

구기자 품종과 교배종의 부위별 심혈관관련 질환 예방 기능성 및 항산화 활성비교

박원종* · 이봉춘** · 이주찬** · 이은나*** · 송정은*** · 이대형*** · 이종수***
*공주대학교 식품공학과, **충남농업기술원 구기자 시험장, ***배재대학교 생명유전공학과,

Cardiovascular Biofunctional Activity and Antioxidant Activity of Gugija (*Lycium chinensis* Mill) Species and Its Hybrids

Won Jong Park*, Bong Chun Lee**, Ju Chan Lee**, Eun Na Lee***, Jung Eun Song***
Dae Hyung Lee***, and Jong Soo Lee***

*Dept. of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan 340-802, Korea.

**Cheoungyang Gugija Research Station, Cheoungyang 345-872, Korea.

***Dept. of Life Science and Genetic Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea.

ABSTRACTS : To develop new high valuable Gugija (*Lycium chinensis*), biofunctionalities of Gugija standard species and its hybrids were investigated and compared with each water extracts and methanol extracts from Lycii Fructus, Lycii Folium and buds and Lycii Cortex Radicis. Among various biofunctionalities of Gugija standard species, antioxidant activity was showed the highest in methanol extracts from buds of Cheongwoon species (93%) and antihypertensive angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity was 84.1% in the water extracts from Lycii Cortex Radicis of Cheoungyang NO.7. Futhermore, methanol extracts from Lycii Cortex Radicis of Myungan A-2 hybrid showed 93.1% of antioxidant activity and 96.9% of ACE inhibitory activity was also showed in the methanol extracts from Lycii Fructus of DO148-72(A11) hybrid. However, fibrinolytic activity and anticholesteromia HMG-CoA reductase inhibitory activity were weak or not detected in almost of Gugija standard species and its hybrids. Therefore, we finally selected Cheongwoon Gugija standard species (buds) and Myungan A-2 hybrid (Lycii Cortex Radicis) as good antioxidant sources and also DO148-72 (A11) hybrid (Lycii Fructus) as excellent antihypertensive ACE inhibitor sources for manufacturing functional food product.

Key Wards : Gugija (*Lycium chinensis* Mill), cardiovascular biofunctional activity, antioxidant activity

서 언

구기자 나무 (*Lycium chinensis* Miller)는 가지과 (Solanaceae)에 속하는 낙엽덩굴성 관목으로 온대, 아열대 지역에 분포되어 있으며 우리나라를 비롯하여 중국 동북부, 대만, 일본 등지에서 재배 및 자생되고 있다. 꽃은 단생 또는 여러 개가 모여 피며 5개의 수술과 1개의 암술이 있고 개화기는 6~10월로 자주색이다. 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).

구기자 나무는 전초 (全草)가 약용으로 이용되고 있어 열매를 구기자 (Lycii Fructus), 잎을 구기엽 (Lycii Folium), 뿌리

껍질을 지골피 (Lycii Cortex)라고 하며 약효가 각각 달라서 다른 용도로 사용되고 있다 (Park, 2000). 구기자 (Lycii Fructus)는 자보약 (滋補藥)으로 쓰여 자양강장 (滋養強壯), 익정명목 (益精明目) 효능이 있어 간신음 (肝腎陰), 목현 (目眩), 소갈 (消渴), 유정 (遺精)을 치료하는데 쓰이며, 구기엽 (Lycii Folium)은 보허익정 (補虛益精), 소열 (消熱), 지갈 (止渴), 명목 (明目) 등의 효능이 있어 허노발열 (虛勞發熱), 번갈 (煩渴) 등의 병환치료 (病患治療)에 사용하고 있다. 지골피 (Lycii Cortex)는 청열 (淸熱), 양혈 (涼血), 퇴청증열 (退淸蒸熱)의 효능이 있어 조열 (潮熱)과 열혈 (熱血)에 의한 해천 (咳喘), 토혈 (吐血), 소갈 (消渴), 고혈압 (高血壓) 등의 치료에 쓰인다 (Park, 2000). 구기자의 성분으로 구기자 열매에는 carotenoid, cholin, meliscic acid, zeaxanthin, physalien (dipalmityl-

†Corresponding author: (Phone) +82-42-520-5388 (E-mail) biotech8@pcu.ac.kr

Received July 13, 2007 / Accepted August 31, 2007

zeaxanthin), betaine, β -sitosterol, vitamin B1과 불포화 지방산이 다량 함유되어있고 (Park *et al.*, 2002a), 구기엽에는 nicotianamine이 풍부하며 glutamic acid, proline, rutin, vitamin C 등이, 지골피에는 cinnamic acid, diterpene sugiol, steroid, β -sitosterol, 5 α -stigmastan-3,6-dione과 betaine, Vitamin B1과 Vitamin B2, kukoamine A 등이 함유되어 있다 (Noh, 1999). 또한 최근 기능성 물질로 관심이 점차 높아지고 있는 구기자 색소에 관한 연구로는 Park *et al* (1997)이 구기자에서 Carotenoid 색소를 추출, 분리하여 이화학적 성질을 보고하였고, Wang *et al* (2002)은 구기자 열매의 다당류가 정액운반 상피세포의 손상을 억제한다고 보고하였으며, Qin *et al* (2001)은 구기자에 함유되어 있는 arabinogalactan의 구조적 특성을 규명하였다. 또한 Funayama *et al* (1980)은 지골피의 kukoamine이 저혈압, 저혈당, 해열제로 효능이 있음을 보고하였고, Morita *et al* (1996)은 지골피에서 lyciumun A라는 물질의 특성을 규명하였다. 또한 Harashima & Yajima (1969)은 구기자 열매에서 순수한 zeaxanthine을 추출 분리하였고 Sannai *et al* (1983)은 건조 구기자에서 solavtinane등의 성분을 분리하였으며 윤등 (1979)은 구기자의 부탄을 추출물에서 몇 종의 flavonids를 확인 하였고 김등 (2005)도 불로 구기의 부위별 화학성분분석을 통하여 다양한 당과 유기산, 향기성분 등을 분리 동정한 바 있다.

