

## 여주열매의 성숙단계 및 부위에 따른 이화학적 특성

이장원<sup>1</sup>, 이호선<sup>1\*</sup>, 나영왕<sup>1</sup>, 강만정<sup>2</sup>, 전영아<sup>1</sup>, 성정숙<sup>1</sup>, 마경호<sup>1</sup>, 이석영<sup>1</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터, <sup>2</sup>농촌진흥청 연구정책국

# Investigation of Physicochemical Properties According to Different Parts and Maturity of *Momordica charantia* L.

Jang-Won Lee<sup>1</sup>, Ho-Sun Lee<sup>1\*</sup>, Young-Wang Na<sup>1</sup>, Man-Jung Kang<sup>2</sup>, Young-Ah Jeon<sup>1</sup>,  
Jung-Sook Sung<sup>1</sup>, Kyung-Ho Ma<sup>1</sup> and Sok-Young Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Agrobiodiversity Center, National Academy of Agricultural Science, RDA, Jeonju 560-500, Korea

<sup>2</sup>Research Policy Bureau, RDA, Jeonju 560-500, Korea

**Abstract** - *Momordica charantia* L. is a valuable food and medicinal plant of the gourd family (Cucurbitaceae) that is cultivated in tropical and subtropical regions of the world. Physicochemical properties of *M. charantia* based on cultivars, parts and growing stage were investigated. Crude protein contents of leaf were 27.5%, 26.9%, and 23.6% in native leaf (NL), cv. Erabu leaf (EL), and cv. Dragon leaf (DL), respectively. In particular, the crude protein content was the highest in leaves. The crude fat content was in the order of developmental stage 1 of cv. Erabu fruit (EF1) and developmental stage 1 of native fruit (NF1) with values of 4.0%, and 3.9%, respectively. There was also high amount of crude fiber in stem of all three cultivars. The crude ash content was in the order of cv. Erabu leaf, cv. Dragon leaf, and developmental stage 3 of native fruit (NF3) with values of 23.2%, 17.4%, and 13.6%, respectively. The major minerals found in *M. charantia* were K, Ca, and Mg. The potassium contents of developmental stage 3 of native fruit (NF3), developmental stage 3 of cv. Dragon fruit (DF3), cv. Dragon stem (DS), and developmental stage 2 of native fruit (NF2) were 498.37, 339.21, 314.30, and 307.34 mg/100g, respectively, while the calcium contents were decreased of EL, DL, and NL with values of 513.45, 371.69, and 209.43 mg/100g, respectively. The calcium content was higher in leaves and stems than fruits. On the otherhand, the highest magnesium content was measured in EL (69.92 mg/100g). The highest contents of chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll were found in NL (442.9 mg/100g dw), EL (759.6 mg/100g dw), and EL (1164.9 mg/100g dw), respectively. The vitamin C contents from developmental stage 2 of cv. Erabu fruit (EF2), NF3, developmental stage 3 of cv. Erabu on fruit (EF3), and NF2 were found with values of 2849.9, 2330.5, 1985.1, and 1844.5 mg/kg, respectively, and found to be higher in Korean cultivar and Erabu fruit than in Dragon. The charantin contents of leaf were higher than the fruit found to be 547.71, 506.04 and 395.62  $\mu$ g/g dw in DL, EL and EF2, respectively. According to the results, mineral contents, total chlorophyll and charantin contents of *M. charantia* were higher in the leaves (EL and DL) than the fruits. And, vitamin C content was the highest in the fruit (EF2 and EF3). Therefore, much more research needs to be undertaken to use of the leaves as well as fruits. The data showed that *M. charantia* can be considered a good source of nutrient for application in food system.

**Key words** - Charantin, Mineral content, *Momordica charantia*, Total chlorophyll, Vitamin C

### 서 언

여주(*Momordica charantia* L.)는 아시아, 아프리카, 아마존 그리고 캐리비안의 열대지방에서 자라는 덩굴성 박과 식물로

채소나 약용으로 이용되어 왔고 특히 브라질, 중국, 콜롬비아, 쿠바, 인도, 말레이시아 등과 같은 개발도상국에서 전통적으로 약용으로 사용되어 왔다(Grover and Yadav, 2004). 지역에 따라 열매의 모양과 맛에 기인하여 bitter gourd, bitter melon, balsam-apple, balsam-birne, balsam pear, balsamo, African cucumber, wild cucumber, karela, kakara, carilla gourd,

\*교신저자: hosun83@korea.kr

Tel. +82-63-238-4851

© 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전재나 복제를 금합니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

chinli-chih 등으로 불리는 여주는 열매를 주스나 분말로, 잎과 줄기를 차로 이용하는데 주로 아시아지역에서 식품이나 식재료로 이용하고 있다(Basch *et al.*, 2003).

여주의 열매를 포함한 모든 부위는 항당뇨, 구충제, 설사제, 정력제로서 효과적이며 복통, 설사, 열병, 습진, 치질, 말라리아, 이질, 통증, 빈혈, 기침, 옴, 천식 등 각종 상처와 염증치료에 사용되고 있다(Subratty *et al.*, 2005). 그 중에서도 우리나라를 포함한 아시아, 아프리카, 라틴아메리카 지역에서 주로 당뇨치료를 목적으로 오랫동안 사용되어 왔는데 이는 식물인슐린으로 알려진 charantin에 의한 효능으로 *in vitro*, 동물 그리고 몇몇 인체 실험을 통하여 항당뇨 효과가 있음이 밝혀졌으며 주로 미숙과가 사용되었다(El-Batran *et al.*, 2006; Basch *et al.*, 2003; Jesada *et al.*, 2007). 또한 여주의 항바이러스, 항종양제로서의 작용은 종자로부터 분리한 30-kD 단백질인 MAP-30에 의한 것으로 밝혀졌으며(Lee-Huang *et al.*, 1995), 이 외에도 항암, 항HIV, 항폐양, 진통제, 항염증제, 항산화 효과가 보고되었다(Boo *et al.*, 2012; Grover and Yadav, 2004; Wu and Ng, 2007).

