다수성 점질 고구마 ‘보드레미’

이형운^{1*} · 남상식¹ · 정미남¹ · 김재명¹ · 한선경² · 유경단¹ · 양정욱² · 강용구³ · 황엄지¹ · 이임빈¹ · 박진천²

노재환¹ · 문진영⁴ · 최규환⁵ · 강영식⁶

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

⁴경상남도농업기술원, ⁵전라북도농업기술원, ⁶충청남도농업기술원

‘Bodeuremi’, a Sweetpotato Variety with Moist Texture and High Yield

Hyeong-Un Lee^{1*}, Sang-Sik Nam¹, Mi-Nam Chung¹, Jae-Myung Kim¹, Seon-Kyeong Han², Gyeong-Dan Yu¹, Jung-Wook Yang², Yong-Ku Kang³, Eom-Ji Hwang¹, Im-been Lee¹, Jin-Cheon Park², Jae-Hwan Roh¹, Jin-Young Moon⁴, Kyu-Hwan Choi⁵, and Young-Sik Kang⁶

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

²National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

³National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

⁴Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services, Jinju 52733, Republic of Korea

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

⁶Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Yesan 32418, Republic of Korea

Abstract In 2019, ‘Bodeuremi’ was developed as a high-yielding sweetpotato variety with good palatability. It was derived from a cross between ‘MI2006-58-02’ with high yield and ‘Beniharuka’ (IT309504) with good palatability. The storage roots of ‘Bodeuremi’ have a red skin, light orange flesh, and an ovate shape. When steamed, ‘Bodeuremi’ storage roots exhibit a moist texture and are more tender than those of the check variety ‘Pungwonmi’. The sugar content of steamed ‘Bodeuremi’ storage roots was 33.4 mg/100 g dw, which was 6.0% higher than that of ‘Pungwonmi’. The marketable yield of ‘Bodeuremi’ storage roots was 30.3 MT/ha in the early season culture, which was 4.5% higher than that of ‘Pungwonmi’ with high yield in the early season culture. ‘Bodeuremi’ is resistant to root-knot nematode and moderately resistant to Fusarium wilt. ‘Bodeuremi’ is expected to contribute to increased income of sweetpotato growers as it has high cultivation stability and can be shipped at a time when the market price is high owing to its high yield in the early cultivation.

Keywords sweetpotato, breeding, variety, Bodeuremi

Received on November 21, 2021. Revised on February 2, 2022. Accepted on February 3, 2022.

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

서 언

고구마[*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]에는 베타카로틴, 안토시아닌, 비타민(B1, B2, C, K, E), 미네랄, 식이섬유 등이 다량 함유되어 있다(Bovell-Benjamin 2010, Jang et al. 2019, Kim et al. 2012, Liu et al. 2017). 특히 주황색 고구마에 함유되어 있는 베타카로틴은 체내에서 비타민A로 전환되며 면역, 피부 건강, 시력 보호에 필수적인 성분이다(Sommer & West 1996). 최근 고구마의 기능성에 대한 인식이 확대됨에 따라 미국에서는 1인당 주황색 고구마의 소비가 2000년에 1.9 kg에서 2014년에

3.4 kg으로 80% 가까이 증가하였다(Johnson et al. 2015). 유럽에서는 고구마 수입량이 2000년 34천 톤에서 2010년 119천 톤, 2019년 509천 톤으로 지속적으로 증가하고 있다(FAO 2021). 사하라 이남 아프리카에서는 5세 이하 어린이의 40% 이상이 비타민A 결핍을 겪고 있어(Black et al. 2013) 이러한 문제를 해결하기 위하여 주황색 고구마의 보급을 확대하고 있다. 사하라 이남 아프리카에서 2004년부터 2013년까지 보급된 고구마 품종은 89개이며 이중 주황색 고구마는 65개 품종으로 73%를 차지하였으며 보급된 주황색 고구마 품종의 비중이 1994-2003년보다 2.7배 증가하였다(Grüneberg et al. 2015). 아프리카의 고구마 재배

면적도 2000년에 2,726천 ha에서 2010년 3,596천 ha, 2019년 4,426천 ha로 지속적으로 증가하였다(FAO 2021).

2016년부터 2020년까지 최근 5년동안 국내 고구마 재배면적은 평균 22천 ha 수준을 유지하고 있다. 2019년 기준 국내 고구마 농업생산액은 6,375억원으로 식량작물 중에서 벼 다음으로 높고 단위면적당 농가 소득은 2020년 기준 10 a당 1,824천원으로 식량작물 중에서 가장 높아(KOSIS 2021) 경제적으로 중요한 작물이다. 국내 고구마 연평균 가격은 2020년에 4,256원/kg으로 최근 5년(2016~2020년) 동안 가격이 상승하는 추세이며 월별 가격은 조기재배로 생산한 햇고구마가 출하되기 시작하는 7~8월에 높은 경향이다(KAMIS 2021). 고구마는 조기재배의 경우 보통기재배보다 생육도일(Growth Degree Days, GDD)이 낮고(Lee et al. 2016b), 정식시기의 15°C 이하의 기온은 뿌리의 활착에 영향을 주기 때문에(Villordon et al. 2010) 괴근수량을 확보함에 있어서 보통기재배보다 불리한 조건이다. 고구마는 조기재배의 경우 가격이 높게 형성되는 시기에 출하가 가능하고 가격 안정에도 기여할 수 있기 때문에 조기재배시 안정적으로 수량을 확보할 수 있는 고구마 품종 개발이 필요하다(Lee et al. 2020).

