덩굴썩음병 저항성 고구마 품종 ‘예스미’

이형운^{1*} · 정미남² · 이준설³ · 안승현⁴ · 김재명¹ · 한선경¹ · 양정욱¹ · 송연상³ · 신현만⁵ · 문진영⁶ · 최규환⁷ · 임상현⁸
최인후³

¹농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물연구소, ²농촌진흥청, ³농촌진흥청 국립식량과학원,

⁴농촌진흥청 국립식량과학원 작물재배생리과, ⁵충청북도농업기술원, ⁶경상남도농업기술원, ⁷전라북도농업기술원,

⁸강원도농업기술원

A Sweetpotato Variety Resistant to Fusarium Wilt, ‘Yeseumi’

Hyeong-Un Lee^{1*}, Mi-Nam Chung², Joon-Seol Lee³, Seung-Hyun Ahn⁴, Jae-Myung Kim¹, Seon-Kyeong Han¹,
Jung-Wook Yang¹, Yeon-Sang Song³, Hyun-Man Shin⁵, Jin-Young Moon⁶, Kyu-Hwan Choi⁷, Sang-Hyun Lim⁸,
and In-Hu Choi³

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

²Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

³National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea

⁴Crop Production & Physiology Division, NICS, RDA, Wanju 55365, Korea

⁵Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Cheongju 28130, Korea

⁶Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services, Jinju 52733, Korea

⁷Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea

⁸Gangwon-do Agricultural Research & Extension Services, Chuncheon 24226, Korea

Abstract ‘Yeseumi’, a new sweetpotato variety resistant to fusarium wilt, was developed for table use by Bioenergy Crop Research Institute, National Institute of Crop Science (NICS), Rural Development Administration (RDA) in 2013. ‘Yeseumi’ was derived from the cross between ‘Mokpo34’ and ‘Singeonmi’ resistant to fusarium wilt in 2005. The seedling and line selections were conducted from 2006 to 2008. Preliminary and advanced yield trials were carried out from 2009 to 2010. The regional yield trials were performed at five locations from 2011 to 2013. ‘Yeseumi’ has three-lobed leaf, and its leaves, stems, petioles, and nodes are green. Storage root of ‘Yeseumi’ has an elliptical shape, red skin, and light orange flesh. ‘Yeseumi’ was highly resistant to fusarium wilt and susceptible to root-knot nematode. Dry matter content was 25.4%, and texture of steamed storage root was intermediate. Total sugar contents of raw and steamed storage root of ‘Yeseumi’ were higher than those of ‘Yulmi’. β -carotene content of ‘Yeseumi’ was 15.7 mg/100 g DW. Yield of marketable storage root over 50 g of ‘Yeseumi’ was 32.5 MT/ha under the early season culture, which was 97% higher than that of ‘Yulmi’. The number of marketable storage roots per plant was 2.8 and the average weight of marketable storage root was 143 g under the normal and late season culture. Marketable storage root yield of ‘Yeseumi’ was 23.9 MT/ha under the normal and late season culture, which was 42% higher than that of ‘Yulmi’. (Registration No. 5848).

Keywords Sweetpotato, Breeding, Yeseumi, Fusarium wilt, Resistance

Received on September 12, 2017. Accepted on February 27, 2018.

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

서언

고구마는 베타카로틴, 안토시아닌, 비타민 등 항산화 성분을 다량 함유하고 있어 기능성 식품으로 인식되고 있으며(Woolfe 1992), 재배면적 기준 세계에서 14번째로 중요한 작물이다

(Katayama et al. 2017). 고구마는 세계적으로 2016년에 약 860만 ha에서 재배되어 105백만 톤 정도 생산되었다(FAOSTAT 2016). 단위면적당 생산량은 전세계 평균 12.2 MT/ha이었으며 아시아가 20.1 MT/ha으로 가장 많았고, 아프리카가 5.1 MT/ha으로 가장 적었다. 국내 고구마의 단위면적당 생산량은 1990년부

터 2004년까지 1993년, 1994년, 1997년, 2003년을 제외하면 20.1~21.5 MT/ha이었으나 2005년부터 2016년까지 단위면적당 생산량은 14.2~17.2 MT/ha 수준으로 감소하였다(KOSIS 2017). 이처럼 국내 고구마의 단위면적당 생산량이 감소한 것은 고구마가 생과용 위주로 소비되면서 소비자가 선호하는 중·소형 크기의 고구마를 생산하기 위한 재배가 이루어지고(KREI 2015), 정식 시기의 가뭄 등 이상기상, 연작, 병해충에 감수성인 품종의 재배 면적 확대 등이 주요 원인인 것으로 고려된다(Lee et al. 2015).

