더텅이병 저항성 감자 신품종 ‘제서’

김성용^{1*} · 안윤균² · 김태균¹ · 강형식¹ · 송승운¹ · 김봉찬¹ · 강성근¹

¹제주특별자치도농업기술원, ²농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과

Breeding of a New Cultivar ‘Jeseo’ with Resistant to Common Scab

Sung Ryong Kim^{1*}, Yul Kyun Ahn², Tae Gyun Kim¹, Hyoung Shick Kang¹,
Seung Woon Song¹, Bong Chan Kim¹, and Sung Geun Kang¹

¹Jeju Special Self-governing Province Agricultural Research & Extension Services, Seogwipo 690-909, Korea

²Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 440-706, Korea

Abstract : A new cultivar ‘Jeseo’ was bred in the potato breeding program of Jeju Special Self-governing Province Agricultural Research & Extension Services. It was originated from two backcrosses made in 1999 and 2001 between ‘somatic hybrid’ as a female and ‘Dejima’ as a male parents. The ‘Jeseo’ was evaluated as a seedling for tuber characteristics, disease resistance, growth and yielding ability from 2001 to 2005. This clone was evaluated in the regional yield trials at 4 locations for 2 years. The tuber characteristics of this cultivar have a round, shallow eye depth, yellow-skinned, and short dormant period. And also, it showed high resistant to potato common scab (*Streptomyces scabies*, *S. turgidiscabie* and *S. acidiscabie*), soft rot, and *Potato leaf roll virus* (PLRV). However, it was susceptible to *Potato virus Y* (PVY) and late blight (*Phytophthora infestans*). The mean tuber yield of ‘Jeseo’ according to the spring and fall cropping during the 2012 was 38.8 ton per hectare, which was lower than that of ‘Dejima’

Keywords : Potato, Somatic hybrid, Potato common scab, Backcross

서 언

제주지역의 감자재배 역사는 1950~60년대 200~300 ha 수준에서 1980년대부터 급격히 증가하였고 1990년대 말 7,000 ha를 상회하여 전국 재배면적의 30%를 점유하고 생산액이 1,000억원에 이르는 중요한 소득 작목이었다. 그러나 더텅이병에 감수성인 ‘대지’ 품종이 90%이상 연속적인 연작재배로 더텅이병 발생이 심하여 2010년대에 들어오면서 3,000 ha 전후로 감소하였다. 이러한 더텅이병은 증상이 괴경에만 나타나기 때문에 생육 중에는 발생 상황을 알 수 없고 토양 병원균에 의해 발병함으로써 방제도 매우 어려운 것으로 알려져 있다(Hong 2001). 특히, 2기작 재배를 하는 제주지역 주

품종 ‘대지’는 무름병 및 더텅이병에 약하여 새로운 병 저항성 품종육성이 절실한 실정이다.

야생종 감자 중 *Solanum brevidens*는 감자잎말림바이러스(*Potato leafroll virus*, PLRV), *Potato virus Y* (PVY), *Potato virus X* (PVX)에 의한 바이러스 병 및 무름병에 저항성으로 알려져 있지만(Jones 1979, Austin et al. 1993, Gibson et al. 1990) 이 야생종은 재배품종과의 교잡 불화합성으로 교잡에 의해서는 병 저항성 형질을 재배품종에 도입하기가 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 그러나 원형질체 융합으로 만들어진 체세포잡종은 임성이 있어 교배가 되지 않는 야생종의 병 저항성 형질을 재배품종으로 도입할 수 있다는 보고가 있고(Watanabe et al. 1995), 또한 국내에서도 재배품종 ‘수미’(Superior)와 야생종 *S. brevidens*와의 원형질체 융합으로 임성을 갖고 있는 병 저항성 체세포잡종 식물체가 육성되어 재배품종과의 교잡으로 병 저항성 도입이 가능하게 되었다(An 2000). 또한 더텅이병 저항성 통을 교배에 의해 육성하기 위

*Corresponding author (E-mail: ksr2202@korea.kr, Tel: +82-64-760-7566, Fax: +82-64-760-7499)

(Received on November 4, 2013. Revised on November 18, 2013.
Accepted on November 19, 2013.)

