

구기자 잎 생산에 알맞은 품종, 예취시기 및 생리활성 평가

주정일^{1*}, 백승우², 윤덕상², 박영춘², 이보희², 손승완²

¹충남농업기술원 구기자연구소 연구관, ²연구사

Variety, Cutting Date and Physiological Functionality for Production of Leaves in Goji Berry (*Lycium chinense* Mill.)

Jung-Il Ju^{1*}, Seung-Woo Paik², Tug-Sang Yun², Young-Chun Park²,
Bo-Hee Lee² and Seung Wan Son²

¹Senior Researcher and ²Researcher, Goji Berry Research Institute, Chungnam-Do ARES, Cheongyang 33319, Korea

Abstract - Goji berry (*Lycium chinense* Mill.) is one of medicinal plants. Its leaves has been used to manufacture the functional foods by replacing the dried-fruit because of low production costs. In order to produce the leaves of uniform quality, continuous selection and the establishment of cultivation techniques were required. Among the eleven recommended cultivars, 'Myeonggan' showed high yielding and rapid regeneration after cutting. The dried-leaf yield was linearly increased from 106 kg/10a on May 16 to 287 kg/10a on June 20. An appropriate cutting date and cutting length (about 60-70 cm) was important factors for its efficient regeneration. The late cutting times were not suitable due to difficulties during plant harvesting because of stem rigidity and thorn generation. The betaine content of leaves ranged from 1.43 ~ 2.63% and significantly affected by the varieties and the cutting dates. The main physiological functionality of leaf was Angiotensin-1-converting enzyme (ACE) inhibitory activity, representing the anti-hypertensive. The other physiological functionalities, XOD inhibitory activity, antioxidant activity, tyrosinase inhibitory activity, SOD-like activity, α -glucosidase inhibitory activity and fibrinolytic activity, were not detected or less than 20%.

Key words - Cutting date, Goji berry, Leaf production, *Lycium chinense*

서 언

구기자나무(*Lycium chinense* Mill.)는 낙엽성 넓은 잎의 떨기나무로 한국, 중국, 일본, 대만 등에 자생하거나 재배되고 있는 약용작물이다. 우리나라에서는 북한에서부터 제주도까지 전국적으로 자생하고 있고, 충남 청양군과 전남 진도군에서 주로 재배되고 있다. 2018년 재배면적(MAFRA, 2019)은 95 ha, 생산량은 324 톤이고 충남이 전국 재배면적의 67%를 차지하고 있다.

구기자나무를 이용 부위별로 보면 성숙한 열매를 구기자(*Lycii fructus*), 뿌리의 껍질을 지골피(*Lycci cortex*), 잎은 구기엽(*Lycii folium*)이라 부르고, 한방에서는 부위별로 각각의 효능을 달리하여 사용하고 있다. 이중 구기자 잎은 기능성 가공

제품을 제조하기 위하여 수매되고 있는데, 생산비가 상대적으로 저렴하여 열매의 대체제로서 30%까지 이용되고 있는 것으로 조사되고 있다(Paik *et al.*, 2020). 또한 구기자 잎 가루 또는 추출물을 이용하여 떡, 찌빵, 한과, 녹두묵, 요구르트(Bae *et al.*, 2004; Cho *et al.*, 2003), 막걸리(Kim *et al.*, 2013) 등을 제조하거나 항비만 효과를 이용한 건강기능성 제품(Jung *et al.*, 2011), 미백활성을 이용한 화장품의 기능성 소재(Kim *et al.*, 2011)로 이용이 가능한 것으로 보고되고 있다.

구기자의 지표성분인 베타인은 choline의 산화대사산물로서 간에서 homocysteine에서 methionine의 합성에 관여하는데, 항동맥경화(anti-atherosclerosis), 항골다공증(anti-osteoporosis), 간 손상에 대응한 보호효과 등 다양한 생리기능이 있는 천연 아미노산의 일종이다(Zhao *et al.*, 2013). 또한 베타인은 면역기능 향상, 스테미나 향상, 피로회복, 혈당강하 등의 효과가 있는

*교신저자: E-mail cnswhbar@korea.kr

Tel. +82-41-635-6380

것으로 보고되었다(Jeong *et al.*, 2006; Kim and Baek, 2014). 이외에 구기자 잎의 성분에 관하여 다수 보고되었는데, Lee (1983)는 구기자 재래종의 구기엽에는 N 1.64 ~ 3.82%, P₂O₅ 0.15 ~ 0.39%, K₂O 3.66 ~ 6.28% 함유되어 있고, 이외에도 무기성분으로 Ca > Mg > Fe > Mn > Cu > SiO₂ 순으로 높았으며, 이들 성분은 계통, 착생 위치 및 생육단계에 따라 변이가 있음을 보고하였다. No *et al.* (1996)은 구기순 채취시기에 따라 총당 4.01 ~ 10.56 µg/mg, 환원당 0.89 ~ 2.40 µg/mg 함유되어 있으며, 6월에 채취한 구기순이 5월에 채취한 구기순보다 총당과 환원당 함량이 높았다고 보고되었다. 또한 Kim *et al.* (2007)은 구기자 생잎에는 총 페놀성 화합물 1.208 mg/mL와 비타민 C 2.03%가 함유되어 있고, 저장기간이 경과함에 따라 이들 성분은 감소되는 경향을 보였다고 보고하였다. 이 외에도 다양한 약용작물 잎 추출물의 성분과 효능에 관한 보고가 있다(Jang *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2019; Xie *et al.*, 2018).

농가에서는 이름 봄에 구기자 잎을 채취하거나 늦가을에 새로 발생하는 신초에 착생된 구기자 잎을 훑어서 햇빛에 건조하고 있는 실정이다. 이러한 구기자 잎은 수확시기가 일정하지 않거나 흑응애, 흰가루병 등 병해충에 감염된 잎이 수확되고 있어 품질관리가 제대로 이루어지지 않고 있다. 이에 따라 식품원료 또는 기능성식품 가공원료로서 규격화되고 품질관리가 제대로 이루어진 구기자 잎을 생산하여 공급할 필요가 있다. 이에 구기자나무의 가공용 잎의 전업적 생산에 적합한 우수품종 선발, 예취시기별 수량성 및 생리활성 등을 분석한 연구결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

가공용 구기자 잎 생산에 알맞은 품종선발

구기자 육성품종 중에서 가공용 잎 대량생산에 적합한 품종을 선발하고자 명안 등 11 품종을 이용하였고(Table 1), 충남 청양군에 위치한 농업기술원 구기자연구소에서 재배한 3 년생을 이용하였다.

