

국내외 수집종 구기자 잎과 줄기의 페놀화합물 함량

조진웅* · 안태환* · 이석영**† · 박기웅*†

*충남대학교 농업생명과학대학 식물자원학과, **농촌진흥청 유전자원센터

Determination of Total Content of Phenolic Compounds in Chinese Matrimony Vine's Accessions

Jin-Woong Cho*, Tae-Hwan An*, Suk-Young Lee**†, and Kee Woong Park*†

*Department of Crop Science, College of Agricultural and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

**Genebank Information Center, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea

ABSTRACT This study was conducted to determine the variation of phenolic compounds in the leaf and stem of 131 accessions of *Lycium chinensis* Miller. The levels of total phenolic compounds in the leaf of *L. chinensis* ranged between 8.8 to 14.9 mg g⁻¹ and among them 60% of the accessions belong between 11.6 and 13.5 mg g⁻¹ for the content of phenolic compounds in the leaf. The accession CB03286-89 contained the highest total phenolic compounds among the accessions tested, which was 1.7-fold higher than that of the lowest content accession CBP03310-250. In the stem, the total phenolic compound of 131 accessions of *L. chinensis* ranged from 6.8 to 12.4 mg g⁻¹, showing slightly lower level than that in the leaf. The content of (+)catechin was highest in the leaf and stem of accession CB03286-89 and Japan No.1, respectively. Myricetin was detected in the leaf of seven accessions (i.e. Geumsan jaerae, Japan No.1, China collection No.1, CL32-13, CB04329-13, China collection No.12 and CB03286-89) and in the stem of five accessions (i.e., Japan No.1, China collection No.1, China collection No.12, CB03286-89 and 99797). Accessions had a great influence on the content of phenolic compounds. So, accessions-specific phenolic compound profiles might be helpful for commercial use or production of phenolic compounds in *L. chinensis*.

Keywords : phenolic compounds, *Lycium chinensis*, catechin

구기자(*Lycium chinensis* Miller)는 가지과(Solanaceae)에 속하는 낙엽덩굴성 관목으로 온대, 아열대 지역에 분포하고

있으며 우리나라를 비롯하여 중국 동북부, 대만, 일본 등지에서 재배 및 자생되고 있다. 꽃은 단생 또는 여러 개가 모여 피며 5개의 수술과 1개의 암술이 있고 주로 자주색이며 개화기는 6~10월이다. 열매는 계란형이나 긴 타원형으로 길이 0.5~2 cm, 지름 4~8 mm로 익으면 심홍색이나 등홍색이 되며 씨가 많고 씨모양은 평평한 신장모양으로 황갈색이고 7~10월에 익는다(Park, 2000). 전국의 구기자 재배면적은 2007년도에 약 181ha이었으며 생산량은 525톤이었고 이 중 재배면적의 약 67%인 122 ha가 충남지역이었으며 전국 총 생산량의 85%인 444톤을 충남지역에서 생산하고 있다(농촌진흥청 2009).

식물체에 널리 분포되어 있는 페놀 화합물은 식물의 고유한 색을 부여하고, 떫은맛과 쓴맛의 주체로 식물성 식품의 고유한 맛에도 깊이 관여한다. 또한 페놀 화합물은 항산화 작용과 같은 기능성을 가지는 것으로 알려져, 관련연구도 여러 분야에서 이루어지고 있다. 특히 이 페놀 화합물이 생체 내에서 항산화제로 작용함으로써 질병의 예방과 회복에 도움을 주는 것으로 알려져 있다(Kumar *et al.*, 2006). 따라서 페놀 화합물을 많이 함유하고 있는 과채류를 많이 섭취할 경우 심장관련 질병, 뇌혈관 질병과 암을 억제시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다(Hertog *et al.*, 1997).

모든 페놀 화합물의 기본구조는 벤젠(C₆H₆)고리에 있는 수소(H)가 수산기(-OH)로 치환된 페놀로 이루어진 물질이며 페놀 화합물은 한개 또는 두개 이상의 수산기(hydroxyl group)로 치환된 방향족 고리(aromatic ring)를 가지고 있고,

†Corresponding author: (Phone) +82-31-299-1821, +82-42-821-5726 (E-mail) lsy007@korea.kr, parkkw@cnu.ac.kr
<Received 26 April, 2012; Revised 24 September, 2012; Accepted 20 November, 2012>

phenolic acid류(C6-C1), coumarins류(C6-C3), flavonoid류(C6-C3-C6) 그리고 탄닌류(hydrolyzable 및 condensed tannins)로 나누며, 그 구조에 따라 이화학적 성질 및 생리적 기능이 달리 나타나며 다양한 식품영양학적 특성을 지니고 있으며 항산화성, 항돌연변이성 및 항암성을 지니고 있다고 알려져 있다(Kim *et al.*, 2009; Namiki, 1990). 페놀 화합물은 식물체에 특수한 색깔을 부여하고 산화-환원 반응 시 기질로 작용하며, 미생물의 공격을 막아 식물자체를 보호하는 동시에 식품 등에서 떫은 맛, 쓴맛과 같은 식물성 식품의 고유한 맛에 관계한다. 한편, 식물 및 식품에 포함되어 있는 페놀 화합물은 각기 다른 상태로 존재하며 그 양도 각기 다른 특징을 보이는데, 이들 페놀 화합물의 정성 및 정량 분석방법이 다양하게 보고되고 있다(Chung, 2004).

