

6년생 인삼(연풍)의 뿌리부위별 항산화 활성

조지은¹ · 김경희¹ · 김미선¹ · 최재을² · 변명우³ · 육홍선^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과
²충남대학교 농업생명과학대학
³우송대학교 외식조리영양학부

Antioxidant Activity from Different Root Parts of 6-year-old *Panax ginseng* C.A. Meyer (Yun-poong)

Ji-Eun Jo¹, Kyoung-Hee Kim¹, Mi-Seon Kim¹, Jae Eul Choi², Myung-Woo Byun³, and Hong-Sun Yook^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition and ²College of Agriculture & Life Science,
Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

³Dept. of Culinary Nutrition, Woosong University, Daejeon 300-718, Korea

Abstract

The objective of this study was to evaluate the contents of reducing sugar and total polyphenol and the antioxidant activity of freeze-dried ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer cv Yun-poong). Ginseng root consists of the main root (MR), lateral root (LR) and fine root (FR). These roots were sorted into 3~4 groups (MR 1~4 groups, LR 1~4 groups, FR 1~3 groups) depending on the diameter of center region. The reducing sugar content has no influence on the diameter, but the reducing sugar content was decreased by subdivision. Total polyphenol contents of ginseng were the highest in FR-3 among all others. The antioxidant activity was measured using DPPH radical scavenging activity and ABTS radical scavenging activity. The IC₅₀ (50% inhibitory concentration) value of the hydrogen donating activity was the highest in FR-3 as 7.03 mg/mL and the lowest in MR-2 as 37.02 mg/mL. Overall, hydrogen donating activity of FR was higher than the main root and lateral root significantly (p<0.05). The ABTS radical scavenging activity in FR-3 showed the highest radical scavenging activity as 25.49%. This study's findings suggest that the total polyphenol contents and antioxidant activity of ginseng were the highest in FR-3, and that polyphenol contents and antioxidant activity of ginseng were related to root area and diameter.

Key words: ginseng, root part, antioxidant activity, Yun-poong

서 론

고려인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 오갈피나무과(Araliaceae)의 인삼속에 속하는 다년생 초본류로서 옛날부터 신비의 영약으로 알려져 왔으며 약용으로 사용된 역사가 2,000년이 넘는 한국의 대표적인 생약이다(1-5). 주요 성분으로는 대표적인 기능성 유효 성분인 사포닌을 비롯하여 페놀화합물, 폴리아세틸렌, 알카로이드, 정유성분, 단백질과 펩타이드, 유리당과 지방산 성분 등이 알려져 있으며, 최근 들어 면역활성, 항종양활성, 혈당강하효능 등이 있는 것으로 알려져 있는 다당체 성분들이 있다(6-8). 이러한 인삼은 단백질과 핵산의 합성을 촉진시키고, 조혈작용, 간기능 회복, 혈당강하, 간 기능 항진, 운동 수행능력 증대, 항피로작용, 면역력 증대, 항암 및 항산화 효과가 있다. 또한 당과 콜레스테롤의 흡수를 억제하고 몸속의 지방 대사를 촉진시키는 기

능성식품으로 잘 알려져 있다(9).

인간을 비롯한 모든 호기성 생물체들은 공기 중의 산소를 이용하여 생명 유지에 필요한 에너지를 생성하는 과정에서 활성산소종이 발생하며, 이들에 대한 자기 방어 기구를 가지고 있다. 그러나 생체 방어 기구에 이상이 초래되거나 각종 물리, 화학적 요인들에 의해 활성 산소종의 생성이 증가되면 산화적 손상을 입게 되어 직접 또는 간접적으로 생체에 장애를 유발하는 것으로 알려져 있다(10). 활성산소종은 산화 효소, 식세포 및 금속이온(철, 구리 등)에 의한 자동 산화 반응과 catecholamine의 산화 반응 등에 의한 인적 생성 요인과 햇빛, 담배, 매연, 약물, 방사선 등의 외인적 요인에 의해 생성되어 단백질, 핵산, 효소 및 면역계를 손상하여 각종 질환을 야기한다. 특히 생체막의 구성성분인 불포화지방산을 공격하여 생성되는 과산화지질의 축적은 생체 기능의 저하나 노화 및 성인병을 유발하는 것으로 알려져 있다(11,12). 따

*Corresponding author. E-mail: yhsuny@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6840, Fax: 82-42-821-8887

라서 활성산소를 방어하는 항산화 물질은 이러한 질병 치료의 가능성 때문에 식품산업, 의약품산업, 화장품산업 등 다양한 분야에서 이용될 수 있고, 최근 들어 웰빙의 사회적인 공감대의 확산은 건강식품에 대한 관심으로 이어지고 있으며, 생약의 범주 안에 있던 인삼을 건강식품으로 인식하는 계기가 되었다. 이 같은 시장의 확산은 인삼의 원료수급에도 영향을 미쳐서 생출율이 높은 신품종의 개발을 목표로 선발된 개체를 계통육성 하여 증식과정을 거쳐 생산력검정시험에 공시하고, 공시계통 중에서 우수품종 가능성이 높은 유망계통을 선발하여 지역적응시험을 실시하고 최종적으로 농가실증실험을 거치는데, 이중 연풍 품종은 그 우수성이 인정되고 있다(13).