재식거리는 열간 120 cm, 주간 40 cm로 재배하였고, 시비량은 N-P₂O₅-K₂O-퇴비를 40-30-30-3,000 kg/10a로 하였다. 이중 질소와 칼리는 기비 대 추비를 60 : 40으로 분시하였고, 인산과 퇴비는 전량 밑거름으로 사용하였으며, 웃거름은 1차 6월 20일, 2차 8월 30일에 사용하였다.

구기자 품종간 잎 생산성을 비교하기 위하여 신초가 60 ~ 70 cm 정도로 자란 시기인 5월 31일과 7월 12일 등 2회 수확하였다. 주요 조사항목은 잎 크기, 엽면적, 엽형지수, 엽록소함량, 경장, 분지수, 신초의 줄기두께, 건물물 등을 조사하였고, 잎 생체수량은 반복당 10 개체를 예취하여 조사하였다. 건물수량은 열풍 건조기(TJDE-105, 중앙정밀(주), Korea)를 이용하여 60℃에서 36 시간 이상 건조한 후 칭량하였다.

통계분석은 Statistical Analysis System (SAS, Version 9.2)을 이용하여 ANOVA를 실시한 후, Duncan's multiple range test로 각 군의 평균차이에 대한 사후검정을 하였으며, 통계적 유의성을 5%수준에서 분석하였다.

예취시기에 따른 구기자 생육특성 평가

시험재료는 맵아력이 왕성하여 구기순 생산에 적합한 '명안' 품종을 이용하였다. 시험재료는 3 년생으로서 재식거리는 열간 120 cm, 주간 40 cm로 재배하였다.

Table 1. Varieties used in this study for leaf production in Goji berry (*L. chinense* Mill.)

No.	Cultivar	Breeding history	Year
1	Myeongan	Yuseong No.2(C) ⁶⁰ Co3KR-1	1997
2	Bulro	CL10-21 / Cheongyang jaerae5(S) ⁶⁰ Co6KR	2000
3	Cheongdae	Cheongyang jaerae5(S) ⁶⁰ Co6KR / Yuseong No.2(C) ⁶⁰ Co3KR-1	2000
4	Jangmyeong	CL1-48 / CL42-56	2004
5	Cheongun	CL31-63 / CL42-73	2004
6	Cheongmyeong	CB00157-235 / CB01185-20	2008
7	Hogwang	CB01208-356 / CB00157-235	2008
8	Gugisun 1	CL1-117 / Cheongyang No.1	2008
9	Cheongdang	CB01208-356 / CB00157-235	2009
10	Cheongkwang	CB02214-131 / CB03285-137	2011
11	Cheonghan	CB02214-131 / CB03285-131	2011

구기자 예취시기에 따른 잎 수량조사를 위하여 5월 16일부터 6월 20일까지 7 일 간격으로 6 회에 걸쳐 반복당 4.8 m²내 10 개체를 수확하였다. 수확된 신초에서 구기자 잎을 모두 훑은 후 생육특성과 잎 수량을 조사하였다. 조사항목은 경장, 분지수, 신초의 줄기 두께, 잎 수량, 건물율, 생체수량을 조사하였고, 건물수량은 생체수량과 건물율로 계산하였다.

구기자 잎의 베타인 함량 및 생리활성 평가

구기자 신초에서 잎을 모두 훑은 후 골고루 섞어서 일정량을 채취하여 60℃에서 36 시간 이상 건조하였고, 건조된 잎을 분쇄하여 베타인 및 생리활성 평가를 위한 분석시료로 이용하였다.

베타인(IUPAC name : 2-trimethylammonioacetate, C₅H₁₁NO₂ : 117.15) 함량 분석은 건조시료 10 g에 증류수 100 mL를 가하여 95℃ water bath에서 추출한 후 여과하여 HPLC로 분석하였다 (Wolff *et al.*, 1989). Prevail Carbohydrate ES Column (250 × 4.6 mm, 5 μm)을 이용하여 이동상은 HPLC grade water : acetonitrile = 30 : 70, 검출기는 굴절률 검출기(ELSD, Alltech 3300), 유속은 0.5 mL/min이며, 함량계산은 외부표준법에 의하여 정량하였다.

Angiotensin-converting enzyme (ACE) 저해활성은 Cushman and Cheung (1971)의 방법에 따라 시료액에 동일 용량의 ethyl acetate를 처리하여 얻은 추출액 50 μL을 rabbit lung acetone powder (Sigma Co, USA)에서 추출한 ACE 용액 150 μL (2.8 ~ 3.0 unit)와 기질용액(100 mM sodium borate buffer 2.5 mL에 300 mM NaCl과 25 mg hippury-L-histidyl-L-leucine 용해) 50 μL와 섞은 후 37℃에서 30 분간 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.

SOD 유사활성은 Marklund and Marklund (1974)의 방법에 따라 시료액 20 mL에 55 mM Tris-cacodylic acid buffer (TCB, pH 8.2) 20 mL를 가한 후 균질화하고 원심분리하여 얻은 상등액을 pH 8.2로 조정후 TCB를 사용하여 50 mL로 정용한 후 시료액으로 사용하였다. 시료액 950 μL에 50 μL의 24 mM pyrogallol을 첨가하여 420 nm에서 초기 2분간의 흡광도 증가율을 측정하여 시료액 무첨가구와 비교하였다.

항산화 활성은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)의 환원력을 이용하는 Blois (1958)의 방법으로 측정하였다. 시료 200 μL에 DPPH 용액(DPPH 12.5 mg을 EtOH 100 mL에 용해) 800 μL를 가한 후 10분간 반응시키고 525 nm에서 흡광도를 측정

하여 시료 무첨가 대조구와 활성을 비교하였다.

Tyrosinase 저해 활성은 Sung and Cho (1992)의 방법에 따라 시료액 0.5 mL에 5 mM L-DOPA 0.2 mL, 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 6.0) 0.2 mL를 혼합한 후 tyrosinase 11 U를 첨가하여 35℃에서 2분간 반응시킨 후 475 nm에서 흡광도를 측정하여 시료액 무첨가구와 비교하였다.

