식용 고구마 신품종 ‘건황미’

이형운^{1*} · 정미남² · 이준설¹ · 안승현³ · 김재명⁴ · 한선경² · 양정욱¹ · 최규환⁵ · 최인후⁶ · 남상식¹

¹농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물연구소, ²농촌진흥청, ³농촌진흥청 국립식량과학원 작물재배생리과,
⁴농촌진흥청 국립원예특작과학원 배연구소, ⁵전라북도농업기술원, ⁶농촌진흥청 국립식량과학원

A New Sweetpotato Variety ‘Geonhwangmi’ for Table Use

Hyeon-Un Lee^{1*}, Mi-Nam Chung², Joon-Seol Lee¹, Seung-Hyun Ahn³, Jae-Myung Kim⁴,
Seon-Kyeong Han², Jung-Wook Yang¹, Kyu-Hwan Choi⁵, In-Hu Choi⁶ and Sang-Sik Nam¹

¹Bioenergy Crop Research Institute, NICS, RDA, Muan 58545, Korea

²Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

³Crop Production & Physiology Division, NICS, RDA, Wanju 55365, Korea

⁴Pear Research Institute, NIHHS, RDA, Naju 58216, Korea

⁵Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea

⁶National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea

Abstract : ‘Geonhwangmi’, a new sweetpotato variety, was developed for table use by Bioenergy Crop Research Institute, National Institute of Crop Science (NICS), and RDA in 2013. This variety was derived from the cross between ‘Singeonmi’ and ‘Mokpo34’ in 2005. The seedling and line selections were performed from 2006 to 2008, preliminary and advanced yield trials were carried out from 2009 to 2010. The regional yield trials were conducted at five locations from 2011 to 2013, and it was named as ‘Geonhwangmi’. This variety has five-lobed leaf, and its leaves, stems, and petioles are green. Storage root of ‘Geonhwangmi’ has an elliptical shape, red skin, and light orange flesh. ‘Geonhwangmi’ was moderately resistant to fusarium wilt, and resistant to root-knot nematode. Dry matter content was 29.4%, and texture of steamed storage root was intermediate. Sucrose content of steamed storage root of ‘Geonhwangmi’ was higher than that of ‘Yulmi’, and steamed storage root palatability of ‘Geonhwangmi’ was better than that of ‘Yulmi’. β -carotene content of ‘Geonhwangmi’ was 3.4 mg/100g DW, which was 7.8% of ‘Juhwangmi’. Yield of marketable storage root over 50 g of ‘Geonhwangmi’ was 23.0 MT/ha under the early seasonal cultivation, which was 39% higher than that of ‘Yulmi’. The number of marketable storage roots per plant was 2.6 and the average weight of marketable storage root was 151 g under the optimal and late seasonal cultivation. Marketable storage root yield of ‘Geonhwangmi’ was 24.2 MT/ha under the optimum and late seasonal cultivation, which was 45% higher than that of ‘Yulmi’. (Registration No. 5853).

Keywords : Sweetpotato, Breeding, Variety, Geonhwangmi, Table use

서 언

고구마는식이섬유와 미네랄, 비타민뿐만 아니라 안토시아닌, 베타카로틴, 폴리페놀, 토코페롤 등과 같은 항산화 성분들을 다량 함유하고 있으며(Woolfe 1992), 항암작용이 뛰어나고(Kurata et al. 2007) 고혈압을 낮추는 등 심혈관계 질환 예방에

효과가 있다(Oki et al. 2016). 고구마에 함유된 카로티노이드와 페놀 화합물에 의해 고구마의 육색은 황색, 주황색, 자색 등 독특한 색을 띠며(Teow et al. 2007) 육색이 백색이거나 담황색인 고구마에는 베타카로틴 성분이 거의 함유되어 있지 않다(Loebenstein & Thottappilly 2009). 주황색 고구마의 all-trans 형 베타카로틴은 찌거나 굽는 등 조리할 하여도 함량 감소가 거의 없거나, 20% 내외 수준이며(Kim et al. 2014, Bengtsson et al. 2008, Van Jaarsveld et al. 2006), 식용 고구마는 주로 찌거나 구운 형태로 소비되기 때문에 조리에 따른 식미는 기능성

*Corresponding author (E-mail: leehu79@korea.kr, Tel :+82-61-450-0141, Fax: +82-61-453-0085)

(Received on July 15, 2016. Accepted on July 15 2016.)