그러나 새로운 구기자 품종 개발을 위한 구기자 품종별, 부위별 생리기능성의 비교연구는 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 새로운 고부가가치의 생리기능성 구기자품종을 개발하기 위하여 구기자 표준품종과 이들의 다양한 교배구기자 품종들을 구기자 순과 잎, 열매, 뿌리 (지골피)로 부위별로 구분하여 물 추출물과 메탄을 추출물을 제조한 후 그 추출물들을 이용하여 심혈관 질환예방 기능성과 노화억제 항산화 활성 등을 측정하여 비교 하였다.

재료 및 방법

1. 구기자 및 시약

구기자 순과 열매, 잎과 뿌리 (지골피)는 2006년 3월에 청양 구기자 시험장에서 재배하여 보관중인 청양재래, 명안, 불로, 청대, 장명, 청운, 청양 No.6와 No.7 등의 품종들과 이들의 교배종인 청양재래 B1, 명안 A2, 청대 A3, 불로 A4, 용하 A5~A15 등을 사용하였다.

생리기능성 측정용 시약으로 Hip-His-Leu과 rabbit lung acetone powder, fibrin, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 등은 Sigma (St, Louis, Mo, USA)을 사용하였고 HMG-CoA reductase는 Purue대학으로부터 분양받은 pKFT7-21 plasmid를 *E.coli* BL 21 (DE3)에 형질전환 시킨 후 배양하여 사용하였으며 그 밖의 시약은 분석용 특급을 사용하였다.

2. 추출물 제조

구기자 품종별, 구기순과 잎, 열매와 지골피 등을 동결건조하여 분말화한 후 다음과 같이 추출물을 제조하였다. 즉, 각각의 분말에 증류수 (1:40)를 가한 후 30°C에서 200 rpm으로 12시간 동안 진탕한 후 이 추출액을 15,000 × g로 10분간 원심 분리하여 상등액을 얻고 Whatman No. 2로 여과한 다음 동결 건조하여 물 추출 시료로 하였다.

또한 분말시료에 70%의 메탄올을 1:20의 비율로 첨가하여 30°C에서 200 rpm으로 12시간 동안 진탕한 후 15,000 × g로 10분간 원심 분리하여 상등액을 얻고 이를 Whatman No. 2로 여과 한 후 rotary evaporator로 유기용매를 제거한 다음 동결 건조하여 메탄올 추출 시료로 하였다. 이와 같이 추출한 시료를 HMG-CoA reductase 저해활성 측정에는 100 μ g을 사용하였고 여타의 생리 기능성 측정에는 1 mg을 사용하였다.

3. 생리기능성 측정

위에서와 같이 제조한 각각의 추출물들에 대하여 다음과 같이 생리 기능성을 3회 반복 측정한 후 통계분석하였다 (Park., 2000; Park *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 1997).

항고혈압성 안지오텐신전환효소 (Angiotensin I-converting enzyme; ACE) 저해활성은 Cushman & Cheung (1971)의 방법에 따라 시료액에 동일 용량의 ethyl acetate를 처리하여 얻은 추출액 50 μ L를 rabbit lung powder에서 추출한 ACE용액 150 μ L (약 2.8-3 Unit)와 기질 용액 (pH 8.3의 100 mM sodium borate 완충용액 2.5 mL에 300 mM NaCl과 25 mg Hip-His-Leu을 용해) 50 μ L와 섞은 후 37°C에서 30분간 반응시킨 다음 1 N HCl로 반응을 정지시켰다. 이 반응액에 유리되어 나오는 hippuric acid의 양을 228 nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였고 시료 무첨가구를 대조구로 하여 저해율을 구하였다 (Koo *et al.*, 2006).

혈전 용해 활성은 Fayek & El-Sayed (1980)의 방법에 따라 0.6% fibrin 용액 3 mL에 시료 500 μ L를 첨가하여 40°C에서 10분간 반응시킨 후 0.4 M TCA 용액 3 mL를 첨가하여 반응을 정지시키고 여과하였다. 이 여과액을 1 N Folin-ciocalteu 시약으로 발색시켜서 용출된 tyrosine의 양을 정량하였다. 이때 효소 1 단위는 조효소액 1 mL가 1분동안 tyrosine 1 μ g을 생산하는 활성으로 하였다.

전자 공여능은 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)의 환원력을 이용하는 Blois (1958)와 Lee *et al* (1997)의 방법으로 측정하였다. 시료 200 μ L에 DPPH 용액(DPPH 12.5 mg을 EtOH 100 mL에 용해) 800 μ L를 가한 후 10분간 반응시키고 525 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 무첨가 대조구와 활성을 비교하였다.

