

여주의 유전자원별 과실특성과 Charantin 성분 함량

이희주^{1*} · 문지혜² · 이우문¹ · 이상규¹ · 김애경¹ · 우영희³ · 박동금¹
¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예작물부 채소과, ²도시농업팀, ³한국농수산대학

Charantin Contents and Fruit Characteristics of Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.) Accessions

Hee Ju Lee^{1*}, Ji-Hye Moon², Woo-Moon Lee¹, Sang Gyu Lee¹,
Ae-Kyung Kim¹, Young-Hoe Woo³, and Dong Kum Park¹

¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Sciences, RDA, Suwon 440-706, Korea

²Urban Agriculture Research Team, National Institute of Horticultural and Herbal Sciences,
RDA, Suwon 440-706, Korea

³Korea National College of Agriculture and Fisheries, Hwaseong-Si 445-760, Korea

Abstract. Bitter gourd (*Momordica charantia* L.) has long been used for food and medicinal plant in Korea, China and Japan. This study aimed at evaluating productivity, and vitamin-C and charantin contents in bitter gourd (*Momordica charantia* L.) accessions. The contents of charantin of these two accessions were analyzed using HPLC with the UV-diode array detection. The highest fruit yield was observed in accessions, 'BG1' and 'BG7.' The vitamin-C contents of fruits in these two high-yield bitter gourd accessions, 'BG1' and 'BG7,' depended on days after fruit set and were highest in 24 days and 17 days after fruit set, respectively. The charantin contents of the two accessions were different according to the number of days after fruit set. The charantin content of 'BG1' was highest in fruits harvested at 24 days and followed by 15 days after fruit set. The charantin content of 'BG7' was highest in fruits harvested at 13 days and followed by 16 and 19 days after fruit set. The charantin contents of 13 *M. charantia* accessions with relatively high yield potential were analyzed and three accessions, 104615, K169995 and NS454, were selected based on their relatively high yield and charantin content. These accessions will be used for breeding program and processed foods.

Key words : charantin, vitamin C, shape of fruit

서 론

박과채소의 기능성 성분에 대해 관심이 높아지면서 여주, 동아, 수세미오이를 중심으로 열매를 채배·가공·판매하여 부가가치를 높이는 농가가 많아지고 있다. 여주(*Momordica charantia* L.)는 미숙 과실의 쓴맛 때문에 쓴오이(bitter gourd, bitter melon, bitter cucumber)라고도 하며, vitamin C, 칼륨, 철분 등 미네랄이 풍부하며 특히 혈당저하기능이 있는 charantin, momordicin 이라는 성분을 함유하고 있어 기능성 성

분이 높은 박과채소로 중요성이 높아지고 있다. 여주는 일본에서 분말제나 차로 가공하여 이용하고 있으며, 더위를 이기는 건강채소로 직접 조리하여 섭취하는 식문화가 발달되어 있다. 성인병 치유를 목적으로 한 기능성 식품산업이 발달한 미국에서는 항당뇨 여주음료, 여주차 그리고 각종 건강보조의약품 등으로 판매 중이다. 동남아시아에서는 당뇨병환자들을 위한 건강음료로 가공되어 판매되고 있으며 우리나라에서는 함안, 정읍, 남원 등에서 미숙과를 건조하여 환이나 차로 가공하여 판매하고 있다.

이렇게 음식 및 약용식물로 이용되어 오던 여주는 잎, 줄기, 과실에 대한 부위별 항산화 활성 및 페놀함량(Jittawan 등, 2008), 여주추출 momordicin의 생리

*Corresponding author: perpetuaa@korea.kr
Received October 3, 2012; Revised November 1, 2012;
Accepted November 7, 2012