Fig. 1. Genealogical diagram of 'Geonhwangmi'.

고구마 품종 개발에 있어서 중요한 고려사항이다. 이에 국립식량과학원 바이오에너지작물연구소에서는 찐고구마 식미가 양호하며 베타카로틴이 함유된 다수성 식용 고구마 '건황미' 품종을 개발한 바 육성 경위와 주요 특성을 보고하고자 한다. 최근 소비자는 육질이 점질이면서 단맛이 강한 고구마 품종을 선호하는 경향이므로 고구마 소비 확대를 위해서는 베타카로틴, 안토시아닌 등 기능성 성분을 다량 함유하고 있으면서 식미도 우수한 품종 개발이 중요할 것으로 고려된다.

재료 및 방법

'건황미'는 '신건미(Ahn et al. 2002)' 품종을 모본, '목포34호'를 부본으로 하여 2005년에 인공교배 하였다. 2006년부터 2008년까지 실생개체선발시험과 계통선발시험, 2009년부터 2010년까지 생산력검정시험을 수행하여 괴근 육색이 담주황색이고 괴근 모양, 수량성, 식미가 양호한 'MI2005-15-01' 계통을 '목포81호'로 계통명을 부여하여 지역적응시험에 공시하였다. 지역적응시험은 2011년부터 2013년까지 3년간 수행하였으며 조기재배는 무안에서, 보통기재배는 춘천, 청주, 익산, 무안, 진주 등 5개 지역에서 수행되었다. 본발 삼식은 조기재배는 4월 중순에, 적기 및 만기재배는 5월 중순에서 6월 중순 사이에 이루어졌으며 120일간 재배한 후 수확하였다. 진주를 제외한 지역에서 비닐멀칭을 실시하였으며, 재식밀도는 75×20cm, 시비량은 10a 당 N-P₂O₅-K₂O=5.5-6.3-15.6kg을 전량 기비로 시비하였고 퇴비는 1,000kg을 사용하였으며 기타 재배관리는 농촌진흥청 표

준재배법에 준하였다(RDA 2009). 고유특성과 주요 농업적 특성, 생육, 수량구성요소 및 수량성, 품질특성, 주요 병해충 저항성 조사는 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA 2012c) 및 농촌진흥청 신품종개발공동연구사업 과제수행계획서 조사기준에 준하여 실시하였다(RDA 2011, 2012b, 2013b). 통계분석은 R(version 3.3.1)을 이용하였으며, *t*-test 방법으로 품종간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

육성경위

'건황미'는 식미가 우수한 덩굴쪄김병 저항성 고구마 품종을 육성하기 위하여 2005년에 덩굴쪄김병 저항성인 '신건미(Ahn et al. 2002)' 품종을 모본, '목포34호'를 부본으로 하여 인공교배 하였다. 2006년부터 2008년까지 실생개체선발시험과 계통선발시험, 2009년부터 2010년까지 생산력검정시험을 수행하여 괴근 육색이 담주황색이고 괴근 모양, 수량성, 식미가 양호한 'MI2005-15-01' 계통을 '목포81호'로 계통명을 부여하여 지역적응시험에 공시하였다. 2011년부터 2013년까지 3년간 지역적응시험을 수행한 결과, 수량성, 품질특성, 병해충저항성 등이 대비품종인 '올미'보다 우수하여(RDA 2012a, 2013a, 2014) 2013년 12월 농촌진흥청 농작물직무육성신품종선정심의회에서 신품종으로 선정되었으며 '건황미'라 명명하였다. '건황미'의 육성과정과 계통도는 Fig. 1, Fig. 2와 같다.

Fig. 2. Pedigree diagram of 'Geonhwangmi'.

Table 1. Mature vine characteristics of 'Geonhwangmi' on field at harvesting stage.