Xanthine oxidase 저해 활성은 Noro *et al.* (1983)의 방법을 변형하여 측정하였다. 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.5) 0.6 mL에 1 mg/mL로 녹인 시료 100 μL를 가하고 1 mM xanthine을 녹인 기질 용액 200 μL를 첨가하였다. 여기에 xanthine oxidase (0.2 U/mL) 100 μL를 가하여 37℃에서 5분간 반응시킨 후 1 N HCl 200 μL를 가하여 반응을 정지시켰다. 이때 12,000 rpm으로 10 분간 원심 분리하여 단백질을 제거 후 생성된 uric acid를 분광분석기로 292 nm에서 측정하였다.

결 과

가공용 구기자 잎 생산에 알맞은 품종 선발

구기자 잎 생산에 적합한 품종을 선발하고자 11 품종에 대하여 5월 31일에 잎의 크기와 모양을 조사한 결과는 Table 2와 같다.

잎 길이는 평균 10.1 cm, 잎 폭 3.8 cm, 잎 두께 0.55 mm였고, 엽형지수는 0.36으로 대부분 길이가 길고 폭이 좁은 피침형이었다. 엽면적은 9.2 ~ 16.2 m² 범위였는데 잎 크기는 청당이 가장 큰 편이고, 다음은 청한, 명안, 구기순 1호 등이며, 불로가 가장 작았다. 엽록소 함량은 평균 49.3 SPAD 값을 나타냈는데 대부분 약간 진한 녹색을 띄고 있었다.

신초가 왕성히 재생하는 5월 31일 예취하였을 때 생육특성, 지상부에서 잎이 차지하는 비율 및 건물율 등을 조사하여 품종 간 비교한 결과는 Table 3과 같다.

신초가 재생되어 초장이 약 70 cm 정도 자라 줄기가 약간 경화되었을 때 첫 예취를 실시하였다. 1차 예취 시 초장은 평균 74 cm, 줄기수 23.1 개, 줄기 굵기 4.5 mm, 잎 비율 54.7%, 건물율 13.4%로 나타났다. 5월 31일을 기준으로 신초의 초장으로 볼 때 구기자 11 육성품종 중 장명, 호광 등의 신장율이 왕성하였고, 불로가 초장이 가장 작았다. 개체당 줄기수는 불로, 장명, 청운, 명안 등이 다른 품종에 비하여 많은 편이었고, 청한과 호광은 적은 편이었다. 줄기 굵기는 평균 4.5 mm였고, 건물율은 약 13.4%로 나타났다. 예취한 지상부 건물중에서 잎이 차지하는 비율은 평균 54.7%였는데, 청대가 가장 높았고 다음은 구기순 1호였다.

1차 예취한 5월 31일 이후 약 42 일 후인 7월 12일에 재생된

Table 2. Leaf-related characteristics cut on 31 May in Goji berry (*L. chinense* Mill.)

Cultivar	Leaf length (cm, A)	Leaf width (cm, B)	Leaf Thickness (mm)	Leaf shape (B/A)	Leaf area (cm ²)	Chlorophyll (SPAD)
Myeongan	10.5a-d ^z	4.4ab	0.65b	0.36a	15.8ab	46.1cd
Bulro	8.0e	2.9d	0.51cd	0.36a	9.2d	57.1a
Cheongdae	9.6b-e	3.8abc	0.48d	0.39a	13.4abc	43.3d
Jangmyeong	10.8abc	3.9abc	0.69a	0.36a	14.0abc	48.1bcd
Cheongun	9.7b-e	3.6bcd	0.61bc	0.37a	12.3bcd	49.9bc
Cheongmyeong	11.2ab	3.8abc	0.52cd	0.33a	13.6abc	47.6cd
Hokwang	9.1de	3.2cd	0.43d	0.35a	10.7cd	51.6bc
Gugisoon 1ho	10.2bcd	4.0abc	0.47d	0.39a	14.1abc	46.1cd
Cheongdang	12.1a	4.4a	0.60b	0.36a	16.2a	49.1bc
Cheongkwang	9.3cde	3.4cd	0.64b	0.36a	11.5cd	50.0bc
Cheonghan	9.9bcd	4.4ab	0.51d	0.44a	15.6ab	53.1ab
Mean ± S.d.	10.1 ± 1.11	3.8 ± 0.50	0.55 ± 0.09	0.36 ± 0.03	13.3 ± 2.21	49.3 ± 3.77

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$.

Table 3. Varietal comparisons of agronomic characteristics cut on 31 May in Goji berry (*L. chinense* Mill.)

Cultivar	Plant height (cm)	No. of stem/plant (ea)	Stem diameter (mm)	Ratio of leaf/Plant (%)	Dry matter (%)
Myeongan	76a ^z	27.0a	4.9a	57.3ab	13.5abc
Bulro	70ab	29.0a	4.4ab	52.5b	13.3abc
Cheongdae	60b	25.3ab	5.1a	64.0a	11.9c
Jangmyeong	81a	28.3a	4.6ab	52.0b	13.3abc
Cheongun	75a	27.2a	4.4ab	49.0b	13.1bc
Cheongmyeong	75a	24.1abc	4.0b	51.2b	13.9ab
Hokwang	73a	18.9bc	4.4ab	56.4ab	14.7a
Gugisoon 1ho	76a	25.3ab	4.6ab	57.2ab	13.9ab
Cheongdang	70ab	23.3abc	4.5ab	56.3ab	12.5bc
Cheongkwang	79a	25.8ab	4.1b	51.0b	14.0ab
Cheonghan	73ab	17.3c	5.1a	52.2b	13.7ab
Mean ± S.d.	74 ± 5.6	23.1 ± 3.68	4.5 ± 0.36	54.7 ± 4.26	13.4 ± 0.76

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p = 0.05$.

신초를 예취하였을 때 생육특성, 지상부에서 잎이 차지하는 비율과 건물율을 조사하여 품종간 비교한 결과는 Table 4와 같다.