고구마에 피해를 주는 주요 병해충에는 곰팡이병인 *Fusarium wilt*(*Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas*), Black rot(*Ceratocystis fimbriata*)과 세균병인 Soil rot(*Streptomyces ipomoeae*) 등이 있으며, 해충은 Southern root-knot nematode(*Meloidogyne incognita*) 등이 있다(Okada et al. 2017). 특히 덩굴쪄짐병(*Fusarium wilt*)은 고구마 수량 감소의 주요 원인이다(Clack et al. 1998). 덩굴쪄짐병 병원균인 *Fusarium oxysporum*은 토양 전염 곰팡이균으로서(Burgess 1981), 후벽포자(chlamydospore)를 형성하여 기주 식물이 없는 토양의 유기물이나 여러 식물 종의 근권부에서 오랜 기간 생존이 가능하다(Garrett 1970, Nelson 1981). 또한 경제적으로 중요한 식물 중에서 위조, 도관 피사, 고사를 유발하는 등 심각한 피해를 준다(Collins & Nielsen 1976, Fravel et al. 2003). 국내 고구마 주산지의 덩굴쪄짐병 발병률을 조사한 연구 결과에 따르면 2001년에는 8개 시군에서 조사된 150개 필지 중 27개 필지에서 발병되어 발병 필지율이 평균 18.0%였으며, 이 중 발병률이 50% 이상, 30~50%인 필지는 각각 8개였다(Kim 2002). 2002년에는 4개 시군에서 조사된 174개 필지 중 51개 필지에서 발병되어 발병 필지율이 평균 22.5%였으며, 이 중 16개 필지는 발병률이 50% 이상, 11개 필지는 발병률이 30~50%인 것으로 조사되어 피해가 심각한 것으로 보고되었다(Kim 2003).

덩굴쪄짐병을 방제하는 방법으로 토양 훈증제가 이용되기도 하지만 비용적으로나 환경적으로 가장 안전하고 효과적인 방제 방법은 덩굴쪄짐병에 저항성인 품종을 재배하는 것이다(Collins & Nielsen 1976, Fravel et al. 2003). 1950년대 이전 미국의 남동부 지역은 덩굴쪄짐병으로 인해 고구마의 단위면적당 생산량이 낮았으나, 덩굴쪄짐병에 저항성인 품종들이 도입되어 재배되기 시작하면서 단위면적당 생산량이 꾸준히 증가하였다(Clark 1998). 미국에서는 덩굴쪄짐병 저항성 고구마 품종으로 'Beauregard' 품종이 1987년에 육성되었고, 'Covington' 품종은 2005년에 육성되어 미국에서 30% 가량 재배되었다(Loebenstein & Thottappilly 2009). 중국에서는 덩굴쪄짐병에 저항성인

'Yanshu 5' 품종이 약 6만 ha에서 재배가 되었고, 1.8백만 MT이 생산 되었다(Loebenstein & Thottappilly 2009). 일본에서는 덩굴쪄짐병 저항성 검정을 위한 대조 품종으로 감수성 품종인 'Benikomachi', 중도저항성인 'Beniazuma', 저항성인 'Tamayutaka' 품종을 이용하고 있다(Okada et al. 2017). 국내에서는 2001년에 육색이 담황색이고, 찢고구마 육질이 분질이며 덩굴쪄짐병에 저항성이 강한 '신건미(Ahn et al. 2002)' 품종을 육성하였다. 2010년대에는 덩굴쪄짐병에 저항성인 '다호미'(Lee et al. 2015), 중도저항성인 '건황미'(Lee et al. 2016), '풍원미'(Lee et al. 2017) 품종과 같이 덩굴쪄짐병 저항성이 중도저항성 이상인 품종들이 육성되었으며 재배면적이 증가하는 추세이다. 최근 고구마에서 덩굴쪄짐병 저항성 품종 육성을 위하여 덩굴쪄짐병 저항성과 관련된 유전자를 찾기 위한 연구가 이루어지고 있다(Lin et al. 2017).