Variety	Stem color	Stem tip color	Anthocyanin coloration of node	No. of leaf blade lobes	Depth of leaf blade lobe	Leaf color	Anthocyanin coloration on abaxial veins	Petiole color	Flowering
Geonhwangmi	Green	Green	Medium	5	Moderate	Green	Large	Green	Medium
Yulmi	Green	Green	Absent	Absent (Cordate)	-	Green	Small	Green	Sparse or absent

Table 2. Storage root characteristics of 'Geonhwangmi'.

Variety	General shape	Skin color	Flesh color	Depth of eyes
Geonhwangmi	Elliptic	Red	Light orange	Shallow
Yulmi	Elliptic	Light red	Light yellow	Medium

주요특성

고유특성

‘건황미’의 줄기색과 끝순색은 녹색으로 안토시아닌 발현 정도가 없거나 약하고, 마디의 안토시아닌 발현 정도는 중간이다 (Table 1). 잎의 열편은 5편열이고, 결각의 깊이는 중간이며 엽색은 녹색, 엽맥의 안토시아닌 분포 정도는 엽맥의 대부분이 착색되어 넓다. ‘건황미’의 잎자루색은 녹색으로 안토시아닌 발현 정도가 없거나 약하며 ‘올미’보다 개화성이 강하다. ‘건황미’의 괴근 모양은 방추형이고 괴근의 껍질색은 홍색, 육색은 담주황색이며 ‘올미’에 비해 괴근의 눈 깊이가 얕아 상품성이 우수하다 (Table 2, Fig. 3).

농업적 특성

2월 중순경 전열온상에 씨고구마를 파종한 후 맹아시까지 소요된 기간은 ‘건황미’와 ‘올미’ 모두 17일로 차이가 없으며 ‘건황미’의 맹아수는 ‘중’ 정도이다 (Table 3). 조기재배시 ‘건황

미’의 주경의 길이와 덩굴무게는 각각 85 cm, 17.2 MT/ha로 ‘올미’와 비슷하였으며, 주당상품괴근수는 3.0 개/주로 ‘올미’보다 많았고 상품괴근평균중은 117 g/개로 ‘올미’보다 적었으나 상품괴근수량은 ‘올미’보다 39% 많았다. 적기 및 만기재배시 ‘건황미’의 주경의 길이와 덩굴무게는 각각 206 cm, 27.2 MT/ha로 ‘올미’와 차이가 없었고, 주당상품괴근수는 2.6 개/주로 ‘올미’보다 많았으며, 상품괴근평균중은 151 g/개로 ‘올미’와 비슷하였다 (Table 4).

병해충 저항성 및 저장성

‘건황미’는 덩굴쪼김병에 중도저항성으로 ‘올미’보다 덩굴쪼김병에 강하고 고구마뿌리혹선충에 저항성이다. ‘건황미’는 수확후 5개월 이상 저장기간 동안 검은무늬병과 연부병의 발생이 거의 없어 저장성이 우수하였다 (Table 5).

품질특성

‘건황미’는 건물률이 29.4%로 ‘올미’보다 낮고 찢고구마 육질

이 중간질이다(Table 6). ‘건황미’의 찢고구마 당도는 24.7 °Brix이며, 찢고구마의 수크로오스 함량이 ‘율미’보다 높고 식미가 우수하였다(Table 6, Table 7). ‘건황미’ 괴근의 베타카로틴 함량은 3.4 mg/100g DW이며 ‘주황미’의 7.8% 수준이다. 고구마 괴근 내부의 적색도(a값)는 괴근의 베타카로틴 함량과 높은 양의 상관 관계가 있으며(Takahata et al. 1993), ‘건황미’는 괴근 육색의 적색도가 12.6으로 ‘율미’의 1.4보다 높다(Table 8). 전분

의 페이스트 점도 특성에서 ‘건황미’ 전분의 강하점도(breakdown)는 167.7 RVU(Rapid Visco Units)로 호화 중 열전단(shearing)에 대한 저항성이 ‘율미’와 비슷하였고, 치반점도(Setback)는 65.9 RVU로 ‘율미’ 전분의 노화 정도와 차이가 없었으며, 호화개시온도(pasting temperature)는 75.7°C로 ‘율미’와 비슷하였다(Table 9).

Fig. 3. Raw (left) and steamed (right) storage roots of ‘Geonhwangmi’.