2차 예취시 초장은 평균 73 cm, 줄기수 24.4 개, 줄기 굵기 3.4 mm, 잎 비율 51.3%, 건물율 14.5%로 나타났다. 2차 예취 시 줄기수가 많은 품종은 명안과 불로였고, 이들 품종은 1차 예취보다 2차 예취 이후 줄기수가 24.1 ~ 30.7% 증가하는 경향을 보였으며, 다

른 품종에 비해 맹아력이 왕성하였다. 줄기 굵기는 2차 예취가 1차 예취 시에 비해 평균 1.0 mm 감소되었고, 지상부에서 잎이 차지하는 비율은 큰 차이가 없었으나 잎의 건물율은 2차 예취가 1차 예취에 비해 평균 1.1% 증가하였다. 따라서 1차 예취와 2차 예취를 비교하여 보면 맹아력과 재생력은 품종간 차이를 보였으며, 2차 예취에서 줄기 굵기는 감소하나 기온이 상승함에 따

Table 4. Varietal comparisons of agronomic characteristics cut on 12 July in Goji berry (*L. chinense* Mill.)

Cultivar	Plant height (cm)	No. of stem/plant (ea)	Stem diameter (mm)	Ratio of leaf/Plant (%)	Dry matter (%)
Myeongan	60e ^z	35.3a	3.9a	55.2a	13.5d
Bulro	63de	36.0a	2.8e	46.9bc	13.8cd
Cheongdae	80ab	29.7ab	3.7ab	51.7ab	14.2a-d
Jangmyeong	77bc	29.7ab	3.4a-d	52.7ab	14.7a-d
Cheongun	78b	28.3abc	3.3b-e	51.3abc	14.0bcd
Cheongmyeong	81a	22.2bc	3.5abc	45.5c	15.2ab
Hokwang	76bc	23.0bc	3.1cde	51.8ab	15.5a
Gugisoon 1ho	79b	21.7bc	3.5abc	54.4a	15.1abc
Cheongdang	71b-e	18.2bc	3.3a-e	53.4a	14.0bcd
Cheongkwang	68bcd	24.3abc	3.0de	49.8abc	15.2ab
Cheonghan	66cde	16.9c	3.4a-d	54.5a	14.9abc
Mean ± S.d.	73 ± 7.4	24.4 ± 6.38	3.4 ± 0.31	51.3 ± 3.10	14.5 ± 0.68

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at *p* = 0.05.

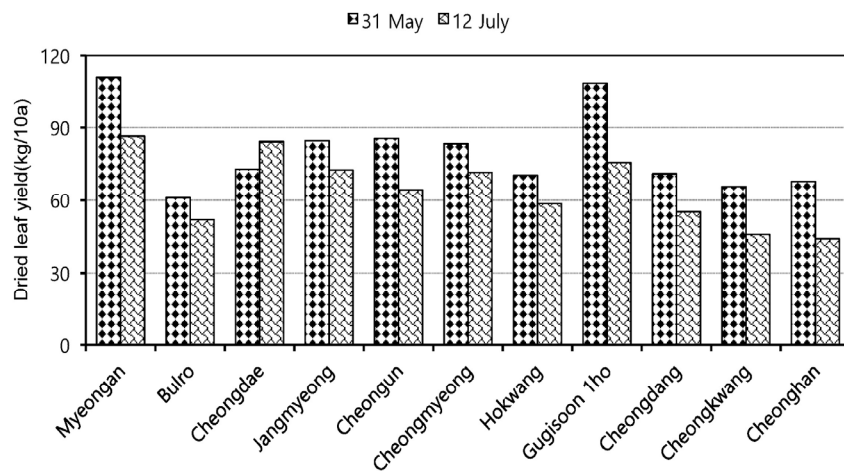


Fig. 1. Dried-leaf yield cut on 31 May and 12 July in Goji berry (*L. chinense* Mill.).

라 생육이 왕성히 진전되는 관계로 건물율은 다소 증가하는 경향이였다.

구기자나무의 신초가 약 70 cm 정도로 자란 시기인 5월 31일(1차 예취)과 7월 12일(2차 예취)에 예취하여 조사한 잎 건물수량은 Fig. 1과 같다.

구기자나무의 잎 건물수량은 1차 예취 평균 80 kg/10a, 2차 예취 평균 65 kg/10a로서 합계로 145 kg/10a였고, 1차 예취시보다 2차 예취에서 수량이 약 19% 감소되었다. 따라서 1차 예취 시 수량이 많으면서 맹아력이 왕성하여 2차 예취 시 수량 감소가

적은 품종을 선발할 필요가 있었다. 1차와 2차 잎 생산량으로 고려해 볼 때 수량성이 가장 높은 품종은 명안이었고, 다음은 구기순 1호였으며, 불로, 청광, 청당 등은 수량성이 낮았다. 잎 수량성으로 볼 때 구기자 장려품종 중 명안이 가공용 잎 대량생산 재배에 가장 적합한 것으로 판단되었는데, 이 품종은 다른 품종에 비하여 잎이 크고 줄기가 굵으며 재생력이 왕성하였기 때문이다.

5월 31일과 7월 12일에 예취하여 분석한 잎의 베타인 함량은 Fig. 2와 같다. 베타인 함량은 5월 31일 평균 17.9 mg/g, 7월 12일 평균 29.4 mg/g로 1차 예취시보다 2차 예취 시 상대적으로 높았

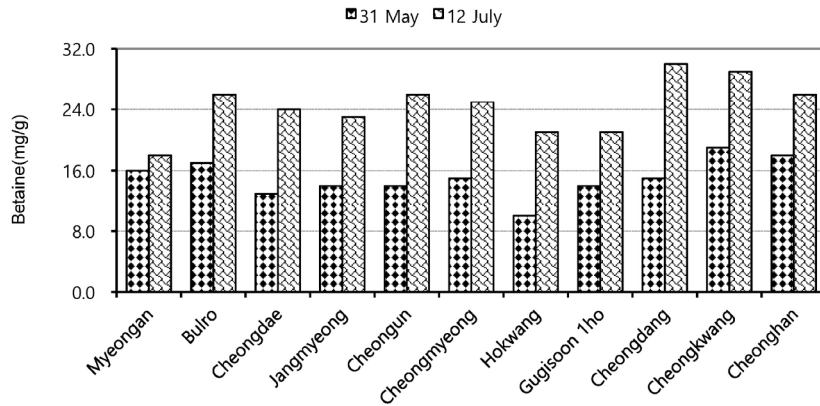


Fig. 2. Betaine at leaves cut on 31 May and 12 July in Goji berry (*L. chinense* Mill.).