국립식량과학원 바이오에너지작물연구소에서는 덩굴쪄짐병에 저항성이 강하고 베타카로틴을 함유하고 있는 식용 고구마 '예스미' 품종을 개발한 바 육성 경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재배방법 및 특성조사

'예스미'는 '목포34호'를 모본, '신건미(Ahn et al. 2002)' 품종을 부분으로 하여 2005년에 인공교배 하였다. 2006년부터 2008년까지 실생개체선발시험과 계통선발시험, 2009년부터 2010년까지 생산력검정시험을 수행하였으며 최근의 육색이 담주황색이고 최근 모양, 수량성, 식미가 양호한 'MI2005-03-11' 계통을 '목포79호'로 계통명을 부여하여 지역적응시험에 공시하였다. 지역적응시험은 2011년부터 2013년까지 3년간 수행하였으며 조기재배는 무안에서, 보통기재배는 춘천, 청주, 익산, 무안, 진주 등 5개 지역에서 수행되었다. 본발 정식인 경우 조기재배는 4월 중순에, 적기 및 만기재배는 5월 중순 내지 6월 중순에 하였으며 120일간 재배한 후 수확하였다. 비닐 멀칭은 진주를 제외한 4개 지역에서 실시하였으며 재식밀도는 75×20 cm, 시비량은 10a당 N-P₂O₅-K₂O=5.5-6.3-15.6 kg을 기준으로 전량 기비로 시비하였고 퇴비는 1,000 kg을 시용하였으며 기타 재배관리는 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다(RDA 2009). 맹아 시기를 조사하기 위해 2월 중순경 전열온상에 씨고구마를 5 cm 간격으로 파종하였고 맹아시는 파종한 날부터 씨고구마에서 처음 싹이 튼 날까지 소요된 기간, 맹아기는 파종한 날부터 씨고구마의 40~50%가 싹이 튼 날까지 소요된 기간을 조사하였다. 지상부

무게는 괴근 수확 직전에 시험구의 지상부를 전량 예취하여 생체무게를 측정한 후 ha당 무게로 환산하였다. 상품괴근은 생체무게가 50 g 이상인 괴근을 기준으로 하였으며 주당상품괴근수는 수확된 시험구의 상품괴근 개수를 정식 주수로 나누어 구하였고, 상품괴근평균중은 수확된 시험구의 상품괴근 무게를 상품괴근의 수로 나누어 구하였다. 상품괴근수량은 시험구의 상품괴근 무게를 ha당 생산량으로 환산하였다. 고유특성과 주요 농업적 특성, 생육, 수량구성요소, 수량 조사는 농업과학기술 연구조사 분석기준(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.

병해충 저항성 검정

고구마 덩굴쪄짐병 저항성 검정을 위해 감수성 품종인 '올미', 중도저항성 품종인 '주황미'(Ahn et al. 2006), 저항성 대비 품종인 '신건미'를 대비 품종으로 선정하였다. 시험 계통 및 대비 품종의 삽수를 1×10^7 ml 농도의 *Fusarium oxysporum* 포자 현탁액에 24시간 침지 처리를 한 후 배색비닐이 피복된 덩굴쪄짐병 상습 발생포장에 6월 상순 경 정식하였다. 정식 후 수확기까지 120일간 재배하면서 병징의 정도를 대비 품종과 비교하였다. 고구마뿌리혹선충 저항성 검정은 원예용상토, 발효, 모래를 4:2:1로 섞은 토양을 멸균하여 사용하였다(Choi et al. 2006). 고구마뿌리혹선충 저항성 검정을 위해 저항성 품종인 '주황미', 감수성 품종인 '올미'를 대비 품종으로 선정하였다. 시험 계통 및 품종의 삽수를 포트에 이식한 후 온실($25 \pm 5^\circ\text{C}$)에서 5일간 재배하였고 고구마뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*) 접종은 알 농도를 ml 당 3,000 개로 하여 3군데로 나누어 3 cm 깊이에 접종하였으며 7반복으로 수행하였다. 난랑 조사는 접종 90일 후 뿌리를 깨끗이 씻은 후 0.05% Phloxin B 용액에 15분간 침지하여 염색한 다음 뿌리에 형성된 난랑의 개수를 조사하였다. 뿌리혹선충에 대한 저항성 판정은 고구마 뿌리에 형성된 뿌리혹선충의 난랑 개수가 감수성 품종 대비 10% 이하이면 저항성(R, Resistant), 11~25%는 중도저항성(MR, Moderately resistant), 25% 초과는 감수성(S, Susceptible)인 것으로 판정하였다(Choi et al. 2006, Fassuliotis 1985).