따라서 본 연구에서는 우리나라에서 품종으로 개발되어 이용되거나 품종육성모본으로 사용되는 구기자 유전자원 중 구기자 열매와 유사한 성분을 가지고 있는 잎과 줄기를 이용하여 페놀 화합물 함량과 페놀 화합물을 HPLC를 이용하여 분석하여 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

본 실험에서 사용한 구기자의 잎과 줄기는 충청남도 농업기술원 청양 구기자시험장에서 유전자원으로 보존되고 있는 도입종 20점, 재래종 21점, 육성품종 또는 계통 90점의 총 131점으로, 잎은 2010년 6월에 채취하였고, 줄기는 2009년 11월에 채취하여 40°C에서 건조한 후 분쇄기(FM-909T(c), Hanil Electronic, Korea)로 분쇄하였다. 시료 농축은 구기자나무 잎과 줄기 추출물을 sample holder를 사용하여 rotary evaporator(Genevac HT-4X Series 2, CM Corporation, UK)에 장착 시킨 후 40°C에서 추출물이 완전히 건조될 때까지 농축 시킨 다음 4°C에 보관해 두고 실험에 사용하였다.

총 페놀 함량은 Folin-Denis법(Folin & Denis, 1912; An *et al.*, 2012)으로 측정하였다. 건조된 시료 0.1g을 70% 에탄올 2 ml에 추출한 후 원심분리 후 상징액 1 ml을 10배 희석한 후 추출물 100 μ l와 50% Folin-Ciocalteu's phenol reagent(2N) 100 μ l를 혼합하여 3분 동안 반응 시킨 다음 2% Na₂CO₃ 100 μ l을 첨가하여 상온에서 40분간 반응시킨 후 microplate spectrophotometer(BioTek, USA)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 검량선을 이용하여 총 페놀 함량을 계산하였다.

페놀 화합물의 정성 및 정량분석은 high-performance liquid chromatography(HPLC)법을 이용하여 분석하였다(Chung, 2004; An *et al.*, 2012). 줄기와 잎을 진공 상태에서 동결건조 시킨 후 분쇄하여 2g을 삼각 flask에 넣고 acetonitrile 10 ml과 0.1N HCl 2 ml을 첨가하여 실온에서 2시간 shaking 한 후 Whatman No.42를 이용하여 여과하였다. 여과된 액을 30°C 이하, 진공조건에서 농축시키고, 농축된 시료를 80% methanol(HPLC용) 10 ml으로 다시 용해시킨 후 0.2 μ m syringe filter를 이용하여 여과시킨 후 1.5 ml LC vial에 담아 분석 시료로 사용하였다. 각 성분의 종류는 peak의 retention time을 바탕으로 정성하였으며, 함량은 peak의 면적에 의해 산출된 값으로 구하였다.

결과 및 고찰

구기자 잎 및 줄기의 총 페놀함량

페놀화합물은 phenolic hydroxyl기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 효과 등의 생리활성기능을 가지는 것으로 알려져 있다(Cuvelier *et al.*, 1998).

구기자 131계통에 대한 잎과 줄기의 총 페놀함량을 측정 한 결과 Table 1 및 2와 같다. 구기자 잎의 페놀 함량은 8.8

Table 1. Total content (mg g⁻¹) of phenolic compounds extracted from 131 accessions of Chinese matrimony vine leaf. (Continued)

Accession	Total phenol compounds ^{1),2)}	Accession	Total phenol compounds
Yuseong No.1	12.3 ± 0.3	CL32	9.3 ± 0.3
Yuseong No.2	12.2 ± 0.2	CB01185-27	11.6 ± 0.4
Cheongyang jaerae	11.7 ± 0.1	China collection No.1	14.2 ± 0.6
Jinbu jaerae	9.2 ± 0.3	China collection No.2	12.6 ± 0.1
Jindo jaerae	11.0 ± 0.4	China collection No.3	10.2 ± 0.1
Geumsan jaerae	12.3 ± 0.5	China collection No.4	11.5 ± 0.4
Haenam jaerae	11.6 ± 0.5	China collection No.5	11.6 ± 0.4
China No.1	12.6 ± 0.6	China collection No.6	12.1 ± 0.5