Table 5. Comparisons of growth characteristics as affected by different cutting dates in Goji berry variety ‘Myeongan’

Characteristics	Cutting date						Mean ± Sd
	16 May	23 May	31 May	7 June	14 June	20 June	
Plant height (cm)	64e ^z	83d	86d	97c	114b	127a	89 ± 22.7
Stem diameter (mm)	4.3c	4.8bc	4.8bc	4.9b	5.5a	5.6a	4.9 ± 0.47
No. of stem per plant (ea)	105b	115ab	114ab	115ab	118a	118a	113 ± 4.8
Dry matter rate of leaf (%)	13.9b	14.9b	17.0a	17.2a	17.5a	18.5a	16.1 ± 1.75

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p = 0.05$.

다. 품종별로 보면 청광이 가장 높고 명안, 구기순 1호, 호광 품종 등에서 낮았다. 구기자의 11 장려품종 중 구기순 생산에 적합한 품종으로 관찰되는 명안, 구기순 1호 등 두 품종은 대체로 베타인 함량이 다른 품종에 비하여 낮았는데, 이는 이들 품종들이 지표성분보다 구기순 수량성에 목적을 두고 선발한 결과로 보인다. 따라서 가공용 구기자 잎 생산에 적합한 품종을 육성하기 위해서는 기능성을 고려하여 잎의 지표성분이나 천연물 함량이 높은 품종을 육성할 필요가 있었다.

예취시기에 따른 구기자 생육특성

‘명안’ 품종 구기자나무가 맹아된 후 신초가 자랄 때 예취시기에 따른 생육특성을 비교한 결과는 Table 5와 같다.

‘명안’ 품종 구기자가 맹아된 후 5월 16일부터 6월 20일까지 7일 간격으로 7회 예취하였다. 예취시 초창은 5월 16일 64 cm, 6월 20일 127 cm였고, 신초 생장속도는 1.8 cm/일로 기온이 상승함에 따라 직선적으로 빠르게 신장되었다. 예취시기가 늦어질수록 줄기 굵기도 4.3 mm에서 5.6 mm로 굵어졌고 목질화가 진행되었을 뿐만 아니라 구기자나무의 가시가 경화되어 수확작업에 지장을 초래하였다. 개체당 맹아되는 줄기수는 나무의 세력에

따라 다르지만 본 시험에서는 평균 114 개/개체였고, 6월 중순 이후에는 더 이상 증가되지 않았다. 잎의 건물율은 5월 16일에 13.9%였고, 6월 20일에는 18.5%로 생육이 진전될수록 증가하는 경향이였다.

수확된 지상부 식물체에서 줄기와 잎을 분리하여 잎 비율을 조사한 결과(Fig. 3), 지상부에서 잎이 차지하는 비율은 5월 16일에 51.9%, 6월 20일 37.7%로 생육이 진전될수록 줄기가 경화되면서 잎의 비율도 낮아졌다.

5월 16일부터 6월 20일까지 1주일 간격으로 예취하여 지상부에서 잎을 분리하고 조사한 잎 건물수량은 Fig. 4와 같다.

구기자 잎의 건물수량을 보면 5월 16일 106 kg/10a, 6월 20일 287 kg/10a로 직선적으로 증가되었고, 건물중은 약 4.91 kg씩 증가되는 것으로 계산되었다. 잎 건물수량은 맹아되는 신초의 수와 초창에 따라 다를 것으로 판단되는데 본 시험에서는 3년생 나무로 맹아력이 왕성한 생육을 보여 결과적으로 잎 생산량도 높았다.

구기자 잎의 베타인 함량 및 생리활성 평가

‘명안’ 품종 구기자에서 5월 16일부터 6월 20일 사이에 채취된 잎의 베타인 함량과 생리기능성에 대한 ACE inhibitory

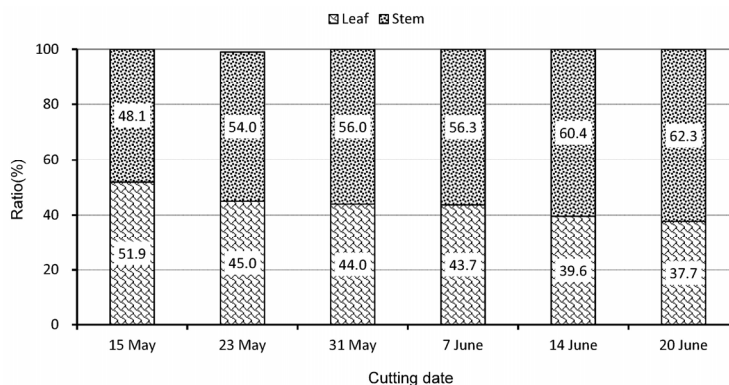


Fig. 3. Ratio of leaf per plant as affected by different cutting dates in Goji berry variety ‘Myeongan’.

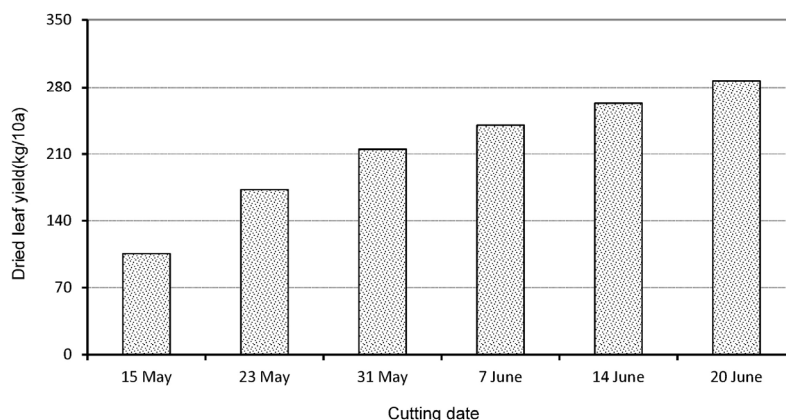


Fig. 4. Dried leaf yield as affected by different cutting dates in Goji berry variety ‘Myeongan’.