식물 기생성 선충에 의한 경제적으로 중요한 밭작물의 수량 감소는 전세계적으로 12.3%에 달하며 고구마는 10.2%이다(Palomares-Rius & Kikuchi 2013). 뿌리혹선충은 고구마의 수량을 감소시킬 뿐만 아니라, 뿌리에 혹을 형성하고 괴근을 갈라지게 만들어 품질을 떨어뜨린다(Clark et al. 1992, Lawrence et al. 1986, Ukoskit et al. 1997). 이러한 균열은 다른 병원균의 침입을 위한 장소를 제공하며(Cervantes-Flores et al. 2008), 괴근의 부패를 야기하기도 한다(Jatala 1991). 고구마에서 뿌리혹선충의 성공적인 방제를 위한 방법으로 윤작, 선충 피해가 없는 증식 재료의 사용, 살선충제, 저항성 품종의 이용 등이 있다(Clark & Moyer 1988). 살선충제는 방제 효과가 분명하나 가격이 비싸고, 높은 신경독성이 있으며(Cervantes-Flores et al. 2008) 고구마는 대부분 대면적의 노지에서 재배되기 때문에 살선충제 살포 등의 방법은 적용하기가 쉽지 않다(Choi et al. 2006). 뿌리혹선충은 노지에서 월동이 가능하고 감수성 품종의 연작은 토양내 선충의 밀도를 높여 피해가 커지기 때문에 뿌리혹선충에 의한 피해를 줄이기 위해서는 뿌리혹선충에 저항성인 품종의 재배가 필요하다(Choi et al. 2006, Kondo et al. 1972).

최근 소비자는 육질이 부드러운 고구마 품종을 선호하는 경향이다(RDA 2019c). 최근 육성된 베타카로틴을 함유하고 있고 조기재배에 적합한 ‘다호미’(Lee et al. 2015), ‘건황미’(Lee et al. 2016a), ‘풍원미’(Lee et al. 2017) 등 품종들은 찢고구마 육질이 중간질

정도로 부드러워지는 데 한달 이상 소요되기 때문에 다양한 소비자의 선호도를 충족하기 위해서는 수확 직후부터 찢고구마 식감이 점질로 부드럽고 단맛이 강한 고구마 품종 개발이 필요하다.

이에 국립식량과학원에서는 육색이 담주황색으로 베타카로틴이 함유되어 있고 육질이 부드러워 소비자가 선호하며, 조기재배 수량이 많고 덩굴쪼김병에 중도저항성, 뿌리혹선충에 저항성으로 재배안정성이 높아 생산자가 선호하는 특성을 갖춘 고구마 ‘보드레미’ 품종을 개발한 바 육성 경위와 주요 특성을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재배방법 및 특성조사

찢고구마 육질이 부드럽고 식미가 우수한 다수성 고구마 품종을 육성하기 위하여 ‘MI2006-58-02’를 모본, ‘Beniharuka’ (IT309504)를 부분으로 하여 2011년도에 인공교배 하였다. ‘보드레미’의 모본으로 사용한 ‘MI2006-58-02’는 ‘목포57호’(‘JON W-154’/‘PC 99-1’)와 자색 고구마 ‘신자미’(‘Yamakawamurasaki’/‘신마’)를 교배하여 육성된 자색 고구마 계통이며, 찢고구마 육질이 부드럽고 상품괴근 수량이 많다. ‘보드레미’의 부분으로 사용한 유전자원, ‘Beniharuka’ (‘Kyushu No. 121’/‘Harukogane’)는 찢고구마의 당도가 높고 식미가 우수하다. 2012년에 실생개체선발시험, 2013년과 2014년에 계통선발예비시험과 계통선발본시험, 2015년과 2016년에 생산력검정예비시험과 생산력검정본시험을 전남 무안에 위치한 국립식량과학원 바이오에너지작물연구소 시험포장에서 보통기재배로 수행하였다. 지역적응시험은 2017년부터 2019년까지 3년간 수행하였으며 보통기재배는 강릉, 청주, 예산, 익산, 무안, 진주 등 6개 지역에서, 조기재배는 무안에서 수행하였다. 정식시기의 경우 조기재배는 4월 중순, 보통기재배는 5월 중순에서 6월 상순 사이에 실시하였고 120일 가량 재배하였다. 재식밀도의 경우 실생개체선발시험은 70 × 50 cm, 계통선발시험과 생산력검정시험은 70 × 20 cm, 지역적응시험은 70 × 20 cm 내지 75 × 20 cm로 하였다. 포장에 정식한 개체수는 계통선발예비시험에서 계통당 20개체, 계통선발본시험에서 계통당 80개체를 1반복으로 하였다. 생산력검정시험과 지역적응시험의 경우 계통별로 1열에 20개체씩 4열로 하여 반복당 80개체를 3반복 내지 4반복으로 정식하였다. 비닐 멀칭은 강원, 충북 지역의 지역적응시험에서 흑색 비닐을 사용하였고, 계통선발시험, 생산력검정시험, 지역적응시험의 예산, 익산, 무안, 진주 지역에서는 배색 비닐을 사용하였다. 시비량은 토양검정 후 농촌진흥청 표준재배법에 따라 5.5-6.3-15.6 kg/10 a (N-P₂O₅-K₂O) 기준으로 진단 시비 하였고

되비는 10 a당 1,000 kg을 시용하였다(RDA 2017).