적 활성(Nadine 등, 2005), charantin의 당뇨치료제로써의 기능성(Sook 등, 2009; Lawrence 등, 2009) 등 여주 함유 기능성성분의 의학적 이용 가능성 검토가 다각도로 수행되고 있다. 한편 RAPD마커를 이용한 농업적 특성에 대한 유전적 형질의 다양성을 탐색하고(Dey 등, 2006), 자성계통을 이용한 육종효율 향상(Behera 등, 2009), 발아세가 낮은 여주의 발아력을 높이기 위한 최적환경 규명(Parreira 등, 2011), 칼슘 공급이 여주의 생장에 미치는 영향(Sunil 등, 2007)에 관한 연구 등이 수행되었다. 또한 여주 잎에는 비타민 C 함량이 줄기의 40배 이상 함유되어 있고, 잎 추출물에서의 항산화 능력이 ascorbic acid와 BHT 보다 우수함을 밝혀 식물유래 천연 항산화제로서의 기능성에 대하여 시사하였다(Park 등, 2007). 또한 Wu와 Ng(2007)는 여주 추출물의 항산화 효과에 대한 연구 결과 phenolic compound가 강력한 항산화 작용을 일으키는 요소라고 하였다.

그러나 국내에서의 여주 재배는 몇몇 농가에서 소규모로 재배·생산되기 때문에 생리생태적 특성, 재배법, 기능성 및 국내에 적합한 유전자원 선발 등에 대한 체계적인 연구가 미약한 실정이다.

따라서 본 실험은 국내에 보유하고 있는 여주 유전자원의 과실특성과 수량을 조사하고 착과 후 일수에 따른 vitamin C와 charantin 함량을 분석함으로써, 형질이 우수하고 기능성성분 함량이 높은 자원을 선발하여 부가가치가 높은 품종 육성에 활용하는 한편 목적성분에 따른 적정 수확시기를 제시하고자 수행하였다.

재료 및 방법

여주(*Momordica charantia* L)는 유전자원 11점과 시판종 1점을 2011년 4월 26일 32공 플러그 트레이에 시판 경량혼합상토(바이오, 흥농)를 채우고 1셀당 2립씩 파종하고 발아 후 솟음작업을 통해 1주를 육묘하였다. 정식은 파종 후 1개월 뒤인 5월 26일에 수원 이목동 소재의 국립원예특작과학원 PE 비닐하우스 내에 이랑폭을 1.5m로 만들고, 흑색 멀칭 비닐로 멀칭한 후 주간거리를 50cm 간격으로 한 이랑당 2줄로 자원당 5주씩 2반복으로 정식하였다. 정지 및 유인방법은 이랑위에 파이프로 1.5m 높이의 소형터널을 만들고 그 위에 8cm×8cm의 그물망을 씌운 후 주지와

측지 2분을 그물위에 유인하는 방법으로 재배하였으며, 관수는 토양과 기후조건에 따라 점적호스로 공급하였다. 시비관리는 오이 시비추천량을 기준으로 하여 밑거름과 웃거름을 50:50의 비율로 하여 밑거름으로 50%를 사용하였고, 웃거름은 착과 무렵에 1차 추비를 한 후 2주일에 한번씩 질소와 염화칼슘을 관비하였다. 착과는 5절 이후에 발생하는 암꽃에 인공수분을 시켰고, 유전자원끼리 교잡을 막기 위하여 자가수분(selfing)하였다. 분석용 시료는 고배 후 일자를 확인하면서 착과 후 10일부터 수확하였다. 총비타민C 함량을 분석하기 위해 액체질소로 마쇄한 과육 0.5g을 50ml 원심분리용 tube에 평량하여 넣고 2.5% meta-phosphoric acid 용액을 25ml를 넣은 후 균질화하였다. 균질된 시료를 원심분리기에 넣고 4°C, 10,000rpm으로 10분간 원심분리한 후 상층액을 0.2µm GHP Acrodisc syringe filter(Pall Co. USA)로 여과하여 분석하였다. 분석은 UPLC(Acuity UPLC H-class, Waters, USA)로 하였으며 분석조건은 BEH C18(1.7µm, 2.1×100mm) 칼럼(Waters, USA), 파장 254nm, 유속 0.2ml/min, 전개용매는 16mM meta-phosphoric acid와 100% ACN로 하였으며 16mM meta-phosphoric acid와 100% ACN(95:5 2min, 99:1 3min, 95:5 2min, v/v)로 하였다. 비타민C 표준용액은 100mg/L L-ascorbic acid(Sigma, USA)로 하였다.