Table 1. Total content (mg g⁻¹) of phenolic compounds extracted from 131 accessions of Chinese matrimony vine leaf. (Continued)

Accession	Total phenol compounds ^{1),2)}	Accession	Total phenol compounds
China No.2	14.3 ± 0.7	China collection No.7	10.6 ± 0.3
Youngha	12.2 ± 0.5	China collection No.8	10.8 ± 0.2
Japan No.1	11.6 ± 0.2	CL2-32	9.6 ± 0.1
Myungan	12.6 ± 0.3	CL105-84	12.8 ± 0.3
Bulro	11.5 ± 0.4	CL15-106	12.2 ± 0.2
Cheongdae	11.6 ± 0.3	CL31-83	11.3 ± 0.1
Jangmyung	11.5 ± 0.2	CL37-4	11.8 ± 0.1
Cheongwoon	11.9 ± 0.3	CL42-17	11.6 ± 0.3
Cheongyang No.6	11.2 ± 0.4	CL123-575	11.3 ± 0.3
Cheongyang No.7	11.0 ± 0.4	B0148-10	10.8 ± 0.3
CL129-145	12.4 ± 0.5	CL54-36	10.5 ± 0.4
CL124-23	11.9 ± 0.4	CL54-82	11.1 ± 0.5
CL129-161	12.2 ± 0.5	CL58-83	11.9 ± 0.6
CL7-20	11.1 ± 0.4	CL47-157	11.4 ± 0.6
CL57-157	11.2 ± 0.4	CB00146-176	10.6 ± 0.1
CB01191-53	12.6 ± 0.3	CB00148-46	11.9 ± 0.1
CL60-1	11.7 ± 0.1	CB01200-162	9.5 ± 0.1
CL70-21	13.1 ± 0.2	CB00153-8	12.1 ± 0.2
CL70-177	13.5 ± 0.4	CL137-65	11.4 ± 0.2
CL81-30	12.0 ± 0.1	CB00156-101	11.2 ± 0.1
CB01193-23	13.5 ± 0.2	CB00159-140	10.9 ± 0.3
CB01208-120	11.8 ± 0.2	CB00171-1	11.9 ± 0.1
CB01188-333	10.5 ± 0.2	CB00169-37	12.3 ± 0.1
Provinces jaerae3	10.8 ± 0.1	China collection No.10	9.6 ± 0.2
Provinces jaerae4	11.2 ± 0.1	China collection No.11	9.9 ± 0.4
Provinces jaerae5	10.8 ± 0.4	CB02214-11	11.5 ± 0.4
Provinces jaerae6	10.4 ± 0.1	China collection No.12	9.3 ± 0.1
Provinces jaerae7	9.9 ± 0.2	China collection No.13	10.2 ± 0.6
Provinces jaerae8	10.7 ± 0.1	CB03282-102	10.7 ± 0.3
Provinces jaerae9	11.3 ± 0.4	CB02214-111	10.6 ± 0.2
Provinces jaerae10	11.0 ± 0.2	CB02214-131	10.2 ± 0.2
Provinces jaerae11	10.7 ± 0.1	CB01185-20	10.4 ± 0.2
Provinces jaerae12	10.9 ± 0.1	CB03286-89	14.9 ± 0.3
Provinces jaerae13	10.2 ± 0.1	CB03289-172	10.5 ± 0.4
Provinces jaerae14	11.1 ± 0.2	CBP03310-250	8.8 ± 0.2
Provinces jaerae15	11.1 ± 0.2	Cheongyang No.8	9.0 ± 0.2
Nokwongugi	13.0 ± 0.3	Cheongyang No.9	9.9 ± 0.3
Cheongjingugi	11.9 ± 0.4	CBP03302-5	11.2 ± 0.3
China collection No.9	10.1 ± 0.4	99797	11.0 ± 0.1
CB01191-53	11.5 ± 0.1	99892	12.1 ± 0.4

Table 1. Total content (mg g⁻¹) of phenolic compounds extracted from 131 accessions of Chinese matrimony vine leaf. (Continued)