고유 특성과 농업적 특성 조사는 작물별 특성조사기준(KSVS 2011), 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA 2012), 농촌진흥청 신품종개발공동연구사업 과제수행계획서에 준하여 실시하였다(RDA 2017, 2018b, 2019b). 육묘상에서의 맹아 특성 조사를 위해 2월 중순경 전열 온상에 파종하였고 맹아기까지 토양 온도를 30℃ 내외로 유지하였다. 씨고구마를 파종한 후 처음 싹이 튼 날까지 소요된 기간을 맹아시, 파종한 씨고구마의 50%가 싹이 튼 날까지 소요된 기간을 맹아기로 하여 조사하였다. 지상부 무게는 생체 무게를 측정된 후 ha당 무게로 환산하였다. 상품괴근평균중은 무게가 50 g 이상인 상품괴근의 무게를 상품괴근의 개수로 나누어 구하였고 주당상품괴근수는 상품괴근의 개수를 정식 주수로 나누어 구하였다. 상품괴근수량은 상품괴근의 무게를 ha당 생산량으로 환산하여 구하였다. 품종간 유의성 검정은 R version 3.5.3 (R Core Team 2019) 프로그램을 이용하여 독립 표본 *t*-검정 (independent two-sample *t*-test) 방법으로 실시하였다.

병해 저항성 검정

병해 저항성 검정은 지역적응시험 계통을 대상으로 고구마의 주요 병해인 덩굴쪼김병과 뿌리혹선충에 대해 실시하였다. 덩굴쪼김병 저항성 검정은 비닐하우스에서 채취한 약 20 cm 길이의 줄기를 5×10^4 conidia/mL 농도의 *Fusarium oxysporum* f. sp. *bataas* 포자 현탁액에 개체당 20 mL씩 침지 처리한 다음 포장에 정식하였다. 발병도(disease index, DI)는 0=건전, 1=줄기의 도관이 경미하게 갈변되었으나 생육이 양호한 것, 2=도관이 약간 갈변되고 생육이 약간 억제된 것, 3=도관이 갈변되고 생육이 억제된 것, 4=도관이 심하게 갈변되고 생육이 심하게 억제된 것, 5=고사 등 6단계로 하였으며 저항성 대비 품종인 '신진미'(Ahn et al. 2002b), 감수성 대비 품종인 '보라미'(Ahn et al. 2002a)와 병징의 발생 정도를 비교하여 조사하였다. 저항성 반응(resistance reaction)은 평균 발병도가 1.0 이하는 저항성(R, Resistance), 1.1~2.5는 중도저항성(MR, Moderate resistance), 2.5 초과는 감수성(S, Susceptibility)으로 판정하였다.

뿌리혹선충 저항성 검정을 위해 국립농업과학원 작물보호과로부터 고구마뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*)을 분양 받아 뿌리혹선충에 감수성인 토마토 'Rutgers' 품종에 접종하여 약 8주간 선충을 증식하였다. 비닐하우스에서 채취한 약 15 cm 길이의 줄기를 포트에 이식한 후 유리온실에서 5일간 재배하면서 뿌리를 유도하였다. 뿌리혹선충 접종원 농도는 고구마 개체당 뿌리혹선충 알 3,000 개로 하였고 7반복으로 접종하였으며 8주

간 재배하였다. 뿌리에 형성된 난낭 개수를 조사하기 위하여 뿌리를 깨끗이 씻은 후 0.0015% Phloxine B 용액에 15분간 침지한 후 염색된 난낭의 개수를 측정하였다. 뿌리혹선충에 대한 고구마의 저항성 반응은 뿌리에 형성된 난낭 개수가 감수성 대비 품종인 '율미'(Jeong et al. 1991)의 10% 이하이면 저항성, 11~25%는 중도저항성, 25%를 초과하면 감수성으로 판정하였다(Choi et al. 2006).