Charantin 분석을 위해 수확 후 바로 초저온냉동고에 보관하여 분석용 시료로 사용하였다. 동결건조기(PVTFD 10R, IShin Lab, Gyeonggi-do, Korea)를 사용하여 건조한 후, 동결건조된 샘플 0.2g을 4ml의 100% MeOH로 Sonicator(Branson Ultrasonic Co., Danbury, CT, USA)를 이용해서 추출하였다. 추출물을 이용해서 HPLC 분석에 사용하였다. Charantin 분석에 사용한 HPLC 시스템은 NS-4000(Futech Co., Daejeon, Korea)에 UV(204nm)검출기를 사용하였다. Optimapak (4.6×250mm 5µm, 100, RStech, Korea) 컬럼을 사용하였고, 0.8ml·min⁻¹였다. 이동상 98% MeOH을 사용하였고 시료는 20µl를 주입하였다.

2011년에 charantin 성분 함량이 높은 여주 품종선발 및 수확시기 규명을 위하여 한국, 중국, 인도, 일본 등에서 도입한 유전자원 33점과 시판종 1점중 수량이 높은 13점을 4월 13일에 파종하고 5월 12일에 5주씩 2반복으로 완전입의배치하여 정식하였으며 재배, 시비

여주의 유전자원별 과실특성과 Charantin 성분 함량

및 charantin 분석방법은 위와 동일하게 수행하였다. 여주 유전자원의 과중과 charantin 함량의 유전자원간 비교를 위하여 SAS프로그램(SAS9.2, SAS Institute Inc., USA)을 이용하여 DMRT 5% 수준에서 실시하였다.

결과 및 고찰

유전자원별 과실특성을 조사한 결과(Table 1), 과장은 8~55cm, 과폭은 3.2~5.2cm, 과중은 39~277g 범위로 다양하게 나타났으며 BG 9번은 과장과 과중이 다른 유전자원에 비해 매우 적었다. 과형은 BG 1~8번과 12번은 긴 모양이었고, 나머지는 둥근 모양이었다. 과의 돌출여부는 비 돌출형이 대부분이었고, 표면은 과피색은 흰색과 녹색이었다.

주당 수확과수와 수량을 조사한 결과(Fig. 1), 주당 수확과수는 BG 1번과 BG 7번이 가장 많았고, 과실

크기가 작았던 BG 9~11번이 중간정도의 수확과수를 보였으나 주당 수량에 있어서는 BG 9~11번이 적게 나왔고, BG 3번과 BG 12번이 5,500g/주로 가장 높았다.

유전자원중 BG 1과 BG 7을 대상으로 착과 후 일자별 비타민 C 함량을 분석한 결과 착과 후 일수에 따른 유의차가 인정되었고, 계통에 따라 그 경향에 차이를 보였다. 즉 BG 1은 착과 후 24일에 수확한 과실이 생체중 100g당 60mg으로 비타민 C 함량이 가장 높았고, 20, 16일 순으로 높게 나타나 착과후 일수가 오래 될수록 높은 경향을 보였다. 그러나 BG 7은 착과 후 17일에 수확한 과실의 비타민 C 함량이 생체중 100g당 약 50mg으로 가장 높았고 18일, 19일, 14일 순으로 높게 나타나 착과후 19일까지는 높게 유지되다가 점점 낮아지는 경향을 보였다(Fig. 2). 이러한 경향은 여주과실의 비타민 C 함량이 품종별로 차이가 있으며 재래종이 다른 품종보다 높았고, 재래종

Table 1. Fruit characters of 12 accessions of bitter gourd.