Accession	Total phenol compounds ^{1),2)}	Accession	Total phenol compounds
CB01191-36	11.2 ± 0.4	Cheongyang No.13	10.8 ± 0.2
CB01204-287	10.8 ± 0.3	Cheongyang No.14	11.2 ± 0.2
CB01210-12	12.8 ± 0.2	CBP05400-2	11.5 ± 0.3
CB01208-228	12.7 ± 0.5	CBP05400-4	9.7 ± 0.3
CB01210-159	11.7 ± 0.4	CB00169-109	12.1 ± 0.4
Yuseong No.2(S)60Co32kr-3	12.1 ± 0.2	CL138-92	10.6 ± 0.4
CL3-21	13.1 ± 0.2	CB00171-189	10.6 ± 0.3
CL31-15	13.4 ± 0.3	CB00169-324	10.5 ± 0.2
CL32-13	11.2 ± 0.1	CL129-16	11.1 ± 0.1
CB04329-114	11.6 ± 0.1	CB00164-206	10.9 ± 0.2
CB04329-13	13.9 ± 0.3	CB00130-345	10.8 ± 0.3
99148-10	10.9 ± 0.1	CL137-65	12.1 ± 0.3
C0148-94	12.3 ± 0.5	CL137-39	11.5 ± 0.2
D0148-72	11.7 ± 0.2	Mongolia species	10.1 ± 0.1
B0148-43	10.9 ± 0.2	Cheongyang speices	10.6 ± 0.2
B0148-78	11.2 ± 0.1	Provinces jaerae1	11.2 ± 0.1
Y0148-2	10.8 ± 0.3	Provinces jaerae2	10.7 ± 0.1
CL129-45	11.4 ± 0.2		

¹⁾This value is presented as gallic acid content.

²⁾Each value is the mean (mg/g) ± standard deviation (n=3).

Table 2. Total content (mg g⁻¹) of phenolic compounds extracted from 131 accessions of Chinese matrimony vine stem. (Continued)

Accession	Total phenol compounds ^{1),2)}	Accession	Total phenol compounds
Yuseong No.1	10.1 ± 0.4	CL32	8.5 ± 0.1
Yuseong No.2	9.4 ± 0.2	CB01185-27	9.8 ± 0.4
Cheongyang jaerae	8.7 ± 0.2	China collection No.1	10.7 ± 0.5
Jinbu jaerae	8.9 ± 0.3	China collection No.2	8.7 ± 0.1
Jindo jaerae	8.7 ± 0.2	China collection No.3	7.9 ± 0.1
Geumsan jaerae	8.6 ± 0.1	China collection No.4	8.5 ± 0.2
Haenam jaerae	9.5 ± 0.1	China collection No.5	9.7 ± 0.2
China No.1	8.4 ± 0.4	China collection No.6	10.6 ± 0.4
China No.2	8.3 ± 0.3	China collection No.7	9.9 ± 0.2
Youngha	7.8 ± 0.2	China collection No.8	8.2 ± 0.1
Japan No.1	8.6 ± 0.4	CL2-32	9.1 ± 0.4
Myungan	8.6 ± 0.5	CL105-84	8.2 ± 0.3
Bulro	10.6 ± 0.3	CL15-106	8.2 ± 0.2
Cheongdae	10.1 ± 0.1	CL31-83	7.3 ± 0.1
Jangmyung	9.7 ± 0.1	CL37-4	11.1 ± 0.1
Cheongwoon	9.1 ± 0.2	CL42-17	10.9 ± 0.1
Cheongyang No.6	9.4 ± 0.2	CL123-575	9.1 ± 0.1

Table 2. Total content (mg g⁻¹) of phenolic compounds extracted from 131 accessions of Chinese matrimony vine stem. (Continued)