이와 같이 다양한 효능이 있는 것으로 알려진 여주는 지구 온

난화가 가속됨에 따라 기후변화 대응 고소득 유망 아열대작물로 주목받기 시작하면서 재배면적과 생산량이 증가하고 있다. 현재에는 주로 전북 정읍과 경남 함양지역을 중심으로 재배되고 있으며 생산된 여주는 마트, 청과물 매장, 약재시장 등에서 생과 또는 건과로 판매되고 있다. 그러나 재배되고 있는 여주는 대과종인 외래 도입종이 대부분으로 우리나라 재래종은 주로 관상용으로만 재배되고 있을뿐 그에 대한 연구자료도 최소한 실정이다. 따라서 본 연구는 우리나라에서 자생하고 있는 재래종 및 일본 도입종을 대상으로 잎, 줄기, 열매의 부위별 그리고 생육 단계별 이화학적 특성을 조사하여 비교·분석함으로써 재래종 여주의 기능적 가치에 대하여 고찰하고 여주의 이용성 증대 및 기능성이 강화된 건강식품 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 식물재료

본 실험에 사용된 여주 재래종은 전남 장흥군 장흥읍, 일본 도입종인 '에라부'는 전북 정읍시 정우면, 그리고 '드레곤'은 전

Table 1. Characteristics of used material for physicochemical properties of *Momordica charantia* L.

Cultivar	Groups <sup>z</sup>	Part	Characteristics
Native (Kor.)	NF1	fruit	~1 week post flowering, lengths of 6 - 8 cm
	NF2	fruit	~2 weeks post flowering, lengths of 8 - 11 cm
	NF3	fruit	~3 - 4 weeks post flowering, lengths of 11 - 15 cm
	NL	leaf	8 - 10 cm
	NS	stem	over 10 node
Erabu (Jap.)	EF1	fruit	~1 week post flowering, lengths of 5 - 10 cm
	EF2	fruit	~2 weeks post flowering, lengths of 11 - 15 cm
	EF3	fruit	~3 - 4 weeks post flowering, lengths over 16 cm
	EL	leaf	10 - 12 cm
	ES	stem	over 10 node
Dragon (Jap.)	DF1	fruit	~1 week post flowering, lengths of 5 - 10 cm
	DF2	fruit	~2 weeks post flowering, lengths of 11 - 15 cm
	DF3	fruit	~3 - 4 weeks post flowering, lengths over 16 cm
	DL	leaf	10 - 12 cm
	DS	stem	over 10 node

<sup>z</sup>NF1, developmental stage 1 of native fruit; NF2, developmental stage 2 of native fruit; NF3, developmental stage 3 of native fruit; NL, native leaf; NS, native stem; EF1, developmental stage 1 of cv. Erabu fruit; EF2, developmental stage 2 of cv. Erabu fruit; EF3, developmental stage 3 of cv. Erabu fruit; EL, cv. Erabu leaf; ES, cv. Erabu stem; DF1, developmental stage 1 of cv. Dragon fruit; DF2, developmental stage 2 of cv. Dragon fruit; DF3, developmental stage 3 of cv. Dragon fruit; DL, cv. Dragon leaf; DS, cv. Dragon stem.

주시 남노송동에서 2007년 9~10월에 채취하여 사용하였으며 이들 각 재료를 품종별, 부위별(열매, 잎, 줄기)로 구분하였다. 열매는 미숙과를 사용하였고 개화 후 생육단계에 따라 세 단계로 나누었으며 잎은 손바닥 모양을 기준으로 재래종은 8~10 cm, 에라부와 드레곤은 10~12 cm인 것을 채취하였다. 줄기는 10마디 이상에서 채취한 잎을 부착하고 있는 줄기를 선별하였다. 각각의 모든 부위는 채취 즉시 세절 및 동결건조 하였으며 믹서기로 약 20 mesh 정도의 분말상태로 만든 후 -20°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다(Table 1).

일반성분 분석

여주의 일반성분은 AOAC 방법(1990)에 준하여 분석하였다. 즉, 조회분은 550°C 직접회화법, 조단백질은 micro-Kjeldahl 법, 조지방은 soxhlet 추출법, 조섬유는 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NaOH 분해법에 의하여 분석하였다.

무기성분 분석

여주의 분말시료 1 g을 도가니에 담아 4시간 건조회화하여 얻은 회분에 HNO<sub>3</sub>용액(HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O = 1:1) 4 ml를 가한 후 hot plate에서 증발·건고시켰다. 이를 다시 500°C에서 3시간 동안 회화하고 10 ml의 HCl용액(HCl:H<sub>2</sub>O = 1:1)에서 완전히 용해시켜 100 ml volumetric flask로 정용한 다음 유도결합분광기(ICP-AES, Jobin Yvon, France)로 정량하였다.

엽록소

엽록소의 추출 및 함량분석은 Kozukue and Friedman (2003)의 방법을 응용하여 실시하였다. 즉, 동결건조된 시료 1 g에 80% acetone를 첨가하여 색소의 성분이 없어질 때까지 정치시켜 색소를 추출하였다. 그 후, 50 ml의 메스플라스크에 정용하여 여과지(Whatman No. 1)로 여과한 추출액을 UV/VIS spectrophotometer (Cary 500, Varian, USA)를 사용하여 파장 645 nm와 663 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 다음의 식을 이용하여 엽록소의 농도를 계산하였다.