또한, 고지혈증 예방에 연관된 HMG-Co A reductase 저해 활성은 Kleinsek *et al* (1981a)을 사용하여 다음과 같이 측정

하였다. 증류수에 10 µg/µL로 녹인 각 시료 추출물 10 µL (control은 시료 대신 D.W 10 µL)에 0.5 µM 인산완충용액 (pH 7.0) 100 µL, 2 mM DTT 100 µL, 0.5 mM β-NADPH 100 µL, HMG-CoA reductase (Syrian hamster liver, 10 mg-protein/mL) 10 µL를 넣고 37°C에서 5분간 예열시킨 후 HMG-Co A를 넣고 3분간 반응시키면서 340 nm 에서 흡광도의 변화를 측정하였다. 이 값을 이용하여 다음과 같이 억제활성을 계산하였다. 또한 HMG -Co A 대신 증류수를 가한 blank 실험도 동시에 수행하였다.

HMG-CoA reductase inhibition(%) =

$$\left(1 - \frac{A_{340} \text{ of sample} - A_{340} \text{ of sample blank}}{A_{340} \text{ of control} - A_{340} \text{ of control blank}}\right) \times 100$$

결과 및 고찰

1. 구기자 표준품종들의 부위별 생리기능성

농촌진흥청 충남농업 기술원 구기자시험장에서 보관하고 있는 구기자 표준 품종들의 생리기능성을 조사한 결과 먼저 구기순 추출물들의 생리기능성으로 항산화활성은 청운 품종의 메탄올 추출물에서 93.0%로 가장 높았고 대체로 메탄올 추출물에서 89.1% 이상을 보여 물 추출물의 43.6%~63.5%보다 높았다 (Table 1). 항고혈압 활성을 나타내는 안지오텐신전환

효소 (ACE) 저해활성은 명안 구기순의 물 추출물에서 79.1%로 가장 높았고 메탄올 추출물에서는 볼로 구기순이 31.4%로 높았으나 대체로 물 추출물보다 낮았다. 지금까지 알려진 ACE저해활성 물질들은 크게 경쟁적 저해를 하는 펩타이드 (Koo *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2004)와 casein 가수분해물, 어육단백질 가수분해물, 대두 가수분해물들이 알려져 있고 비경쟁적 저해를 보이는 것으로는 차성분의 유기용매 추출물과 꿀꺽질의 열수 추출물 및 플라보노이드성 물질들이 알려져 있는데 (Choi, 1996) 본 실험에 사용한 구기순에는 카로티노이드와 플라보노이드 등의 색소물질이 많이 함유되어 있고 (Park *et al.*, 1997) 따라서 이들이 비경쟁적으로 ACE 저해에 관여하는 것으로 추정되어 현재 후속 실험을 진행하고 있다. 그러나 혈전용해 활성과 HMG-CoA reductase저해 활성은 없거나 10% 미만의 낮은 활성을 보였다.

구기자 잎의 생리기능성으로 먼저 항산화 활성은 볼로 구기자 잎과 청양 7호 구기자 잎의 메탄올 추출물에서 89.2% 활성을 보여 가장 우수하였고, 물 추출물에서는 장명 구기자 잎이 45%로 가장 높았다. 항고혈압성 ACE 저해 활성은 청대와 청양 7호 구기자 잎들의 물 추출물에서 모두 75.9%로 가장 우수하였고 메탄올 추출물에서는 40% 이하의 낮은 활성을 보였다. 그 밖의 혈전 용해 활성과 HMG-CoA reductase저해 활성은 모든 시료에서 구기순과 유사하게 미약하거나 없었다. 또한 구기자 표준품종들의 순과 잎의 생리기능성을 비교하였

Table 1. Biofunctional activity in buds and Lycii Folium of various Gugija (*Lycii chinensis*) standard species.

		Antioxidant activity (%)		Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity (%)		Fibrinolytic activity [†]	HMG-CoA reductase inhibitory activity (%)	
		D.W. extract	MeOH extract	D.W. extract	MeOH extract	D.W. extract	D.W. extract	MeOH extract
<i>Lycii chinensis</i> buds	Cheongyang jaerae	43.6 ± 0.01	89.8 ± 0.02	70.9 ± 0.02	20.1 ± 0.06	+	4.7 ± 0.01	1.7 ± 0.01
	Myungan	45.7 ± 0.03	89.5 ± 0.03	79.1 ± 0.01	29.5 ± 0.01	n.d ^{††}	2.9 ± 0.03	n.d
	Bulro	51.0 ± 0.02	91.6 ± 0.01	74.7 ± 0.03	31.4 ± 0.05	n.d	2.9 ± 0.05	n.d
	Cheongdae	55.3 ± 0.02	89.3 ± 0.02	73.0 ± 0.01	14.5 ± 0.03	n.d	2.5 ± 0.01	n.d
	Jangmyung	58.7 ± 0.05	89.1 ± 0.01	66.8 ± 0.03	12.3 ± 0.01	n.d	13.7 ± 0.02	n.d
	Cheongwoon	60.3 ± 0.03	93.0 ± 0.05	74.6 ± 0.02	28.1 ± 0.04	n.d	2.5 ± 0.01	n.d
	Cheongyang NO.6	63.5 ± 0.01	91.2 ± 0.03	71.5 ± 0.02	16.6 ± 0.01	n.d	11.5 ± 0.02	n.d
	Cheongyang NO.7	62.9 ± 0.02	89.9 ± 0.02	71.4 ± 0.05	18.3 ± 0.02	+	2.5 ± 0.02	n.d
<i>Lycii</i> Folium	Cheongyang jaerae	32.6 ± 0.02	86.1 ± 0.01	69.8 ± 0.02	39.8 ± 0.01	n.d	5.3 ± 0.01	n.d
	Myungan	29.2 ± 0.01	86.6 ± 0.04	70.0 ± 0.03	14.5 ± 0.03	n.d	2.1 ± 0.03	n.d
	Bulro	31.5 ± 0.05	89.2 ± 0.01	72.8 ± 0.02	39.2 ± 0.01	n.d	1.8 ± 0.01	n.d
	Cheongdae	36.3 ± 0.02	87.0 ± 0.02	75.9 ± 0.04	42.7 ± 0.02	n.d	5.0 ± 0.02	n.d
	Jangmyung	45.0 ± 0.02	87.1 ± 0.01	67.5 ± 0.03	30.9 ± 0.02	n.d	7.8 ± 0.04	n.d
	Cheongwoon	28.6 ± 0.01	83.7 ± 0.03	72.9 ± 0.05	37.2 ± 0.05	+	5.3 ± 0.05	n.d
	Cheongyang NO.6	37.3 ± 0.04	87.0 ± 0.03	69.2 ± 0.02	34.5 ± 0.01	n.d	n.d	n.d
	Cheongyang NO.7	42.8 ± 0.01	89.2 ± 0.02	75.9 ± 0.05	35.2 ± 0.03	n.d	8.5 ± 0.03	n.d