따라서 본 연구는 이러한 연풍의 활성탐색 및 활용방안 모색을 위한 기초연구자료 제시를 목적으로 인삼의 뿌리를 주근(main root, MR), 지근(lateral root, LR), 세근(fine root, FR)으로 나누고 각각의 중앙부위의 직경에 따라 직경이 큰 것에서부터 1에서 4까지 등급을 나누고, 부위별 항산화 활성의 검증을 통해 유효 생리활성 성분이 많은 부위를 탐색해보고자 한다.

재료 및 방법

재료

충남대학교 농장에 칸(180×90 cm)당 7행 9열로 2004년에 이식 재배한 6년생 연풍을 사용하였다. 해가림 설치 구조는 후주연결식으로 전주높이 180 cm, 후주높이 100 cm, 해가림 피복자재는 폴리에틸렌 차광망 4중직(청색 3중직+흑색 1중직)을 사용하였으며, 일반관리는 농촌진흥청 표준인삼경작법에 준하였다. 시험포장 토양의 화학성질은 Table 1과 같다.

분석용 시료는 2009년 9월에 3칸을 전부 수확하여 건전한 개체만을 골라 사용하였다. 수확한 뿌리는 Digmatic caliper CD-15CP(Mitutoyo Corp., Kanagawa, Japan)를 이용하여 주근, 지근, 세근 중앙부위의 직경을 측정하고, 측정된 직경의 범위 안에서 주근은 42.0~44.0, 36.0~40.0, 27.0~30.0, 23.0~24.0 mm(MR 1~4), 지근은 18.0~20.0, 13.0~14.0, 8.0

~10.0, 6.0~7.0 mm(LR 1~4), 세근은 3.0~4.0, 2.0~2.5, 1.0~1.5 mm(FR 1~3)로 등급을 분류하였다. 시료에서 측정되지 않은 직경의 범위는 등급의 분류에서 제외하였다.

각각의 뿌리는 중앙부위를 약 0.8 cm 길이로 자른 후 주근, 지근은 50 g, 세근은 30 g씩 3반복으로 정량하여 -83°C freeze drier에서 3일간 동결 건조한 후 건물 중량을 측정하여 건조비율(dry matter ratio(%))=(건물중/생체중)×100을 산출하였다(Table 2).

환원당

환원당 함량은 Millier(14)를 참고하여 DNS법으로 측정하였다. 인삼 분말 1 g을 증류수 50 mL에 녹여 35°C에서 30분간 진탕하고, Whatman No. 1 여과지로 여과한 후 여액을 100 mL로 정용하여 시료액으로 사용하였다. 시료액 1 mL에 DNS 시약 3 mL을 가하여 98°C에서 5분간 반응시킨 후 15분간 얼음물에서 냉각시켰다. 반응액에 증류수를 가하여 25 mL로 정용한 후 UV/Vis-spectrophotometer(UV-1800 spectrophotometer, SHIMADZU, Kyoto, Japan)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당 함량의 검량선은 glucose를 이용하여 작성하였다.

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 화합물 함량은 Folin-Ciocalteu의 방법(15)에 따라 측정하였다. 시료를 methanol에 녹여 추출한 뒤 10 mg/mL의 농도로 맞춘 시료 0.1 mL에 증류수 8.4 mL과 50% Folin-Ciocalteu's 시약(2 N) 0.5 mL을 첨가하고 20% Na₂CO₃ 1 mL을 가하여 1시간 방치 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준곡선은 gallic acid를 이용한 표준 검량식에 적용하여, 시료 중 gallic acid 함량(gallic acid equivalent mg/g)으로 나타내어 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

DPPH 라디칼 소거활성

항산화 활성은 Blois(16)의 방법에 준한 DPPH 라디칼 소거능 측정방법을 이용하였다. 추출된 각 시료는 일정 농도로 희석한 후 시료 0.1 mL에 60 μM DPPH 용액 3.9 mL를 가한 뒤 vortex mixer로 10초간 진탕하고 실온에서 30분간 방치

Table 1. Soil chemical properties of experimental field

pH (1:5)	EC (dS/m)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	OM (%)	Ex. K (mg/kg)	Ex. Mg (mg/kg)	Mn (mg/kg)
5.04	2.59	187.11	134.10	356.66	4.16	1.48	1.48	6.08

Table 2. Change of dry matter ratio by root diameter with different root parts of 6-year-old Yunpoong

	Main root (MR)		Lateral root (LR)		Fine root (FR)			
	RD ¹⁾ (mm)	DMR (%)	RD (mm)	DMR (%)	RD (mm)	DMR (%)		
1	42.0~44.0	31.8±0.8	1	18.0~20.0	28.5±0.5	1	3.0~4.0	26.9±0.3
2	36.0~40.0	29.5±1.3	2	13.0~14.0	27.6±0.6	2	2.0~2.5	25.7±0.3
3	27.0~30.0	29.3±1.2	3	8.0~10.0	28.3±0.4	3	1.0~1.5	23.7±0.2
4	23.0~24.0	29.0±0.5	4	6.0~7.0	27.3±0.4	-	-	-

¹⁾RD: root diameter, DMR: dry matter ratio (%)=(dry basis weight/ wet basis weight)×100.