BN	Accession	Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Fruit weight (g)	Fruit shape	Ridges	Color of fruit
BG1	K036607	27.0 ± 1.8	3.8 ± 0.4	131.4 ± 20.7	elongated	continuous	green
BG2	unknown	54.0 ± 8.1	3.3 ± 0.3	231.6 ± 106.9	elongated	continuous	white
BG3	unknown	54.6 ± 5.1	3.8 ± 0.4	277.7 ± 54.3	elongated	continuous	white
BG4	unknown	53.8 ± 10.7	3.6 ± 0.6	252.8 ± 61.2	elongated	continuous	white
BG5	unknown	35.5 ± 8.1	5.2 ± 0.7	269.8 ± 89.1	elongated	continuous	white
BG6	unknown	45.0 ± 8.8	4.2 ± 0.6	266.0 ± 89.6	elongated	continuous	lightgreen
BG7	unknown	24.2 ± 3.4	4.2 ± 0.7	131.3 ± 43.3	elongated	continuous	green
BG8	unknown	29.8 ± 4.0	3.5 ± 0.7	129.3 ± 65.7	elongated	continuous	green
BG9	commercial	8.3 ± 2.1	3.5 ± 0.5	39.2 ± 23.3	ovate	discontinuous	lightgreen
BG10	land race	12.8 ± 3.3	3.9 ± 0.5	65.9 ± 32.0	ovate	continuous	green
BG11	Golden fruit	11.4 ± 4.0	4.1 ± 0.4	58.5 ± 27.1	ovate	discontinuous	light green
BG12	Byeokchwi 3	29.0 ± 6.4	5.6 ± 0.8	255.9 ± 79.6	elongated	discontinuous	dark green

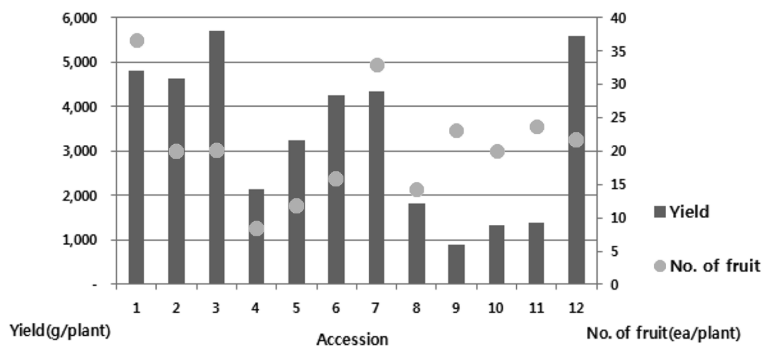


Fig. 1. Yield and number of fruits of 12 accessions of bitter gourd.

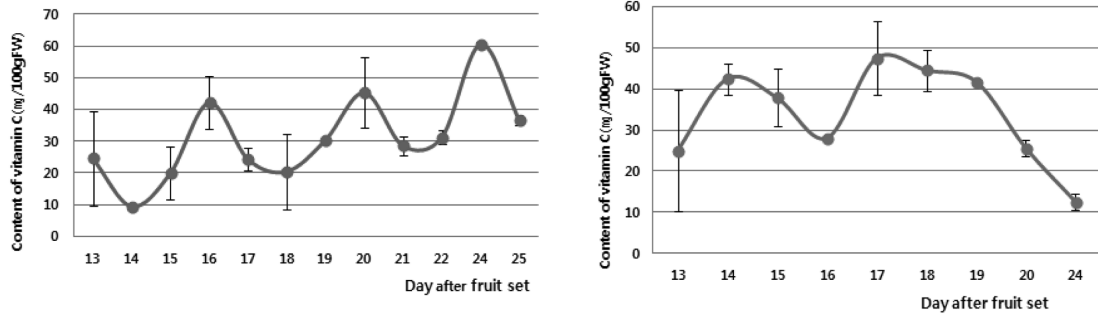


Fig. 2. Effects of day after fruit set on the contents of vitamin C in two accessions (left BG1, right BG7) of bitter gourd. Values are the means \pm standard deviation of three determinations.