[†] Fibrinolytic activity; control, D.W. : 1 mm., + > 1 mm., ++, > 3 mm

^{††} n.d : not detected.

* Data represents the mean values ±SE of three independent experiments.

Table 2. Biofunctional activity in *Lycii Fructus* and *Lycii Cortex Radicis* of various *Gugija* (*Lycii chinensis*) standard species.

		Antioxidant activity (%)		Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity (%)		Fibrinolytic activity [†]	HMG-CoA reductase inhibitory activity (%)	
		D.W. extract	MeOH extract	D.W. extract	MeOH extract	D.W. extract	D.W. extract	MeOH extract
Lycii Fructus	Cheongyang jaerae	38.5 ± 0.02	28.7 ± 0.01	77.0 ± 0.02	66.0 ± 0.04	n.d ^{††}	n.d	n.d
	Myungan	23.4 ± 0.03	25.6 ± 0.02	81.8 ± 0.01	80.7 ± 0.01	n.d	n.d	3.5 ± 0.01
	Bulro	20.3 ± 0.01	24.2 ± 0.05	77.8 ± 0.04	68.2 ± 0.03	n.d	1.9 ± 0.05	6.2 ± 0.03
	Cheongdae	25.1 ± 0.01	25.0 ± 0.05	83.6 ± 0.05	74.2 ± 0.01	n.d	n.d	n.d
	Jangmyung	22.1 ± 0.02	24.8 ± 0.01	76.2 ± 0.05	74.9 ± 0.02	n.d	n.d	n.d
	Cheongwoon	28.4 ± 0.02	35.2 ± 0.02	77.7 ± 0.01	76.4 ± 0.03	n.d	n.d	n.d
	Cheongyang NO.6	20.9 ± 0.05	25.7 ± 0.01	74.7 ± 0.01	72.7 ± 0.01	n.d	n.d	n.d
	Cheongyang NO.7	33.3 ± 0.01	39.0 ± 0.01	69.7 ± 0.04	67.9 ± 0.02	n.d	n.d	n.d
Lycii Cortex Radicis	Cheongyang jaerae	15.0 ± 0.02	84.7 ± 0.03	69.8 ± 0.01	61.5 ± 0.01	n.d	n.d	n.d
	Myungan	26.9 ± 0.01	88.2 ± 0.04	65.2 ± 0.04	42.5 ± 0.01	n.d	n.d	n.d
	Bulro	12.4 ± 0.03	86.3 ± 0.01	79.5 ± 0.01	57.8 ± 0.03	n.d	2.9 ± 0.02	n.d
	Cheongdae	23.5 ± 0.04	87.5 ± 0.01	73.7 ± 0.03	51.1 ± 0.01	n.d	n.d	n.d
	Jangmyung	28.1 ± 0.01	88.2 ± 0.05	78.2 ± 0.03	54.6 ± 0.05	+*	n.d	1.3 ± 0.01
	Cheongwoon	33.2 ± 0.05	85.0 ± 0.01	77.1 ± 0.03	46.6 ± 0.05	n.d	n.d	n.d
	Cheongyang NO.6	28.7 ± 0.02	88.1 ± 0.03	78.2 ± 0.01	53.7 ± 0.01	n.d	n.d	9.1 ± 0.05
	Cheongyang NO.7	24.5 ± 0.02	84.9 ± 0.01	84.1 ± 0.02	42.0 ± 0.03	n.d	3.2 ± 0.04	n.d

[†] Fibrinolytic activity; control, D.W. : 1 mm., +, > 1 mm., ++, > 3 mm

^{††} n.d : not detected.

* Data represents the mean values ± SE of three independent experiments.

을때 항산화 활성은 구기자순의 추출물들이 잎의 추출물보다 대체로 2%~8% 높았고 항고혈압성 ACE 저해활성은 물 추출물에서는 비슷하였으나 메탄올 추출물의 경우는 구기자 잎 추출물들이 2%~10% 높았다. 여타의 기능성은 큰 차이가 없이 대체로 없거나 미약하였다.

구기자 표준품종들의 열매의 생리기능성으로 항산화 활성은 대체로 40% 미만의 낮은 활성을 보였고 ACE 저해 활성은 청대 품종의 물추출물에서 83.6%의 높은 활성을 보였다 (Table 2). 그러나 혈전용해활성과 HMG-CoA reductase 저해 활성은 모두 활성을 보이지 않았다.

