100$$

N: 아질산염 소거율

A: 1 mM NaNO₂ 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

B: 1 mM NaNO₂ 용액에 시료 대신 증류수를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도

C: 시료 추출물 자체의 흡광도

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성

SOD 유사활성의 측정은 Marklund의 방법을 변형한 Kim 등(22)의 방법을 이용하여 실시하였다. 즉, 각 추출물을 감압 농축한 tris-HCl buffer(50 mM tris[hydroxymethyl]amino-methane+10 mM EDTA, pH 8.5)를 이용하여 pH 8.5로 조절된 시료액을 만들었다. 각 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정된 tris-HCl buffer(50 mM tris[hydroxymethyl]amino-methane+10 mM EDTA) 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분간 방치 후 1 N HCl 1 mL로 반응을 정지시킨 후 분광광도계를 이용하여 420 nm에서의 흡광도를 측정하여 시료첨가 및 무첨가구 간의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

$$S(\%) = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A: 추출물 첨가구의 흡광도

B: 추출물 무첨가구의 흡광도

단, A, B는 대조구의 흡광도를 제외한 수치임.

총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀의 함량(total polyphenol content)은 분석방

법으로 널리 사용되고 있는 Folin-Denis방법(23)으로 측정하였으며, 각각의 추출조건에 따라 제조된 추출액의 2배 희석액을 사용하였다. 즉, 희석액 0.5 mL에 Folin reagent 0.5 mL를 가하고 3분간 정치한 다음 0.5 mL의 10% Na₂CO₃용액을 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정치한 후 분광광도계(UV/VIS spectrometer, Jasco, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총 폴리페놀 함량은 gallic acid로 표준곡선을 작성하여 mM gallic acid equivalent로 나타내었다.

통계처리

실험 결과는 3회 반복 측정 후 평균±표준편차로 나타내었으며 SAS program을 이용하여 각 시료간의 유의성을 검증한 후 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

전자공여 작용

항산화물질은 free radical에 전자나 수소를 공여하여 복합체를 만든다. DPPH는 항산화물질로부터 전자나 수소를 받아 불가역적으로 안정한 분자를 형성하므로 전자공여능으로부터 항산화 활성을 추정할 수 있는데 항산화 활성이 있는 물질과 만나면 radical이 소거되며 이때의 DPPH 고유의 청남색이 없어지는 특성이 있고 이 색차를 비색 정량하여 전자공여능력을 측정한다(24-28).

Fig. 1은 머루추출물의 농도별 전자공여능을 나타낸 것으로 L-ascorbic acid를 표준물질로 하여 활성을 비교한 결과이다. 모든 추출구에서 농도가 증가함에 따라 활성이 유의적으로 증가하였다. 가장 좋은 활성을 나타낸 50% 에탄올 추출물과 물 추출물의 1.6 g/dL 농도에서의 활성이 각각 101.44±0.98%, 99.43±0.78%로 0.1% 및 1% L-ascorbic acid(97.70±0.55, 98.05±0.36%)보다도 우수한 활성을 나타

