혈당조절기능 물질 함량이 높은 여주 유전자원 선발

김애경¹ · 이희주^{1*} · 오명민² · 이우문¹ · 이상규¹ · 채원병¹ · 최학순¹ · 양은영¹ · 허윤찬¹ · 박동금¹ · 김 수¹

¹국립원예특작과학원 채소과, ²충북대학교 원예과학과

Selection of Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.) Germplasm for Improvement Anti-diabetic Compound Contents

Ae Kyung Kim¹, Hee Ju Lee^{1*}, Myung-Min Oh², Woo Moon Lee¹, Sang Gyu Lee¹, Won Byoung Chae¹,
Hak Soon Choi¹, Eun Young Yang¹, Yun Chan Huh¹, Dong Kum Park¹, and Su Kim¹

¹*Vegetable Research Division, National Institute of Horticulture & Herbal Science Rural Development
Administration, Suwon 440-706, Korea*

²*Department of Horticultural Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea*

Abstract : Bitter gourd (*Momordica charantia* L.) is an important vegetable crop of several countries in the tropics. Although bitter gourd fruits contain bioactive components with many important medicinal properties, it is usually grown as an ornamental in Korea. Bitter gourd has recently received growing attention due to its anti-diabetic compound in immature fruits. But there have been few researches on its cultural practices and functional components. This study was conducted to analyze charantin, anti-diabetic compound, contents among germplasm to select accessions with high charantin content in bitter gourd. The charantin content of bitter gourd fruits were investigated in 15 days after fruit setting among 31 accessions of bitter gourd by HPLC. The contents of charantin and yields ranged from 15.1 to 161.4 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ dry-weight basis and 221 to 2,097 g by a plant, respectively. Five accessions, 'K169998', 'K042800', 'K170002', 'Hwanock' and 'Nockwoo' showed highest charantin contents as 143.7, 104.6, 103.5, 161.4, 101.1 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, respectively. These results can be applied for selection methods to determine bitter gourd accessions with highest charantin content, which have a potential to be an anti-diabetic diet. Future breeding and genetic emphases in bitter gourd improvement should be placed on the development of nutritious, high-yielding cultivars with superior resistance to major diseases and exceptional fruit quality. This study can be used for preliminary data in stable, high quality bitter gourd production and selection. Further studies are needed to understand underlying mechanism determining charantin content variations in different fruit maturation stages in bitter gourd.

Keywords : Bitter gourd, Charantin, HPLC, Diabetic

서 언

여주(*Momordica charantia* L.)는 '여자' 또는 '쓴오이'라고 불리는 1년생 박과식물로써 주로 남미 아마존, 동아프리카, 아시아, 남아메리카에서 미숙과실이나 종자 등을 치료 또는 예방 목적으로 이용해 왔다(Grover & Yadav 2004, Kubola & Siriamornpun 2008). 특히, 여주의 기능성 성분인

momordicin과 cucurbitacins은 과실, 잎, 뿌리, 꽃에 함유되어 있는 알칼로이드 물질로 진통, 항 바이러스, 혈당 강하, 항 돌연변이 등 약리작용 효과가 있다(Ambasta, 1986, Singh et al. 1998). 또한 charantin이라는 성분은 인슐린 내성과 관련하여 혈당을 조절하는 효과가 높은 것으로 보고되었다(Jesada et al. 2007, Viridi et al. 2003, Clouatre et al. 2011). 이 외에도 여주의 비만 개선, 대장암 예방 등의 기능성에 대한 연구가 진행되고 있다(Kwatra et al. 2013, Tsai et al. 2012).

현대의학의 발달에도 불구하고 당뇨병, 고혈압, 심장병, 암의 발생이 꾸준히 증가하고 있다. 이중 당뇨병은 약의 장기복용에 따른 합병증이 많이 발생하기 때문에 당뇨병 환자의

*Corresponding author (E-mail: leehiju@rda.go.kr, Tel: +82-31-240-3637, Fax: +82-31-240-3669)

(Received on October 23, 2013. Revised on November 18, 2013.
Accepted on November 25, 2013.)