품질분석

건물물은 생고구마를 잘게 썰어 100 g을 칭량한 다음 80°C 에서 48시간 열풍 건조한 후 건물 무게를 칭량하여 구하였다.

찐고구마 당도는 찐고구마 20 g과 물 80 ml을 넣고 분쇄한 다음 굴절당도계(RA-250/KEM, MTH56908, Japan)를 이용하여 값을 측정한 후 희석배수를 곱하여 구하였다. 생고구마와 찐고구마의 유리당 함량 분석은 생고구마와 찐고구마를 동결건조한 후 생고구마 분말 1 g과 찐고구마 분말 0.5 g을 각각 80% ethanol 10 ml로 교반시키고 10분간 초음파 처리한 다음 4°C , 3,500 rpm으로 10분간 원심분리 하였다. 이 후 상등액을 취한 후 $0.45 \mu\text{m}$ PVDF syringe filter를 이용하여 필터링을 하였고 이동상은 acetonitrile : water = 75 : 25(v/v)으로 하였다. 분석 컬럼은 Zorbax Carbohydrate 4.6×250 mm, $5 \mu\text{m}$ (Agilent Technologies)을 이용하여, HPLC(Waters 515)로 분석하였다. β -carotene 성분 추출은 균질화된 동결건조 시료 0.1 g과 0.2% ascorbic acid 함유 ethanol 20 ml를 잘 혼합한 후 80°C 항온수조에서 15분간 추출한 후 얼음 상자에서 신속하게 냉각하였다. 80% KOH 용액 5 ml를 첨가하여 80°C 항온수조에서 10분간 비누화 반응을 시키고 10분간 냉각한 후 증류수 5 ml, hexane 5 ml을 넣고 vortex mixer로 혼합하여 4°C , 1,800 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상등액을 취하여 15 ml tube에 넣고 hexane 추출 과정을 2회 반복하였으며, 진공농축 원심분리기인 Genevac EZ-2 Plus(Genevac Ltd, Ipswich, UK)를 이용하여 hexane을 제거하였다. methanol : methyl tert-butyl ether(1:1, v/v) 1 ml을 넣어 용해 후 $0.45 \mu\text{m}$ PTFE syringe filter로 여과한 다음 UPLC(Acquity UPLC H-class, Waters)로 분석하였다. 분석컬럼은 Acquity UPLC[®] HSS C18($1.8 \mu\text{m}$, 2.1×100 mm, Waters)를, 이동상은 methanol : acetonitrile : tetrahydrofuran = 75 : 20 : 5 (v/v/v)를 사용하였다. 고구마 괴근의 껍질과 육질의 색도는 Spectrophotometer(CM-3500d, Minolta, Japan)를 이용하여 3반복으로 측정하였고 L, a, b 값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

육성경위

'에스미'는 식미가 우수한 덩굴쪄짐병 저항성 고구마 품종을 육성하기 위하여 2005년에 '목포34호'를 모본, 덩굴쪄짐병 저항성인 '신건미'(Ahn et al. 2002) 품종을 부분으로 하여 인공교배하였다. 2006년부터 2008년까지 실생개체선택시험과 계통선택시험, 2009년부터 2010년까지 생산력검정시험을 수행하였으며 괴근의 육색이 담주황색이고 식미와 수량성이 양호한 'MI2005-03-11' 계통을 '목포79호'로 계통명을 부여하였다. 2011년부터 2013년까지 3년간 지역적응시험을 수행한 결과, 수량성, 품질특성, 병해

충저항성 등이 대비 품종인 ‘율미’보다 우수하여(RDA 2012a, 2013a, 2014) 2013년 12월 농촌진흥청 농작물직무육성신품종선정심의회에서 신품종으로 선정되었으며 ‘예스미’라 명명하였다. ‘예스미’의 육성과정과 계통도는 Figs. 1, 2와 같다.