품질분석

건물물은 잘게 썬 생고구마 100 g을 80℃에서 48시간 열풍 건조(DS-80P-3, Dasol Scientific Co., Korea)한 다음 건조 후 무게를 건조 전 무게로 나누어 구하였다. 찐고구마 육질의 경도는 Texture analyzer (TA-Xt plus, UK)를 이용하여 측정하였다. 찐고구마를 가로, 세로, 높이가 각각 1 cm가 되도록 자른 후 직경이 36 mm인 프로브(probe)를 이용하여 80% Strain, 2 mm sec⁻¹ pre-test speed, 1 mm sec⁻¹ test speed로 측정하였다. 유리당과 베타카로틴 함량을 분석하기 위하여 동결건조기(LP20R, Ilshinbiobase, Korea)를 이용하여 건조 분말을 제조하였다. 유리당 함량 분석은 동결 건조된 생고구마 분말 1 g과 찐고구마 분말 0.5 g을 각각 10 mL의 50% acetonitrile (acetonitrile : Water=50 : 50 (v/v))을 첨가하여 10분간 초음파(CPX5800H-E, Branson, USA) 처리하였다. 4℃ 온도에서 3,000 rpm으로 10분간 원심 분리(UNION 32R PLUS, Hanil Science Industrial, Korea)한 후 0.2 µm PVDF syringe filter를 이용하여 상등액을 필터링하였다. 이동상은 0.2% triethylamine 이 함유된 acetonitrile: water=70 : 30 (v/v)으로 하였고, BEH amid 2.1 × 100 mm, 1.7 µm (Waters, USA) 컬럼을 이용하여 UPLC (Waters, USA)로 분석하였다. 베타카로틴 함량 분석은 균질화된 동결건조 시료 100 µg에 3% pyrogallol · ethanol 10 mL과 60% KOH 1 mL을 첨가한 후 70℃에서 30분간 비누화 반응을 시켰다. 흐르는 물에 냉각하고 1% NaCl 용액 20 mL을 가한 후 hexane : ethyl acetate (9:1, v/v) 15 mL를 가하여 10분간 진탕하였다. 2,000 rpm에서 5분간 원심분리하여 상층액을 취하고 하층에 hexane : ethyl acetate (9:1, v/v) 15 mL를 가하여 위층에 색이 없어질 때까지 반복 추출하였다. 추출된 상층액은 감압농축 후 ethanol 10 mL에 녹여 분석에 사용하였다. HPLC (Hitachi. Ltd., Japan)로 분석하였고 분석 컬럼은 Atlantis Dc 18 4.6 × 150 mm, 5 µm (Waters, USA), 이동상은 acetonitrile : methanol=85 : 15 (v/v)와 100% dichloromethane을 7:3 (v/v)로 혼합하여 사용하였다. 찐고구마 당도는 찐고구마 20 g과 물 80 mL를 50초간 분쇄한 후 굴절당도계(PR-32 α, ATAGO, Japan)를 이용하여 측정한다.

값에 희석배수를 곱하여 구하였다. 찐고구마의 식미 평가는 표준 품종인 ‘진홍미’의 식미와 비교하여 표준 품종 대비 매우나쁨(-3.0), 나쁨(-2.0), 약간나쁨(-1.0), 대등(0), 약간 좋음(1.0), 좋음(2.0), 매우 좋음(3.0)으로 점수를 부여하였다.

결과 및 고찰

육성경위

식미가 우수한 다수성 고구마 품종을 육성하기 위하여 괴근 수량이 많은 ‘MI2006-58-02’를 모본, 식미가 우수한 ‘Beniharuka’ (IT309504)를 부본으로 하여 2011년에 인공교배 하였다. 2012년에 실생개체선발시험을 수행하였으며 593개체 중에서 괴근의 모양과 비대가 양호한 10계통을 선발하였다. 2013년과 2014년에 계통선발시험, 2015년과 2016년에 생산력검정예비시험과 생산력검정본시험을 수행하여 괴근 수량이 많고 찐고구마 육질이 점질로 부드러우며 식미가 양호한 ‘MI2011-31-08’ 계통을 선발하였으며 계통명을 ‘목포104호’로 부여하여 지역적응시험에 공시하였다. 2017년부터 2019년까지 6개 지역에서 지역적응시험을 수행한 결과 괴근 수량이 대조 품종인 ‘풍원미’보다 많고,

덩굴쫄김병에 중도저항성, 뿌리혹선충에 저항성으로 재배안정성이 인정되어(RDA 2018a, 2019a, 2020) 2019년 농촌진흥청 농작물직무육성신품종선정위원회에서 신품종으로 선정되었으며 ‘보드레미(Bodeuremi)’라 명명하였다. ‘보드레미’의 육성과정과 계통도는 Figs. 1, 2와 같다.

고유특성

‘보드레미’의 잎 모양은 심장형이고 잎에 열편이 없다. 잎 색깔은 녹색이며 엽맥의 안토시아닌 분포 정도는 없다. 지상부의 안토시아닌 발현 정도는 끝잎, 마디사이, 마디는 강하고 잎자루는 중간이다(Table 1). ‘보드레미’의 괴근 껍질색은 홍색, 괴근 육색의 주요색은 진한 황색, 2차색은 연한 주황색이다(Table 2, Fig. 3). ‘보드레미’의 괴근 모양은 계란형이고 ‘풍원미’는 타원형이다. ‘보드레미’ 괴근의 장폭비는 3.0으로 ‘풍원미’와 차이가 없으며 괴근의 눈 깊이는 중간으로 ‘풍원미’보다 깊다(Table 2).

농업적 특성 및 병해 저항성

‘보드레미’의 묘상에서 맹아시와 맹아기까지 소요된 기간은 각각 12.8일과 17.3일이었으며 ‘풍원미’보다 각각 1.2일, 1.8일

Fig. 1. Genealogical diagram of ‘Bodeuremi’.

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
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
MI2006-58-02 × Beniharuka(IT309504)	MI2011-31	1 · 08 · 593	MI2011-31-08	→	→	→		Bodeuremi (Mokpo104)	
Selection and trial steps		Seedling selection	Line selection		Preliminary yield trial	Advanced yield trial	Regional yield trial		

Fig. 2. Pedigree diagram of ‘Bodeuremi’.

Table 1. Mature vine characteristics of ‘Bodeuremi’ on field at harvesting stage.

Variety	Leaf shape	No. of leaf blade lobes	Leaf color	Extent of anthocyanin coloration on abaxial veins	Anthocyanin coloration			
					Tip	Internode	Node	Petiole
Bodeuremi	Cordate	Absent	Green	Absent	Strong	Strong	Strong	Medium
Pungwonmi	Cordate	Absent	Green	Absent	Weak	Absent	Absent	Absent

Table 2. Storage root characteristics of ‘Bodeuremi’.