Accession	Total phenol compounds ^{1),2)}	Accession	Total phenol compounds
Cheongyang No.7	7.5 ± 0.1	B0148-10	9.4 ± 0.1
CL129-145	10.2 ± 0.2	CL54-36	8.3 ± 0.2
CL124-23	10.0 ± 0.1	CL54-82	9.9 ± 0.2
CL129-161	8.5 ± 0.2	CL58-83	10.1 ± 0.1
CL7-20	8.9 ± 0.5	CL47-157	10.6 ± 0.2
CL57-157	10.4 ± 0.4	CB00146-176	9.6 ± 0.2
CB01191-53	9.4 ± 0.3	CB00148-46	8.9 ± 0.3
CL60-1	9.2 ± 0.1	CB01200-162	10.2 ± 0.1
CL70-21	9.8 ± 0.5	CB00153-8	9.7 ± 0.2
CL70-177	11.7 ± 0.5	CL137-65	8.5 ± 0.3
CL81-30	10.0 ± 0.1	CB00156-101	6.8 ± 0.1
CB01193-23	8.8 ± 0.2	CB00159-140	7.9 ± 0.2
CB01208-120	9.6 ± 0.2	CB00171-1	7.0 ± 0.1
CB01188-333	8.1 ± 0.1	CB00169-37	7.6 ± 0.1
Provinces jaerae3	9.1 ± 0.2	China collection No.10	10.3 ± 0.2
Provinces jaerae4	8.6 ± 0.1	China collection No.11	10.4 ± 0.1
Provinces jaerae5	9.9 ± 0.2	CB02214-11	9.8 ± 0.2
Provinces jaerae6	8.8 ± 0.2	China collection No.12	9.9 ± 0.4
Provinces jaerae7	8.2 ± 0.1	China collection No.13	11.2 ± 0.2
Provinces jaerae8	8.8 ± 0.1	CB03282-102	9.0 ± 0.1
Provinces jaerae9	8.6 ± 0.1	CB02214-111	9.1 ± 0.1
Provinces jaerae10	9.1 ± 0.1	CB02214-131	8.3 ± 0.1
Provinces jaerae11	9.5 ± 0.3	CB01185-20	11.0 ± 0.1
Provinces jaerae12	9.7 ± 0.2	CB03286-89	11.4 ± 0.1
Provinces jaerae13	9.7 ± 0.1	CB03289-172	7.9 ± 0.1
Provinces jaerae14	10.4 ± 0.1	CBP03310-250	9.3 ± 0.1
Provinces jaerae15	9.7 ± 0.1	Cheongyang No.8	8.9 ± 0.2
Nokwongugi	10.6 ± 0.1	Cheongyang No.9	8.5 ± 0.2
Cheongjingugi	8.4 ± 0.1	CBP03302-5	8.8 ± 0.2
China collection No.9	8.9 ± 0.4	99797	11.8 ± 0.4
CB01191-53	8.9 ± 0.2	99892	10.1 ± 0.2
CB01191-36	8.4 ± 0.1	Cheongyang No.13	9.3 ± 0.1
CB01204-287	8.8 ± 0.2	Cheongyang No.14	9.6 ± 0.1
CB01210-12	10.5 ± 0.2	CBP05400-2	8.8 ± 0.2
CB01208-228	10.3 ± 0.2	CBP05400-4	9.5 ± 0.3
CB01210-159	9.5 ± 0.2	CB00169-109	8.6 ± 0.1
Yuseong No.2(S)60Co32kr-3	10.9 ± 0.2	CL138-92	8.2 ± 0.1
CL3-21	11.9 ± 0.1	CB00171-189	7.6 ± 0.1
CL31-15	9.5 ± 0.3	CB00169-324	8.1 ± 0.1
CL32-13	9.1 ± 0.1	CL129-16	7.8 ± 0.1

Table 2. Total content (mg g⁻¹) of phenolic compounds extracted from 131 accessions of Chinese matrimony vine stem. (Continued)

Accession	Total phenol compounds ^{1),2)}	Accession	Total phenol compounds
CB04329-114	8.2 ± 0.4	CB00164-206	8.3 ± 0.1
CB04329-13	7.7 ± 0.1	CB00130-345	10.1 ± 0.1
99148-10	9.8 ± 0.4	CL137-65	9.6 ± 0.1
C0148-94	12.4 ± 0.5	CL137-39	10.7 ± 0.2
D0148-72	8.6 ± 0.1	Mongolia species	9.9 ± 0.1
B0148-43	10.6 ± 0.2	Cheongyang speices	10.5 ± 0.1
B0148-78	10.3 ± 0.4	Provinces jaerae1	9.3 ± 0.1
Y0148-2	9.5 ± 0.1	Provinces jaerae2	9.5 ± 0.1
CL129-45	8.9 ± 0.1		

¹⁾This valve is presented as gallic acid content.

²⁾Each valve is the mean (mg g⁻¹) ± standard deviation (n=3).

~14.9 mg g⁻¹을 보였다. 구기자 잎의 유전자원에 대한 총 페놀함량에 따른 분포를 살펴보면 11.6~13.5 mg g⁻¹ 사이에 약 80여의 유전자원이 분포되어 있는데 가장 높은 총 페놀함량은 CB03286-89로서 약 14.9±0.3 mg g⁻¹으로 가장 높은 함량을 보였고, 다음이 China No.2과 China collection No.1 이 각각 14.3±0.7 mg g⁻¹과 14.2±0.6 mg g⁻¹으로 총 페놀함량이 높은 자원으로 분류되었다. 그러나 CBP03310-250은 총 페놀함량이 8.8±0.2 mg g⁻¹으로 가장 낮았으며 Jinbu-Jaerae, Cheongyang No.8, Cheongyang No.9, CBP05400-4, 그리고 Provinces jaerae7 등은 페놀함량이 10 mg g⁻¹ 이하의 낮은 함량을 보이는 구기자 유전자원으로 분류되었다(Table 1).

한편, 수집된 구기자 유전자원의 줄기에 대한 총 페놀함량은 6.8~12.4 mg g⁻¹의 함량 범위를 보이고 있어 잎보다는 다소 낮은 페놀 함량을 보였다(Table 2). 가장 높은 함량을 보이는 구기자 수집종은 C0148-94으로 12.4±0.5 mg g⁻¹을 보였으며 11 mg g⁻¹ 이상을 보인 수집종은 CL3-21, CG01185-20, CB03289-89, CL70-177 및 CL37-4 등이었고, 총 페놀함량이 8 mg g⁻¹ 이하를 보이는 구기자 수집종은 CB03289-172, CB00171-189, CL129-16, Youngha, Cheongyang No.7, China collection No.3, CB00159-140, CB00171-1 및 CB00169-37 등이었다.