한 후 spectrophotometer(UV-1800 spectrophotometer, SHIMADZU)로 517 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같은 계산식에 의해 환산하여, 대조군에 대한 50% 흡광도의 감소를 나타내는 검체의 농도(IC₅₀)로 표시하였다.

$$\text{라디칼 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

ABTS 라디칼 소거활성

ABTS 라디칼 소거활성의 측정은 Pellegrini 등의 방법(17)에 의해 측정하였다. 7 mM ABTS와 140 mM K₂S₂O₈을 5 mL:88 μL로 섞어 어두운 곳에 14~16시간 방치시킨 후, 이를 absolute ethanol과 1:88의 비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이 0.7±0.002가 되도록 조절된 ABTS solution을 사용하였다. 10 mg/mL의 농도로 맞춘 시료용액 50 μL와 ABTS solution 1 mL를 30초 동안 섞은 후 2.5분간 incubation하여 734 nm에서 흡광도를 측정하여 다음의 식에 의해 저해율을 계산하였다.

$$\text{라디칼 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

FRAP(ferric-reducing antioxidant potential)

FRAP 측정 방법은 Benzie와 Strain(18)의 방법을 참고하여 측정하였다. FRAP reagent는 25 mL acetate buffer(300 mM, pH 3.6)를 37°C에서 가온한 후, 40 mM HCl에 용해한 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ) 5 mL과 20 mM ferric sulfate(FeSO₄) 2.5 mL을 가하여 제조하였다. 제조된 0.9 mL FRAP reagent에 10 mg/mL의 농도로 용해시킨 시료 0.03 mL와 증류수 0.09 mL를 넣은 다음 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 593 nm에서 spectrophotometer를 이용하여 흡광도를 측정하였다. Blank는 시료 대신 methanol을 넣어 측정하였다. 그 결과는 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2.5 및 5 mM의 농도로 반복하여 작성한 FeSO₄의 검량식에 대입하여 환산하였다.

통계처리

실험 결과는 SPSS 17.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 유의적 차이가 있는 항목에 대해서 Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

환원당

인삼신품종인 연풍을 중앙부위의 직경에 따라 11개의 부위로 나누어 동결건조한 시료의 환원당 함량은 Fig. 1에 나타내었다.

환원당 함량은 전체적으로 주근에서 46.20~78.43 mg/g,

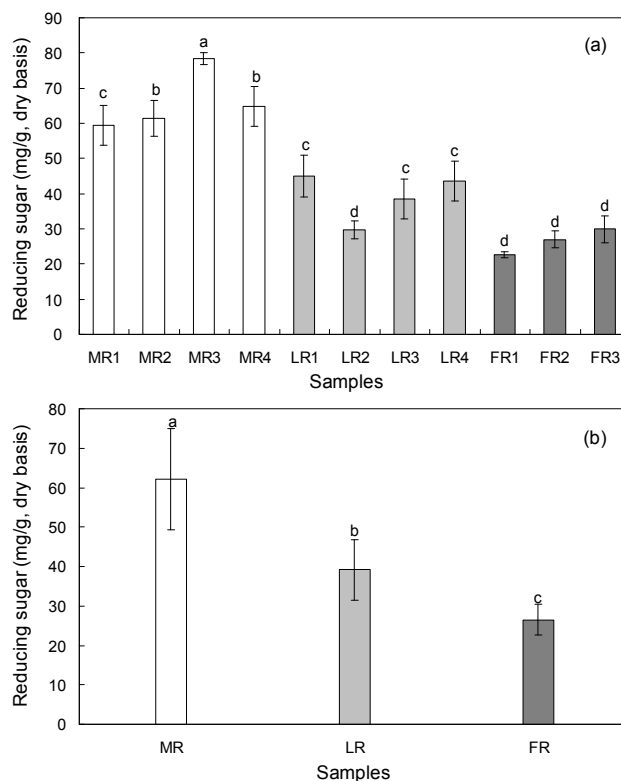


Fig. 1. Reducing sugar contents of different root parts from 6-years-old *Panax ginseng* C.A. meyer (Yun-poong). MR: main root, LR: lateral root, FR: fine root. (a) These roots were sorted to 3~4 groups (MR 1~4 groups, LR 1~4 groups, FR 1~3 groups) depending on the diameter of each center region. (b) These roots were sorted to group depending on the root parts. Bar values are means of 11 replicates and those with different alphabet letters (a-d) are significantly different at p<0.05.