Variety	Skin color	Flesh color ^z	General shape	Length/width ratio	Depth of eyes
Bodeuremi	Red	Dark yellow+light orange	Ovate	3.0±0.1 ^{ns y}	Medium
Pungwonmi	Red	Light orange+yellow	Elliptic	2.6±0.3 ^x	Shallow

^zMain color of flesh+secondary color of flesh.

^yns indicates no significant difference at $p<0.05$ in the independent two-sample t -test.

^xMean±SE (n=3).

Fig. 3. Raw storage roots of ‘Bodeuremi’ (left) and ‘Pungwonmi’ (right).

빨랐다. 조기재배시 ‘보드레미’의 주경 길이는 70.0 cm로 ‘풍원미’보다 짧았고, 덩굴무게는 31.1 MT/ha으로 ‘풍원미’와 차이가 없었다. ‘보드레미’의 상품괴근평균중은 144.3 g, 주당상품괴근수는 3.0 개로 ‘풍원미’와 차이가 없었다(Table 3). 보통기재배시 ‘보드레미’의 주경 길이는 133.3 cm, 덩굴무게는 59.5 MT/ha으로 ‘풍원미’와 차이가 없었다. ‘보드레미’의 상품괴근평균중은 214.0 g, 주당상품괴근수는 2.5 개로 ‘풍원미’와 차이가 없었다

(Table 4).

고구마의 주요 병해인 덩굴쪼김병에 대한 저항성 검정 결과 감수성 대비 품종인 ‘보라미’는 대부분의 개체에서 도관이 심각하게 황화되어 고사하였으며 발병도가 4.0으로 매우 높았다. 저항성 대비 품종인 ‘신건미’는 도관의 황화, 줄기의 쪼개짐 등 병징이 발생하지 않았고 지상부 생육도 왕성하여 발병도가 0이었다. ‘보드레미’는 줄기의 도관과 잎이 일부 황화되고 지상

부 생육이 일부 경미하게 억제되었으며 발병도가 2.0으로 중도저항성으로 판정하였다(Table 5).

고구마뿌리혹선충에 대한 저항성을 검정한 결과 감수성 대비 품종인 ‘율미’와 저항성 대비 품종인 ‘주황미’의 뿌리에 형성된 난낭의 평균 개수는 각각 84.0 개, 0.8 개였다. ‘보드레미’의 뿌리에 형성된 난낭의 개수는 평균 0.1 개로 감수성 대비 품종인 ‘율미’의 뿌리에 형성된 난낭수의 0.1% 수준이었고 저항성 품종인 ‘주황미’보다 뿌리에 형성된 난낭 개수가 적어 저항성으로 판정하였다(Table 5).

품질특성

‘보드레미’의 찐고구마 육질은 점질로서 중간질인 ‘풍원미’보다 부드럽다. ‘보드레미’ 괴근의 건물물은 21.2%로 ‘풍원미’의

26.6% 보다 20.3% 낮아 괴근의 수분 함량이 높았다. 찐고구마의 경도도 510.0 g으로 ‘풍원미’의 859.7 g보다 40.7% 낮았다. ‘보드레미’의 생고구마와 찐고구마 유리당 함량은 각각 15.0 g/100 g dw (dry weight), 33.4 g/100 g dw이었으며 ‘풍원미’보다 각각 20.0%, 6% 높았다. 찐고구마 당도는 21.1° Brix이었으며 ‘풍원미’의 당도인 23.7° Brix와 차이가 없었다. ‘보드레미’의 찐고구마 식미 점수는 0.8로 풍원미(1.0)와 식미가 비슷한 수준이었다. 육색이 백색이거나 담황색인 고구마에는 베타카로틴 성분이 거의 함유되어 있지 않은데(Loebenstein & Thottappilly 2009) 육색이 담주황색인 ‘보드레미’에는 베타카로틴이 6.1 mg/100 g dw 함유되어 있다(Table 6).

Table 3. Agronomic characteristics, yield components, and yield of ‘Bodeuremi’ on regional yield trial in early season culture.

Variety	Sprout appearance (DAP) ^z	Date of sprouting (DAP)	Vine length (cm)	Vine weight (MT/ha)	Avg. weight of marketable storage root (g)	No. of marketable storage root per plant	Marketable storage root yield (MT/ha)
Bodeuremi	12.8±1.2 ^{ns y}	17.3±1.8 ^{ns}	70.0±3.2 [*]	31.1±1.0 ^{ns}	144.3±16.5 ^{ns}	3.0±0.1 ^{ns}	30.3±3.8 ^{ns}
Pungwonmi	14.0±0.6 ^x	19.1±1.4	130.0±18.7	25.4±2.3	124.3±6.5	3.3±0.2	29.0±2.3

^zDAP: Days after planting.

^yns indicates no significant difference, while ^{*} significant at $p<0.05$ in the independent two-sample *t*-test.

^xMean±SE (n=3).

Table 4. Agronomic characteristics and yield components of ‘Bodeuremi’ on regional yield trial in normal season culture.

Variety	Vine length(cm)	Vine weight (MT/ha)	Avg. weight of marketable storage root (g)	No. of marketable storage root per plant
Bodeuremi	133.3±6.3 ^{ns z}	59.5±2.8 ^{ns}	214.0±26.1 ^{ns}	2.5±0.3 ^{ns}
Pungwonmi	201.3±29.2 ^y	45.2±6.8	183.3±20.1	2.1±0.3

^zns indicates no significant difference at $p<0.05$ in the independent two-sample *t*-test.