30%는 보조제나 대체의학을 이용하는 것으로 조사되었다 (Ryan et al. 2001). 따라서 천연물질 등 생리활성물질을 탐색하거나 작용 기작을 해석하기 위한 연구가 국내·외에서 활발히 진행되고 있다(Agrawal & Beohar 2010, Chen et al. 2010). 최근 우리나라에서도 건강에 대한 관심과 다문화 가정의 증가로 여주에 대한 수요가 증가하여 함양, 정읍 등을 중심으로 점차 재배면적이 확대되고 있다. 그러나 주요 재배품종은 주로 열매가 크고 돌기가 있는 일본 도입종에 한정되어 있기 때문에 본 실험은 도입 유전자원과 재래종을 대상으로 우리나라 재배조건에 적합하면서 혈당조절성분의 함량이 높은 자원을 선발하여, 부가가치가 높은 품종육성에 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

여주 유전자원에 대한 원예적 특성을 평가하기 위하여 원산지별로 인도네시아 1점, 네팔 3점, 태국 3점, 터키 5점, 에콰도르 1점, 미얀마 3점, 타이완 3점, 중국 6점, 시판종 5점, 미상 1점 총 31점을 대상으로 하였다. 이 자원들은 2012년 5월 14일에 파종 32cell 플러그 트레이에 육묘 하였다. 2012년 6월 7일에 PE플라스틱 하우스에 이랑 폭 60 cm에 주간거리 50 cm 간격으로 정식하여, 정식 7일 후 5마디에서 적심하여 측지 2본을 유인하여 재배하였다. 여주는 재배법이 확립되어 있지 않아 오이의 시비처방전에 따라 기비 50%, 추비 50%로 재배하였다(이기상 등 2006). 관수량은 주당 2~3 L를 관수해 주었고, 주간온도는 30~35℃, 야간온도 20~25℃로 유지하였다. 과실은 2012년 7월 10일부터 7월 16일까지 교배일 기준으로 15일 된 것을 수확하여 특성평가를 하였다.

Charantin 성분분석을 위하여 수확 후 과실은 0.5cm 두께로 절단하여 초저온 냉동고에 보관하여 동결 건조기(PVTFD 10R, IShin Lab, Korea)를 사용하여 건조한 후, 건조된 시료를 분쇄하였다. 동결 건조 분말 샘플 0.2 g을 4 mL의 100% MeOH에 섞은 후 Sonicator (Branson Ultrasonic Co., USA)를 이용하여 30분씩 3회 반복한 후, 24시간 동안 추출하였다. 추출 후 원심분리한 상등액을 0.45 µm실린지에 여과시킨 샘플을 HPLC 분석에 사용하였다. HPLC 조건으로 Waters system (Waters Co., USA)에 UV (204 nm)검출기를 사용하였으며, Column은 Waters µ-Bondapak C18 (3.9×300 mm)을 사용하였다. Flow rate는 1.0 mL·min⁻¹였으며, mobile phase는 H₂O/Methanol (9.8%) 2/98를 사용하였고, 시료는 20 µL를

주입하였다. Charantin 분석에 사용된 표준물질은 ChromaDex (USA)에서 구입하였다. 통계분석은 SAS 9.2 프로그램을 이용하여 Duncan's multiple range test로 평균간 비교를 하였다.

결과 및 고찰

여주 유전자원의 생육 특성

유전자원센터에서 분양 받은 동남아 원산의 여주 유전자원

Table 1. Bitter melon (*Momordica charantia* L.) germplasm used in this study.

Board Number	No. of IT (No. of Temporary)	Origin	Resource	Gemination percentage (%)
BM14	IT200139	Nepal	Unknown	46.7
BM15	IT200140	Nepal	Unknown	40.0
BM16	IT200189	Nepal	Unknown	60.0
BM43	IT209992	Unknown	Unknown	10.0
BM44	IT209998	Taiwan	Unknown	13.3
BM68	K042799	Thailand	Unknown	43.3
BM69	K042800	Thailand	Unknown	43.3
BM72	K130755	Myanmar	Native	44.8
BM78	K145109	Turkey	Native	16.7
BM80	K145111	Turkey	Native	83.3
BM81	K145112	Turkey	Native	62.5
BM82	K145113	Turkey	Native	52.9
BM83	K145114	Turkey	Native	55.6
BM85	K150345	Taiwan	Inbred	50.0
BM86	K150346	Indonesia	Inbred	53.3
BM87	K150347	Thailand	Inbred	95.2
BM91	K152744	Ecuador	Unknown	16.7
BM93	K162567	Taiwan	Inbred	20.0
BM94	K166991	Myanmar	Inbred	15.7
BM96	K168118	Myanmar	Native	16.7
BM100	K169997	China	Inbred	20.0
BM101	K169998	China	Inbred	34.0
BM102	K169999	China	Inbred	37.5
BM103	K170000	China	Inbred	32.0
BM104	K170001	China	Inbred	30.0
BM105	K170002	China	Inbred	47.6
BM106	Danong	Korea	Cultivar	70.0
BM107	NS454	Korea	Cultivar	80.0
BM108	Nockwoo	China	Cultivar	100.0
BM109	Heukjinju	China	Cultivar	75.0
BM110	Hwanock	China	Cultivar	60.0