낸 것으로 볼 때 머루 추출물의 항산화능이 뛰어난 것을 확인할 수 있다. 추출용매별 활성은 50% 에탄올 추출구가 물이나 100% 에탄올 추출구보다 모든 농도에서 높은 활성이 있었다. 이는 Kim 등(29)의 연구결과와 비슷한 경향을 보였다. 같은 조건에서 90% 에탄올 추출 시보다 70% 에탄올 추출 시의 소거 활성이 더 높음을 보고하였다. 머루의 전자공여능에 관한 Choi 등(17)의 연구에서 머루 과피의 에탄올 추출물을 물, hexane, ethyl acetate, butanol, chloroform 등의 용매로 분획물을 획득하여 전자공여능을 비교하였는데 모든 시료에서 농도 의존적으로 활성이 증가하였으며, ethyl acetate 추출구의 전자공여능이 100 µg/mL에서 79.2±0.06%로 가장 높은 활성을 보였다. 이는 거봉 종자와 과피 에탄올 추출물을 물, hexane, ethyl acetate, butanol, chloroform의 유기 용매로 얻은 분획물 층의 전자공여능 측정 결과 ethyl acetate층이 종자(RC₅₀=136.7 µg/mL)와 과피(RC₅₀=694.7 µg/mL) 모두에서 가장 높은 활성을 보였음을 보고한 Park과 Oh(30)의 연구와도 일치한다. 머루와 포도의 전자공여능을 비교한 다른 연구에서는 용매별 추출물의 전자공여능을 비교한 결과 머루보다 포도가 높은 경향이 있다고 보고하였는데, 특히 물 추출물의 경우 활성이 포도는 40.6%, 머루는 11.8%로 가장 큰 차이를 보였다(31). 머루의 전자공여능과 관련한 또 다른 연구(32)에서는 여러 가지 종자 추출물의 전자공여능을 비교한 결과 RC₅₀(mg·mL⁻¹)이 머루는 0.071±0.000 mg·mL⁻¹, 머루·캠벨의 교잡종은 0.030±0.004 mg·mL⁻¹으로 머루 캠벨의 전자공여능이 보다 우수하였고 이것은 다른 종자들 중에서도 가장 우수한 소거능이었음을 보고하였다. 이는 천연 항산화 영양소인 L-ascorbic acid(0.026±0.000 mg·mL⁻¹)보다는 약간 낮은 활성이지만 합성 항산화제의 일종인 BHT(0.121±0.003)보다 우수한 것으로 머루 추출물의 우수한 전자공여능 효과를 확인할 수 있다.

아질산염 소거능

아질산염은 amine류와 반응하여 nitrosamine을 생성하는 것으로 알려져 있고 이들 일부는 체내에서 diazoalkane으로 전환되어 핵산이나 단백질 등의 세포내 성분들을 alkyl화함으로써 암을 유발하는 것으로 알려져 있다. 이러한 nitrosamine의 생성 억제 기전과 관련하여 phenol계 유도체들이 nitroso화합물의 생성을 억제한다는 보고들이 있다(33).

추출조건에 따른 머루 추출물의 아질산염 소거능을 pH 조건을 달리하여 측정한 결과로 완충 용액의 pH가 감소할수록 활성이 증가하였다(Table 1). 활성이 가장 높게 나타난 pH 1.2일 때의 아질산염 소거능은 Fig. 2와 같다. 아질산염 소거능은 농도에 따라 활성이 높은 용매가 다르게 나왔는데 먼저 0.1 g/dL 농도 처리구에서는 물 추출물이 가장 높은 소거능(36.57±2.67%)을 보였고, 0.4 g/dL 농도 처리구의 경우는 50% 에탄올 추출물(88.18±1.56%)이, 1.6 g/dL 농도 처리시에는 물 추출물(99.02±1.68%)의 소거능이 가장 우수

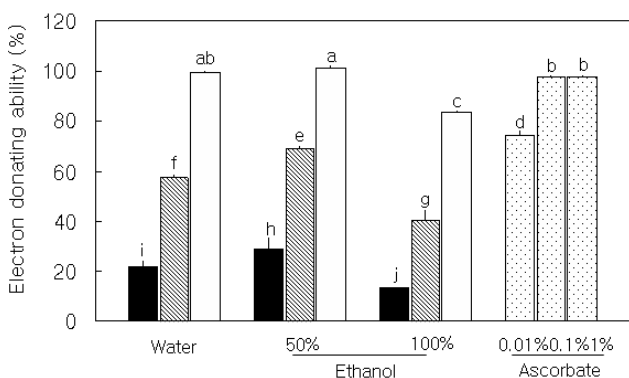


Fig. 1. Electron donating ability of wild grape extracts. ■: 0.1 g/dL, ▨: 0.4 g/dL, □: 1.6 g/dL. Data are expressed as mean±SD. Significant differences within a set of experiment were analyzed by SAS program (p<0.05).