- 엽록소 a (mg/L) = 12.72·O.D.<sub>663</sub> - 2.58·O.D.<sub>645</sub>
- 엽록소 b (mg/L) = 22.88·O.D.<sub>645</sub> - 5.50·O.D.<sub>663</sub>
- 총엽록소 (mg/L) = 7.22·O.D.<sub>663</sub> + 20.3·O.D.<sub>645</sub>

색도

여주 분말시료의 색도는 색도계(Colorimeter, JC-801, Japan)

를 이용하였고, Hunter 색차계의 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 3회 반복 측정하였다. 이 때, 사용된 표준백판의 L, a, b 값은 각각 L = 93.29, a = 1.17, b = 1.69였다.

비타민 C

여주의 건조분말 1 g에 동량의 metaphosphoric acid-acetic acid를 혼합하여 균등한 죽 상태로 만들고 무게를 잰 다음(W) 100 ml 메스플라스크에 옮겨 묽은 metaphosphoric acid-acetic acid를 이용하여 100 ml로 정용하였다. 이 용액을 여과하고 처음의 수 ml를 제거하여 여액을 취해 사용하였다. 그 뒤 2 ml를 취하여 indophenol solution 1방울, metaphosphoric acid-thiourea solution 2 ml를 가한 다음 dinitrophenylhydrazine 1 ml를 가하여 50°C에서 1시간 방치한 후 얼음물 중에서 냉각하면서 85% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5 ml를 첨가하여 냉각시키고, dinitrophenylhydrazine 1 ml를 혼합하여 30분간 방치하였으며 UV/VIS spectrophotometer (Cary 500, Varian, USA)를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 또한 비타민 C 표준용액으로 검량선을 작성하여 다음과 같은 식으로 비타민 C 함량을 계산하였다.

$$\text{총비타민 C 함량 (mg/kg)} = \frac{\text{검량선 대응값}}{1,000} \times 50 \times \frac{\text{시료채취량(g)} \times 2}{W} \times \frac{1000}{\text{시료 채취량(g)}}$$

Charantin 분석

여주의 열매, 잎 그리고 줄기를 세절한 후 동결건조하여 믹서기로 약 20 mesh 정도의 분말상태로 만들고 이 분말시료에 80% 에탄올 10배 (w/v)로 40°C에서 6시간 동안 3회에 걸쳐 수욕조에서 정치시킨 다음 여과지(Whatman No. 2)로 여과하였다. 그 후 회전식 진공농축기로 감압농축시킨 후 동결건조하여 분석시료로 사용하였다.

여주에 함유된 charantin 성분을 분석하기 위하여 각 추출물 1 mg을 80% 에탄올에 녹여 13,000 rpm에서 5분 동안 원심분리한 후 100 µl씩 주입하여 HPLC (Agilent 1200 series, USA)로 분석하였다. Column은 Agilent Zorbax XDB C18 (4.6×150 mm, 5 µm pore size)을 사용하였고, flow rate와 mobile phase는 각각 1.0 ml/min.과 H<sub>2</sub>O/methanol (A/B, v/v) 1/99를 사용하였으며 detector와 파장은 UV와 204 nm, column 온도는 30°C였다. 이 때 charantin 분석에 사용된 표준물질은 ChromaDex™에서 구입하였다.

통계처리

각각의 조사분석은 3반복 이상으로 하였으며 실험 결과를 통계처리하여 평균치와 표준편차로 나타내었다. 각 실험군간의 유의성 검정은 SPSS 통계 package 12.0을 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

여주의 품종별, 부위별 그리고 열매의 성장단계별 일반성분의 분석 결과는 Table 2와 같다.

세 품종 모두 과령이 증가할수록 조단백질이 감소하는 경향을 나타내어 여주 열매가 미숙과에서 완숙과로 성장하는 동안 조단백질이 감소하였다고 한 Horax *et al.* (2010)의 결과와 일치하였다. 조단백질은 특히 NL 27.5%, EL 26.9% 그리고 DL 23.6% 순으로 잎에 다량 함유되어 있었다. 조지방의 경우도 과령 증가에 따라 함량이 다소 감소하는 경향을 보였으나 Horax *et al.* (2010)은 과실생장에 따라 조지방의 변화가 전혀 없음을 보고하였다. 또한 조지방은 에라부 EF1 4.0%, 재래종 NF1 3.9%로 어린 열매에 많이 함유되어 있었으나 드레곤은 열매보다 잎

에 3.6%로 가장 많은 양이 함유되어 있었다. 조섬유는 세 품종 모두 줄기에서 그 함량이 높았는데 NS 38.3%, ES 39.2%, DS 39.5%로 세 품종 간의 유의성은 인정되지 않았다. 조회분은 열매가 클수록 증가하였고 EL 23.2%, DL 17.4%, NF3 13.6% 순으로 함유되어 있었다.

태국에서 재배되고 있는 여주 미숙과의 성분을 분석한 결과에 의하면 조단백질 23.7%, 조지방 1.7% 그리고 조회분 13.6%로 재래종 NF3와 비교할 때 조지방과 조회분은 유사하지만 조단백질은 재래종이 약 4.3배 정도 적게 함유되어 있었다(Pitchaon *et al.*, 2008). 또한 Parvathi and Kumar (2002)는 여주 미숙과의 조단백질과 조섬유 함량이 각각 2.1%와 1.7%라고 하였는데 이는 본 연구에서 사용된 세 품종보다도 훨씬 적은 양으로 생육 환경 및 품종에 따라 성분함량의 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

무기성분 분석

여주의 무기성분 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 전반적으로 K, Ca, Mg이 다른 성분에 비해 높은 함량을 나타내었다. 열매의 경우 K이 가장 많이 함유되어 있었으며 재래종이 229~498 mg/100g으로 가장 높았고, 드레곤 255~339 mg/100g, 에라부 192~237 mg/100g 순이었으며 열매의 크기가 클수록 함량이 증가하는 경향을 나타내었다. Ca은 재래종 여주가 27~29 mg/100g으로 가장 높았고, 드레곤 20~24 mg/100g, 에라부 18~21 mg/100g 순이었다. Mg은 재래종 22~27 mg/100g, 에라부 26~30 mg/100g, 드레곤 19~23 mg/100g으로 열매의 성장에 따라 다소 감소하였다. 이외의 성분함량은 Na은 DF2, Zn은 DF3, Cu는 DF2, Fe은 EF2, 그리고 Mn은 DF3에 가장 많은 양이 함유되어 드레곤에서의 함량이 높음을 확인하였다.