Table 3. Agronomic characteristics, yield components and yield of ‘Geonhwangmi’ on regional yield trial under early season cultivation.

Variety	Sprout appearance (DAP) ^z	No. of sprout	Vine length (cm)	Vine Weight (MT/ha)	No. of marketable storage root per plant	Ave. weight of marketable storage root (g)	Marketable storage root yield (MT/ha)
Geonhwangmi	17	Medium	85 ^{ns}	17.2 ^{ns}	3.0*	117*	23.0 ^{ns}
Yulmi	17	Medium	81	17.9	1.9	135	16.5

Not significant (ns) in the *t*-test, while * significant at $P < 0.05$.

Table 4. Agronomic characteristics and yield components of ‘Geonhwangmi’ on regional yield trial under optimum and late season cultivation.

Variety	Vine length (cm)	Vine Weight (MT/ha)	No. of marketable storage root per plant	Ave. weight of marketable storage root (g)
Geonhwangmi	206 ^{ns}	27.2 ^{ns}	2.6*	151 ^{ns}
Yulmi	216	33.2	2.0	144

Not significant (ns) in the *t*-test, while * significant at $P < 0.05$.

Table 5. Reaction to fusarium wilt, root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) and storability of storage root of ‘Geonhwangmi’.

Variety	Fusarium wilt (0~9) ^z	Root-knot nematode (0~9)	Storability
Geonhwangmi	5	3	Excelent
Yulmi	7	9	Medium

^z0: resistant, 9: susceptible.

Table 6. Quality of storage root of 'Geonhwangmi'.

Variety	Dry matter content (%)	Texture of steamed storage root	°Brix of steamed storage root	Total sugar contents (g/100g DW)		Sweetness of steamed storage root ^z	Palatability of steamed storage root ^y	β-Carotene (mg/100g DW)
				Raw	Steaming			
Geonhwangmi	29.4 [*]	Intermediate	24.7 ^{**}	6.5 ^{ns}	30.3 ^{ns}	15.7 ^{ns}	5.8	3.4
Yulmi	32.4	Dry	28.9	6.9	23.6	11.9	5.0	N.D. ^x

^zFructose*1.0+Glucose*0.55+Sucrose*1.0+Maltose*0.35.^y1: very bad, 3: bad, 5: medium, 7: good, 9: excellent.^xNon-detectable.Not significant (ns) in the *t*-test, while ^{*} and ^{**} significant at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.**Table 7.** Sugar content of raw and steamed storage root of 'Geonhwangmi'.

Variety	Raw storage root (g/100g DW)				Steamed storage root (g/100g DW)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
Geonhwangmi	0.9 ^{ns}	1.1 ^{ns}	4.5 ^{ns}	N.D. ^z	1.0 ^{ns}	1.5 ^{ns}	6.4 [*]	21.4 ^{ns}
Yulmi	1.7	1.7	3.5	N.D.	1.5	2.0	3.4	16.6

^zNon-detectable.Not significant (ns) in the *t*-test, while ^{*} significant at $P < 0.05$.**Table 8.** Chroma value of storage root of 'Geonhwangmi'.

Variety	Chroma value ^z					
	Skin			Flesh		
	L	a	b	L	a	b
Geonhwangmi	41.6 [*]	18.4 ^{ns}	9.3 ^{ns}	81.5 [*]	12.6 ^{**}	31.6 ^{ns}
Yulmi	46.4	16.9	11.3	85.8	1.4	29.7

^zL, Lightness: black=0, white=100; a, redness to greenness: green=-80, red=+80; b, yellowness to blueness: blue=-80, yellowness=+80.Not significant (ns) in the *t*-test, while ^{*} and ^{**} significant at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.**Table 9.** Rapid visco analysis (RVA) properties of starch of 'Geonhwangmi'.

Variety	Peak viscosity (RVU)	Trough (RVU)	Breakdown (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback viscosity (RVU)	Pasting Temperature (°C)
Geonhwangmi	297.0 ^{ns}	129.4 ^{ns}	167.7 ^{ns}	195.3 ^{ns}	65.9 ^{ns}	75.7 ^{ns}
Yulmi	310.9	118.6	192.2	184.5	65.9	75.2

Not significant (ns) in the *t*-test.