Table 1. Nitrite scavenging ability of wild grape extracts

Solvent	Concentration (g/dL)	Nitrite scavenging ability (%)			
		pH 1.2	pH 3.0	pH 4.2	pH 6.0
Water	0.1	36.57 ¹⁾ ± 2.67 ²⁾	29.39 ± 1.28 ^g	19.22 ± 1.48 ^{fg}	15.24 ± 2.85 ^{gf}
	0.4	82.15 ± 1.78 ^d	37.09 ± 3.80 ^e	20 ± 0.60 ^{fg}	19.23 ± 1.71 ^{de}
	1.6	99.03 ± 1.68 ^a	71.47 ± 2.11 ^c	32.73 ± 1.57 ^d	26.50 ± 1.71 ^c
50% ethanol	0.1	34.52 ± 1.38 ^f	33.10 ± 3.04 ^f	8.57 ± 1.95 ^{gh}	12.18 ± 1.07 ^{gh}
	0.4	88.19 ± 1.56 ^c	46.65 ± 3.98 ^d	20.13 ± 0.39 ^{fg}	21.94 ± 0.49 ^d
	1.6	94.34 ± 0.74 ^b	83.74 ± 1.28 ^b	37.66 ± 2.73 ^c	30.13 ± 2.35 ^c
100% ethanol	0.1	33.33 ± 2.44 ^{fg}	27.25 ± 1.48 ^g	16.36 ± 1.92 ^h	14.36 ± 2.60 ^{fg}
	0.4	63.92 ± 3.44 ^e	35.57 ± 2.46 ^{ef}	21.69 ± 1.56 ^f	16.24 ± 0.43 ^{ef}
	1.6	95.31 ± 1.01 ^b	68.85 ± 1.03 ^c	33.18 ± 1.36 ^d	28.77 ± 3.68 ^c
1% L-ascorbic acid		99.83 ± 0.56 ^a	99.29 ± 0.65 ^e	99.61 ± 0.39 ^e	96.72 ± 1.08 ^h
0.1% L-ascorbic acid		98.87 ± 1.96 ^a	81.31 ± 2.58 ^b	66.10 ± 1.17 ^b	44.30 ± 2.85 ^b
0.01% L-ascorbic acid		31.07 ± 2.70 ^g	37.80 ± 0.89 ^a	28.83 ± 1.57 ^a	9.40 ± 2.14 ^a

¹⁾Means are three replication.

²⁾Data are expressed as mean ± SD. Significant differences within a set of experiment were analyzed by SAS program (p < 0.05).

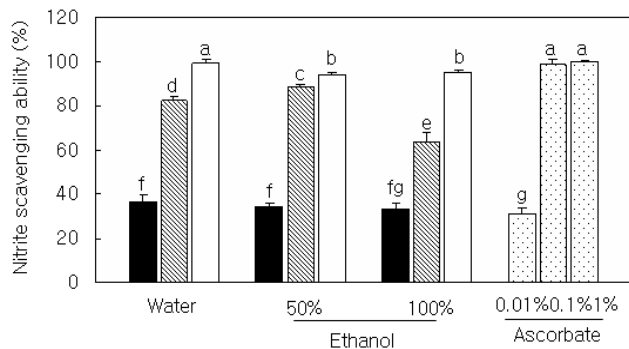


Fig. 2. Nitrite scavenging ability of wild grape extracts (pH 1.2).

■: 0.1 g/dL, ▨: 0.4 g/dL, □: 1.6 g/dL

Data are expressed as mean ± SD. Significant differences within a set of experiment were analyzed by SAS program (p < 0.05).