105점은 대부분 종자 활력이 낮아, 발아한 자원 26점과 시판종 5점을 포함하여 총 31점을 정식하고 그 특성을 조사하였다. 발아율을 살펴보면 유전자원은 K042802이 9.1%로 가장 낮았고 K150347이 95.2%로 가장 높았으며, 유전자원 26점 중에 17점이 50% 미만으로 발아율이 낮았다. 시판종의 발아율은 Hwanock이 60%로 가장 낮았고 Nockwoo가 100%로 가장 높았으며 평균 발아율이 80%였다(Table 1). 여주종자의

노화가 진행되면 발아율 및 발아세, 묘의 균일도 등이 급격히 떨어지므로, 프라이밍 처리에 의해 종자의 노화를 지연시키고 지방과산화 감소와 항산화 반응을 증가시킴으로써 종자의 품질을 향상시킬 필요가 있을 것으로 판단된다(Lin et al. 2005, Yeh et al. 2008).

여주의 잎은 엽장이 13~19 cm이며, 엽폭은 15~30 cm로 엽폭이 엽장보다 길었다. 잎의 깊이는(잎의 정부에서 심부까지

Table 2. Growth characteristics of various genetic resources in *Momordica charantia*.

No. of IT (No. of Temporary)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf depth (cm)	Depth of margin sinus ^z	Stem diameter (cm)	Fresh weight (kg)	Dry weight (g)
IT200139	17.3	27.0	11.4	0.66	2.0 ± 0.2	4.9 ± 0.7	365.1 ± 113.2
IT200140	18.8	21.7	12.2	0.65	2.2 ± 0.2	3.3 ± 0.4	430.0 ± 52.5
IT200189	14.8	22.0	11.7	0.79	1.5 ± 0.1	2.9 ± 0.1	324.4 ± 6.3
IT209992	13.8	18.5	9.7	0.70	1.5 ± 0.2	0.6 ± 0.1	103.0 ± 15
IT209998	12.9	16.2	8	0.62	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.3	368.7 ± 140.2
K042799	18.2	25.9	13.4	0.74	1.8 ± 0.1	3.2 ± 1.4	398.4 ± 156.4
K042800	15.7	23.4	12	0.76	1.5 ± 0.2	0.8 ± 0.2	139.3 ± 29.5
K130755	13.1	15.7	8.2	0.63	1.8 ± 0.3	1.6 ± 0.2	195.4 ± 32.9
K145109	14.9	20.6	10.3	0.69	1.6 ± 0.2	1.4 ± 0.1	180.6 ± 5.1
K145111	15.5	24.2	10.2	0.66	1.7 ± 0.4	1.2 ± 0.2	180.3 ± 31.8
K145112	17.9	23.5	11.5	0.64	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.2	178.6 ± 6.5
K145113	19.3	24.1	11.9	0.62	1.0 ± 0.1	1.5 ± 0.2	204.4 ± 30.1
K145114	15.8	21.1	9.1	0.58	1.7 ± 0.2	1.5 ± 0.2	192.8 ± 26.8
K150345	16.8	25.1	9	0.54	2.6 ± 0.3	3.5 ± 1.1	400.8 ± 110.1
K150346	18.0	25.8	10.8	0.60	2.1 ± 0.4	2.3 ± 0.5	269.5 ± 68.8
K150347	21.0	29.8	12.3	0.59	1.3 ± 0.1	1.5 ± 0.2	189.7 ± 20.4
K152744	9.8	11.5	9.3	0.95	1.3 ± 0.2	1.5 ± 0.1	217.7 ± 9.3
K162567	15.8	23.3	9.6	0.61	2.1 ± 0.2	1.7 ± 0.2	226.6 ± 24.7
K166991	13.4	16.5	10.5	0.78	1.8 ± 0.1	2.8 ± 0.9	368.4 ± 78.0
K168118	17.5	23.6	12.2	0.70	1.8 ± 0.3	2.3 ± 0.9	279.3 ± 102.1
K169997	17.6	24.1	11.8	0.67	1.5 ± 0.2	1.1 ± 0.1	160.1 ± 12.3
K169998	16.5	23.7	11	0.67	1.5 ± 0.4	2.3 ± 1.2	290.7 ± 148.3
K169999	16.3	27.5	10.3	0.63	1.6 ± 0.1	1.0 ± 0.1	166.5 ± 17.1
K170000	18.7	23.9	12.4	0.66	2.0 ± 0.3	1.1 ± 0.1	150.6 ± 11.9
K170001	19.0	24.8	10.5	0.55	1.9 ± 0.4	2.2 ± 0.4	255.0 ± 33.9
K170002	18.5	25.8	12.7	0.69	2.3 ± 0.1	0.8 ± 0.1	118.8 ± 22.8
Danong	14.3	22.9	9.1	0.64	1.7 ± 0.1	0.8 ± 0.1	120.6 ± 11.4
NS454	18.3	28.0	12.7	0.69	1.9 ± 0.2	2.5 ± 0.8	326.3 ± 98.3
Nockwoo	14.8	23.7	9.6	0.65	1.6 ± 0.2	1.4 ± 0.3	191.5 ± 33.5
Heukjinju	17.1	25.9	11.5	0.67	2.0 ± 0.3	1.8 ± 0.5	219.2 ± 70.0
Hwanock	15.8	20.8	10.2	0.65	1.7 ± 0.2	3.7 ± 0.9	398.6 ± 141.0