수량성

‘건황미’는 생산력검정예비시험과 본시험에서 괴근무게가 50 g 이상인 상품괴근의 수량이 각각 19.2, 30.0 MT/ha으로 ‘율미’보다 각각 29%, 87% 많았다(Table 10). ‘건황미’는 지역적응시험 적기 및 만기재배시 5개 지역 평균 상품괴근수량이 24.2 MT/ha으로 ‘율미’보다 45% 많았으며, 지역별로는 22% 내지

70% 많았다(Table 11). 특히 2013년 익산의 경우 ‘건황미’의 상품괴근수량이 59.0 MT/ha으로 대비품종인 ‘율미’보다 118% 많았으며, ‘진홍미’보다는 25% 많았다.

적응지역 및 재배상 유의점

‘건황미’는 산간 고랭지를 제외한 전국에서 재배가 가능하고,

Table 10. Storage root yield (MT/ha) over 50 g of ‘Geonhwangmi’ on preliminary and advanced yield trials.

Variety	Storage root yield (MT/ha)			
	Preliminary yield trial	Index ^z	Advanced yield trial	Index
Geonhwangmi	19.2	129	30.0	187
Yulmi	14.9	100	16.0	100

^z(yield of ‘Geonhwangmi’ / yield of ‘Yulmi’) × 100.

Table 11. Marketable storage root yield (MT/ha) of ‘Geonhwangmi’ on regional yield trial under optimum and late season cultivation at five regions.

Region	Geonhwangmi (Mt/ha)				Index ^z (A/B)	Yulmi (MT/ha)			
	2011	2012	2013	Mean (A)		2011	2012	2013	Mean (B)
Muan	18.3	20.8	16.3	18.5	122	15.0	15.5	14.8	15.1
Chuncheon	20.9	29.1	19.7	23.3	155	11.2	19.8	14.1	15.0
Cheongju	16.5	25.8	28.3	23.5	130	11.8	20.9	21.5	18.0
Iksan	17.2	24.9	59.0	33.7	170	15.8	16.7	27.1	19.9
Jinju	18.5	19.9	28.6	22.4	141	18.0	17.9	11.5	15.8
Mean	18.3	24.1	30.4	24.2 ^{ns}	145	14.4	18.1	17.8	16.8

^z(yield of ‘Geonhwangmi’ / yield of ‘Yulmi’) × 100.

Not significant (ns) in the *t*-test.

질소비료 과다 시 덩굴이 길어질 우려가 있어 균형시비가 필요하다. ‘건황미’는 덩굴쪄짐병에 중도저항성으로 덩굴쪄짐병 발생 정도가 심한 곳에서는 재배에 주의하여야 한다.

적 요

‘건황미’는 식미가 우수한 덩굴쪄짐병 저항성 고구마 품종을 육성하기 위하여 2005년에 덩굴쪄짐병 저항성인 ‘신건미(Ahn et al. 2002)’ 품종을 모본, ‘목포34호’를 부본으로 하여 인공교배 하였다. 2006년부터 2008년까지 실생개체선발시험과 계통선발 시험, 2009년부터 2010년까지 생산력검정시험을 수행하여 괴근 육색이 담주황색이고 괴근 모양, 수량성, 식미가 양호한 ‘MI2005-15-01’ 계통을 ‘목포81호’로 계통명을 부여하여 지역 적응시험에 공시하였다. 2011년부터 2013년까지 3년간 지역적응시험을 수행한 결과, 수량성, 품질특성, 병해충저항성 등이 대비품종인 ‘율미’보다 우수하여(RDA 2012a, 2013a, 2014) 2013년 12월 농촌진흥청 농작물직무육성신품종선정심의회에서 신품종으로 선정되었으며 ‘건황미’라 명명하였다. ‘건황미’는 잎의 색깔이 5개이고, 결각의 깊이는 중간이며 엽색, 잎자루색, 줄기색은 녹색이다. 괴근의 껍질색은 홍색, 육색은 담주황색이며 괴근 모양이 방추형이다. ‘건황미’는 덩굴쪄짐병에 중도저항성