지근에서 29.65~44.98 mg/g, 세근에서 22.71~29.94 mg/g의 값을 나타내 주근>지근>세근의 순으로 총 환원당 함량이 낮아지는 것으로 나타났다. MR-3의 부위에서 78.43 mg/g로 가장 높은 환원당 함량을 나타내었고, FR-1의 부위에서 22.71 mg/g로 가장 낮은 환원당 함량을 나타내었다. 이는 인삼 신품종인 연풍이 각각의 부위에서 직경에 따른 시료간의 연관성은 나타나지 않았으나, 주근, 지근, 세근으로 부위가 세분화됨에 따라 당 함량이 감소하는 경향을 나타냈다.

Son과 Ryu(19)의 연구에서 백삼의 환원당 함량은 56.93 ± 0.36 mg/g이었고, Yang 등(20)의 연구에서는 증류수에 현탁된(5배 희석) 산삼배양근 현탁액의 환원당 함량이 11.23 ± 0.22 mg/g로 보고되었는데, 본 연구결과에서도 가장 높은 함량을 나타낸 부위와 가장 낮은 함량을 나타낸 부위의 평균 값과 비교하여 이와 비슷한 환원당 함량을 나타냈음을 알 수 있었다.

총 폴리페놀 함량

식물계에 널리 분포되어 있는 페놀성 물질은 다양한 구조와 분자량을 가지며, 이것들의 phenolic hydroxyl이 단백질

처럼 거대분자와 결합하여 항균, 항암, 혈압강화작용, 피임 작용, 간 보호작용, 진경작용, 항산화 작용 등 여러 가지 생리 활성기능을 갖는 것으로 알려져 있다(3,21). 인삼의 경우 페놀성 물질로는 salicylic acid, p-benzoxy-benzic acid, gentisic acid, protocatechuic vanillic acid 등 10여종 이상의 페놀성 화합물이 보고되어 있고, 이밖에도 미량 존재하는 다양한 페놀화합물의 분리 및 그 효능에 관한 연구가 진행되고 있다. 이러한 페놀성 물질은 인삼고유의 성분은 아니지만 위에서 설명한 다양한 생리활성과 관련이 있는 것으로 보고되고 있어 그에 관한 연구가 진행 중이다(22-25).

인삼 신품종인 연풍을 중앙부위의 직경에 따라 11개의 부위로 나누어 동결건조한 시료의 총 폴리페놀 성분 함량은 gallic acid 당량으로 환산되어 Fig. 2에 나타내었다.

연풍의 폴리페놀 함량은 MR-3이 4.73 mg/g, LR-1이 4.68 mg/g, FR-1과 2가 4.44~4.73 mg/g으로, 나누어진 11부분 중 가장 낮은 값을 나타냈고, FR-3에서 8.19 mg/g으로 직경이 가장 작은 세근 말단 부분에서 가장 높은 폴리페놀 함량을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 주근, 지근, 세근을 그룹으로 묶어 비교한 결과는 각 그룹 간에 차이가 없는 것으로 나타났다.

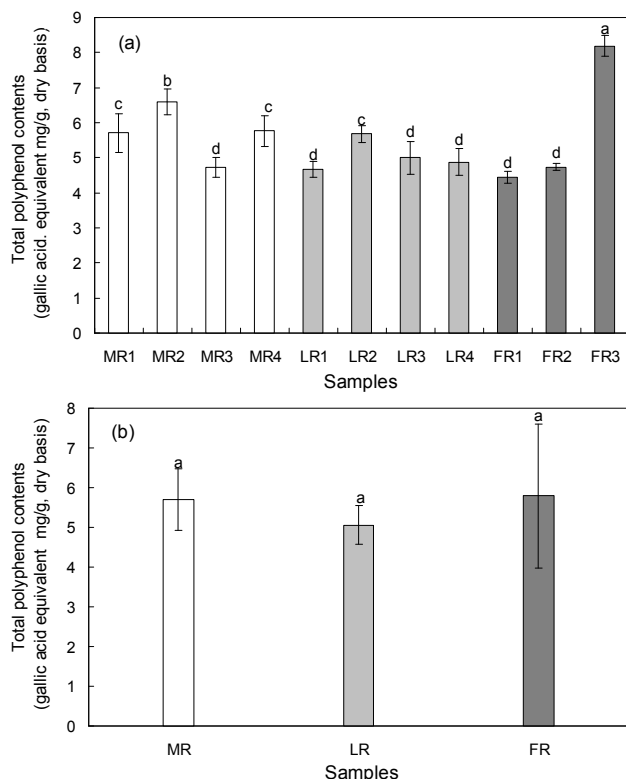


Fig. 2. Total polyphenol contents of different root parts from 6-year-old *Panax ginseng* C.A. meyer (Yun-poong). MR: main root, LR: lateral root, FR: fine root. (a) These roots were sorted to 3~4 groups (MR 1~4 groups, LR 1~4 groups, FR 1~3 groups) depending on the diameter of each center region. (b) These roots were sorted to group depending on the root parts. Bar values are means of 11 replicates and those with different alphabet letters (a-d) are significantly different at $p < 0.05$.