해서는 저항성 형질을 갖고 있는 모본을 선택하는 것이 중요하다(Park et al. 2005). 따라서 더텅이병 저항성 감자를 육성하기 위하여 국립원예특작과학원에서 원형질체융합으로 육성한 더텅이병에 강한 특성을 가진 ‘체세포잡종’을 분양 받아 수량이 많고 2기작 재배가 가능한 ‘대지’와 2회의 여교잡으로 더텅이병 저항성 ‘제서’ 품종을 육성하였다. 또한 제주지역 감자 주산지 더텅이병 발생지역 농가포장에서 실증시험 등을 통해 신품종 홍보와 수경재배에 의해 씨감자를 생산 공급하여 현재 80 ha가 재배되고 있으며, 더텅이병 저항성에 의한 상품률 증가와 괴경모양이 소비자 기호에 알맞아 기존 ‘대지’ 품종보다 경락가격이 높게 형성되어 재배면적 확대 및 농가 소득 증대가 예상되고 있어 그 육성 경위와 주요특성을 보고

하고자 한다.

재료 및 방법

국립원예특작과학원에서 분양 받은 감자잎말림바이러스 (PLRV), 감자바이러스 Y (PVY), 감자바이러스 X (PVX)에 의한 바이러스병과 더텅이병, 무름병에 저항성을 갖고 있는 ‘체세포잡종’을 모본으로 하고 수량성이 높고 괴경모양이 우수한 제주 주 품종 ‘대지’를 화분친으로 하여 2회의 여교잡으로 BC₂ 계통들을 육성하여 더텅이병 저항성 검정 및 농업적 형질 평가를 통해 더텅이병 저항성 ‘제서’ 품종을 육성하였다 (Table 1, Fig. 1).

Table 1. Experimental clones used for this study.

Clone	Ploidy level	Characteristics
<i>S. brevidens</i> (PI218228)	2x	PLRV, PVY, PVX, soft rot and cold stress resistance, sterility
‘Dejima’ + <i>S. brevidens</i> (protoplast fusion) 1024	6x	PLRV, PVY, PVX, common scab, soft rot and cold stress resistance
‘Dejima’	4x	High yield, good tuber quality

Year	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07					
Generation	Somatic hybrids	BC1		BC2 (G1, G2)		G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12
Parent	HBS5 × Dejima	→	1 211	K90	→	1 143	→	⑪	18						
										K90-11				Jejulho	
	Protoplast fusion	Back	Crossing	Back and	Crossing Seeding	Disease resistance screening,				zRegional yield trials					

^zLocation of Regional yield trials : Gangneung, Namhae, Naju, Jeju

Fig. 1. Pedigree diagram of a new cultivar ‘Jeseo’ potato.

Fig. 2. Symptoms of potato scab by inoculation of *S. acidiscabies* into BC₂ line tubers.