^yMean±SE (n=3).

Table 5. Resistance reaction to *Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas* (Fusarium wilt) and *Meloidogyne incognita* (root-knot nematode) of ‘Bodeuremi’.

Variety	Fusarium wilt		Root-knot nematode	
	Disease index (DI, 0~5)	Resistance reaction ^z	No. of egg mass per plant	Resistance reaction ^y
Bodeuremi	2.0	MR	0.1	R
Pungwonmi	1.7	MR	0	R
Juhwangmi	- ^x	-	0.8	R (Resistant check)
Yulmi	-	-	84.0	S (Susceptible check)
Singeonmi	0	R (Resistant check)	-	-
Borami	4.0	S (Susceptible check)	-	-

^zR (Resistance, DI=0~1.0), MR (Moderate resistance, DI=1.1~2.5), S (Susceptibility, DI=2.6~5.0).

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

^xnot investigated.

Table 6. Quality characteristics of storage root of ‘Bodeuremi’.

Variety	Texture of steamed storage root	Dry matter content (%)	Hardness of steamed storage root (g)	Total sugar contents (g/100g dw)		°Brix of steamed storage root	Palatability (-3~3)	β-carotene
				Raw	Steaming			
Bodeuremi	Moist	21.2±1.0 ^z	510.0±75.4 [*]	15.0±2.0 ^{ns}	33.4±3.4 ^{ns}	21.1±0.7 ^{ns}	0.8±0.1 ^{ns}	6.1±0.03 ^{**}
Pungwonmi	Intermediate	26.6±1.4 ^y	859.7±84.6	12.5±0.7	31.5±1.7	23.7±1.5	1.0±0.0	26.9±0.03

^zns indicates no significant difference at $p<0.05$, while ^{*} and ^{**} significant at respectively $p<0.05$ and $p<0.01$ in the independent two-sample t -test.

^yMean±SE (n=3).

수량성

‘보드레미’는 생산력검정시험에서 상품괴근수량이 52.6 MT/ha으로 ‘진홍미’의 41.0 MT/ha보다 28.3% 많았다(Table 7). 조기재배의 경우 ‘보드레미’의 상품괴근수량은 30.3 MT/ha으로 조기재배 다수성 품종인 ‘풍원미’보다 4.5% 많았다(Table 3). 보통기재배시 6개 지역 평균 상품괴근수량은 31.2 MT/ha으로 ‘풍원미’보다 2.3% 많았으며, 지역별로는 ‘풍원미’의 89~135% 수준이었다(Table 8).

‘보드레미’는 조기재배 상품괴근수량이 보통기재배 상품괴근수량과 비슷한 수준이며, 기존 조기재배 다수성 품종인 ‘풍원미’보다 많아 조기재배에 적합한 품종으로 고려되었다.

Table 7. Marketable storage root yield (MT/ha) of ‘Bodeuremi’ on preliminary and advanced yield trials.

Variety	Marketable storage root yield (MT/ha)			
	2015	2016	Mean	Index ^z
Bodeuremi	63.2	42.0	52.6 ^{ns y}	128
Jinhongmi	49.1	33.0	41.0	100

^z(Yield of ‘Bodeuremi’ / yield of ‘Jinhongmi’) × 100.

^yns indicates no significant difference at $p<0.05$ in the independent two-sample t -test.

적응지역 및 재배상 유의점

‘보드레미’는 산간 고랭지를 제외한 전국에서 재배가 가능하고, 덩굴쪼김병에 대한 저항성이 중도저항성이므로 덩굴쪼김병 피해가 심한 토양에서는 재배에 유의하는 것이 좋다(Table 5).

적 요

‘보드레미’는 식미가 우수한 다수성 고구마 품종을 육성하기 위하여 괴근 수량이 많은 고구마 계통인 ‘MI2006-58-02’를 모본으로 하고 식미가 우수한 ‘Beniharuka’ (IT309504)를 부분으로 하여 2019년에 육성된 고구마 품종이다. ‘보드레미’의 껍질색은 홍색, 육색은 담주황색이며 괴근 모양은 계란형이다. ‘보드레미’는 덩굴쪼김병에 중도저항성, 뿌리혹선충에 저항성이다. 찢고구마 육질은 점질로 ‘풍원미’보다 부드럽다. ‘보드레미’의 찢고구마 유리당 함량은 33.4 mg/100 g dw로 ‘풍원미’보다 6.0% 높았다. ‘보드레미’는 조기재배시 상품괴근수량이 30.3 MT/ha으로 조기재배 다수성 품종인 ‘풍원미’보다 4.5% 많았다. 보통기재배시 ‘보드레미’의 상품괴근평균중은 214.0 g, 주당상품괴근수는 2.5 개였으며 상품괴근수량은 31.2 MT/ha으로 ‘풍원미’보다 2.3% 많았다. ‘보드레미’는 육질이 부드러워 소비자가 선호하고

Table 8. Marketable storage root yield (MT/ha) of ‘Bodeuremi’ on regional yield trial in normal season culture at six regions.