했다. 특히 1.6 g/dL 농도의 머루 물 추출물의 소거능은 1% L-ascorbic acid(99.84 ± 1.96%)보다는 낮았지만 0.1% L-ascorbic acid(98.87 ± 1.96%)보다는 높은 것으로 나타나 머루 추출물의 우수한 아질산염 소거능을 확인할 수 있었다. 머루 추출물의 아질산염 소거능과 관련하여 Choi 등(17)의 연구에서는 완충 용액의 pH 2.5 및 4.2에서 실험한 결과 본 실험과 마찬가지로 pH가 감소함에 따라 활성이 증가하였고, 분획물 중 ethyl acetate 분획물의 소거작용이 다른 추출물보다 우수하였는데 이는 전자공여능 결과와도 일치하는 경향이 있었음을 보고하였다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성

SOD(superoxide dismutase)는 산패로 인하여 형성된 세포에 해로운 환원산소종을 과산화수소로 전환시키는 반응(2O₂⁻ + 2H⁺ → H₂O₂ + O₂)을 촉매하고 catalase는 SOD에 의해 생성된 H₂O₂를 무해한 물 분자와 산소 분자로 전환시키는 역할을 하는 효소이다. 이번 실험에서는 생체내의 항산화

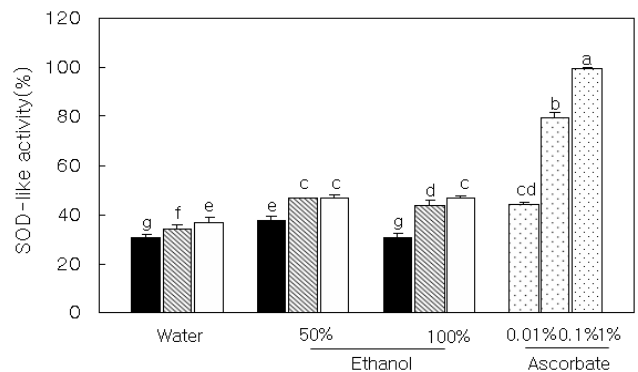


Fig. 3. SOD-like activity of wild grape extracts.

■: 0.1 g/dL, ▨: 0.4 g/dL, □: 1.6 g/dL

Data are expressed as mean ± SD. Significant differences within a set of experiment were analyzed by SAS program (p < 0.05).

방어기구 중 효소적 방어체계의 하나로서 superoxide radical을 환원시켜서 산소독으로부터 생체를 보호하는 superoxide radical 소거활성을 pyrogallol 자동산화로 생성되는 superoxide anion radical 소거 여부로 확인하였다(34,35).

머루 추출물의 SOD 유사활성 측정 결과는 Fig. 3과 같다. 전반적인 SOD 유사활성은 약 30~50%이었으며, 전자공여능 및 아질산염 소거능, 총 폴리페놀함량과 같은 경향으로 50% 에탄올 추출구의 활성이 0.1 g/dL, 0.4 g/dL 농도에서 각각 37.25 ± 2.13, 46.56 ± 0.00%로 세 가지 추출구 중 가장 우수했다. 그러나 가장 높은 농도 추출구인 1.6 g/dL에서는 100% 에탄올 추출물과 50% 에탄올 추출물의 활성이 46.76 ± 1.26, 46.86 ± 0.91%로 차이가 없었다. 머루 추출물의 SOD 유사활성은 표준물질인 0.1%, 1% L-ascorbic acid의 활성(79.66 ± 2.13, 99.39 ± 0.61%)보다 낮았지만 50% 및 100% 에탄올 추출구의 0.4 g/dL, 1.6 g/dL 농도에서의 활성이 0.01% L-ascorbic acid보다 높게 측정되어 어느 정도의 SOD 유사활성을 가지는 것으로 보인다.

Table 2. Total polyphenol content of wild grape extracts

Concentration	Solvent	Total polyphenol content (mM gallic acid equiv.)
0.1 g/dL	Water	0.46 ¹⁾ ±0.01 ^{gh2)}
	50% ethanol	0.60±0.06 ^g
	100% ethanol	0.05±0.001 ^h
0.4 g/dL	Water	8.79±0.25 ^c
	50% ethanol	10.94±0.14 ^d
	100% ethanol	4.31±0.29 ^f
1.6 g/dL	Water	38.00±0.35 ^b
	50% ethanol	38.76±0.23 ^a
	100% ethanol	30.34±0.34 ^c

¹⁾Means are three replication.