주요특성

고유특성

‘예스미’의 잎 열편은 3열편, 결각의 깊이는 얕으며 엽맥에

Fig. 1. Genealogical diagram of ‘Yeseumi’.

Year	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Generation	Crossing	Seedling 1st year	Seedling 2nd year	Seedling 3rd year	Seedling 4th year	Seedling 5th year	Seedling 6th year	Seedling 7th year	Seedling 8th year
	IT232329 × IT258213	1 · 11 · 1,010	MI2005-03-11	→	→	→	Yeseumi (Mokpo79)		
Selection and trial steps		Seedling selection	Line selection		Preliminary yield trial	Advanced yield trial	Regional yield trial		

Fig. 2. Pedigree diagram of ‘Yeseumi’.

Table 1. Mature vine characteristics of ‘Yeseumi’ 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
Yeseumi	Green	Green	Absent	3	Shallow	Green	Absent	Green	Medium
Yulmi	Green	Green	Absent	Absent (Cordate)	-	Green	Small	Green	Sparse or absent

Table 2. Storage root characteristics of ‘Yeseumi’.

Variety	Skin color	Flesh color	General shape	Length/width ratio	Depth of eyes
Yeseumi	Red	Light orange	Elliptic	2.6±0.1 ^z	Shallow
Yulmi	Light red	Light yellow	Elliptic	3.0±0.6	Medium

^zMean±SE(n=3).

안토시아닌 분포는 없다. 끝순, 잎, 잎자루, 줄기, 마디의 색은 녹색이며 ‘율미’보다 포장에서 개화성이 강하다(Table 1). ‘예스미’의 괴근 모양은 방추형이고 괴근의 껍질색은 홍색, 육색은 담주황색이며 ‘율미’에 비해 괴근의 눈 깊이가 얕다(Table 2, Fig. 3).

농업적 특성 및 병해충 저항성

씨고구마를 파종한 후 맹아시와 맹아기까지 소요된 기간은 ‘예스미’가 ‘율미’보다 각각 2일 내지 3일 빠르다(Table 3). 초기 재배시 ‘예스미’의 주경의 길이와 덩굴무게는 각각 68.0 cm, 20.6 MT/ha로 ‘율미’와 차이가 없었다. ‘예스미’의 주당상품괴근 수는 4.2 개/주로 ‘율미’보다 많았고 상품괴근평균중은 117 g/개로 ‘율미’와 차이가 없었다. 적기 및 만기재배시 ‘예스미’의 주경의 길이는 153.7 cm로 ‘율미’보다 짧았고, 덩굴무게는 27.1 MT/ha, 주당상품괴근수는 2.8 개/주, 상품괴근평균중은 143 g/개로 ‘율미’와 차이가 없었다(Table 4). 덩굴쪼김병 저항성 검정 결과 감수성 품종인 ‘율미’의 경우 잎과 줄기의 도관이 전체적으로

Fig. 3. Raw storage roots of ‘Yeseumi’ (left). ‘Yeseumi’ resistant to Fusarium wilt (center) and ‘Yulmi’ susceptible to Fusarium wilt (right) in a field infested with *Fusarium oxysporum*.

황화되었고 대부분 고사하였으나 ‘예스미’는 병징이 발생하지 않아 저항성 품종인 ‘신건미’와 비슷한 수준의 저항성을 보였다. 고구마뿌리혹선충 저항성 정도를 검정하기 위해 ‘율미’, ‘주황미’, ‘예스미’의 뿌리에 형성된 난낭 수를 조사한 결과 감수성 품종인 ‘율미’에서는 평균 361.9 개, 저항성 품종인 ‘주황미’에서는 평균 1.6 개의 난낭이 형성되었다. ‘예스미’는 평균 231.7 개로 감수성 품종인 ‘율미’의 뿌리에 형성된 난낭 개수의 25%를

초과하여 감수성인 것으로 판정하였다(Table 5).