^zEmarginate length/Leaf length

의 길이/엽장)는 0.54~0.80였으나, 에콰도르 원산의 K152744는 소엽이면서 잎의 깊이가 0.95로 가장 깊었다. 지제부에서 5 cm 위쪽의 경경을 측정한 결과 1.0~2.7 cm로 수세미나 동아보다 가늘은 편이었다. 과실을 모두 수확한 후 식물체의 생체중을 측정한 결과 생육이 가장 왕성하고 생육 후기까지 측

지 발생량이 많았던 IT200139이 4.9 kg으로 가장 무거웠고, 측지 발생이 거의 없었던 IT209992는 0.8 kg으로 가장 가벼웠다. 그리고 식물체의 건물중은 103~430 g이었다(Table 2). 최근 다양한 여주 유전자원에 대해 RAPD, ISSR, AFLP마커를 이용한 유전분석을 통해 유용자원 탐색이 수행되고 있다(Behera

Table 3. Fruit growth characteristics of genetic resources in bitter melon.

No. of IT (No. of Temporary)	External color ^z	Shape ^y	Size of tubercular ^x	No. of tubercular ^w	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Fruit weight (g)	Yield (g/plant)	Charantin content ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
IT200139	green	spindle	large	medium	17.9 $\pm$ 1.0 ^v	3.9 $\pm$ 0.2	83.2 $\pm$ 6.3	871.0 $\pm$ 163.4	27.4efg
IT200140	green	spindle	large	medium	18.9 $\pm$ 1.2	4.4 $\pm$ 0.4	93.3 $\pm$ 5.8	1,167.3 $\pm$ 136.5	37.5efg
IT200189	pale green	egg	small	medium	10.8 $\pm$ 0.5	3.6 $\pm$ 0.1	47.1 $\pm$ 3.0	691.1 $\pm$ 74.6	15.1g
IT209992	pale green	spindle	large	few	11.3 $\pm$ 0.6	3.2 $\pm$ 0.4	43.0 $\pm$ 3.0	454.3 $\pm$ 141.8	38.5efg
IT209998	pale green	spindle	small	few	23.8 $\pm$ 1.4	5.0 $\pm$ 0.3	230.3 $\pm$ 32.2	1,152.0 $\pm$ 387.6	34.6efg
K042799	green	spindle	medium	many	10.8 $\pm$ 0.8	3.9 $\pm$ 0.1	54.8 $\pm$ 8.8	456.7 $\pm$ 67.6	73.9cd
K042800	green	spindle	medium	many	11.6 $\pm$ 0.5	3.8 $\pm$ 0.2	52.8 $\pm$ 5.1	400.0 $\pm$ 45.0	104.6b
K130755	green	spindle	medium	few	16.1 $\pm$ 1.1	5.2 $\pm$ 0.5	112.2 $\pm$ 14.3	646.5 $\pm$ 92.2	19.9fg
K145109	green	spindle	medium	many	13.5 $\pm$ 1.1	4.2 $\pm$ 0.3	75.5 $\pm$ 11.0	464.2 $\pm$ 262.8	13.5g
K145111	pale green	spindle	medium	medium	10.2 $\pm$ 0.4	3.8 $\pm$ 0.1	53.9 $\pm$ 5.0	622.1 $\pm$ 69.9	28.7efg
K145112	green	egg	small	many	9.6 $\pm$ 0.5	3.7 $\pm$ 0.2	49.8 $\pm$ 6.6	374.4 $\pm$ 374.4	19.5g
K145113	green	egg	medium	many	12.1 $\pm$ 0.5	4.2 $\pm$ 0.1	67.7 $\pm$ 4.2	562.0 $\pm$ 104.8	17.5g