²⁾Data are expressed as mean±SD. Significant differences within a set of experiment were analyzed by SAS program ($p<0.05$).

총 폴리페놀 함량

식물체에 함유되어 있는 페놀성 화합물들은 항돌연변이 원성, 콜레스테롤 저하작용, 정장작용, 항암 및 항산화작용 등의 다양한 항산화 생리활성 기능을 가지고 있는데 이것은 분자 내 phenolic hydroxyl기가 효소 단백질과 같은 거대 분자들과 결합하는 성질이 있어 이러한 생리활성 기능을 나타내는 주체로 인정되고 있다고 알려져 있다(17). 특히 항산화 작용과 관련하여 최근 생체 내에서의 산소 free radical 반응이 생체조직의 노화나 질병과 관련이 있으며 페놀성물질의 hydroxyl group은 유지의 유리기 수용체로서 유지 산패의 초기 단계에 생성된 유리기들이 안정된 화합물을 형성하도록 하여 산화억제 작용을 한다(36).

머루 추출물의 농도 및 용매에 따른 폴리페놀 함량은 Table 2와 같다. 전자공여능은 50% 에탄올 추출구의 항산화 활성이 높았고, 폴리페놀 함량도 이와 비슷한 경향으로 나타났다. 이는 머루 추출물의 항산화 활성은 폴리페놀에 기인하는 것으로 추측된다. 전자공여능, SOD 유사활성 등의 항산화 활성이 폴리페놀 함량과 관련이 있다는 것은 이미 여러 연구들을 통해 밝혀졌다. Kim 등(29)의 연구에서는 머루종자를 70% 에탄올로 70°C에서 추출하였을 때 수율이 가장 낮았음에도 불구하고 free radical 소거능과 페놀 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 free radical 소거능이 페놀 함량과 밀접한 관련이 있음을 나타낸다. 또한 Oboh와 Akindahunsi(37)는 자연 건조된 푸른 잎 채소들을 대상으로 총 페놀 및 비타민 C 함량, 항산화 활성을 조사한 결과, 자연 건조에 의한 비타민 C의 유의적인 감소에도 불구하고 reducing property와 free radical 소거활성이 증가하였는데, 이는 총 페놀 함량이 증가한 것과 관련이 있다고 보고하였다. 머루 추출물의 폴리페놀 함량 측정 결과도 이와 비슷한 경향으로 나온 것으로 볼 때 항산화 활성이 폴리페놀 함량과 상관성이 있음을 추측할 수 있다.

요 약

추출용매를 달리하여 마이크로웨이브로 추출한 머루의 생리활성을 측정하였다. 전자공여능, 아질산염 소거능은 모든 추출구에서 농도 의존적으로 활성이 증가하였고 폴리페놀도 농도 증가에 따라 함량이 높게 나타났다. 세 가지 추출용매 중 50% 에탄올 추출 시 항산화 활성이 높았는데 이는 총 폴리페놀 함량 측정 결과와도 일치하여 머루의 항산화 활성이 폴리페놀과 밀접한 관련이 있다고 사료된다. 전반적인 활성은 전자공여능이 약 13~101%로 특히 1.6 g/dL 농도의 50% 에탄올 추출물의 활성의 경우 1% L-ascorbic acid보다 우수했다. 아질산염 소거능은 pH가 낮을수록 활성이 높은 경향으로 pH 1.2에서 활성이 34~99%로 가장 높게 측정되었다. 총 폴리페놀 함량은 농도에 따른 폴리페놀 함량의 차이가 컸으며 50% 에탄올 추출, 1.6 g/dL 농도에서 약 38.76 mM gallic acid equivalent로 가장 높았다. SOD 유사활성은 30~50%로 전자공여능이나 아질산염 소거능만큼 우수하진 않았지만 0.01% L-ascorbic acid보다 50%, 100% 에탄올 추출구에서 높은 활성을 보였다. 머루의 항산화 활성과 폴리페놀 함량은 밀접한 관련이 있는 것으로 보이며 폴리페놀 함량이 풍부한 머루를 이용한 항산화 건강기능성 식품 개발의 기초 자료로 제공하고자 하였다.