Kim 등(26)의 수삼의 증숙 횟수에 따른 페놀산 함량 변화와 라디칼 소거활성의 연구에서는 증숙처리 전의 수삼의 총 페놀화합물 함량이 0.42%인 것으로 보고되어, 본 연구에서 측정된 총 페놀화합물 함량의 결과와 비슷한 범위의 값을 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거활성

연풍의 주근, 지근, 세근을 중앙부위의 직경에 따라 나누어 DPPH 라디칼 소거능을 IC_{50} 값으로 나타낸 결과는 Fig. 3에 나타내었다.

크게 주근, 지근, 세근으로 나누어 값을 비교하였을 때 세근의 항산화 활성이 가장 높음을 알 수 있었다. 주근에서는 MR-4가 13.8 mg/mL로 가장 낮은 IC_{50} 값을 나타냈으며, 지근의 경우 각 부위 간에 큰 유의적 차이가 없었고, 세근의 경우 모든 부분에서 유의적으로 낮은 IC_{50} 값을 나타냈다($p < 0.05$). 이 중에서도 다른 부위와 비교하여, 세근에서 중앙 직경이 가장 작은 부분인 FR-3은 7.03 mg/mL의 IC_{50} 값을 나타내어 가장 높은 항산화 활성을 나타냄을 알 수 있었다.

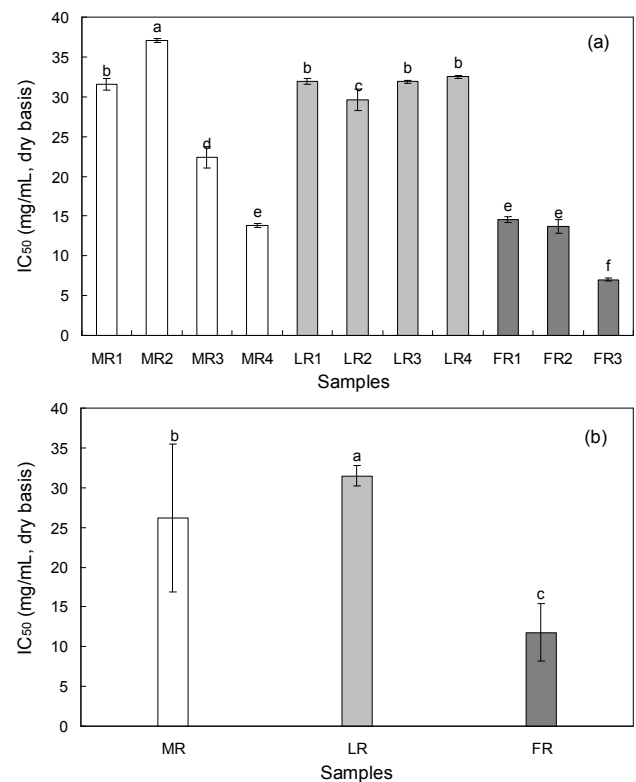


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of different root parts from 6-year-old *Panax ginseng* C.A. meyer (Yun-poong). MR: main root, LR: lateral root, FR: fine root. (a) These roots were sorted to 3~4 groups (MR 1~4 groups, LR 1~4 groups, FR 1~3 groups) depending on the diameter of each center region. (b) These roots were sorted to group depending on the root parts. IC_{50} defined as the concentration of the test material required to cause a 50% decrease in initial DPPH concentration. Bar values are means of 11 replicates and those with different alphabet letters (a-f) are significantly different at $p < 0.05$. Ascorbic acid: 0.03 mg/mL.

주근, 지근, 세근을 각 그룹으로 묶어 비교한 결과 IC₅₀값이 세근, 주근, 지근의 순으로 나타나 세근의 DPPH 라디칼 소거능이 가장 높은 것을 알 수 있었다.

Kang 등(27)의 연구에 의하면 DPPH 라디칼 소거활성 효과는 phenolic acids, flavonoids 및 기타 페놀성 화합물에 의한 항산화 작용이며, 이러한 물질의 환원력이 클수록 DPPH 라디칼 소거활성이 크다고 하였다. 본 연구에서 역시 페놀성 화합물 함량이 가장 높았던 FR-3 부위의 DPPH 라디칼 소거활성이 가장 높게 나타나 페놀성 화합물의 환원력에 따른 항산화 활성의 증가를 추측할 수 있었다. 하지만 전체적인 부위에서 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능과의 상관관계는 없는 것으로 나타났다.