Region	Bodeuremi (Mt/ha)				Index ^z	Pungwonmi (MT/ha)			
	2017	2018	2019	Mean		2017	2018	2019	Mean
Muan	34.0	42.0	33.5	36.5	135	25.3	29.1	26.7	27.0
Gangreung	30.1	27.6	30.8	29.5	89	39.1	38.6	21.6	33.1
Cheongju	17.7	22.5	23.8	21.3	91	19.6	27.6	22.9	23.3
Yesan	21.5	30.9	32.3	28.3	108	17.7	30.1	30.7	26.2
Iksan	54.4	33.1	40.4	42.6	89	63.7	37.6	42.4	47.9
Jinju	33.0	33.9	20.8	29.2	114	26.5	33.0	17.4	25.7
Mean	31.8	31.7	30.2	31.2 ^{ns y}	102	32.0	32.7	27.0	30.5

^z(Yield of ‘Bodeuremi’ / yield of ‘Pungwonmi’) × 100.

^yns indicates no significant difference at $p<0.05$ in marketable storage root yield from 2017 to 2019 between ‘Bodeuremi’ and ‘Pungwonmi’ in the independent two-sample t -test.

조기재배 수량이 많아 가격이 높은 시기에 출하할 수 있어 고구마 재배농가의 소득 증대에 기여할 것으로 기대된다.

사 사

본 ‘보드레미’ 품종은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 고구마 육성계통 생산력 검정시험, 세부과제번호: PJ00871602)의 지원에 의해 이루어졌다. ‘보드레미’를 육성함에 있어 협력해주신 국립식량과학원, 바이오에너지작물연구소 고구마 연구진, 도농업기술원 지역적응시험 담당자분들과 농촌진흥청 연구정책국 관계관분들께 깊은 감사를 드리는 바이다.

REFERENCES

- Ahn YS, Jeong BC, Chung MN, 2002a. A new sweetpotato cultivar, “Borami” with light purple flesh suitable for fresh food and processing. Korean J Breed Sci 34: 132-133.
- Ahn YS, Chung MN, Jeong BC, Lee JS, Oh YH. 2002b. A new sweetpotato variety resistant to Fusarium Wilt, “Singeonmi”. Korean J Breed Sci 34: 381-382.
- Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, De Onis M, Ezzati M, Grantham-Mcgregor S, Katz J, Martorell R, Uauy R. 2013. Maternal and child nutrition study group. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. The Lancet 382: 427-451.
- Bovell-Benjamin AC. 2010. Sweet potato utilization in human health, industry and animal feed systems. In: Ray, RC, Tomlins, KI. (Eds.) Sweet Potato: Post Harvest Aspects in Food, Feed, and Industry. Nova Science Publishers, Inc, New York.
- Cervantes-Flores JC, Yencho GC, Pecota KV, Sosinski B. 2008. Detection of quantitative trait loci and inheritance of root-knot nematode resistance in sweetpotato. J Amer Soc Hort Sci 133: 844-851.
- 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.
- Clark CA, Moyer JW. 1988. Compendium of sweetpotato diseases. APS Press. St. Paul, Minn.
- Clark CA, Duckes PD, Moyer JW. 1992. Diseases. In: Jones A, Bouwkamp JC. (Eds.) Fifty years of cooperative sweetpotato research 1939-1989. S Coop Ser Bul. No. 369. Louisiana Agr Expr Sta Louisiana State Univ. Agr Ctr, Baton Rouge.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Accessed Nov. 1, 2021. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>.
- Grüneberg WJ, Ma D, Mwanga ROM, Carey EE, Huamani K, Diaz F, Eyzaguirre R, Guaf E, Jusuf M, Karuniawan A, Tjintokohadi K, Song YS, Anil SR, Hossain M, Rahaman E, Attaluri SI, Somé K, Afuape SO, Adofo K, Lukonge E, Karanja L, Ndirigwe J, Ssemakula G, Agili S, Randrianaivoarivony JM, Chiona M. Chipungu F, Laurie SM, Ricardo J, Andrade M, Rausch Fernandes F, Mello AS, Khan MA, Labonte DR, Yencho GC. 2015. Potato and sweetpotato in Africa: transforming the value chains for food and nutrition security. CABI, Wallingford, UK. p. 40.
- Jang HH, Kim HW, Kim SY, Kim SM, Kim HB, Lee YM. 2019. *In vitro* and *in vivo* hypoglycemic effects of cyanidin 3-caffeoyl-p-hydroxybenzoylsophoroside-5-glucoside, an anthocyanin isolated from purple-fleshed sweet potato. Food Chem 272: 688-693.
- Jatala P. 1991. Biology and management of plant parasitic nematodes on sweetpotato, pp. 359-378. In: Janson R, Raman KV. (Eds.) Sweetpotato pest management. Westview Press, Boulder, CO.
- Jeong BC, Oh SK, Park KY, Rho SP, Chung KB, Chung DH, Chin MS, Hong EH, Park RK, Jung JW, Cha YH, Lee HB. 1991. A new good eating quality sweet potato variety “Yulmi”. Res Rept RDA 33: 22-28.
- Johnson T, Wilson N, Worosz, MR, Fields D, Bond JK. 2015. Commodity highlight: Sweet potatoes. economic research service: Situation and outlook. United States Department of Agriculture (USDA), Washington D.C.
- Kim HW, Kim JB, Cho SM, Chung MN, Lee YM, Chu SM, Che JH, Kim SN, Kim SY, Cho YS, Kim JH, Park HJ. 2012. Anthocyanin changes in the Korean purple-fleshed sweet potato, Shinzami, as affected by steaming and baking. Food Chem 130: 966-972.
- Korea Seed & Variety Service (KSVS). 2011. Characteristics investigation method of sweetpotato for evaluation of new variety. KSVS, Suwon, Korea. Accessed Nov. 1, 2021. <http://www.seed.go.kr/seed/192/subview.do>
- Korea Agricultural Marketing Information Service (KAMIS). 2021. Accessed Nov. 1, 2021. <https://www.kamis.or.kr/customer/main/main.do>
- Korean Statistical Information Service (KOSIS). 2021. Accessed