이며 고구마뿌리혹선충에 저항성이다. ‘건황미’는 건물률이 29.4%로 ‘율미’보다 낮고 찌고구마의 육질이 중간질이다. ‘건황미’의 찌고구마 수크로오스 함량은 ‘율미’보다 높고 식미가 우수하다. ‘건황미’ 괴근의 베타카로틴 함량은 3.4 mg/100g DW이며 ‘주황미’의 7.8% 수준이다. ‘건황미’는 조기재배시 상품괴근수량이 23.0 MT/ha으로 ‘율미’의 16.5 MT/ha보다 39% 많았다. 적기 및 만기재배시 ‘건황미’의 주당상품괴근수는 2.6개/주, 상품괴근평균중은 151 g/개였으며 상품괴근수량은 24.2 MT/ha으로 ‘율미’보다 45% 많았다(품종보호권 등록번호: 제5853호, 2016. 01. 12).

사 사

본 ‘건황미’ 품종은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 식용 및 가공용 고구마 유망계통 육성 시험, 세부과제번호: PJ00871601)의 지원에 의해 이루어졌다. 본 ‘건황미’를 육성함에 있어 협력하여 주신 국립식량과학원 및 바이오에너지작물연구소 고구마 연구진, 각도 농업기술원 지역적응시험 담당자들과 농촌진흥청 연구정책국 관계관 여러분들께 깊은 감사를 드리는 바이다.

REFERENCES

1. Ahn YS, Chung MN, Jeong BC, Lee JS, Oh YH. 2002. A New Sweetpotato Variety Resistant to Fusarium Wilt, "Singeonmi". Korean J. Breed. 34: 381-382.
2. Bengtsson A, Namutebi A, Alminger ML, Svanberg U. 2008. Effects of various traditional processing methods on the all-*trans*- β -carotene content of orange-fleshed sweet potato. J. Food Compos. Anal. 21: 134-143.
3. Karuta R, Adachi M, Yamakawa O, Yoshimoto M. 2007. Growth suppression of human cancer cells by polyphenolics from sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) Leaves. J. Agric. Food Chem. 55: 185-190.
4. Kim HW, Kim JB, Poovan S, Chung MN, Cho SM, Lee YM, Cho YS, Kim JH, Kim HR. 2014. Effect of processing conditions on the content of *cis/trans* carotene isomers as provitamin A carotenoids in Korean sweet potato varieties. Int. J. Food Sci. Nutr. 65: 821-826.
5. Loebenstein G, Thottappilly G. 2009. The sweetpotato. Springer Science+Business Media B. V. p.4.
6. Oki T, Kano M, Watanabe O, Goto K, Boelsma E, Ishikawai F, and Suda I. 2016. Effect of consuming a purple-fleshed sweet potato beverage on health-related biomarkers and safety parameters in Caucasian subjects with elevated levels of blood pressure and liver function biomarkers: a 4-week, open-label, non-comparative trial. Bioscience of Microbiota, Food and Health 0.
7. Rural Development Administration. 2009. Standard guide for sweetpotato cultivation-28.
8. Rural Development Administration. 2011. 2011 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 169-173.
9. Rural Development Administration. 2012a. 2011 Project report of collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 589-601.
10. Rural Development Administration. 2012b. 2012 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 133-137.
11. Rural Development Administration. 2012c. Standard of research, investigation and analysis. Rural Development Administration. pp. 459-467.
12. Rural Development Administration. 2013a. 2012. Project report of collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 447-456.
13. Rural Development Administration. 2013b. 2013. Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 119-125.
14. Rural Development Administration. 2014. 2013 Project report of collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 551-571.
15. Takahata Y, Noda T, Nagata T. 1993. HPLC Determination of β -Carotene Content of Sweet Potato Cultivars and Its Relationship with Color Values. Japan. J. Breed. 43: 421-427.
16. Teow CC, Truong VD, McFeeters RF, Thompson RL, Pecota KV, Yencho GC. 2007. Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. Food Chemistry 103: 829-838.
17. Van Jaarsveld PJ, Harmse E, Nestel P, Rodriguez-Amaya DB. 2006. Retention of β -carotene in boiled, mashed orange-fleshed sweet potato. Journal of Food Composition and Analysis 19: 321-329.
18. Woolfe JA. 1992. Sweet Potato: an untapped food resource. Cambridge University Press, Cambridge.