Table 6. Comparisons of physiological functionality as affected by different cutting dates in Goji berry variety ‘Myeongan’

Division	Cutting date						Mean ± Sd
	16 May	23 May	31 May	7 June	14 June	20 June	
Betaine (mg/g)	14.3b ^y	14.3b	19.4ab	23.0a	22.5a	26.3a	20.0 ± 4.9
ACE inhibitory activity (%)	84.4a	87.7a	88.7a	87.8a	90.8a	88.2a	87.9 ± 2.07
XOD inhibitory activity (%)	16.7a	15.2a	17.7a	15.3a	15.1a	16.9a	16.2 ± 1.09
Antioxidant activity (%)	15.7b	18.6a	16.3ab	14.7b	16.0b	15.5b	16.1 ± 1.32
Tyrosinase inhibitory activity (%)	7.8b	9.3ab	12.1a	6.7b	14.1a	9.6ab	9.9 ± 2.74

^zNot detected or low as a result of analyzing about SOD-like activity, α-glucosidase inhibitory activity and fibrinolytic activity.

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p = 0.05$.

activity, XOD inhibitory activity, antioxidant activity, tyrosinase inhibitory activity, SOD-like activity, α-glucosidase inhibitory activity, fibrinolytic activity 등 여러 가지 생리 기능성 성분을 분석한 결과는 Table 6과 같다.

베타인 함량은 5월 16일 1.4%, 6월 20일 2.6%로 생육이 진전 될수록 증가되는 경향이였다. 구기자 잎의 대표적인 생리 기능성은 ACE inhibitory activity로서 평균 87.9%였고, 생육이 진전될수록 증가되는 경향이였으나 유의성은 없었다. 이외에 구

기자 잎에서는 SOD-like activity, α -glucosidase inhibitory activity, fibrinolytic activity 등은 검출되지 않거나 매우 적었다. 뿐만 아니라 XOD inhibitory activity는 평균 16.2%, antioxidant activity는 16.1%, tyrosinase inhibitory activity는 평균 9.9%로서 생리기능성이 미약한 것으로 분석되었다.

고 찰

구기자나무는 성숙한 열매를 구기자, 뿌리의 껍질을 지골피, 잎은 구기엽이라 부르고, 한방에서는 부위별로 각각의 효능을 달리하여 사용하고 있으며(Cho *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2011), 식품공전(MFDS, 2015)에 식품에 사용할 수 있는 원료로 등록되어 있다. 구기자의 지표성분은 베타인으로 정량법이 대한약전에 자세히 규정되어 있으며(KFDA, 2014), 열매에 비하여 잎에서 그 함량이 높은 것으로 보고되었다(Lee *et al.*, 1998; Park, 2000). 구기자 잎은 기능성 가공제품을 제조하기 위하여 수매되고 있는데, 생산비가 상대적으로 저렴하여 열매의 대체제로서 30%까지 이용되고 있는 것으로 조사되고 있다(Paik *et al.*, 2020). 따라서 가공용 구기자 잎을 대량생산하기 위하여 이에 맞는 적합품종 선발, 예취시기 등 재배기술 확립, 지표성분과 주요 생리활성에 대한 체계적인 연구가 필요하다.

가공원료로 사용하기 위하여 구기자나무의 잎 생산에 적합한 품종을 선발하고자 11 품종에 대하여 신초가 약 60 ~ 70 cm 정도 자라 줄기가 약간 경화되었을 때 예취를 실시하였는데, 1차는 5월 31일, 2차는 7월 12일이었다. 이때 맹아력과 재생력에서 품종간 차이가 있었고, 1차 예취 보다 2차 예취 시 줄기 굵기는 감소되었으나 건물율은 다소 증가되는 경향이였다. 줄기와 잎 특성은 각각의 형질마다 품종간 차이가 있었다. 잎 크기는 청당이 가장 큰 편이고, 다음은 청한, 명안, 구기순 1호 등이며, 불로가 가장 작았다. 신초의 신장율은 장명 품종에서 왕성하였고, 불로가 초장이 가장 작았으며, 개체당 줄기수는 명안과 불로가 다른 품종에 비하여 많은 편이었고, 청한, 청당, 호광 품종은 적은 편이었다. 구기자나무의 잎 건물수량은 1차와 2차 예취 시 합계 145kg/10a 생산이 가능하였고, 2차 예취가 1차 예취에 비하여 19% 감소되었다. 잎 생산량이 높은 품종은 명안이었고 다음은 구기순 1호였으며, 이들 품종은 다른 품종이 비하여 잎이 크고 줄기가 굵으며 재생력이 왕성하였다. 베타인 함량은 1차 예취보다 2차 예취 시 상대적으로 높았고, 품종별로는 청광이 가장 높았다. 앞으로 가공용 구기자 잎 생산에 적합한 품종을 육성하기 위해서는 잎이 크고 재생력이 왕성하여 잎 생산량이 높을

뿐만 아니라 지표성분이나 천연물 함량이 높은 품종을 선발할 필요가 있었다.