K145114	green	egg	medium	medium	13.0 $\pm$ 1.4	4.3 $\pm$ 0.3	78.0 $\pm$ 11.9	725.6 $\pm$ 106.2	19.4g
K150345	pale green	cylindrical	large	medium	23.1 $\pm$ 1.9	7.6 $\pm$ 0.2	405.3 $\pm$ 54.2	2,097.1 $\pm$ 553.3	29.0efg
K150346	green	egg	medium	medium	13.9 $\pm$ 1.7	5.5 $\pm$ 0.3	124.8 $\pm$ 26.4	347.3 $\pm$ 99.6	22.1fg
K150347	green	spindle	medium	medium	32.2 $\pm$ 1.5	4.6 $\pm$ 0.2	230.1 $\pm$ 18.0	1,738.6 $\pm$ 264.7	21.0fg
K152744	pale green	egg	small	medium	3.6 $\pm$ 0.3	2.2 $\pm$ 0.1	5.6 $\pm$ 0.7	88.6 $\pm$ 10.4	14.2g
K162567	green	spindle	medium	medium	21.3 $\pm$ 1.0	7.2 $\pm$ 0.4	322.0 $\pm$ 33.5	322	37.2efg
K166991	green	egg	medium	few	6.7 $\pm$ 0.3	3.0 $\pm$ 0.1	20.8 $\pm$ 1.4	1,095.4 $\pm$ 183.0	27.8efg
K168118	green	spindle	large	few	19.9 $\pm$ 2.8	3.5 $\pm$ 0.5	84.0 $\pm$ 24.6	87.1 $\pm$ 12.1	39.9efg
K169997	pale green	spindle	large	medium	14.6 $\pm$ 0.8	4.6 $\pm$ 0.2	106.0 $\pm$ 14.3	424.1 $\pm$ 46.9	31.8efg
K169998	green	cylindrical	large	few	18.6 $\pm$ 1.5	4.9 $\pm$ 0.4	196.3 $\pm$ 39.0	402.5 $\pm$ 57.7	143.4a
K169999	white	spindle	large	medium	31.4 $\pm$ 2.9	4.1 $\pm$ 0.2	197.3 $\pm$ 35.2	1,022.8 $\pm$ 237.2	53.3def
K170000	pale green	cylindrical	large	medium	16.9 $\pm$ 0.8	5.3 $\pm$ 0.2	177.6 $\pm$ 21.5	1,226.1 $\pm$ 218.2	56.6de
K170001	pale green	spindle	large	few	28.6 $\pm$ 1.4	5.4 $\pm$ 0.3	312.8 $\pm$ 30.0	921.5 $\pm$ 113.9	75.7bcd
K170002	green	cylindrical	large	medium	13.2 $\pm$ 1.6	3.6 $\pm$ 0.3	75.7 $\pm$ 19.3	1,221.0 $\pm$ 245.6	103.5b
Danong	green	spindle	large	few	21.5 $\pm$ 1.1	3.7 $\pm$ 0.2	111.1 $\pm$ 11.1	478.5 $\pm$ 47.9	35.8efg
NS454	green	spindle	large	medium	19.4 $\pm$ 1.2	4.7 $\pm$ 0.2	122.0 $\pm$ 10.5	536.8 $\pm$ 92.5	26.7efg
Nockwoo	green	spindle	large	medium	20.7 $\pm$ 1.0	4.4 $\pm$ 0.2	150.9 $\pm$ 17.7	1,167.4 $\pm$ 247.6	101.1bc
Heukjinju	green	spindle	medium	medium	22.1 $\pm$ 1.5	5.6 $\pm$ 0.3	262.0 $\pm$ 32.8	827.0 $\pm$ 104.4	33.5efg
Hwanock	pale green	spindle	small	few	20.1 $\pm$ 1.6	5.0 $\pm$ 0.3	211.8 $\pm$ 38.5	821.2 $\pm$ 136.5	161.4a