ABTS radical cation decolorization

연풍의 뿌리부위별 ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 4에 나타내었다.

ABTS법은 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS·⁺이 시료 중의 항산화성 물질에 의해 제거되어 라디칼 특유의 청록색이 탈색되는 것을 이용하여 항산화력을 측정하는 방법이다. ABTS법에 의한 항산화력 측정법은

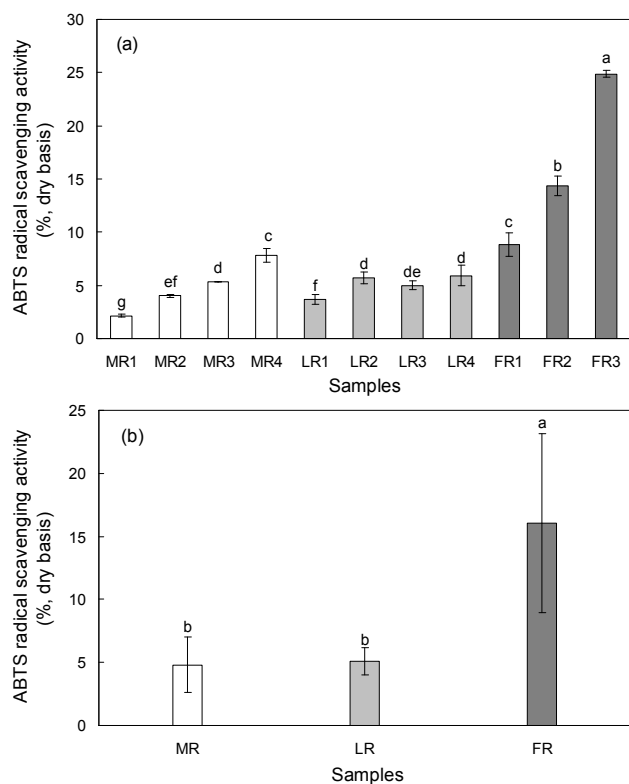


Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of different root parts from 6-year-old *Panax ginseng* C.A. meyer (Yun-poong). MR: main root, LR: lateral root, FR: fine root. (a) These roots were sorted to 3~4 groups (MR 1~4 groups, LR 1~4 groups, FR 1~3 groups) depending on the diameter of each center region. (b) These roots were sorted to group depending on the root parts. Bar values are means of 11 replicates and those with different alphabet letters (a-g) are significantly different at $p < 0.05$. Ascorbic acid: 99.47%.

DPPH는 자유라디칼을 ABTS는 양이온 라디칼을 소거하는 점에서 서로 차이가 나며 두 기질과 반응물과의 결합정도가 달라지므로 라디칼 제거능력에서도 차이가 나게 된다(28,29).

시료를 10 mg/mL의 농도로 희석하여 소거활성을 비교한 결과, 주근, 지근, 세근 모두 중앙부위의 직경이 작아질수록 활성이 높아지는 경향을 나타내었으며, 주근, 지근보다는 세근의 활성이 더 높은 것으로 나타났다. 주근 부위인 MR-1이 2.16%로 가장 낮은 값을 나타내었고, 세근 부위인 FR-3은 24.87%로 가장 높은 값을 나타냈다. 따라서 본 소거활성의 측정은 DPPH 라디칼 소거활성과 비교하여 제거능력이 다소 낮은 것으로 보이지만, FR-3 부위의 활성이 가장 높게 나타나, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 측정결과 간의 상관계수는 $r = -0.811$ ($p = 0.002$)로 강한 양의 상관관계를 나타낼 수 있었다. 주근, 지근, 세근의 각 그룹별로 묶어 비교한 결과 역시 세근이 가장 높은 값을 나타내었다.

Kim 등(26)의 수삼의 증숙횟수에 따른 페놀산 함량 변화와 라디칼 소거활성에 관한 연구에서 증숙과정을 거치지 않은 수삼 조추출물의 ABTS 라디칼 소거활성은 10 mg/mL의 농도에서 12.2%로 나타났다. 본 연구에서는 인삼을 부위별로 나누어 2.16~24.87%의 활성범위가 나타났으나 전체적