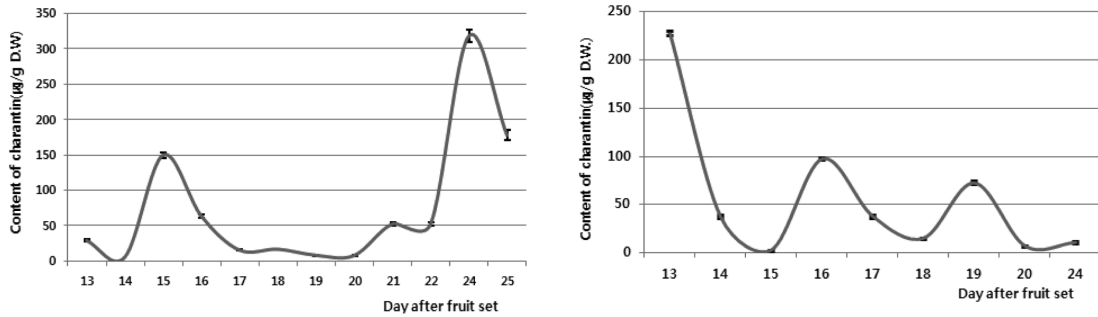


Fig. 3. Effects of day after fruit set on the contents of charantin in two accessions (left BG1, right BG7) of bitter gourd. Values are the means \pm standard deviation of three determinations.

에서는 과실이 커감에 따라서 그 함량이 증가하였지만 일본 도입종인 드레곤에서는 감소하는 경향을 보였다 (李, 2010)고 하여 품종별로 과령에 따라 다르게 나타난다는 결과와 유사하였다. Park 등(2007)은 재래종 여주의 부위별 비타민 C 함량을 측정한 결과, 미숙과는 $922.0\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 으로 성숙과 $84.1\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 보다 높은 함량을 나타내었다고 하였는바, 유전자원과 품종별로 과령에 따른 비타민 C 함량의 차이에 대해서 지속적으로 연구하여 목적별로 개발할 필요성이 있다고 생각된다.

여주 착과 후 일수별 charantin함량을 분석한 결과 (Fig. 3), BG 1은 착과후 13일부터 22일까지는 증가하지 않다가 23일부터 급격하게 증가하여 24일에 최고 높은 함량을 보여 착과 후 일수가 경과할수록 높은 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 보유하고 있는 유전자원별로 착과후 일수별 charantin 함량이 다르기 때문에 다양한 용도로 개발할 수 있는 가능성을 시사하였다. 그러나 BG 7은 착과 후 13일에 가장 높았고,

점차적으로 함량이 낮아졌으나 16일과 19일에는 일시적으로 높아졌는데 이것은 아마 샘플 개체간 차이로 판단되며 전반적인 경향은 13일을 기점으로 charantin 함량은 낮아지는 것으로 생각된다. 이것은 여주는 일반적으로 미숙과의 charantin 함량이 성숙과보다 높다고 알려진 내용과 유사하게 나타났으며 재래종 여주는 과실이 커감에 따라서 함량이 감소한다는 보고(李, 2010)와 같은 경향을 보였다.

Charantin성분 함량이 높은 여주 품종선발 및 수확 시기 규명을 위하여 한국, 중국, 인도, 일본 등에서 도입한 유전자원 33점과 시판종 1점중 수량이 높은 13점을 선발하고 과중 후 20일에 조사한 발아율과 과중, 착과 후 일수(과령)별 charantin 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 평균과중은 $41.8\sim 217.2\text{g}$ 으로 크기가 다양하였으며 K161952와 K051434가 가장 무거웠다. Charatin 함량은 K169995가 $121.9\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 으로 가장 높았고, K161952가 $10.4\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 로 낮았다.