^zExternal color : white, pale green, green, deep green, ^yShape : egg, spindle, cylindrical, ^xSize of tubercular : small, medium, large

^wNumber of tubercular : few, medium, many, ^vMean separation within columns of each species by Duncan's multiple range test at 5% level

et al. 2008a, Behera et al. 2008b). 우리나라도 2000년 이후 소비자에게 여주가 혈당을 조절하는 건강채소로 인식이 확대되면서 소비가 급증하고 있다. 이에 여주 재배농가에서는 소비자에게 연중 안정적으로 공급하기 위하여 시설에서의 조기 재배 및 연장재배 등 재배작형 개발에 노력을 기울이고 있다. 우리나라의 봄과 가을의 야간 저온환경에서도 안정적 생육이 가능하고, 재배기간 후기까지 지속적으로 측지발생이 가능한 자원선발이 필요하다. 따라서 분자육종기술 도입으로 선발의 효율성을 개선하고 야간저온에 대한 스트레스 내성 평가방법의 확립이 요구된다(Yang et al. 2009).

여주 유전자원의 과실 특성과 charantin 성분 분석

과실은 외피색이 흰색 1점, 연녹색 10점, 녹색이 20점으로 녹색이 많았고, 과실모양은 방추형 20점, 난형 7점, 원통형 4점으로 대부분이 방추형이었다. 여주 과실에는 많은 돌기가 있는데 돌기가 큰 것이 14점이고, 중간 이하가 19점이었으며, 돌기수는 작은 것이 9점, 중간 것이 17점, 많은 것이 5점이었다. 과장은 3.6~32.2 cm였으며, 과폭은 2.2~7.6 cm로 평균

과폭은 4.4 cm였다. 과중은 5~405 g이었고, 100 g 미만의 소과종이 60% 이상이었으며, 원산지 별로 중국자원은 72~327 g, 미얀마는 19~119 g, 네팔은 52~97 g, 태국은 31~243 g, 터키는 31.7~81.0 g, 타이완은 230~394.8 g으로 타이완이 원산인 유전자원이 대과종으로 조사되었다. 주로 소과종인 K042802 및 K145109의 유전자원들은 피클용이나 관상용으로 적합할 것으로 판단되었다.

수량이 많고 기능성 성분 함량이 높은 여주 유전자원을 선발하고자 수확량과 charantin 함량을 분석하였다. 인공교배에 의해 착과된 수량을 조사한 결과 주당 평균 수량은 7.3개이고, 주당 수량이 10개 미만인 것이 26점으로 78%가 수량성이 낮은 것으로 나타났으며(결과 미제시), 수확량은 대부분 200~600 g정도였다. 여주의 수량 증가를 위해 효율적인 꽃가루 매개곤충에 대한 연구, 질소 시비량이 과실의 품질에 미치는 영향, 지베렐린과 에스렐처리와 암꽃수, 착과, 과실발육에 미치는 영향 등이 연구되었다(Banerjee et al. 1992, Rajasree et al. 2012, Saeed et al. 2012). 따라서 우리나라 여주의 안정적 생산을 위해서는 정지방법, 표준 시비법 등의 재배법 확

Fig. 1. Origin of *Momordica charantia* species the principal qualitative characters for ovary length: short, medium, long (A), external color: white, pale green, green (B), fruit shape: egg, spindle, cylindrical (C), number of tubercular: few, medium, many (D).