안 등(2011)은 구기자 잎과 줄기의 페놀함량이 높은 계통은 IC₅₀값이 높게 형성되고 이에 따라 항산화 활성도 높다고 함에 따라 이와 같이 페놀함량이 높은 구기자 계통은 항산화 활성이 높은 구기자 품종 개발에 유용한 재료가 될 것으로 생각된다.

구기자 잎과 줄기 추출물의 페놀화합물 정량분석

페놀성 물질은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산

물로 그 구조에 따라 이화학적 성질 및 생리적 기능이 다르게 나타난다(An *et al.*, 2012; Chung, 2004).

페놀화합물을 정량적으로 분석하기 위하여 구기자 수집종 131 유전자원을 10가지를 선별하여 총 33가지 물질을 검출하여 비교한 결과 잎의 경우 총 페놀화합물이 가장 많은 수집종은 China collection No.1이었으나 99797 수집종은 58.8±1.2 μg g⁻¹으로 가장 낮은 함량을 보였다. An *et al.* (2012)은 항산화 활성이 높은 것이 일반적으로 많은 페놀화합물을 보인다고 하였지만 어떤 계통은 오히려 낮은 페놀화합물을 보인다고 하였다.

페놀화합물 중 homogentisic acid은 조사된 10개의 유전자원에서 모두 검출되었으며, syringic acid, vanillin, p-coumaric acid, naringenin, hesperetin, formononetin 그리고 biochanin A 등은 모두 검출되지 않았다. Gallic acid가 검출된 수집종은 Japan No.1, CL32-13 및 Provinces jaerae5 등이 있으며, pyrogallol은 Provinces jaerae5와 China collection No.12에서 검출되었다. 떫은맛을 나타내며 항산화 작용이 크다고 알려진 (+)catechin을 살펴보면 CB03286-89가 가장 많았으며 다음이 CB04329-13, China collection No.1 등이 상대적으로 많은 함량을 보였지만 나머지 조사된 구기자 잎의 수집종은 함량이 낮은 것으로 나타났다(Table 3). 또한 myricetin의 경우 Geumsan jaerae, Japan No.1, China collection No.1, CL32-13, CB04329-13, China collection No.12 그리고 CB03286-89 등에서 약 45~55 μg g⁻¹의 함량을 보였으나 나머지 구기자 유전자원의 잎에서는 그 함량을 보이지 않았다.

한편, 줄기에 대한 페놀화합물을 분석한 결과 잎에 비하여 상대적으로 함량이 적었으며 99797 수집종이 가장 많은 함량

Table 3. Profiling of phenolic compounds in 10 accessions of Chinese matrimony vine leaf.

Phenolic compound	Jindo jaerae	Geumsan jaerae	Japan No.1	China collection No.1	CL32-13 (Gugisoon1)	CB04329 -13	Provinces jaerae5 (Wan-do)	China collection No.12	CB03286 -89	99797
Gallic acid ¹⁾	-	-	14.3±0.3	-	18.9±0.2	-	16.1±0.2	-	-	-
Pyrogallol	-	-	-	-	-	-	8.6±1.5	10.9±2.9	-	-
Homogentisic acid	39.7±2.4	38.9±0.3	38.3±0.1	52.1±0.7	47.3±0.5	61.0±0.1	37.1±0.2	36.0±0.8	35.1±0.1	32.1±1.3
Protocatechuic acid	40.9±0.8	48.8±0.3	44.2±0.1	93.4±0.1	50.7±0.1	70.3±0.1	-	-	-	-
Chlorogenic acid	3.6±3.6	6.2±0.2	5.3±0.1	53.6±0.8	-	-	2.4±0.1	-	41.9±0.8	-
p-Hydroxybenzoic acid	3.2±0.6	2.4±0.2	2.5±0.1	0.2±0.1	5.4±0.1	6.0±0.1	-	-	-	-
(+)Catechin	47.1±4.3	60.3±0.6	42.8±0.7	197.0±0.2	75.1±0.4	336.0±3.9	26.2±0.7	24.4±0.1	347.0±5.2	-
Vanillic acid	-	-	-	-	-	-	3.1±0.1	2.8±0.1	6.8±0.1	1.3±0.1
Syringic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caffeic acid	-	-	-	28.2±0.2	-	30.4±0.1	27.5±0.1	27.5±0.1	28.2±0.1	-
Vanillin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Coumaric acid	-	-	-	-	-	-	-	8.7±0.1	-	-
Rutin	-	-	-	-	-	10.6±1.2	3.2±0.1	12.5±0.1	5.1±0.1	-
Ferulic acid	-	-	-	-	-	-	16.7±0.1	18.0±0.1	22.2±0.1	14.2±0.1
m-Coumaric acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesperedin	-	-	7.5±0.1	19.1±0.1	7.9±0.1	-	-	10.9±0.1	13.5±0.2	-
o-Coumaric acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Myricetin	-	46.7±0.1	48.2±0.1	47.2±0.1	47.9±0.1	48.0±0.4	-	48.5±0.1	54.5±0.8	-
Resveratrol	-	-	-	-	-	-	-	-	8.9±0.3	-
Quercetin	50.6±0.1	-	50.4±0.1	52.9±0.1	-	52.1±0.1	-	-	-	-
t-Cinnamic acid	-	-	-	-	-	-	8.3±0.1	8.8±0.1	10.8±0.1	7.0±0.1
Naringenin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesperetin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formononetin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BiochaninA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b-Resorculic acid	-	-	-	-	-	9.2±0.2	-	-	-	-
Naringin	-	-	-	-	-	-	5.6±0.1	3.2±0.1	7.1±0.3	1.5±0.1
Kaempferol	-	-	-	10.7±0.1	-	-	-	-	11.9±0.2	-
Veratric acid	-	-	1.7±0.1	97.9±0.4	1.1±0.1	3.5±0.6	-	1.3±0.1	-	2.6±0.1
Total	185.0±11.7	203.0±0.5	255.0±0.2	652.0±1.1	254.0±0.5	627.0±4.2	155.0±0.8	213.0±3.1	593.0±6.6	58.8±1.2