품질특성

‘예스미’는 건물률이 25.4%로 ‘율미’보다 낮다. 찢고구마 육질은 ‘율미’가 분질이고 ‘예스미’는 ‘율미’보다 부드러운 중간질이다(Table 6). ‘예스미’의 생고구마와 찢고구마 유리당 함량은 8.8 g/100 g DW, 30.0 g/100 g DW으로 ‘율미’보다 각각 28%,

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

Variety	Sprout appearance (DAP) ^z	Date of sprouting (DAP)	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)
Yeseumi	14.0±1.0 ^y	20.0±2.5	68.0±3.1 ^{ns}	20.6±2.1 ^{ns}	4.2±0.1 ^{**}	117±13.4 ^{ns}	32.5±3.0 [*]
Yulmi	17.0±2.0	22.0±4.0	80.7±5.4	17.9±2.1	1.9±0.2	135±3.2	16.5±1.0

^zDAP: Days after planting.

^yMean±SE(n=3).

Not significant (ns) in the *t*-test, while * and ** significant at $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively.

Table 4. Agronomic characteristics and yield components of ‘Yeseumi’ 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)
Yeseumi	153.7±12.4 [*]	27.1±1.7 ^{ns}	2.8±0.3 ^{ns}	143±11.6 ^{ns}
Yulmi	216.0±14.0 ^z	33.2±4.7	2.0±0.1	144±2.6

^zMean±SE(n=3).

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

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

Varieties	Fusarium wilt ^z	Root-knot nematode ^y	No. of egg mass per plant
Yeseumi	R	S	231.7±10.5 ^x
Yulmi	S(Susceptible check)	S (Susceptible check)	361.9±22.6
Juhwangmi	MR	R (Resistant check)	1.6±0.8
Singeonmi	R (Resistant check)	-	-

^zR: Resistant; MR : Moderately resistant; S: Susceptible.

^yResistance was determined by number of egg masses per plant. R : < 10% of a susceptible cultivar (Yulmi), MR : 11~25%, S : >26%.

^xMean±SE(n=7).

Table 6. Quality of storage root of ‘Yeseumi’.

Variety	Dry matter content (%)	Texture of steamed storage root	°Brix of steamed storage root	Total sugar contents (g/100 g DW)		β -Carotene (mg/100 g DW)
				Raw	Steaming	
Yeseumi	25.4±1.0 [*]	Intermediate	21.0±1.2 [*]	8.8±1.3 ^{ns}	30.0±3.9 ^{ns}	15.7±1.9
Yulmi	33.3±0.9 ^z	Dry	28.9±0.4	6.9±1.4	23.6±3.0	N.D. ^y

^zMean±SE(n=3).

^yNon-detectable.

Not significant (ns) in the *t*-test, while ^{*} significant at *p*<0.05.

Table 7. Chroma value of storage root of ‘Yeseumi’.

Variety	Chroma value ^z					
	Skin			Flesh		
	L	a	b	L	a	b
Yeseumi	40.7±0.6 [*]	15.3±1.6 ^{ns}	8.6±0.2 [*]	73.0±0.9 ^{**}	24.3±1.6 ^{**}	38.2±0.3 ^{**}
Yulmi	46.4±1.3	16.9±1.1	11.3±0.6	85.8±0.6	1.4±1.3	29.7±0.9

^zL, Lightness: black=0, white=100; a, redness to greenness: green=-80, red=+80; b, yellowness to blueness: blue=-80, yellowness=+80.

^yMean±SE(n=3).

Not significant (ns) in the *t*-test, while ^{*} and ^{**} significant at *p*<0.05 and *p*<0.01, respectively.

27% 많다. ‘예스미’ 괴근에 함유되어 있는 베타카로틴은 15.7 mg/100 g DW이며 육색이 담황색인 ‘율미’에는 베타카로틴이 검출되지 않았다. 괴근 육색의 적색도(a)는 육색이 담주황색인 ‘예스미’가 24.3으로 육색이 황색인 ‘율미’의 1.4보다 높았다 (Table 7).

Table 8. Storage root yield (MT/ha) over 50 g of ‘Yeseumi’ on preliminary and advanced yield trials.

Variety	Storage root yield (MT/ha)			
	2009	2010	Mean	Index ^z
Yeseumi	55.1	36.7	45.9	296
Yulmi	14.9	16.0	15.5	100

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

수량성

‘예스미’는 생산력검정시험에서 괴근무게가 50 g 이상인 상품 괴근수량이 45.9 MT/ha으로 ‘율미’의 15.5 MT/ha 보다 196% 많았다(Table 8). ‘예스미’는 조기재배시 상품괴근수량이 32.5 MT/ha으로 ‘율미’의 16.5 MT/ha보다 97% 많았다. 적기 및 만기재배시 5개 지역 평균 상품괴근수량이 23.9 MT/ha으로 ‘율미’보다 42% 많았으며, 지역별로는 26% 내지 87% 많았다 (Table 9).