잎의 경우 Ca이 EL 513.45 mg/100g, DL 371.69 mg/100g, NL 209.43 mg/100g 순으로 열매보다 다량 함유되어 있었고 K은 DL에서 266.85, Mg은 EL에서 69.92 mg/100g으로 함량이 높았다. 일반적으로 여주에 많이 함유되어 있는 것으로 알려진 Fe은 열매보다는 잎에 많이 함유되어 있었는데 세 품종간 차이가 크게 나타나 EL 6.54 mg/100g, DL 2.39 mg/100g, NL 1.34 mg/100g 순이었으며 Trivedi Rashmi *et al.* (2011)이 여주 잎에 Ca, K, Fe이 다량 함유되어 있다고 보고한 것과 일치하였다. 한편 줄기의 경우 Ca 함량이 57~83 mg/100g으로 열매보다 약 2~3배 많았고, K은 260~314 mg/100g으로 잎보다도 많은 양이 함유되어 있었다.

타이에서 재배된 여주 열매는 Ca 188.1 mg/100g, Fe 13.8 mg/100g (Pitchaon *et al.*, 2008)으로 본 실험의 결과보다 Ca은 6.3~10.3

Table 2. Proximate composition of *Momordica charantia* L.

Groups <sup>z</sup>	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)
NF1	10.7 e <sup>y</sup>	3.9 a	15.1 ab	7.4 d
NF2	7.8 f	2.4 c	16.0 a	9.0 c
NF3	5.4 g	1.5 e	14.5 c	13.6 a
EF1	19.7 a	4.0 a	14.5 c	6.0 e
EF2	15.7 c	2.4 c	15.4 ab	7.2 d
EF3	10.4 e	3.0 b	14.6 c	8.6 c
DF1	16.9 b	2.4 c	13.3 d	8.8 c
DF2	15.2 d	1.8 de	15.4 ab	10.0 b
DF3	15.1 d	2.0 cd	15.8 a	10.8 b
NL	27.5 a	1.4 b	6.6 b	12.8 c
EL	26.9 b	1.7 b	7.8 a	23.2 a
DL	23.6 c	3.6 a	6.2 b	17.4 b
NS	11.9 a	0.8 c	38.3 a	9.2 b
ES	8.4 c	2.1 b	39.2 a	10.2 b
DS	10.2 b	2.8 a	39.5 a	12.0 a

<sup>z</sup>Groups are the same in the Table 1.

<sup>y</sup>Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 3. Mineral contents of *Momordica charantia* L.

(Unit: mg/100g)

Groups <sup>z</sup>	Ca	K	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn
NF1	29.79 <sup>y</sup>	229.17	27.55	13.73	0.75	0.14	0.52	0.16
NF2	27.89	307.34	22.77	14.45	0.66	0.12	0.37	0.12
NF3	28.86	498.37	23.27	22.74	0.59	0.13	0.43	0.11
EF1	18.27	192.80	30.09	13.45	0.64	0.16	0.58	0.17
EF2	19.08	208.73	27.02	13.42	0.61	0.13	0.66	0.15
EF3	21.35	237.29	26.80	15.39	0.63	0.17	0.50	0.15
DF1	20.79	268.54	23.49	14.07	0.73	0.20	0.59	0.27
DF2	20.73	255.26	20.10	23.71	0.74	0.24	0.59	0.31
DF3	24.76	339.21	19.09	16.02	0.85	0.16	0.53	0.54
NL	209.43	223.53	37.29	10.75	0.79	0.21	1.34	0.22
EL	513.45	239.18	69.92	13.65	1.21	4.44	6.54	1.05
DL	371.69	266.85	29.96	12.21	1.15	0.37	2.39	1.49
NS	83.68	260.76	16.39	14.96	0.92	0.12	0.53	0.11
ES	57.84	287.32	23.95	15.45	0.69	0.16	1.00	0.33
DS	68.08	314.30	19.06	16.06	1.65	0.19	0.86	0.92

<sup>z</sup>Groups are the same in the Table 1.

<sup>y</sup>Values are mean of triplicates.

배, Fe은 20.9~37.3배 정도 많이 함유되어 있었다. 인도산은 Ca 23, K 171, Na 2.4, Fe 2, Cu 0.19, Mg 0.08, Zn 0.46 mg/100g이었으며(Parvathi and Kumar, 2002) 특히 K, Mg, Na은 본 실험에 사용한 세 품종보다 함량이 높았으나 Fe 함량은 3~5배 정도 낮아 무기성분 함량의 차이는 기후나 토양과 같은 재배의 환경 및 품종간의 차이에서 기인한다고 사료된다.

전체적인 무기질 함량은 세 품종 모두 큰 차이는 없었으나 열매의 경우 재래종>드래곤>에라부, 잎은 에라부>드래곤>재래종 그리고 줄기는 드래곤>에라부>재래종 순으로 함유량에 차이를 나타내었다.

엽록소

엽록소는 채소나 열매의 신선함을 나타내는 지표가 되기도 하고 식욕을 돋우는 요소로서 중요하다. 또한 상처 치료효과, 세균 저지효과, 조혈작용, 간 기능 증진 등의 생리활성으로 건강보조식품에 널리 이용되고 있으며 항산화성, 항돌연변이성 및 항암성이 보고되었다(Lee *et al.*, 2005). 광합성에 중요한 작용을 하는 엽록소는 식물체의 잎과 열매에 존재하는 녹색색소로 카로티노이드와 함께 단백질 또는 지단백질과 결합한 상태로 엽록체에 존재한다(Bowers, 1992). 엽록소의 종류에는 엽록

Table 4. Chlorophyll contents of *Momordica charantia* L.