구기자 표준품종들의 지골피의 경우, 항산화 활성은 장명 품종의 메탄올 추출물에서 88.2%로 제일 높았고, 항고혈압성 ACE저해활성은 청양 7호의 물 추출물에서 84.1%로 제일 높았으나 혈전 용해 활성과 HMG-CoA reductase저해활성은 열매와 같이 없거나 매우 미약하였다. 구기자 표준품종들의 열매와 지골피의 생리기능성을 비교하였을 때 항산화 활성의 경우 물 추출물에서는 열매와 지골피 추출물 간에 큰 차이없이 12%~38%로 대체로 낮았으나 메탄올 추출물의 경우 구기자 열매에서는 24.2%~39%를 보인 반면 지골피 추출물들은 84.7%~88.2%를 보여 열매 추출물 보다 49%~60% 더 높았다. 또한, 항고혈압 활성은 열매와 지골피 간에 큰 차이가 없이 물 추출물에서 70% 이상을 보였다. 따라서 지금까지 열매에 비하여 거의 이용되지 못하고 있는 지골피의 이러한 우수

한 기능성은 앞으로 고부가가치의 구기자 가공 소재로서 크게 활용될 것으로 기대되어 현재 이들 생리기능성 물질의 특성 규명 연구를 진행하고 있다. 한편, Lee et al (2004)은 구기자의 물 추출물에 함유되어 있는 ACE 저해물질이 862 dalton 임을 밝혔고 김등 (1994)도 구기자 열매가 지골피나 구기엽보다도 정상 흰쥐의 혈압 상승을 억제하는 효과가 양호함을 보고 하였다.

이상의 구기자 표준 품종들의 생리기능성을 종합하였을 때 항산화 활성은 청은 품종의 구기순 메탄올 추출물이 93%로 제일 높았고 항 고혈압성 ACE저해 활성은 청양 7호 지골피의 물 추출물에서 84.1%로 제일 높았다. 그러나 혈전 용해 활성과 HMG-CoA reductase저해 활성등은 품종과 부위에 관계없이 없거나 매우 낮았다.

2. 구기자 교배 품종들의 부위별 생리기능성

충남농업기술원 구기자시험장에서 교배육종시킨 구기자 품종들의 부위별 생리 기능성을 조사한 결과는 Table 3, 4, 5와 같다.

먼저 구기자 잎의 경우, 항산화 활성은 BO148-43 (A8) 교배종의 메탄올 추출물이 88.6%의 가장 높은 활성을 보였고, 대체로 메탄올 추출물들이 물 추출물들보다 약 2배 이상의 (80% 이상) 비교적 높은 활성을 나타내었다. 또한 ACE 저해 활성은 YO148-24 (A15)교배종의 물 추출물과 BO148-43

구기자 품종의 각 부위별 생리활성비교

Table 3. Biofunctional activity in *Lycii Folium* of various *Gugija (Lycii chinensis)* hybrids.

	Antioxidant activity (%)		Angiotensin I-converting enzyme inhibitory Activity (%)		Fibrinolytic activity [†]	HMG-CoA reductase inhibitory activity (%)	
	D,W extract	MeOH extract	D,W extract	MeOH extract	D,W extract	D,W extract	MeOH extract
Cheongyang jaerae-B1	54.3 ± 0.03	79.1 ± 0.04	59.2 ± 0.01	51.4 ± 0.05	n.d ^{††}	12.6 ± 0.01	12.9 ± 0.01
Myongan-A2	32.9 ± 0.03	82.5 ± 0.05	55.7 ± 0.05	59.6 ± 0.04	n.d	n.d	11.9 ± 0.03
Cheongdae-A3	42.3 ± 0.03	83.9 ± 0.04	32.3 ± 0.03	55.1 ± 0.04	n.d	7.7 ± 0.05	n.d
Bulro-A4	56.0 ± 0.05	84.5 ± 0.03	38.7 ± 0.04	63.6 ± 0.04	n.d	7.1 ± 0.01	10.3 ± 0.01
Youngha-A5	42.5 ± 0.01	82.6 ± 0.03	41.0 ± 0.04	53.5 ± 0.03	n.d	9.7 ± 0.01	n.d
99148-10(A6)	38.8 ± 0.01	82.7 ± 0.02	52.0 ± 0.02	46.4 ± 0.05	n.d	17.9 ± 0.04	20 ± 0.01
99412-1(A7)	44.3 ± 0.03	81.8 ± 0.01	60.1 ± 0.02	55.7 ± 0.01	n.d	14.9 ± 0.01	20.7 ± 0.02
B0148-43(A8)	50.6 ± 0.04	88.6 ± 0.01	30.0 ± 0.01	67.5 ± 0.01	n.d	7.7 ± 0.03	7.4 ± 0.01
D0148-78(A9)	52.1 ± 0.04	83.7 ± 0.03	10.3 ± 0.01	62.9 ± 0.02	n.d	16.9 ± 0.01	0.7 ± 0.04
D0148-62(A10)	42.7 ± 0.02	81.8 ± 0.03	23.9 ± 0.03	61.9 ± 0.03	n.d	14.9 ± 0.02	19.3 ± 0.01
D0148-72(A11)	31.6 ± 0.01	84.9 ± 0.05	58.8 ± 0.05	57.4 ± 0.01	n.d	n.d	4.8 ± 0.03
C0148-94(A12)	28.6 ± 0.01	81.7 ± 0.05	57.4 ± 0.05	44.4 ± 0.04	n.d	3.9 ± 0.05	5.6 ± 0.03
C0148-120(A13)	44.6 ± 0.05	84.8 ± 0.04	58.5 ± 0.02	49.0 ± 0.02	n.d	3.4 ± 0.01	21.7 ± 0.03
Y0148-2(A14)	40.1 ± 0.05	81.4 ± 0.06	49.8 ± 0.02	48.1 ± 0.05	n.d	3.4 ± 0.02	23.3 ± 0.01
Y0148-24(A15)	41.2 ± 0.01	83.8 ± 0.03	68.3 ± 0.05	49.9 ± 0.01	n.d	7.3 ± 0.04	21.7 ± 0.02