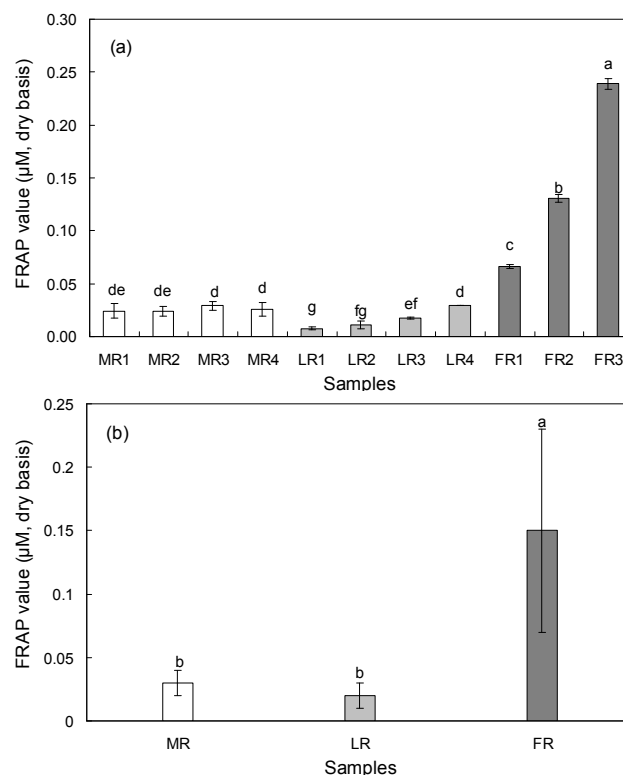


Fig. 5. FRAP value of different root parts from 6-year-old *Panax ginseng* C.A. meyer (Yun-poong). MR: main root, LR: lateral root, FR: fine root. (a) These roots were sorted to 3~4 groups (MR 1~4 groups, LR 1~4 groups, FR 1~3 groups) depending on the diameter of each center region. (b) These roots were sorted to group depending on the root parts. Bar values are means of 11 replicates and those with different alphabet letters (a-g) are significantly different at $p < 0.05$. Ascorbic acid: 7.28 µM.

인 부위의 평균값으로 고려했을 때 비슷한 결과를 나타낼 수 있었다.

FRAP value

FRAP 방법은 총 항산화능을 측정하는 방법으로 낮은 pH에서 환원제에 의해 ferric tripyridyltriazine(Fe^{3+} -TPTZ) 복합체가 ferrous tripyridyltriazine(Fe^{2+} -TPTZ)으로 환원되는 원리를 이용한 것으로 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점에 착안하여 고안되어진 방법이다(18). 인삼 신품종 연풍의 뿌리부위별 항산화 활성의 비교를 위해 $FeSO_4$ 검량선에 대입하여 FRAP 값을 측정된 결과는 Fig. 5에 나타내었다.

주근, 지근, 세근으로 나누어 비교해보면 세근>주근>지근의 순으로 그 활성이 높은 것을 알 수 있었다. 주근의 경우 각 부위별 활성의 거의 비슷하게 나타났고, 지근의 경우 직경이 작아질수록 유의적으로 그 활성이 높아지는 것으로 나타났다. 세근의 경우 지근보다 더 뚜렷하게 직경 감소에 따른 활성 증가를 나타내었다. 각각의 시료는 FR-3의 FRAP value가 0.23 μ M로 전체 시료 중 유의적으로 가장 높은 활성을 나타내었고, LR-1과 LR-2가 0.01 μ M로 가장 낮은 FRAP value를 나타내었다. 주근, 지근, 세근의 각 그룹별로 묶어 비교한 결과 역시 세근에서 가장 높은 FRAP value를 나타내었으며 주근과 지근에서 상대적으로 낮은 값을 나타내었다. 이에 따라 FRAP value의 측정 결과 역시 세근의 말단 부위인 FR-3의 활성이 가장 높게 나타나, 인삼 신품종인 연풍의 뿌리부위별 활성 측정 결과 직경이 가장 작은 뿌리 말단 부위에서 높은 항산화 활성을 나타낼 수 있었다.

요 약

6년생 인삼(*Panax ginseng* C.A. meyer, 연풍)의 뿌리를 주근, 지근, 세근으로 나누고 각각의 중앙부위의 직경에 따라, 직경이 큰 것에서부터 1에서 4까지 등급을 나누었다(MR 1~4, LR 1~4, FR 1~3). 각각의 시료는 동결건조한 뒤 환원당 함량, 페놀함량 및 항산화 효과를 비교하였다. 환원당 함량은 직경에 따른 영향은 없었으나, 주근, 지근, 세근으로 부위가 세분화됨에 따라 환원당 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 총 페놀화합물의 함량은 FR-3이 8.19 mg/g으로 다른 부위보다 2배 정도 높은 페놀함량을 나타내었다. 수소공여능의 IC_{50} 값을 비교한 결과 FR-3의 IC_{50} 값이 7.03 mg/mL로 가장 높았고, MR-2에서 37.02 mg/mL로 가장 낮았다. 전체적으로 세근의 수소공여능이 주근과 지근에 비해 높았다. ABTS 라디칼 소거능 역시 FR-3에서 24.87%의 가장 높은 라디칼 소거능을 나타내, 다른 부위보다 세근의 활성이 유의적으로 높음을 알 수 있었다. FRAP value의 측정 결과 역시 FR-3이 0.23 μ M로 가장 높게 나타났다. 본 연구를 통해 인삼 연풍의 항산화 활성은 주근과 지근보다는 세근