- Nov. 1, 2021. https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?vwcd=MT_ZTITLE&menuId=M_01_01#content-group
19. Kondo T, Hayashi I, Anazawa S, Yamasaki T, Yamamoto W, Saigusa T. 1972. Varietal difference of sweet potato in susceptibility to the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Jpn J Nematol 1: 14-17.
 20. Lawrence GW, Clark CA, Wright VL. 1986. Influence of *Meloidogyne incognita* on resistant and susceptible sweetpotato cultivars. J Nematol 18: 59-65.
 21. 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.
 22. Lee HU, Chung MN, Lee JS, Ahn SH, Kim JM, Han SK, Yang JW, Choi KH, Choi IH, Nam SS. 2016a. A new sweetpotato variety 'Geonhwangmi' for table use. Korean J Breed Sci 48: 355-361.
 23. 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.
 24. Lee HU, Lee JS, Yang JW, Han SK, Nam SS, Kim JM, Ahn SH, Chung MN, Song YS, Hwang EJ, Lee KB. 2016b. Effects of transplanting and harvesting dates on characteristics of yield and quality of storage roots of sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). J Korean Soc Int Agric 28: 205-214.
 25. Lee HU, Lee JS, Chung MN, Nam SS, Yang JW, Kim JM, Ahn SH, Song YS, Han SK, Hwang EJ, Yu GD, Goh S, Lee SY, Lee IB, Moon JY, Choi KH, Hwang SG, Lee AS, Kang YS. 2020. 'Jinyulmi', a sweetpotato variety for table use. Korean J Breed Sci 52: 263-271.
 26. Liu X, Xiang M, Fan Y, Yang C, Zeng L, Zhang Q, Liao Z. 2017. A root-preferential DFR-Like gene encoding dihydrokaempferol reductase involved in anthocyanin biosynthesis of purple-fleshed sweet potato. Front Plant Sci 8: 279.
 27. Loebenstein G, Thottappilly G. 2009. The sweetpotato. Springer Science+Business Media B V, p. 4.
 28. Palomares-Rius JE, Kikuchi T. 2013. Omics fields of study related to plant-parasitic nematodes. J Integ Omics 3: 1-10.
 29. R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R soundation for statistical computing, Austria. <https://www.R-project.org/>
 30. Rural Development Administration (RDA). 2012. Standard of analysis and survey for agricultural research. RDA, Suwon, Korea. Publication No. 11-1390000-003149-10.
 31. Rural Development Administration (RDA). 2017a. Sweetpotato. RDA, Jeonju, Korea. Publication No. 11-1390000-004261-01. Accessed Nov. 1, 2021. https://lib.rda.go.kr/search/mediaView.do?mets_no=000000299943
 32. Rural Development Administration (RDA). 2017b. 2017 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. RDA, Jeonju, Korea. pp. 129-137. Publication No. 11-1390000-003859-10.
 33. Rural Development Administration (RDA). 2018a. 2017 Project report of collaborative research program to develop new variety of summer crop. RDA, Jeonju, Korea. pp. 465-488. Publication No. 11-1390000-003859-10.
 34. Rural Development Administration (RDA). 2018b. 2018 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. RDA, Jeonju, Korea. pp. 129-137. Publication No. 11-1390000-003859-10.
 35. Rural Development Administration (RDA). 2019a. 2018 Project report of collaborative research program to develop new variety of summer crop. RDA, Jeonju, Korea. pp. 467-487. Publication No. 11-1390000-003860-10.
 36. Rural Development Administration (RDA). 2019b. 2019 Project plan for collaborative research program to develop new variety of summer crop. RDA, Jeonju, Korea. pp. 125-135. Publication No. 11-1390000-003859-10.
 37. Rural Development Administration (RDA). 2019c. Characteristics of sweetpotato trading and strategies for shipping. Accessed Nov. 1, 2021. <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/pst/pstb/pstbc/mngmtDtaDtl.ps?menuId=PS03213&nttSn=773&totalSearchYn=Y>
 38. Rural Development Administration (RDA). 2020. 2019 Project report of collaborative research program to develop new variety of summer crop. RDA, Jeonju, Korea. pp. 495-535. Publication No. 11-1390000-003860-10.
 39. Sommer A, West KP. 1996. Vitamin a deficiency: Health, survival, and vision. Oxford University Press, Oxford.
 40. Ukoskit K, Thompson PG, Watson CE, Lawrence GW. 1997. Identifying a randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) marker linked to a gene for root-knot nematode resistance in sweetpotato. J Amer Soc Hort Sci 122: 818-821.
 41. Villordon A, Clark C, Smith T, Ferrin D, LaBonte D. 2010. Combining linear regression and machine learnig approaches to identify consensus variables related to optimum sweetpotato transplanting date. HortScience 45: 684-686.