[†] Fibrinolytic activity; control, D.W. : 1 mm, +, > 1 mm., ++, > 3 mm

^{††} n.d : not detected.

* Data represents the mean values ±SE of three independent experiments.

Table 4. Biofunctional activity in *Lycii Fructus* of various *Gugija (Lycii chinensis)* hybrids.

	Antioxidant activity (%)		Angiotensin I-converting enzyme inhibitory Activity (%)		Fibrinolytic activity [†]	HMG-CoA reductase inhibitory activity (%)	
	D,W extract	MeOH extract	D,W extract	MeOH extract	D,W extract	D,W extract	MeOH extract
Cheongyang jaerae-A1	19.0 ± 0.04	12.7 ± 0.03	58.2 ± 0.02	91.3 ± 0.01	+	9.0 ± 0.02	n.d ^{††}
Myongan-A2	33.4 ± 0.03	16.4 ± 0.03	75.3 ± 0.02	93.3 ± 0.02	+	8.5 ± 0.01	n.d
Cheongdae-A3	28.6 ± 0.01	17.0 ± 0.03	78.3 ± 0.01	94.1 ± 0.02	+	13.5 ± 0.04	n.d
Bulro-A4	23.0 ± 0.01	12.5 ± 0.01	70.3 ± 0.03	94.2 ± 0.01	+	15.5 ± 0.05	11.0 ± 0.03
Youngha-A5	17.8 ± 0.01	24.9 ± 0.01	70.5 ± 0.01	80.0 ± 0.03	+	6.5 ± 0.01	n.d
99148-10(A6)	9.5 ± 0.01	14.1 ± 0.04	74.8 ± 0.01	95.7 ± 0.01	+	11.0 ± 0.01	n.d
99412-1(A7)	21.1 ± 0.03	13.9 ± 0.01	71.6 ± 0.04	93.5 ± 0.04	+	15.5 ± 0.02	4.5 ± 0.02
B0148-43(A8)	19.3 ± 0.03	12.6 ± 0.02	62.6 ± 0.01	93.3 ± 0.01	+	21.5 ± 0.02	n.d
D0148-78(A9)	21.2 ± 0.05	16.4 ± 0.01	64.2 ± 0.04	94.7 ± 0.05	+	16.5 ± 0.01	5.2 ± 0.01
D0148-62(A10)	27.0 ± 0.01	16.6 ± 0.03	76.7 ± 0.05	95.7 ± 0.01	+	4.9 ± 0.04	19.4 ± 0.05
D0148-72(A11)	22.9 ± 0.01	14.9 ± 0.01	82.8 ± 0.01	96.9 ± 0.01	+	11.1 ± 0.01	14.9 ± 0.05
C0148-94(A12)	28.5 ± 0.02	12.0 ± 0.01	76.2 ± 0.03	94.8 ± 0.02	+	2.6 ± 0.03	20.1 ± 0.05
C0148-120(A13)	22.0 ± 0.02	13.2 ± 0.03	72.3 ± 0.03	91.0 ± 0.01	+	3.9 ± 0.01	12.9 ± 0.03
Y0148-2(A14)	26.5 ± 0.01	26.5 ± 0.04	60.3 ± 0.01	87.3 ± 0.03	n.d	5.9 ± 0.02	n.d
Y0148-24(A15)	22.9 ± 0.05	12.6 ± 0.02	68.7 ± 0.02	87.2 ± 0.03	n.d	0.6 ± 0.01	n.d

[†] Fibrinolytic activity; control, D.W. : 1 mm., +, > 1 mm., ++, > 3 mm

^{††} n.d : not detected.

* Data represents the mean values ±SE of three independent experiments.

(A8)의 메탄올 추출물이 각각 68.3%와 67.5%로 비교적 높은 항고혈압활성을 보였다. 그러나 혈전용해 활성과 HMG-CoA reductase저해 활성은 Table 1의 표준 구기자 품종들에서와 같

이 활성이 낮거나 없었다.

구기자 열매의 경우, 항산화 활성은 구기자 잎보다 훨씬 낮은 9.5%~33.0%를 보였고 교배종 간에 큰 차이가 없었다.

Table 5. Biofunctional activity in Lycii Cortex Radicis of various Cugija (*Lycii chinensis*) hybrids.