¹⁾Each value is the mean ($\mu\text{g g}^{-1}$) \pm standard deviation (n=3).

을 보였으나 CB04329-13이 가장 적은 함량을 보였다(Table 4). 페놀 물질 중 syringic acid, vanillic acid, p-coumaric acid, m-coumaric acid, quercetin, naringenin, hesperetin, formononetin 및 b-resorculic acid 등은 구기자 줄기에서는 검출되지 않았으며 (+)catechin은 Japan No.1이 231.0±0.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ 으로 가장 많은 함량을 보였으며 China collection No.12 와 CB03286-89 등은 검출되지 않았다. 또한 항산화 활성이 풍부한 myricetin의 경우 Japan No.1, China collection No.1, China collection No.12, CB03286-89 및 99797 유전자원에서 50~65 $\mu\text{g g}^{-1}$ 의 함량을 보였으나 나머지 구기자 유전자

원의 줄기에서는 검출되지 않았다.

적 요

본 연구는 우리나라에서 보존하고 있는 구기자(*Lycium chinensis* Miller) 유전자원 131점의 잎과 줄기를 에탄올로 추출한 후 페놀화합물의 함량을 측정하여 비교 분석하기 위하여 수행되었다.

구기자 잎의 페놀 함량은 8.8~14.9 mg g^{-1} 을 보였으며 11.6~13.5 mg g^{-1} 사이에는 약 60%의 유전자원이 분포되어

Table 4. Profiling of phenolic compounds in 10 accessions of Chinese matrimony vine stem.

Phenolic compound	Jindo jaerae	Geumsan jaerae	Japan No.1	China collection No.1	CL32-13 (Gugisoon1)	CB04329-13	Provinces jaerae5 (Wan-do)	China collection No.12	CB03286-89	99797
Gallic acid ¹⁾	-	-	12.7±0.1	-	-	-	-	-	-	-
Pyrogallol	-	-	41.9±3.0	47.5±1.9	-	26.3±4.9	-	-	-	6.3±1.4
Homogentisic acid	-	-	-	-	-	-	-	48.2±5.2	46.2±0.2	44.0±0.1
Protocatechuic acid	52.1±0.3	-	-	-	-	-	35.5±0.2	35.6±0.1	34.6±0.2	37.7±0.2
Chlorogenic acid	-	-	9.2±0.2	0.3±0.3	-	-	-	-	-	103.0±1.9
p-Hydroxybenzoic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+)Catechin	28.3±0.1	111.0±1.5	231.0±0.5	44.7±0.9	111.0±1.3	29.2±5.1	82.5±1.4	-	-	110.0±0.2
Vanillic acid	-	-	-	-	-	-	10.6±0.3	14.2±0.1	13.0±0.2	13.5±0.2
Syringic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caffeic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.4±0.1
Vanillin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Coumaric acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rutin	11.1±0.3	23.0±2.8	-	7.5±0.1	11.0±0.3	7.6±0.8	1.1±0.1	3.0±0.1	8.5±0.1	1.4±0.1
Ferulic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
m-Coumaric acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesperedin	17.6±1.2	21.0±0.1	21.0±0.2	26.3±0.1	24.8±0.6	15.3±2.1	-	-	9.1±0.3	-
o-Coumaric acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Myricetin	-	-	52.7±0.1	52.5±0.3	-	-	-	60.8±0.3	64.5±0.3	55.0±0.4
Resveratrol	-	-	-	-	-	-	-	87.0±0.2	-	12.0±0.1
Quercetin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
t-Cinnamic acid	-	-	-	-	-	-	9.3±0.1	-	9.0±0.1	8.9±0.1
Naringenin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hesperetin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formononetin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BiochaninA	-	-	-	-	2.0±0.1	-	1.2±0.1	1.2±0.1	-	0.9±0.1
b-Resorculic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Naringin	-	-	-	-	41.8±0.1	-	31.3±0.1	20.5±0.2	-	-
Kaempferol	13.1±0.1	-	14.2±0.1	19.1±0.1	20.0±0.1	12.3±0.3	-	14.8±0.1	19.5±0.1	17.8±0.1
Veratric acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	122.0±0.5	155.0±1.3	383.0±2.2	198.0±0.4	211.0±2.3	90.7±3.4	172.0±1.0	285.0±5.4	204.0±0.3	440.0±4.1