립이 필요할 것으로 판단된다.

Charantin 함량은 각 유전자원 별로 착과 후 15일에 수확한 과실을 동결 건조한 분말을 시료로 사용하였으며, 시료에 함유되어 있는 charantin의 정량을 위해 204 nm에서 HPLC로 분석을 실시한 결과 retention time은 9.5 min였다. Charantin 함량은 K145109과 K145110가 $13 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 으로 가장 낮았으며 Hwanock이 $161.4 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 으로 가장 높았다. Charantin 함량과 수확량을 원산지별 주요 특징을 살펴보면 중국자원은 수확량이 $1 \text{ kg} \cdot \text{plant}^{-1}$ 내외이고 charantin 함량은 $26.7 \sim 161.413 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 으로 계통별 큰 차이를 나타내고 있다(Fig. 1). 미얀마, 네팔, 대만자원은 수확량이 대부분 $1 \text{ kg} \cdot \text{plant}^{-1}$ 미만이므로 charantin함량은 $40 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 내외로 나타났다. 터키 자원은 수량이 약 $5 \text{ kg} \cdot \text{plant}^{-1}$ 정도로 매우 낮았고 charantin 함량도 $30 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 으로 매우 낮게 나타났고, 태국자원은 수확량이 $1 \text{ kg} \cdot \text{plant}^{-1}$ 이상으로 높았으나 charantin함량이 약 $40 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 으로 조사되었다.

여주 유전자원의 형질과 charantin 함량을 근거로 하여 charantin함량과 수량이 높은 K169998의 수확량은 1022.8 g 이고 charantin 함량은 $143.7 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 이며, K170001은 수확량은 $1,221 \text{ g}$ 에 charantin 함량은 $75.7 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 이고, K170002은 수확량은 $1,221 \text{ g}$ 이며 charantin 함량은 $103.5 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 이므로 이 3점은 수량성과 기능성성분 함량이 높아 향후 고기능성 계통 육성에 활용이 가능할 것으로 판단된다. 한편 자원에 대한 항산화 활성 검토(Lu et al. 2012)와 함께 나노입자의 유묘처리를 통해 cucurbitacin-B와 charantin의 함량을 증진시킨 보고가 있어(Kole et al. 2013), 향후 목적성분을 증진시키기 위한 재배법 검토가 필요할 것이다. 한편 IT200140과 IT200189의 경우 돌기가 크고, 과실 외피색은 녹색이며, 모양이 방추형이고, K042802과 K145110은 돌기가 작거나 중간이며 돌기 수가 많고 과피색은 연녹색, 흰색으로 4점 모두 과피색 및 형태가 관상용으로 적합할 것으로 판단된다.

적 요

여주는 몇몇 열대지역에서 중요한 채소 작물이다. 여주 과실이 의학적으로 효능이 있는 활성물질을 포함하고 있음에도 불구하고, 한국에서는 주로 장식용으로 이용되어 왔다. 최근 여주의 미숙과실에 있는 항당뇨성분 때문에 여주에 대한 관심이 증가하고 있다. 그러나 재배법과 기능성성분에 대한 연구가 거의 수행되지 않았다. 본 연구에서는 항 당뇨성분인 카

란틴 성분 함량이 높은 유전자원을 선발하기 위하여 카란틴 성분을 분석하였다. 여주 과실의 카란틴 성분 분석은 31자원의 인공교배된 착과 후 15일 경과한 과실을 이용하였다.

카란틴 함량은 $15.1 \sim 161.4 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 이었으며, 건물중은 $221 \sim 2,097 \text{ g}$ 이었다. ‘K169998’, ‘K042800’, ‘K170002’, ‘Hwanock’ 그리고 ‘Nockwoo’ 5개 계통의 카란틴 함량은 각각 143.7, 104.6, 103.5, 161.4, $101.1 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 이었다. 이러한 결과는 항당뇨 성분인 카란틴 함량이 높은 여주자원 선발에 활용될 수 있으며, 안정적인 고품질 여주 자원 선발에 기초자료로 이용될 것이다. 향후 여주의 수확시기가 어떻게 카란틴 함량 변화에 관여하는지에 대한 기작 규명 연구가 필요하다.