(Unit: mg/100g dw)

Groups <sup>z</sup>	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total Chlorophyll
NF1	111.6 g <sup>y</sup>	40.7 g	152.3 g
NF2	68.3 h	22.8 h	91.1 h
NF3	22.0 i	7.7 i	29.7 i
EF1	332.9 c	174.3 a	507.1 b
EF2	384.9 a	168.6 b	553.5 a
EF3	347.5 b	154.6 c	502.0 c
DF1	172.9 d	74.3 d	247.2 d
DF2	159.5 e	67.1 e	226.7 e
DF3	113.5 f	51.4 f	164.9 f
NL	442.9 a	240.6 c	683.5 c
EL	405.3 b	759.6 a	1164.9 a
DL	405.6 b	700.4 b	1106.0 b
NS	96.6 c	40.8 c	137.4 c
ES	273.4 a	108.6 a	381.9 a
DS	205.5 b	83.5 b	289.0 b

<sup>z</sup>Groups are the same in the Table 1.

<sup>y</sup>Duncan's multiple range test at 5% level.

소 a~d가 있고 자연계에 엽록소 a와 b가 약 3 : 1 정도의 비율로 분포되어 있는 것으로 알려져 있으며, 엽록소 a는 청녹색, 엽록소 b는 황녹색을 띄고 있다. 여주의 각 부위별 엽록소 함량은 Table 4와 같다.

채래종과 드레곤은 엽록소 a, 엽록소 b 그리고 총엽록소 함량이 열매가 커짐에 따라 감소하였으며 에라부는 총엽록소 함량이 증가하다가 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 여주 열매의 엽록소 a와 b의 함량은 채래종이 드레곤과 에라부에 비해 5배 이상 큰 폭으로 감소하였는데 이는 카로티노이드의 함량 증가로 인한 것이라 사료된다.

한편, 잎의 경우 품종간 엽록소 a의 함량은 NL>EL·DL, 엽록소 b의 함량은 EL>DL>NL 순으로 열매와 줄기보다 잎에서 함량이 높았고, 총엽록소는 EL 1164.9 mg/100g dw, DL 1106.0 mg/100g dw로 채래종에 비해 약 2배가 높았으며 줄기는 ES가 381.9 mg/100g dw로 높게 나타났다. 최근에는 건강지향적인 먹거리를 이용하고자 하는 경향이 강하게 나타나 채소를 가공하여 첨가하는 제품들이 증가하고 있는데 부추를 분말로 가공하였을 경우 건조중량 100 g에 함유되어 있는 클로로필이 1064.69 mg으로 식품적 가치를 높여 줄 수 있다고 하였다(Lee and Lee, 2011). 에라부와 드레곤 잎의 클로로필 함량은 부추 분말보다 높으므로 우리나라의 경우 주로 열매를 이용하고 있지만 여주의 잎과

줄기를 이용하여 식재료 및 첨가물로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

색도변화

색도는 품종 및 부위에 따른 가공특성 그리고 소비자의 기호도를 결정짓는 중요한 요인의 하나로 품종 고유의 특성과 가공 조건에 따라서 변화하는데(Kim *et al.*, 2010) 여주의 품종 및 각 부위에 따른 특성을 조사하고자 색도를 측정하였다(Fig. 1).

밝기의 정도를 나타내는 L 값은 채래종 NF3에서 83.12로 가장 높게 측정되었는데 실제 육안으로도 가장 밝은 연녹색임을 확인할 수 있었고 에라부는 과령의 증가에 따른 변화가 거의 없었으며, 드레곤은 다소 증가하였다. 적색도를 나타내는 a 값은 EF3 -9.24로 에라부가 가장 진한 녹색을, 황색도를 나타내는 b 값은 NF3 29.56으로 채래종이 가장 밝은 색을 띄었다. 즉, 채래종의 경우 열매가 성장함에 따라 a와 b 값이 증가하면서 밝은 색을 띄게 되며, 에라부는 a값이 감소하고 b값이 증가하며 또한 드레곤은 a 값이 증가하고 b 값이 감소하며 열매의 색이 밝아지는 경향을 나타내어 품종간 색의 발현에도 차이가 있음을 알 수 있었다. 총색차를 나타내는 ΔE는 DL>EL·NL>DS>SE·NS 순이었다.

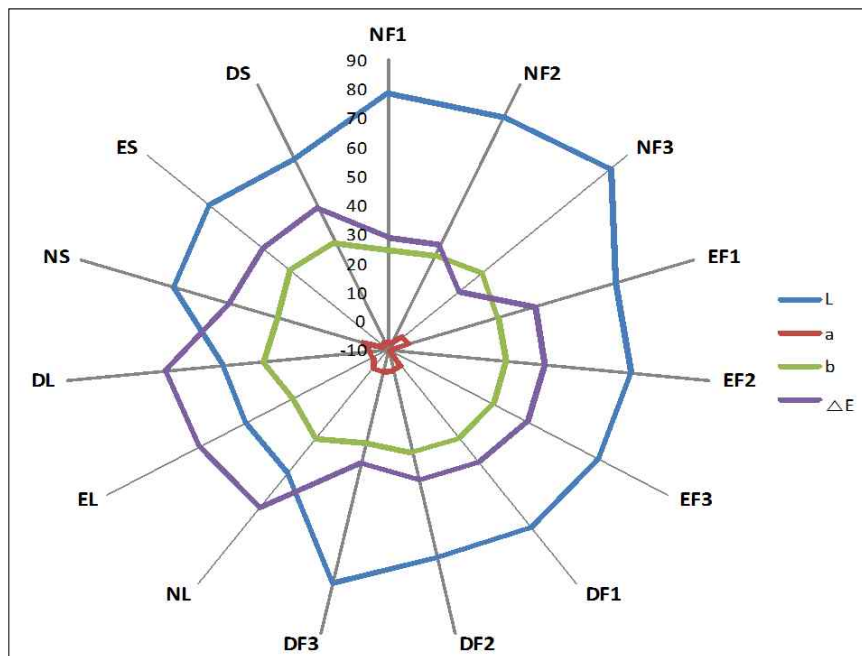


Fig. 1. Hunter color values of *Momordica charantia* L.