‘명안’ 품종 구기자나무가 맹아된 후 신초가 자랄 때 예취시기에 따른 생육특성을 비교하고자 5월 16일부터 6월 20일까지 7일 간격으로 7회 예취하였다. 예취 시 초창은 예취시기가 늦어질수록 컸고, 신초 생장속도는 1.8 cm/일로 기온이 상승함에 따라 직선적으로 빠르게 신장되었다. 예취시기가 늦어질수록 줄기 굵기도 굵어졌고 목질화가 진행되었을 뿐만 아니라 구기자나무의 가시가 경화되어 수확작업에 지장을 초래하였다. 예취시기가 늦어질수록 잎의 건물율은 증가하는 경향이었고, 지상부에서 잎이 차지하는 비율은 낮아졌다. Chang *et al.* (1993)에 따르면 구기자나무의 지상부 건물중에서 구기자 잎은 6월 하순에 최대치에 이르렀다가 급격히 감소되었고, 줄기는 생육 초기부터 완만히 증가하였다고 보고하였다. 따라서 신초가 맹아된 후 생육이 진전되면 부드러웠던 신초도 줄기가 경화되어가는 나무의 특성으로 예취시기가 늦어질수록 줄기의 비율이 높아지고 잎의 비율이 감소된 것으로 판단되었다. 구기자 잎의 건물수량을 보면 5월 16일 106 kg/10a, 6월 20일 287 kg/10a로 직선적으로 증가되었고, 건물중은 약 4.91 kg씩 증가되는 것으로 계산되었다. 구기자는 무한화서로서 생육 중에도 새순이 자라는 경우가 있고, 전정 방법에 따라 분지 발생 양상과 발생량과 다르므로 구기자나무를 대표할 만한 규격화표준화 된 잎 채취시기를 정하기는 어렵다. 따라서 앞으로 잎의 단위생산성을 높이기 위한 작물학적인 조건과 재식밀도와 같은 재배기술을 체계적으로 확립할 필요가 있다(Paik *et al.*, 2020). 베타인 함량은 생육이 진전될수록 증가되는 경향이었는데, 품종, 수확시기에 따라 함량이 다른 것으로 보고되었다(Park *et al.*, 2006). 구기자 잎의 생리기능성에 대한 ACE inhibitory activity, XOD inhibitory activity, antioxidant activity, tyrosinase inhibitory activity, SOD-like activity, α -glucosidase inhibitory activity, fibrinolytic activity 등 여러 가지 생리 기능성 성분을 분석하였다.

구기자 잎의 대표적인 생리기능성은 ACE inhibitory activity로서 평균 87.9%였고, 생육이 진전될수록 증가되는 경향이였으나 유의성은 없었다. angiotensin-1-converting enzyme (ACE)은 고혈압을 일으키는 효소로 ACE inhibitory activity는 혈압강화 효과가 있어 항고혈압성을 나타내는 생리기능성인데 다수의 한국산 약용작물에서 ACE 전환효소 저해활성을 분석한 바 있다(Lee *et al.*, 2004). 이외에 구기자 잎에서는 SOD-like activity, α -glucosidase inhibitory activity, fibrinolytic activity 등은 검출되지 않거나 매우 적었다. 뿐만 아니라 XOD inhibitory activity

는 평균 16.2%, antioxidant activity는 16.1%, tyrosinase inhibitory activity는 평균 9.9%로서 생리기능성이 미약한 것으로 분석되었다. 구기자 잎의 생리활성에 대한 보고로 Park (1995)은 superoxide dismutase의 활성은 물 추출물보다 메탄올 추출물에서 높았고, 부위별로는 구기엽 > 구기순 > 지골피 > 구기자 순이라고 보고하였고, Park *et al.* (2007)은 구기자나무의 부위별 생리기능성은 매우 다양하고 특히 노화억제에 관련된 항산화 활성과 심혈관 질환예방에 관련된 항고혈압성 ACE 저해활성이 우수할 뿐만 아니라 생리활성에서 품종간 차이가 있으므로 고부가가치의 가공소재로 활용가능성이 높다고 보고하였다. Jung *et al.* (2011)에 따르면 감 잎, 메밀 잎, 구기자 잎은 식이섭취량에는 영향을 미치지 않았으나 고지방식이로 인한 체지방 및 혈장 leptin 수준 증가 현상을 억제하는데, 특히 구기자 잎이 체지방 저하 효과가 세 가지 천연식물 추출물 중 가장 탁월하다고 보고하였다. An *et al.* (2012)에 따르면 구기자나무 유전자원 131계통에 대하여 항산화 활성 및 관련 요소를 비교한 결과 구기자 잎과 줄기가 목단, 황금, 산수유 등의 약용작물보다 항산화 활성이 높았고, 계통간 큰 차이가 있어 항산화 활성이 높은 품종의 육성이 가능하다고 보고하였다.

적 요

구기자 잎을 이용한 특허제품 개발 및 기능성 식품소재에 관한 연구는 다수 진행되고 있으나 구기자 잎을 규격화 표준화하여 대량으로 공급할 수 있는 생산체계는 확립되어 있지 않다. 이에 구기자 육성품종 중에서 잎 생산에 알맞은 품종을 선발하고 가공용 잎을 대량으로 생산할 수 있는 예취시기를 확립코자 하였다. 구기자 11품종 중 잎 생산에 적합한 품종은 ‘명안’이었고, 다른 품종에 비하여 잎이 크고 분얼과 재생력이 왕성하였을 뿐만 아니라 잎 건물수량도 높았다. ‘명안’ 품종에서 구기자 잎 생산에 적합한 예취시기는 초장이 약 60 ~ 70 cm 자랐을 시기였고, 잎 수량은 5월 16일 수확 시 평균 106 kg/10a, 6월 20일 수확 시 평균 287 kg/10a로서 수확시기가 늦어질수록 직선적으로 증가되었다. 구기자의 지표성분인 베타인 함량을 1.43 ~ 2.63% 범위였고, 품종과 예취시기에 따라 함량이 다른데 생육이 진전될수록 증가되는 경향이었다. 구기자나무 잎의 주요 생리기능성을 조사한 결과 항고혈압성을 나타내는 ACE 저해활성이 평균 84.4 ~ 90.8%로 높은 편이었고, 나머지 생리기능성은 20% 이하로 낮거나 검출되지 않았다.