References

1. Banerjee S, Basu PS. 1992. Hormonal regulation of flowering and fruit development: Effect of gibberellic acid and ethrel on fruit setting and development of *Momordica charantia* L. Biol. Plantarum 34: 63-70.
2. Behera TK, Gaikward AB, Singh AK, Staub JE, 2008a. Relative efficiency of DNA markers (RAPD, ISSR and AFLP) in detecting genetic diversity of bitter gourd (*Momordica charantia* L.). J. Sci. Food Agriculture 88: 733-737.
3. Behera TK, Singh AK, Staub JE. 2008b. Comparative analysis of genetic diversity in Indian bitter melon (*Momordica charantia* L.) using RAPD and ISSR markers for developing crop improvement strategies. Scientia Hort. 115: 209-217.
4. Cloutre DL, Rao SN, Preuss HG. 2011. Bitter Melon Extracts in Diabetic and Normal Rats Favorably Influence Blood Glucose and Blood Pressure Regulation. J. Medicinal Food 14: 1496-1504.
5. Grover JK, Yadav SP. 2004. Pharmacological actions and potential uses of *Momordica charantia*. J. Ethnopharmacology 93: 123-132.
6. Jesada PC, Sutawadee G, Motonobu J, Weena S, Artiwan S. 2007. New approach for extraction of charantin from *Momordica charantia* with pressurized liquid extraction. Separation Purification Tech. 52: 416-422.
7. Kole C, Kole P, Randunu KM, Choudhary P, Podila R, Ke PC, Rao AM, Marcus RK. 2013. Nanobiotechnology can boost crop production and quality: first evidence from increased plant biomass, fruit yield and phytomedicine content in bitter melon (*Momordica charantia*). BMC

- Biotechnol. 13. doi: 10.1186/1472-6750-13-37
8. Kubola J, Siriamornpun S. 2008. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts in vitro. Food Chem. 110: 881-890.
 9. Kwatra D, Subramaniam D, Ramamoorthy P, Standin D, Moran E, Velayutham R, Mitra A, Umar S, Anant S. 2013. Methanolic Extracts of Bitter Melon Inhibit Colon Cancer Stem Cells by Affecting Energy Homeostasis and Autophagy. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine doi: 10.1155.
 10. Lin RH, Chen KY, Chen CL, Chen JJ, Sung JM. 2005. Slow post-hydration drying improves initial quality but reduces longevity of primed bitter gourd seeds. Scientia Horticulturae 106: 114-124.
 11. Lu YL, Liu YH, Chyuan JH, Cheng KT, Liang WL, Hou WC. 2012. Antioxidant activities of different wild bitter gourd (*Momordica charantia* L. var. *abbreviata* Seringe) cultivars. Bot. Stud. 53: 207-214.
 12. Rajasree G, Pillai GR. 2012. Effect of nitrogen nutrition on fruit quality and shelf life of cucurbitaceous vegetable bitter gourd. J. Plant Nutr. 35: 1139-1153.
 13. Saeed S, Malik SA, Dad K, Sajjad A, Ali M. 2012. In Search of the Best Native Pollinators for Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.) Pollination in Multan, Pakistan. Pakistan J. Zoology 44: 1633-1641.
 14. Singh A, Singh SP, Bamezai R. 1998. *Momordica Charantia* (Bitter Gourd) peel, pulp, seed and whole fruit extract inhibits mouse skin papillomagenesis. Toxicology Letters. 94: 37-46.
 15. Tsai CH, Chen ECF, Tsay HS, Huang CJ. 2012. Wild bitter gourd improves metabolic syndrome: A preliminary dietary supplementation trial. Nutrition J. 11: 1-9.
 16. Viridi J, Sicakami S, Shahani S, Suthar AC, Banavalikar MM, Biyani MK. 2003. Antihyperglycemic effects of three extracts from *Momordica charantia*. J. Ethnopharm 88: 107-111.
 17. Yang J, Kong QS, Xiang CP. 2009. Effects of low night temperature on pigments, chl a fluorescence and energy allocation in two bitter gourd (*Momordica charantia* L.) genotypes. Acta Physiologiae Plantarum 31: 285-293.
 18. Yeh YM, Sung JM. 2008. Priming slows deterioration of artificially aged bitter gourd seeds by enhancing anti-oxidative activities. Seed Sci. Technol. 36: 350-359.