적용지역 및 재배상 유의점

‘예스미’는 산간 고랭지를 제외한 전국에서 재배가 가능하고, 고구마뿌리혹선충에 대한 저항성이 약하기 때문에 토양선충이

Table 9. Marketable storage root yield (MT/ha) of ‘Yeseumi’ on regional yield trial under optimum and late season cultivation at five regions.

Region	Yeseumi (Mt/ha)				Index ^z (A/B)	Yulmi (MT/ha)			
	2011	2012	2013	Mean (A)		2011	2012	2013	Mean (B)
Muan	19.3	24.7	40.5	28.2	187	15.0	15.5	14.8	15.1
Chuncheon	14.3	34.3	16.8	21.8	145	11.2	19.8	14.1	15.0
Cheongju	12.9	30.8	28.8	24.2	134	11.8	20.9	21.5	18.0
Iksan	18.6	17.3	39.4	25.1	126	15.8	16.7	27.1	19.9
Jinju	14.8	24.2	21.3	20.1	127	18.0	17.9	11.5	15.8
Mean	15.9	26.3	29.4	23.9	142	14.4	18.2	17.8	16.7

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

많은 토양에서 재배할 경우 유의하여야 한다(Table 5). ‘예스미’는 장기간 저장시 괴근 내부에 공동화 현상이 발생할 수 있어 저장에 주의하여야 하며 일찍 출하하는 것이 좋다.

적요

‘예스미’는 식미가 우수한 덩굴썩임병 저항성 고구마 품종을 육성하기 위하여 2005년에 ‘목포34호’를 모본, 덩굴썩임병 저항성인 ‘신건미(Ahn et al. 2002)’ 품종을 부분으로 하여 인공교배하였다. 2006년부터 2008년까지 실생개체선발시험과 계통선발시험, 2009년부터 2010년까지 생산력검정시험을 수행하여 괴근 육색이 담주황색이고 괴근 모양, 수량성, 식미가 양호한 ‘MI2005-15-01’ 계통을 ‘목포79호’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 ‘예스미’라 명명하였다. ‘예스미’는 잎의 결각이 3개이고, 결각의 깊이는 얕으며 잎, 잎자루, 줄기, 마디는 녹색이다. 괴근의 껍질색은 홍색, 육색은 담주황색이며 괴근 모양은 방추형이다. ‘예스미’는 덩굴썩임병에 저항성이며 고구마뿌리혹선충에 감수성이다. ‘예스미’는 건물률이 25.4%로 ‘율미’보다 낮고 전고구마의 육질이 중간질이다. ‘예스미’의 생고구마와 전고구마의 유리당 함량은 ‘율미’보다 높다. ‘예스미’ 괴근의 베타카로틴 함량은 15.7 mg/100 g DW이다. ‘예스미’는 조기재배시 상품괴근수량이 32.5 MT/ha으로 ‘율미’의 16.5 MT/ha보다 97% 많았다. 적기 및 만기재배시 ‘예스미’의 주당상품괴근수는 2.8 개/주, 상품괴근평균중은 143 g/개였으며 상품괴근수량은 23.9 MT/ha으로 ‘율미’보다 42% 많았다(품종보호권 등록번호: 제5848호, 2016. 01. 12).