여주는 glycosides, saponins, alkaloids, fixed dils,

Table 2. Fruit characters and charantin contents of 13 accessions of bitter gourd.

Accession no.	Origin	Germination percentage (%)	Fruit weight (g)	Charantin ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)
104615	KOR	75	64.8 d ^z	91.9 abc
K161951	KOR	35	72.6 cd	14.8 c
K161952	KOR	67	219.0 a	10.4 c
NS454	KOR	90	74.5 cd	109.3 ab
Danong	KOR	80	113.7 bcd	85.9 abc
K051431	CHN	70	41.8 d	54.7 abc
K051433	CHN	80	190.8 ab	83.1 abc
K051434	CHN	65	217.2 a	89.9 abc
K052046	CHN	50	57.5 d	59.1 abc
K052095	CHN	60	193.8 ab	26.2 bc
K169995	CHN	40	182.7 ab	121.9 a
K169996	CHN	75	168.7 abc	64.6 abc
Sangbong	CHN	75	193.3 ab	31.1 bc

^zDMRT .05.

titerpenes, proteins 그리고 steroid를 포함한 생화학적으로 활성이 뛰어난 물질들로 이루어져 있고(Raman과 Lau, 1996), Sharma 등(1996)은 charantin이 당뇨병 치료에 사용되어 왔으며, 당뇨병 환자의 체장을 자극하는 insulin 주사를 이용한 치료를 대신할 수 있고, 여주의 혈당저하 화합물은 insulin-like peptide인 charantin으로서 steroidal saponin의 화합물이라고 하여(Raman과 Lau, 1996; Ali 등, 1993) 앞으로 이에 대한 연구는 지속적으로 필요하다. 따라서 본실험에서 사용한 유전자원뿐만 아니라 국내에 보유하고 있는 유전자원별로 특성을 분류하여 수량이 많고 과실형태가 좋은 것들은 가공용 또는 수출용으로 개발하여 판매하고, charantin 함량이 높은 유전자원은 기능성 용도로 개발하여 혈당조절용 등으로 활용하면 좋을 것으로 생각된다.

적 요

국내에 보유하고 있는 여주 유전자원을 대상으로 과실특성과 charantin 함량을 분석하고, 추후 유전자원을 다양한 용도로 활용하고자 수행하였다.

2010년에 선발된 수량이 높은 계통 2점의 charantin 함량을 HPLC 분석한 결과, 착과 후 일수에 따른 함량의 변이를 보였는데, BG1은 착과 후 24일 15일 순으로 charantin 함량이 높게 나타나 착과 후반부에

charantin 함량이 높게 나타난 반면 BG7은 착과 후 일수가 13일에 가장 높았고, 16일 19일 순으로 charantin 함량이 높게 나타나 착과 전반부에 charantin 함량이 높아지는 것으로 나타났다. Charantin 성분 함량이 높은 여주품종 선발 및 수확시기 규명을 위하여 한국, 중국, 인도, 일본 등에서 도입한 유전자원 33점과 시판종 1점중 수량이 높은 13점의 과실특성 및 charantin 함량을 HPLC 분석한 결과 charantin 함량이 높은 104615, K169995, 엔에스454을 선발하였다. 따라서 수량이 높은 13점의 여주자원중 charantin 함량이 높았던 K169995나 NS454은 새로운 품종 육성이나 가공용으로 활용할 수 있으며, 수량이 많았던 K161952나 K051434 등은 과실 생산 목적으로 활용할 수 있을 것으로 생각되고, 착과후 시기별로 용도에 따라 수확을 하여 이용하면 좋을 것으로 생각된다.