	Antioxidant activity (%)		Angiotensin I-converting enzyme inhibitory Activity (%)		Fibrinolytic activity [†]	HMG-CoA reductase inhibitory activity (%)	
	D,W extract	MeOH extract	D,W extract	MeOH extract	D,W extract	D,W extract	MeOH extract
Cheongyang jaerae-A1	8.4 ± 0.02	91.4 ± 0.02	65.9 ± 0.02	62.6 ± 0.01	n.d ^{†††}	n.d	n.d
Myongan-A2	20.8 ± 0.02	93.1 ± 0.03	58.7 ± 0.01	46.2 ± 0.04	n.d	n.d	n.d
Cheongdae-A3	24.4 ± 0.03	90.9 ± 0.03	67.1 ± 0.01	63.2 ± 0.02	n.d	n.d	n.d
Bulro-A4	14.3 ± 0.02	88.9 ± 0.02	65.8 ± 0.02	74.6 ± 0.03	n.d	n.d	n.d
Youngha-A5	28.5 ± 0.05	92.4 ± 0.04	58.8 ± 0.04	47.4 ± 0.04	n.d	n.d	n.d
99148-10(A6)	8.3 ± 0.02	89.8 ± 0.04	59.4 ± 0.02	55.9 ± 0.02	n.d	n.d	n.d
99412-1(A7)	7.4 ± 0.02	90.9 ± 0.05	64.4 ± 0.05	70.0 ± 0.04	n.d	n.d	n.d
B0148-43(A8)	14.7 ± 0.03	90.9 ± 0.02	75.4 ± 0.02	74.6 ± 0.05	n.d	n.d	n.d
D0148-78(A9)	16.4 ± 0.02	91.4 ± 0.02	82.2 ± 0.01	76.0 ± 0.02	n.d	n.d	n.d
D0148-62(A10)	27.2 ± 0.01	91.9 ± 0.01	64.3 ± 0.02	45.3 ± 0.04	n.d	n.d	n.d
D0148-72(A11)	13.7 ± 0.02	91.5 ± 0.03	65.2 ± 0.05	64.6 ± 0.03	n.d	n.d	n.d
C0148-94(A12)	15.4 ± 0.05	91.5 ± 0.02	69.2 ± 0.04	65.5 ± 0.04	n.d	n.d	n.d
C0148-120(A13)	14.6 ± 0.04	92.3 ± 0.04	57.7 ± 0.05	77.5 ± 0.02	n.d	n.d	n.d
Y0148-2(A14)	35.2 ± 0.02	89.9 ± 0.02	62.0 ± 0.02	48.9 ± 0.03	n.d	n.d	n.d
Y0148-24(A15)	21.9 ± 0.05	91.7 ± 0.03	59.8 ± 0.02	28.2 ± 0.02	n.d	n.d	n.d

[†] Fibrinolytic activity; control, D.W. : 1 mm., +, > 1 mm., ++, > 3 mm

^{††} n.d : not detected.

* Data represents the mean values ± SE of three independent experiments.

그러나 ACE저해 활성은 교배종의 구기자 잎이나 표준 구기자 품종들보다 대부분 90%이상의 높은 항고혈압 활성을 보였고 특히 DO148-72 (A11) 교배종의 메탄올 추출물이 96.9%의 가장 높은 활성을 보였다. 따라서 DO148-72 (A11) 교배종은 앞으로 항고혈압 제제나 기능성 제품개발에 매우 중요하게 응용될 것으로 사료된다. 또한 대부분의 교배종 구기자 열매의 물 추출물에서 혈전 용해 활성이 미약하게나마 있었고, HMG-CoA reductase저해 활성은 B0148-43 (A8) 교배종에서 21.5%을 보였을 뿐 대체로 미약하였다.

교배종 구기자 뿌리 (지골피) 추출물의 경우, 항산화 활성은 메탄올 추출물에서 교배종 간에 큰 차이 없이 90% 내외를 보였고 항 고혈압 활성은 DO148-78 (A9) 교배종의 물 추출물에서 82.2%로 제일 높았다. 그러나 혈전 용해 활성과 HMG-CoA reductase저해 활성은 모두 없었다. 위와 같은 구기자 교배종의 생리기능성의 결과들을 요약해보면 항산화 활성은 교배종의 뿌리 (지골피) 추출물에서 대체로 높았고 특히 명안-A2의 메탄올 추출물이 93.1%로 가장 높았다. 항고혈압성 ACE저해 활성은 구기자 열매의 메탄올 추출물에서 높았으며 특히 DO148-72 (A11) 교배종의 메탄올 추출물이 96.9%로 가장 높았고 혈전용해 활성과 HMG-CoA reductase저해 활성은 대체로 미약하거나 없었다.

이상의 구기자 표준품종과 교배종과의 생리기능성을 종합하여 비교하였을 때 구기자 잎의 경우 항산화 활성은 비슷하였으나 ACE 저해활성은 표준품종의 잎 추출물이 교배종의 잎

추출물보다 10% 이상 높았다. 열매의 경우 대체로 표준품종과 교배종간에 큰 차이를 보이지 않았고 지골피의 경우 교배종의 항산화 활성이 표준품종들 보다 약 5% 높았으나 ACE저해활성은 오히려 표준품종에서 약 7%~8% 정도 더 높았다.