L, lightness; a, redness; b, yellowness;  $\Delta E, \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ , total color difference.

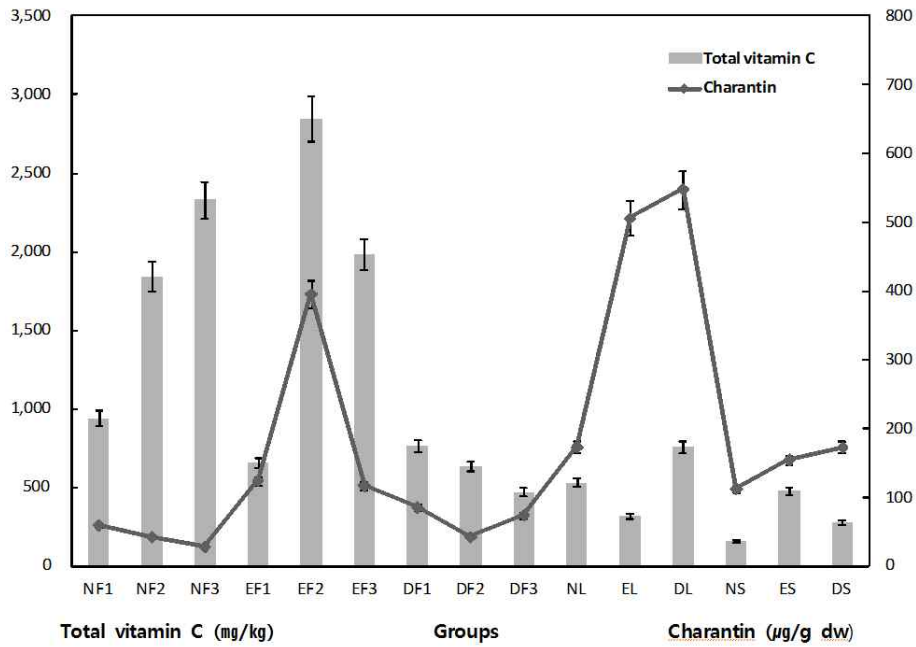


Fig. 2. Total vitamin C and charantin contents of *Momordica charantia* L.

비타민 C

비타민 C는 대표적인 수용성 비타민으로 영양의 지표로 사용되며 강력한 산화제로 생존을 위해서는 반드시 필요한 성분이다(Park *et al.*, 2008). 또한 비타민 C는 다양한 산화스트레스에 대해 최초의 항산화 역할을 수행하는 것으로 알려져 있으며 기질로부터 생성물을 전환하는데 있어 촉매역할을 하는 효소로 직접적인 역할을 하지는 않지만 효소들이 활성화될 수 있도록 미네랄 이온들을 조절한다(Feri and Ames, 1991). 그리고 지질의 산화과정에서 다가불포화 지방산의 산화적 손상을 보호하며 비타민과 산소 유리기를 효과적으로 제거하는 작용을 한다(Jakeman *et al.*, 1993).

Fig. 2는 여주의 비타민 C 함량을 나타낸 것으로 열매의 경우 EF2 2849.9 mg/kg, NF3 2330.5 mg/kg, EF3 1985.1 mg/kg 그리고 NF2 1844.5 mg/kg 순으로 함량이 높았고, 특히 재래종과 에라부에 많이 함유되어 있었다. 또한 재래종은 열매가 커짐에 따라 비타민 C 함량이 증가하였으나 드레곤은 감소하는 경향을 나타내었다. Pitchaon *et al.* (2008)이 보고한 타이에서 재배된 여주 열매의 비타민 C 함량 4606.0 mg/kg에 비하면 적은 양이지만, Chanwitheesuk *et al.* (2005)이 보고한 138.0 mg/kg 보다 모든 처리구에서의 비타민 C 함량은 2~16배가 많았다. 한편, 잎은 드레곤에서 755.7 mg/kg, 줄기는 에라부에서 478.7 mg/kg으로 함량이 높았으며 여주 잎에 397.4~1275.1 µg/g dw의 비타민C를 함유하고 있음이 보고(Zhang *et al.*, 2009)되어 열매 뿐만 아니

라 잎의 이용방안에 대한 강구가 필요하다고 생각된다.

Charantin 분석

여주의 품종별, 부위별 charantin 함량을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 재래종 열매의 경우 28.25~59.78 µg/g dw, 에라부 116.87~395.62 µg/g dw 그리고 드레곤 42.28~85.31 µg/g dw 가 함유되어 있었고, EF2에 395.62 µg/g dw로 가장 많은 charantin이 함유되어 있었다. 재래종이나 드레곤에 비해 에라부의 함량이 높게 나타났으며 재래종의 경우 열매가 커짐에 따라 감소하는 경향을 보여 각 품종별로 착과 후 charantin 함량을 최대로 함유하는 시기에 대한 추가 연구의 필요성이 있다고 생각된다. 또한 생산지 및 품종에 따른 charantin 함량에 차이가 있어서 필리핀 종에 비하여 일본 품종, 그 중에서도 peacock 711.6 µg/g dw, nikko 563.8 µg/g dw로 필리핀 종인 Trident 357에 비해 각각 23.8배와 18.9배의 함량이 높았음이 보고되었다(Kim *et al.*, 2013).