문 헌

- Lee SJ, Lee MG, Choe GP, Kim NY, No SG, Heo MY, Kim JD, Lee HY, Lee JH. 2003. Inhibitory effect of Korean mistletoes on the oxidative DNA damage. *Korean J Medical Corp Sci* 11: 89-96.
- Choi SY, Jung SK, Kim SK, Yu YC, Lee KB, Kim JB, Kim JY, Song KS. 2004. An antioxidant homo-flavoyadorinin-B from Korean mistletoe (*Viscum album* var. *coloratum*). *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 279-282.
- Pace-Asciak CR, Hahn S, Diamandis EP, Soleas G, Goldberg DM. 1995. The red wine phenolics trans-resveratrol and quercetin block human platelet aggregation and eicosanoid synthesis: Implications for protection against coronary heart disease. *Clin Chim Acta* 235: 207-219.
- Seo SH, Lee HL, Lee SJ, Choe SW, Jo SH. 2003. Effects of paeonia seed extracts and resveratrol on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diets. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1102-1107.
- Fremont L, Belguendouz L, Delpal S. 1999. Antioxidant activity of resveratrol and alcohol-free wine polyphenols related to LDL oxidation and polyunsaturated fatty acids. *Life Sci* 64: 2511-2521.
- MacCarrone M, Lorenzon T, Guerrieri P, Agro AF. Resveratrol prevents apoptosis in K562 cells by inhibiting lipoxygenase and cyclooxygenase activity. *Eur J Biochem* 265: 27-34.
- Lee HS, Sur EY, Kim WK. 2004. Resveratrol induces apoptosis in SW480 human colon cancer cell lines. *Food Sci Biotechnol* 13: 80-84.