사사

본 ‘예스미’ 품종은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 고구마 우량계통 지역적응시험 및 신품종 이용촉진사업, 세부과제번호: PJ90695206)의 지원에 의해 이루어졌다. 본 ‘예스미’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. Ahn YS, Chung MN, Lee JS, Jeong BC. 2006. A new sweetpotato variety for food and processing, “Juhwangmi”. Korean J Breed 38: 69-70.
3. Burgess LW. 1981. General Ecology of the Fusaria. In: Nelson PE, Toussoun TA, Cook RJ, eds. *Fusarium: diseases, biology and taxonomy*. University Park, PA, USA: The Pennsylvania State University Press, pp. 225-235.
4. Choi DR, Lee JK, Park BY, Chung MN. 2006. Occurrence of root-knot nematodes in sweet potato fields and resistance screening of sweet potato cultivars. Korean J Appl Entomol 45: 211-216.
5. Clark CA, Hyun JW, Hoy MW. 1998. Relationships Among Wilt-Inducing Isolates of *Fusarium oxysporum* from Sweetpotato and Tobacco. Plant Disease 82: 530-536.
6. Collins WW, Nielsen LW. 1976. Fusarium Wilt Resistance in Sweet Potatoes. Phytopathology 66: 489-493.
7. FAOSTAT. 2016. URL: <http://fao.org/faostat/en>
8. Fassuliotis G. 1985. The role of nematologist in the development of resistance cultivars. In JN Sasser, CC Cater, eds, *An advanced treatise on Meloidogyne*. Vol. I: Biology and Control. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA. pp. 234-240.
9. Fravel D, Olivain C, Alabouvette C. 2003. Fusarium oxysporum and its biocontrol. New Phytologist 157: 493-502.
10. Garrett SD. 1970. Pathogenic root-infection fungi. London, UK: Cambridge University Press.
11. Katayama K, Kobayashi A, Sakai T, Kuranouchi T, Kai Y. 2017. Recent progress in sweetpotato breeding and cultivars for diverse applications in Japan. Breed Sci 67: 3-14.
12. Kim CH. 2002. Review of Disease Incidence of Major Crops in 2001. Res Plant Dis 8: 1-10.
13. Kim CH. 2003. Review of Disease Incidence of Major Crops in 2002. Res Plant Dis 9: 10-17.
14. Korean statistical information service. 2017. URL: <http://kosis.kr>. Statistics Korea.
15. Korea Rural Economic Institute. 2015. URL: http://library.krei.re.kr/dl_images/001/039/q201514.pdf.

16. Lee HU, Chung MN, Lee JS, Song YS, Han SK, Kim JM, Ahn SH, Nam SS, Kim HS, Suh SJ, Park KG. 2015. A New Sweetpotato Variety 'Dahomi' for Table Use. Korean J Breed Sci 47: 324-329.
17. Lee HU, Chung MN, Lee JS, Ahn SH, Kim JM, Han SK, Yang JW, Choi KH, Choi IH, Nam SS. 2016. A New Sweetpotato Variety 'Geonhwangmi' for Table Use. Korean J Breed Sci 48: 355-361.
18. Lee HU, Lee JS, Chung MN, Han SK, Kim JM, Yang JW, Ahn SH, Nam SS, Song YS, Moon JY, Choi KH, Shin HM, Lim SH, Choi IH. 2017. A New Sweetpotato Variety for Table Use, 'Pungwonmi'. Korean J Breed Sci 49: 420-427.
19. Lin Y, Zou W, Lin S, Onofua D, Yang Z, Chen H, Wang S, Chen X. 2017. Transcriptome profiling and digital gene expression analysis of sweet potato for the identification of putative genes involved in the defense response against *Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas*. PLoS ONE 12:e0187838.
20. Loebenstein G, Thottappilly G. 2009. The sweetpotato. Springer Science+Business Media B. V. p. 37.
21. Nelson PE. 1981. Life cycle and epidemiology of *Fusarium oxysporum*. In Fungal Wilt Diseases of Plants. ed. ME Mace, AA Bell, CH Beckman, pp. 51-80. New York: Academic. 640pp.
22. Okada Y, Kobayashi A, Tabuchi H, Kuranouchi T. 2017. Review of major sweetpotato pests in Japan, with information on resistance breeding programs. Breed Sci 67: 73-82.
23. Rural Development Administration. 2009. Standard guide for sweetpotato cultivation-28.
24. Rural Development Administration. 2011. 2011 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 169-173.
25. Rural Development Administration. 2012a. 2011 Project report of collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 589-601.
26. Rural Development Administration. 2012b. 2012 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 133-137.
27. Rural Development Administration. 2012c. Standard of research, investigation and analysis. Rural Development Administration. pp. 459-467.
28. Rural Development Administration. 2013a. 2012 Project report of collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 447-456.
29. Rural Development Administration. 2013b. 2013 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 121-125.
30. Rural Development Administration. 2014. 2013 Project report of collaborative research program to develop new variety of summer crop. pp. 553-571.
31. Woolfe JA. 1992. Sweet Potato: an untapped food resource. Cambridge University Press, Cambridge.