한편 부위별로 보면, DL 547.71, EL 506.04 그리고 NL 173 µg/g dw 순으로 잎에서의 함량이 높게 나타났다. 일반적으로 미숙과의 charantin 함량이 높다고 알려져 있으나 본 실험에서는 오히려 잎에 상당히 많은 양의 charantin이 함유되어 있었고 재래종과 드레곤의 경우 열매보다도 더 많은 양이 줄기에 함유되어 있어 잎이나 줄기를 이용한 기능성 성분 활용을 목적으로 보다 정확한 분석조건확립이 필요하다고 생각된다. El-said and

Al-Barak (2011)는 여주 열매에 비해 잎에서 charantin 함량이 높았으며 최적 추출조건 즉, 열매의 경우 50% 에탄올, 추출온도 70.24°C, pH 5.4에서 60시간 추출했을 때 55.27 mg/g dw, 잎의 경우에는 70% 에탄올, 추출온도 80.34°C, pH 5.4에서 70시간 추출하였을 때 144.58 mg/g dw로 효율적이었다고 하였다.

여주는 glycosides, saponins, alkaloids, fixed oils, triterpenes, proteins 및 steroid 를 포함한 생물학적으로 활성이 뛰어난 물질들로 이루어져 있으며 식물체의 모든 부위에 함유되어 있다(Grover and Yadav, 2004; Raman and Lau, 1996; Ali *et al.*, 1993). 특히 여주의 혈당저하 화합물은 insulin-like peptide인 charantin으로서 steroidal saponin의 화합물로서 sitosteril glucoside와 stigmasteril glucoside로 이루어져 있다(Raman and Lau, 1996; Ali *et al.*, 1993). Charantin 한 분자는 aglicon 또는 steroidal 부분으로 구성되어 있으며 chloroform 과 dichloromethan과 같은 비극성 용매에 잘 녹지만 charantin 분자에 붙어있는 glucoside는 ethanol이나 methanol과 같은 극성 용매에 잘 녹으므로 charantin의 분리를 위해서는 soxhlet 장치를 이용하고 이들 용매를 혼합하여 사용하여야 한다. Jesada *et al.* (2007)은 PLE (pressed liquid extraction) 방법을 이용하여 charantin을 분리하였으며 이때 용매는 dichloromethan 과 water 보다 aceton과 ethanol이 분석에 더욱 효과적이고 추출 효율이 soxlet 장치를 사용했을 때보다 추출시간 3.75배, 용매소비량 5배의 감소효과가 있다고 하였다. Parichat and Artiwan (2009)은 추출방법에 따라 추출 수율이 다르게 나타나는데 subcritical water extraction의 경우 phenolic compound 가 46.16 mg/g으로 그 양이 가장 많았고 methanol 추출물 1.61 mg/g, soxhlet 추출물 1.77 mg/g 순으로 추출방법에 따라 얻어진 유효화합물의 양뿐만 아니라 항산화 활성도 차이가 있음을 보고하였다. 그러므로 여주를 이용하여 유효성분의 손실이 없는 보다 안전하고 친환경적인 방법을 이용한 분석조건의 확립이 필요하며 이를 바탕으로 여주의 품종별, 부위별로 다량의 charantin을 안전하게 분리하여 혈당조절을 위한 기능성 물질로 활용하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

## 적 요

여주(*Momordica charantia L.*)는 열대, 아열대 지방에서 재배되고 있는 박과의 유용한 작물로 약리작용이 뛰어난 식물이다. 여주의 품종별, 부위별 그리고 열매의 성장단계별 이화학적 분을 조사한 결과는 다음과 같다. 조단백질은 NL 27.5%, EL

26.9%, DL 23.6%로 특히 잎에 가장 많이 함유되어 있었고 조지방은 EF1 4.0%, NF1 3.9% 순으로 열매가 성장함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 조섬유는 세 품종 모두 줄기에 많이 함유되어 있었으며 조회분은 EL 23.2%, DL 17.4%, NF3 13.6% 순이었다. 주요 무기성분은 K, Ca 및 Mg으로 특히 K은 NF3 498.37, DF3 339.21, DS 314.30 그리고 NF2 307.34 mg/100g 순이었다. Ca의 함량은 EL 513.45, DL 371.69, NL 209.43 mg/100g 순으로 열매보다 잎과 줄기에 많이 함유되어 있었으며, Mg은 EL에서 69.92 mg/100g으로 그 함량이 가장 높았다. 엽록소 a는 NL 44.29 mg/kg, 엽록소 b는 EL 75.96 mg/kg 그리고 총엽록소 함량은 EL 116.49 mg/kg으로 가장 높게 나타났다. 여주의 비타민 C 함량은 EF2 2849.9, NF3 2330.5 EF3 1985.1 그리고 NF2 1844.5 mg/kg 순이었고, 드레곤 보다는 재래종과 에라부의 열매에 많이 함유되어 있었다. charantin의 함량은 열매보다도 잎에서 더 높게 나타났으며 그 함량은 DL 547.71, EL 506.04, EF2 395.62  $\mu$ g/g 순으로 많이 함유되어 있었다. 이상의 결과로 보아 무기성분, 총클로로필 및 캐라틴 함량은 열매보다 잎(EL, DL)에서, 비타민 C 함량은 열매(EF2, NF2)에서 함유량이 높았다. 따라서 여주는 훌륭한 영양성분의 공급원으로 앞으로 무기성분과 비타민 함량이 풍부한 재래종 열매뿐 아니라 잎에 대한 사용법 모색이 필요할 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 기관고유과제(과제번호PJ008564)의 지원에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