에서 유의적으로 높게 나타났으며, 세근 중에서도 직경이 작은 부위에서 높은 페놀함량 및 항산화 활성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 '충남 인삼특화작목 산학연협력단'의 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Chung YS, Chang YH, Sung JH. 2006. The effect of ginseng and caffeine products on the antioxidative activities of mouse kidney. *J Ginseng Res* 30: 15-21.
2. Ha DC, Ryu GH. 2005. Chemical components of red, white and extruded root ginseng. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 247-254.
3. Park CK, Jeon BS, Yang JW. 2003. The chemical components of Korean ginseng. *Food Industry and Nutrition* 8: 10-23.
4. Hikino H, Oshima Y, Suzuki Y, Konno C. 1985. Isolation and hypoglycemic activity of panaxan F, G and H, glycan of *Panax ginseng* roots. *Shoyakugaku Zasshi* 39: 331-333.
5. Okuda H. 1992. Inhibitory substances in Korean red ginseng toward toxohormones-L: A toxic substance secreted from tumor cells. *The Ginseng Review* 15: 34-37.
6. Kim ND, Han BH, Lee EB, Kang JY. 1987. Studies on ginseng on antistress effects. *Kor J Pharmacog* 10: 61-67.
7. Elma ZT, Ilan EZ, Christina IH. 1991. Effect of ginsenoside Rg1 on insulin binding in mice liver and brain membrane. *Phytotherapy Res* 5: 46-48.
8. Henishin CC, Lee R, Wang IC, Liu HJ. 1991. Effect of ginsenoside on central cholinergic metabolism. *Pharmacology* 42: 223-229.
9. Kim SS, Kim JD, Kim H, Shin MS, Park CK, Park HM, Yang JW. 2002. The effects on the blood lipid profiles and body fat by long term administration of red ginseng product. *J Ginseng Res* 26: 67-73.
10. Gutteridge JMC, Halliwell B. 1994. *Antioxidants in nutrition, health and disease*. Oxford University Press, Oxford, UK. p 1-62.
11. Jayat C, Ratinaud MH. 1993. Cell cycle analysis by flow cytometry: principles and application. *Biol Cell* 78: 15-25.
12. Chance B, Sies H, Boveris A. 1979. Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol Rev* 59: 527-605.
13. Kwon WS, Lee MG, Choi KT. 2000. Breeding process and characteristics of Yunpoong, a new variety of *Panax ginseng* C.A. meyer. *J Ginseng Res* 24: 1-7.
14. Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
15. Gao X, Bjork L, Trajkovski V, Uggla M. 2000. Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems. *J Sci Food Agric* 80: 2021-2027.
16. Blois MS. 1958. Antioxidant activity determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
17. Pellegrini N, Re R, Yang M, Rice-Evans C. 1998. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Method Enzymol* 299: 379-389.
18. Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of

- plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem* 230: 70-79.
19. Son HJ, Ryu GH. 2009. Chemical compositions and antioxidant activity of extract from a extruded white ginseng. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 946-950.
 20. Yang HJ, Ji YQ, Chung KW, Ryu GH. 2008. Fermentation characteristics of extruded tissue cultured mountain ginseng. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1654-1659.
 21. Lee SJ, Park DW, Jang HG, Kim CY, Park YS, Kim TC, Heo BG. 2006. Total phenol electron donating ability and tyrosinase inhibition activity of pear cut branch extract. *Kor J Hort Sci Technol* 24: 338-342.
 22. Wee JJ, Park JD, Kim MW. 1989. Identification of phenolic antioxidants components isolated from *Panax ginseng*. *J Korean Agric Chem Soc* 32: 50-56.
 23. Wee JJ, Park JD, Kim MW. 1990. Structural study on a permethyl ether of a new polyphenolic compound isolated from *Panax ginseng*. *J Ginseng Res* 14: 27-29.
 24. Han BH, Park MH, Han YN. 1981. Studies on the antioxidant components of Korean ginseng (III). Identification of phenolic acid. *Arch Pharm Res* 4: 53-58.
 25. Yang HS. 2003. In vitro evaluation of the cytotoxicity of gallic acid and vitamin A. *Korean J Oral Anatomy* 27: 1-10.
 26. Kim YC, Hong HD, Rho JH, Cho CW, Rhee YK, Yim JH. 2007. Changes of phenolic acid contents and radical scavenging activities of ginseng according to steaming times. *J Ginseng Res* 31: 230-236.
 27. Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J Food Sci Technol* 27: 978-984.
 28. Li H, Choi YM, Lee JS, Park JS, Yeon KS, Han CD. 2007. Drying and antioxidant characteristics of the shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom in a conveyer-type far-infrared dryer. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 250-254.
 29. Jeong JW, Lee YC, Jung SW, Lee KM. 1994. Flavor components of citron juice as affected by the extraction method. *Korean J Food Sci Technol* 26: 709-712.

(2011년 1월 5일 접수; 2011년 3월 8일 채택)