¹⁾Each value is the mean ($\mu\text{g g}^{-1}$) \pm standard deviation (n=3).

있었다. CB03286-89 유전자원은 총 페놀함량이 $14.9\pm 0.3 \text{ mg g}^{-1}$ 으로 가장 높은 반면 CBP03310-250은 $8.8\pm 0.2 \text{ mg g}^{-1}$ 으로 가장 낮은 함량을 보였다. 줄기에 대한 총 페놀함량은 $6.8\sim 12.4 \text{ mg g}^{-1}$ 의 함량 범위를 보이고 있으며 잎보다는 상대적으로 다소 낮은 것으로 나타났다.

구기자 잎의 페놀화합물 중 33가지 물질을 정량 분석한 결과 China collection No.1에서 가장 높게 나타났으며 99797 수집종에서 가장 낮게 나타났다. (+)catechin 함량은 CB03286-89에서 가장 많았다. Myricetin은 Geumsan jaerae, Japan No.1, China collection No.1, CL32-13, CB04329-13, China

collection No.12 그리고 CB03286-89 등에서 분석되었지만 나머지 구기자 유전자원의 잎에서는 검출되지 않았다.

줄기에 대한 페놀화합물은 잎에 비하여 상대적으로 함량이 적었으며 99797 수집종이 가장 많은 함량을 보였으나 CB04329-13에서는 가장 적은 함량을 보였다. (+)catechin 함량은 Japan No.1이 $231.0\pm 0.5 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 가장 높았으며, myricetin은 Japan No.1, China collection No.1, China collection No.12, CB03286-89 및 99797에서 분석되었지만 나머지 구기자 유전자원의 줄기에서는 검출되지 않았다.

사 사

이 논문은 2012년도 정부(교과부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20120002033).

인용문헌

- An, T. H., S. Y. Lee, and J. W. Cho. 2012. Comparison on antioxidant activity of ethanolic extracts of Chinese Matrimony Vine (*Lycium chinensis* M.). *Korean J. Crop Sci.* 57 : 22-29.
- Bais H. P., T. S. Walker, F. R. Stermitz, R. A. Hufbauer, and J. M. Vivanco. 2002. Enantiomeric-dependent phytotoxic and antimicrobial activity of (\pm)-catechin. A rhizosecreted racemic mixture from spotted knapweed. *Plant Physiol.* 128 (4) : 1173-1179.
- Chung, I. M. 2004. Analysis Methods of Phenol Compounds. *Korean J. Crop Sci.* 10 : 5-12.
- Cuvelier, M. E., H. Richahard, and C. Berset. 1998. Antioxidative activity of phenolic compositin of pilot plant and comercial extracts of sage and rosemary. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 73 : 645-652.
- Folin, O. and W. Denis. 1912. On phosphotungastic- phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12 : 239-249.
- Hertog, M., E. Feskens, and D. Kromhout. 1997. Antioxidant flavonols and coronary heart disease risk. *Lancet.* 349 : 699-705.
- Kim, D. K., D. M. Son, S. U. Chon, K. D. Lee, K. H. Kim, and Y. S. Rim. 2009. Phenolic compounds content and DPPH, ADH, ALDH activities of Mungbean sprout based on growth temperature. *Korean J. Crop Sci.* 54 : 1-6.
- Kumar, A., P. Pant, S. Basu, G. Rao, and H. D. Khanna. 2006. Oxidative stress in neonatal hyperbilirubinemia. *J. Tropical Pediatrics.* 53 : 95-102.
- Namiki, M. 1990. Critical reviews in Food Sci. Nutr. 29 : 273-300.
- Park, J. S. 2000. Agronomic characteristics and biological activities of new variety of Cheongyang Gugija. Ph. D. Thesis. Chungnam National Univ.
- Rural Development Administration (RDA). 2009. Studies on the commercialization of chinese matrimony vine. RDA Research & Development Report. *in Korean*