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- An, T.H., S.Y. Lee and J.W. Cho. 2012. Comparison on antioxidant activity of ethanolic extracts of chinese matrimony vine (*Lycium chinense* M.). Korean J. Crop Sci. 57:22-28.
- Bae, H.C., I.S. Cho and M.S. Nam. 2004. Fermentation properties and functionality of yogurt added with *Lycium chinense* Miller. J. Anim. Sci. & Technol. 46:687-700.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of stable free radical. Nature 191:1199.
- Chang, Y.H., C.G. Park, D.H. Kim and K.B. Youn. 1993. Study on the growth characteristics and production of leaf, stem and fruits in *Lycium chinense*. Korean J. Medicinal Crop Sci. 1:125-128.
- Cho, I.S., H.C. Bae and M.S. Nam. 2003. Fermentation properties of yogurt added by *Lycii fructus*, *Lycii folium* and *Lycii cortex*. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 23:250-261.
- Cushman, D.W. and H.S. Cheung. 1971. Spectrophotometric assay and properties of angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. Biochem. Pharmacol. 20:1637-1648.
- Jang, T.W., J.S. Choi, H.K. Kim, E.J. Lee, M.W. Han, K.B. Lee, D.W. Kim and J.H. Park. 2018. Whitening activity of *Abeliophyllum distichum* Nakai leaves according to the ratio of prethanol A in the extracts. Korean J. Plant Res. 31:667-674.
- Jeong, J.J., Y.T. Kim, W.S. Seo, H.J. Yang, Y.S. Lee and J.Y. Cha. 2006. Hypoglycemic and hepatoprotective effects of betaine on streptozotocin-induced diabetic rats. J. Life Sci. 16:767-772.
- Jung, E.J., J.S. Lee, S.H. Bok and M.S. Choi. 2011. Effects of extracts of persimmon leaf, buckwheat leaf, and chinese matrimony vine leaf on body fat and lipid metabolism in rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40:1215-1226.
- Kim, D.H., S.Y. Lee, N.K. Kim, B.K. Youn, D.S. Jung, E.Y. Choi, S.R. Hong, J.Y. Yoon, M.W. Kang and J.Y. Lee. 2011. Moderating effects of skin hyperpigmentation from *Lycii fructus* and *Lycii folium* extracts. J. Appl. Biol. Chem. 54: 270-278.
- Kim, H.N., J.D. Kim, H.J. Son, G.H. Park, H.J. Eo and J.B. Jeong. 2019. Anti-cancer activity of the leave extracts of *Rodgersia podophylla* through β -catenin proteasomal

- degradation in human cancer cells. Korean J. Plant Res. 32:442-447.
- Kim, N.H. and S.H. Baek. 2014. Effects of *Lycium chinense* Miller fruit and constituent betaine on immunomodulation in Balb/c mice. Korean J. Environ Agric. 33:189-193.
- Kim, T.S., W.J. Park and M.H. Kang. 2007. Effects of antioxidant activity and changes in vitamin C during storage of *Lycii folium* extracts prepared by different cooking methods. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 36:1578-1582.
- Kim, Y.H., J.I. Joo, B.C. Lee, H.H. Kim and J.S. Lee. 2013. Screen of a novel yeasts for brewing of gugija leaf Makgeolli and optimal alcohol fermentation condition. Kor. J. Mycol. 41:167-171.
- Korea Food & Drug Administration (KFDA). 2014. The Korean Pharmacopeia. Shinilbooks, Seoul, Korea. pp. 1228-1229 (in Korean).
- Lee, B.C., J.S. Park, T.S. Kwak and C.S. Moon. 1998. Variation of chemical properties in collected boxthorn varieties. Korean J. Breed. 30:267-272.
- Lee, S.E., J.K. Bang, J. Song, N.S. Seong, H.W. Park, H.G. Chung, K.S. Kim and T.J. An. 2004. Inhibitory activity on angiotensin converting enzyme (ACE) of Korean medicinal herbs. Korean J. Medicinal Crop Sci. 12:73-78.
- Lee, S.R. 1983. Studies on the quality of boxthorn in Korea (*Lycium chinense* Miller). Korean J. Crop Sci. 28:267-261.
- Marklund, S. and G. Marklund. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. J. Eur. Biochem. 47:469-474.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). 2019. 2018 Industrial Crop Production Statistics. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p. 35 (in Korean).
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). 2015. Korean Food Standards Codex. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. (in Korean).
- No, J.G., W.J. Park, G.S. Seo, J.S. Park, I.S. Cho and S.W. Paik. 1996. Fatty acid and amino acid compositions of Gugiseun (*Lycium chinense* MILLER) depending on variety and harvest time. Korean J. Plant Res. 9:211-217.
- Noro, T., Y. Oda, T. Miyase, A. Ueno and S. Fukushima. 1983. Inhibitors of xanthine oxidase from the flowers and buds of *Daphne genkwa*. Chem. Pharm. Bull. 31:3984-3987.
- Paik, S.W., J. Lee, T.S. Yun, Y.C. Park, B.H. Lee, S.W. Son and J.I. Ju. 2020. Effects of planting density and cutting height on production of leaves for processing raw materials in goji berry. Korean J. Medicinal Crop Sci. 28:136-141.
- Park, J.S. 2000. Agronomic characteristics and biological activities of new variety chungyang gugija (*Lycium chinense* Mill.). Department of Agricultural Chemistry, Ph.D. Thesis, Chungnam National University, Korea. pp. 1-91 (in Korean).
- Park, S.J., W.J. Park, B.C. Lee, S.D. Kim and M.H. Kang. 2006. Antioxidative activity of different species *Lycium chinense* Miller extracts by harvest time. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 35:1146-1150.
- Park, W.J. 1995. Studies on chemical composition and biological activities of *Lycium chinense* Miller. Department of Agricultural Chemistry, Ph.D. Thesis. Konkuk University, Korea. pp. 1-101 (in Korean).
- Park, W.J, B.C. Lee, J.C. Lee, E.N. Lee, J.E. Song, D.H. Lee and J.S. Lee. 2007. Cardiovascular biofunctional activity and antioxidant activity of Gugija (*Lycium chinense* Mill.) species and its hybrids. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15:391-397.
- Sung, C.K. and S.H. Cho. 1992. Studies on the purification and characteristics of tyrosinase from *Diospyros kaki* thunb. Kor. Biochem. J. 25:79-87.
- Wolff, S.D., P.H. Yancey, T.S. Stanton and R.S. Balaban. 1989. A simple HPLC method for quantitating major organic solutes of renal medulla. Am. J. Physiol. 256:954-956.
- Xie, G.H., S.E. Choi, M.J. Mun, J.H. Jeong and K.H. Park. 2018. Ameliorative effects of combinative injection of *Ginko biloba* leaves extract and vitamin c on ischemia/reperfusion liver damages model. Korean J. Plant Res. 31:268-273.
- Zhao, B.T., S.Y. Jeong, K. Hwangbo, D.C. Moon, E.K. Seo, D. Lee, J.H. Lee, B.S. Min, E.S. Ma, J.K. Son and M.H. Woo. 2013. Quantitative analysis of betaine in *Lycii fructus* by HILIC-ELSD. Arch. Pharm. Res. 36:1231-1237.

(Received 8 July 2020 ; Revised 24 July 2020 ; Accepted 27 July 2020)