8. Fontecave M, Lepoivre M, Elleingand E, Geres C, Guittet O. 1998. Resveratrol, a remarkable inhibitor of ribonucleotide reductase. *FEBS Lett* 421: 277-279.
9. Kim HB, Kim JB, Kim SL. 2005. Varietal analysis and quantification of resveratrol in mulberry fruits. *Korean J Seric Sci* 47: 51-55.
10. Gehm BD, McAndrews JM, Chien PY, Jameson JL. 1997. Resveratrol, a polyphenolic compound found in grapes and wine, is an agonist for the estrogen receptor. *Pro Natl Acad Sci* 94: 14138-14143.
11. Mizutani K, Ikeda K, Kawai Y, Yamori Y. 1998. Resveratrol stimulates the proliferation and differentiation of osteoblastic MC3T3-E1 cells. *Biochem Biophys Research Commun* 253: 859-863.
12. Stahl S, Chun TY, Gray WG. 1998. Phytoestrogen act as estrogen agonists in an estrogen responsive pituitary cell line. *Toxicol Applied Pharmacol* 152: 41-48.
13. Renard S, De Lorgeril M. 1992. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet* 339: 1523-1526.
14. Oshima Y, Namao K, Kamijou A, Matsuoka S, Nakano M, Terao K, Ohizumi Y. 1995. Powerful hepatoprotective and hepatotoxic plant oligostilbenes, isolated from the oriental medicinal plant *Vitis coignetiae* (Vitaceae). *Experientia* 51: 63-66.
15. Lee DH, Yu HE, Lee JS. 2004. Quality characteristics and physiological functionality of wild grape wine. *J Natural Sci* 15: 69-78.
16. Jung HK. 2004. Investigation of the physiological activity of grapes and development of the functional processed food by use of grapes containing antioxidant ingredients. The Ministry of Agriculture and Forestry (201016-3). p 63.
17. Choi SY, Cho HS, Sung NJ. 2006. The antioxidative and nitrite scavenging ability of solvent extracts from wild grape (*Vitis Coignetiae*) skin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 961-966.
18. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
19. Han JH, Kim JH, Kim SG, Jung SH, Kim DH, Kim GE, Whang WK. 2007. Anti-oxidative compounds from the aerial parts of *Atractylodes macrocephala* Koidzumi. *Yakhak Hoeji* 51: 88-95.
20. Lim TS, Do JR, Kwon OJ, Kim HK. 2007. Physiological activities of *Agaricus bisporus* extracts as affected by solvents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 383-388.
21. Gray JJ, Dugan Jr LR. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci* 40: 981-984.
22. Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 626-632.
23. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-249.
24. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 4617: 1199-1200.
25. Seo YH, Kim IJ, Lee AS, Min HK. 2001. Electron donating ability and contents of phenolic compounds, tocopherols and carotenoids in waxy corn (*Zea mays* L.). *Korean J Food Sci Technol* 33: 161-165.
26. Park SJ, Oh DH. 2003. Free radical scavenging effect of seed and skin extracts of black olympia grape (*Vitis labruscana* L.). *Korean J Food Sci Technol* 35: 121-124.
27. Cha HS, Park MS, Park KM. 2001. Physiological activities of *Rubus coreanus* miquel. *Korean J Food Sci Technol* 33: 409-415.
28. Lee MJ, Moon GS. 2003. Antioxidative effects of Korean bamboo tree, wang-dae, som-dae, maengjong-juk and o-juk. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1226-1232.
29. Kim NY, Kim YK, Bae KJ, Choi JH, Moon JH, Park GH, Oh DH. 2005. Free radical scavenging effect and extraction condition of ethanol extracts and fractions of wild grape seed (*Vitis coignetiae*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 755-758.
30. Park SJ, Oh DH. 2003. Free radical scavenging effect of seed and skin extracts of black olympia grape (*Vitis labruscana* L.). *Korean J Food Sci Technol* 35: 121-124.
31. Cheon KB. 1999. Screening of antioxidant from *Vitis coignetiae*, *Vitis Vinifera* L. and comparison of its antioxidant activity. *MS Thesis*. Kon Kuk University, Seoul.
32. Jeong JA, Kwon SH, Kim YJ, Shin CS, Lee CH. 2007. Investigation of antioxidative and tyrosinase inhibitory activities of the seed extracts. *Korean J Plant Res* 20: 177-184.
33. Lim JA, Yun BW, Baek SH. 2007. Antioxidative activity and nitrite scavenging ability of methanol extract from *Salvia plebeia* R. Br. *Korean J Medicinal Crop Sci* 15: 183-188.
34. Moon YG, Choi KS, Lee KJ, Kim KY, Heo MS. 2006. Screening of antioxidative and antibacterial activity from hot water extracts of indigenous plants, Jeju-Island. *Korean J Biotechnol Bioeng* 21: 164-169.
35. Trush MA, Mimnaugh EG, Gram TE. 1982. Activation of pharmacologic agents to radical intermediates: Implications for the role of free radicals in drug action and toxicity. *Biochem Pharmacol* 31: 3335-3346.
36. Lee SH, Ro JS, Lee KS, Ahn YJ, Kang SJ, Hwang BY, Park WY, Ahn BT. 1996. The phenolic components of *Sapindus japonicum*. *Yakhak Hoeji* 40: 183-192.
37. Oboh G, Akindahunsi AA. 2004. Change in the ascorbic acid, total phenol and antioxidant activity of sun-dried commonly consumed green leafy vegetables in Nigeria. *Nutr Health* 18: 29-36.

(2007년 10월 5일 접수; 2007년 10월 23일 채택)