이상과 같이 구기자 표준품종과 교배종의 부위별 생리기능성이 매우 다양하고 특히 노화억제에 관련된 항산화 활성과 심혈관 질환예방 (치료)에 관련된 항고혈압성 ACE 저해활성이 우수하였다. 따라서 최종 선발된 기능성 우수 구기자 품종들을 이용하여 구기자 기능성 물질들의 특성과 동물실험을 통한 기능성 발현 기작 규명 등의 추가의 연구가 필요하며 궁극적으로 이들을 이용한 고부가가치의 기능성 제품개발과 산업화가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

적 요

새로운 고부가가치의 구기자 품종을 개발하기 위하여 구기자 표준 품종들과 이들의 교배종들의 순과 잎, 열매와 뿌리 등의 물 추출물과 메탄올 추출물을 제조한 후 심혈관 질환 예방 생리기능성과 노화억제 항산화 활성을 조사하여 비교하였다. 구기자 표준품종들의 생리기능성 가운데, 항산화 활성은 청운 품종의 구기순의 메탄올 추출물이 93%로 가장 높았고 항고혈압성 안지오텐신 전환효소 저해활성은 청양7호의 지골피의 물 추출물에서 84.1%로 제일 높았다. 구기자 교배종의 생리 기능성중 항산화 활성은 명안A-2의 지골피의 메탄올 추출물이

93.1%로 제일 높았고 ACE저해활성은 DO148-72 (A11) 교배종 열매의 메탄올 추출물이 96.9%로 제일 높았다. 그러나 혈전용해활성과 HMG-CoA reductase 저해활성은 표준품종과 교배종 모두에서 대체로 미약하거나 없었다. 이상의 결과를 종합하였을 때 청운 표준품종의 구기순과 명안A-2 교배종의 지골피가 우수한 항산화 자원으로, DO148-72 (A11)교배종의 구기열매가 훌륭한 항고혈압성 ACE저해제 자원으로 각각 기능성 제품생산에 유용하게 활용될것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 충남농업기술원 구기자특화사업단의 지원으로 수행된 연구결과의 일부임.

LITERATURE CITED

Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature*. 181:1199-1200.
Choi HS (1996) Studies on extracts from *Grifola frondosa* as an angiotensin converting enzyme inhibitor. MS Thesis. Hanyang Univ. Seoul. Korea.
Cushman DW, Cheung HS (1971) Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.* 20:1637-1648.
Funayama S, Yoshida K, Konno C, Hikino H (1980) Structure of kuko- amine A, a hypotensive principle of *Lycium chinense* root bark1. *Tetrahedron Lett.* 21:1355-1356.
Fayek KI, El-Sayed ST (1980) Purification and properties of fibrinolytic enzyme from *Bacillus subtilis*. *Z. Allg. Mikrobiol.* 20:375-382.
Harashima Y, Yajima Y (1969) Preparation of zeaxanthin from berries of Boxthron, *Lycium chinensis*. *Agric. Biol. Chem.* 33:1092-1094.
Kim EH, Kim HW, Lee JC, Lee CH, Koh KH (2005) Analysis of chemical composition of *Bulro gugi(Lycium chinense* Mill) fruit, leaf, and root. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37:154-163.
Kim JH, Lee DH, Jeong SC, Chung KS, Lee JS (2004). Characterization of antihypertensive angiotensin I-con-verting enzyme inhibitor from *S. cerevisiae*. *J. Microbiol. Biotechnol.* 14:1318-1323.

Kim NJ, Youn WG, Hong ND (1994) Pharmacological effects of *Lycium chinensis*. *Korean. J. Pharmacogn.* 25:264-271.
Kleinsek DA, Dugan RE, Baker TA, Porter JW (1981) 2-hydroxy-2 methylglutaryl coenzyme A reductase from rat liver. *Meth. Enzymol.* 71:462-479.
Koo KC, Lee DH, Kim JH, Yu HE, Park JS, Lee JS (2006) Production and characterization of antihypertensive angiotensin I-converting enzyme inhibitor from *Pholiota adiposa*. *J. Microbiol. Biotechnol.* 16:757-763.
Lee JS, Yi SH, Kwon SJ, Ahn C, Yoo JY (1997) Enzymatic activities and physiological functionality of yeasts from traditional Meju. *Korean. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 25:448-452.
Lee SH, Song KB (2004) Isolation of an angiotensin converting enzyme inhibitory substance from *Lycium chinense* Mill. *J. Food Sci. Nutr.* 9:95-97.
Morita H, Yoshida N, Takeya K, Itokawa H, Shiota O (1996) Configurational and conformational analyses of a cyclic octapeptide, Lyciumin A, from *Lycium chinense* Mill. *Tetrahedron Lett.* 2:2795-2802.
Noh TH (1999) Composition and effectiveness of Gugija. Cheongyang Gugija Experiment Station, Chungnam Agricultural Technology Research Institute of Korea. p. 7-14.
Park JS (2000) Agronomic characteristics and biological activities of new variety of Chungyang Gugija. Ph. D. Thesis. Chungnam Natl. Univ. Daejeon. Korea.
Park WJ, Park JI, Kim GS, Bock JY (1997) Studies on the separation and purification of carotenoid in Gugija(*Lycii chinensis* Mill). *Kongju University Reserch.* 5:223-235.
Park YJ, Kim MH, Bae SJ (2002) Enhancement of anticarcinogenic effect by combination of *Lycii fructus* with Vitamin C. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31:143-148.
Qin X, Yamauchi R, Aizawa K, Inakuma T, Kato K (2001) Structural features of arabinogalactan-proteins from the fruit of *Lycium chinensis* Mill. *Carbohydr. Res.* 333:1326-1330.
Sannai A, Fujimori T, Kato K (1983) Neutral volatile components of "Kuko shi" (*Lycium chinensis* M.). *Agric. Biol. Chem.* 47:2397-2399.
Wang Y, Zhao H, Sheng X, Gambino PE, Costello B, Bojanowski K (2002) Protective effect of *Fructus Lycii* polysaccharides against time and hyperthermia-induced damage in cultured seminiferous epithelium. *J. Ethnopharmacol.* 82:169-175.
윤혜숙, 지정준, 우원식 (1979) 한국생약용식물 Flavonid검색. 서울대학교 생약연구소 업적집 18:9-11.