## References

- Ali, L., A.K. Azad Khan, M.I. Rouf Mamun, M. Mosihuzzaman, N. Nahar, M. Nur-E-Alam and B. Rokeya. 1993. Studies on hypoglycemic effects of fruit pulp, seed, and whole plant of *Momrdica charantia* on normal and diabetic model rats. *Planta Med.* 59:408-412.
- AOAC. 1990. Official methods analysis. 15th ed., Association of official analytical chemists Washington DC., USA.
- Basch, E., S. Gabardi and C. Ulbricht. 2003. Bitter melon (*Momordica charantia*): A review of efficacy and safety. *American. J. Health-Syst Pharm.* 15:60(4):356-359.
- Boo, H.O., J.S. Shin, S.J. Hwang, C.S. Bae and S.H. Park. 2012. Antimicrobial effects and antioxidative activities of the



- cosmetic composition having natural plant pigment. Korean J. Plant Res. 25(1):80-88 (in Korean).
- Bowers, J. 1992. Food theory and applications. Macmillan Publishing Company. New York (USA). pp. 726-729.
- Chanwitheesuk A., A. Teerawutgulrag and N. Rakariyatham. 2005. Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. Food Chem. 92:491-497.
- El-Batran, S.A., S.E. El-Gengaihi and O.A. El-Shabrawya. 2006. Some toxicological studies of *Momordica charantia* L. on albino rats in normal and alloxan diabetic rats. J. Ethnopharm. 108:236-242.
- El-Said, S.M. and A.S. Al-Barak. 2011. Extraction of insulin like compounds from bitter melon plants. Am. J. Drug Discovery Dev. 1:1-7.
- Feri, D. and B.N. Ames. 1991. Ascorbic acids as protects plasma lipids against oxidative damage. Nutr. Cancer. 15:250-252.
- Grover, J.K. and S.P. Yadav. 2004. Pharmacological actions and potential uses of *Momordica charantia*: a review. J. Ethnopharm. 93:123-132.
- Horax, R., N. Hettiarachchy, A. Kannan and P. Chen. 2010. Proximate composition and amino acid and mineral contents of *Momordica charantia* L. pericarp and seeds at different maturity stages. Food Chem. 122:1111-1115.
- Jakeman, M.J., R.H. Edwards and H.C. Symonns. 1993. Electron spin resonance studies of intact mammalian skeletal muscle. Biochem. Biophys. Acta. 874(2):185-190.
- Jesada, P., C. Sutawadee, G. Motonobu, J. Weena, S. Mitsuru and S. Artiwan. 2007. New approach for extraction of charantin from *Momordica charantia* with pressurized liquid extraction. Separation and Purification Tech. 52:416-422.
- Kim, Y.G., J.D. Lee, H.S. Kim and K.J. Song. 2010. Effect of manufacturing methods on chemical components and quality of green tea with different tea cultivars. Food Sci. Biotechnol. 16(1):77-83 (in Korean).
- Kim, Y.K., W.T. Park, M.R. Uddin, Y.B. Kim, H.H. Bae, H.H. Kim, K.W. Park and S.U. Park. 2013. Variation of charantin content in different bitter melon cultivars. Asian J. Chem. 26(1):309-310 (in Korean).
- Kozukue, N. and M. Friedman. 2003. Tomatin, chlorophyll,  $\beta$ -carotene and lycopene content in tomatoes during growth maturation. J. Sci. Food. Agric. 83(3):1-6.
- Lee-Huang, S., P.L. Huang, A.S. Bourinbaiair, H.C. Chen and H.I. Huang. 1995. Inhibition of the integrase of human immunodeficiency virus (HIV) type 1 by anti-HIV plant proteins MAP 30 and GAP 31. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 92(19):8818-8822.
- Lee, M.H., J.S. Han and K. Nobuyuki. 2005. Changes of chlorophyll contents in Spinach by growth periods and storage. Korean J. Food Cookery Sci. 21(3):339-345 (in Korean).
- Lee, S.U. and M.H. Lee. 2011. Contents of ascorbic acid and antioxidative activities on *Allium Tuberosum*. Food Service Industry J. 7(2):87-99 (in Korean).
- Parichat, B. and S. Artiwan. 2009. Enhanced recovery of phenolic compounds from bitter melon (*Momordica charantia*) by subcritical water extraction. Separation and Purification Technol. 66:125-129.
- Park, Y.K., S.H. Choi, S.H. Kim, Y.S. Jang, J.K. Han and H.G. Chung. 2008. Functional composition and antioxidant activity from the fruits of *Rubus coreanus* according to cultivars. Mokchae Konghak 36(1):102-109 (in Korean).
- Parvathi, S. and U.J.F. Kumar. 2002. Studies on chemical composition and utilization of the wild edible vegetable athalakkai (*Momordica charantia*). Plant Foods Human Nutr. 57:215-222.
- Pitchaon, M., P. Sirikarn and R. Pitiporan. 2008. Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some Thai plant. J. Food Composition and Anal. 21:229-240.
- Raman, A. and C. Lau. 1996. Anti-diabetic properties and phytochemistry of *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae). Phytomedicine 2:349-362.
- Subratty, A.H., A. Gurib-fakim and F. Mahomoodally. 2005. Bitter melon : an exotic vegetable with medicinal values. Nutr. and Food Sci. 35(3):143-147.
- Trivedi Rashmi, V., J. Wadher Kamlesh, B. Taksande Jayashri and J. Umekar Milind. 2011. Bitter melon: a bitter body with a sweet soul. IJRAP. 2(2):443-447.
- Wu, S.J. and L.T. Ng. 2007. Antioxidant and free radical scavenging activities of wild bitter melon (*Momordica charantia* Linn. var. *abbreviata* Ser.) in Taiwan. LWT-Food Sci. and Technol. 41(2):323-330.
- Zhang, M., N.S. Hettiarachchy, R. Horex, P.Y. Chen and K.F. Over. 2009. Effect of maturity stages and drying methods on the retention of selected nutrients and phytochemicals in bitter melon (*Momordica charantia*) leaf. J. Food Sci. 74(6):441-448.

(Received 9 December 2014 ; Revised 15 June 2015 ; Accepted 24 June 2015)