주제어 : 과형, 비타민 C, Charantin

인 용 문 헌

- Adams, P. and L.C. Ho. 1992. The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom end rot in relation to salinity. *J. Hort. Sci.* 67:827-839.
- Ali, L., A.K. Khan, M.I. 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 *Momordica charantia* on normal and diabetic model rats. *Planta Med.* 59:408-412.
- Behera, T.K., S.S. Dey, A.D. Munshi, B. Ambika, A.P. Gaikwad, and I. Singh. 2009. Sex inheritance and development of gynoeccious hybrids in bitter gourd. *Scientia Horticulturae* 120:130-133.
- Dey, S.S., A.K., Singh, D. Chandel, and T.K. Behera. 2006. Genetic diversity of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) genotypes revealed by RAPD markers and agronomic traits.. *Scientia Horticulturae* 109:21-28.
- Jittawan, K. and Siriamornpun, S. 2008. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts in vitro. *Food Chemistry* 110:881-890.
- Lawrence, L., R. Birtwhistle, J. Kotecha, S. Hannah, and S. Cuthbertson. 2009. Anti-diabetic and hypoglycaemic effects of *Momordica charantia* (bitter melon): a mini review. *British Journal of Nutrition* 102:1703-1708.
- Lee, J.W. 2010. Chemical and physiological properties of bitter melon (*Momordica charantia* L.). *Dissers-*

- tation (Ph. D.), Chonbuk Natl. Univ., Korea.
8. Nadine, B., M. Gbeassor, K. Akpagana, J. Hudson, K.D. Soussa, K. Koumaglo, and J.T. Arnason. 2005. Ethnomedicinal uses of *Momordica charantia* (Cucurbitaceae) in togo and relation to its phytochemistry and biological activity. *Journal of Ethnopharmacology* 96:49-55.
 9. Olaofea, O., B.Y. Okiribitia, and M.O. Aremub. 2008. Chemical evaluation of the nutritive value of smooth luffa (*Luffa cylindrica*) seed's kernel. *EJEAFChe* 7: 3444-3452.
 10. Park, Y., H.O. Boo, Y.L. Park, D.H. Cho, and H.H. Lee. 2007. Antioxidant activity of *Momordica charantia* L. extracts. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* 15:56-61.
 11. Parreira, M.C., C.N. Piffer, G.F.G.P. Roberto, and A.A.D.A. Luis. 2011. Water, temperature and light on bitter melon germination. *Bioscience Journal* 27: 363-370.
 12. Poma, A., K. Galeota, M. Miranda, and L. Spanò. 1997. A ribosome-inactivating protein principle from hairy roots and seeds of *Luffa cylindrica* (L) Roem and its cytotoxicity on melanotic and melanoma cell lines. *International Journal of Pharmacognosy* 35:212-214.
 13. Raman, A. and C. Lau. 1996. Anti-diabetic properties and phytochemistry of *Momordica charantia* L. (*Cucurbitaceae*). *Phytomedicine* 2:349-362.
 14. Sharma, S.R., S.K. Dwivedi, and V.P. Vershney. 1996. Antihyperglycaemic and insulin release effects of *Aegle mameelos* leaves in streptozotocin-diabetic rats. *Phytother. Res.* 10:426-428.
 15. Sook, Y.L., S.H. Eom, Y.K. Kim, N.I. Park, and S.U. Park. 2009. Cucurbitane-type triterpenoids in *momordica charantia* Linn. *Journal of Medicinal Plants Research* 3:1264-1269.
 16. Sunil, G., R. Gopal, and M.V. Singh. 2007. Growth and physiological changes in bitter-gourd plants grown with variable calcium supply in sand culture. *Journal of Plant Nutrition* 30:2051-59.
 17. Tanaka, S., C. Uno, M. Akimoto, M. Tabata, C. Honda, and W. Kamisako. 1991. Anti-allergic effect of bryonolic acid from *Luffa cylindrica* cell suspension cultures. *Planta Med.* 57:527-30.
 18. Tabata, M., S. Tanaka, H.J. Cho, C. Uno, J. Shimakura, and M. Uro. 1993. Production of an anti-allergic triterpene, bryonolic acid, by plant cell cultures. *Journal of Natural Products* 56:165-174.
 19. 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 Tech.* 23:325-333.