감자 더듬이병 저항성 검정은 검정할 감자를 1/2로 절단하여 절단면에 3종의 더듬이병 균(*S. scabies*, *S. turgidiscabie* and *S. acidiscabie*)을 Oatmeal agar 배지에서 10일 배양하여 직경 6 mm 펀치로 배양된 균을 배지와 함께 절취한 후 접종하였다. 접종 후 온도는 25℃, 상대습도 80%이상 유지하기 위하여 랩으로 완전 밀봉하여 암 상태에서 생장상에 두어 12일 후 병징을 측정하여 1차 저항성 계통을 선발하여(Fig. 2) 더듬이병 발생이 심한 포장에서 재배한 후 각 계통별 100 g 이상 괴경에 대해 이병정도, 이병율(%), 괴경당 병반 면적율(%), 상품율(%) 등을 계통별 100개의 괴경을 조사 하여 저항성 계통을 선발하였다. 신품종 ‘제서’의 농업적 형질 평가는 2006년과 2007년 지역적응시험의 일환으로 제주시 애월읍 상귀 농업연구센터 시험포장에서 ‘대지’ 품종을 대조로 하여 ‘제서’의 생육특성 및 품질특성을 조사하였다. 또한 내병성 검정은 농촌진흥청 고령지농업연구센터에서 지역적응시험 기간 중 자연발생 및 인공접종을 통하여 바이러스 및 역병 저항성 검정을 실시하였고, 더듬이병 저항성 검정은 이병토양에 정식 후 수확기 괴경의 감염 정도를 육안조사 하였다. 모든 조사기준은 농촌진흥청 신품종개발 공동연구사업 계획서에 준하여 실시하였다(RDA 2006). 봄 재배는 종서를 절단하여 파종 후 비닐피복 재배로서 주간 25 cm, 휴간 65 cm로 하여 매년 3월 4일경에 파종하여 100일 후 수확하였다. 가을재배는 고온에 의한 종서 부패를 방지하기 위하여 통 감자 직파재배로 봄 재배와 같이 주간 25 cm, 휴간 65 cm로 하여 매년 9월 4일경에 파종하여 100일 후 수확하였다. 모든 시험처리기는 80주씩 3반복으로 하였고, 시비량은 10 a 당 N-P₂O₅-K₂O = 10-10-12 kg과 퇴비 1,500 kg을 전량 기비로 하여 재배하였다. 기타 재배방법은 농촌진흥청에서 발행한 ‘감자 표준영농교본’에 준하였고, 생육 및 수량 등 특성조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(RDA 2003)에 준하여 실시하였다. 괴경특성 중 비중은 각 품종 별 100 g 내외의 감자 10개를 골라 공기 중 무게(A)와 수중 무게(a)를 측정하여 비중=A/(A-a) 식으로 계산하였고, 전분가 산출은 비중에 따른 감자의 전분가 산출표를 이용하였다. 감자 상품성 판단에 중요한 기준이 되는 육색, 괴경모양, 눈의 깊이와 상품용 재배 후 수확 시 상

품율에 중요한 요인인 기형서 및 열개서 정도는 괴경 100개를 무작위로 달관 조사하였다.

더듬이병 저항성 ‘제서’ 품종이 2011년 품종보호등록 후 2012년 서귀포시 성산지역 농가 포장에서 실증시험을 통해 품종별 수량 및 더듬이병 이병율과 더듬이병 발생에 따른 상품율을 조사하였다.

결과 및 고찰

육성경위

제주지역 감자재배 시 가장 큰 문제가 되고 있는 더듬이병 저항성 품종을 육성하기 위해 국립원예특작과학원에서 원형질체 융합으로 육성된 바이러스병, 더듬이병, 무름병 및 저온에 저항성인 ‘체세포잡종’(Somatic hybrids)을 모본으로 하고 제주의 주 재배품종인 ‘대지’를 화분친으로 1999년 1차 여교잡을 실시하여 여교잡 1세대(BC₁) 계통을 획득하여 2000년 병저항성 및 농업적 특성검정을 통해 K90계통을 육성하였다. 2001년 육성된 K90계통을 모본으로 하여 ‘대지’ 품종을 화분친으로 2차 여교잡을 실시하여 여교잡 2세대(BC₂)계통을 육성하여 2002년까지 K90-11계통을 선발하였다. 2003년부터 2005년까지 3년 동안 더듬이병 저항성 검정 및 생산력검정시험을 실시하였고, 2006년과 2007년 2년 동안 농촌진흥청 지역적응시험에 공시하여 강릉, 남해, 나주, 제주 등 4개 지역에서 수행하였다(Fig. 1). 그 결과 더듬이병에 저항성이고 괴경모양, 숙기 등이 비교적 양호하여 2007년 농촌진흥청 신품종선정심의위원회 신품종으로 선정되어 ‘제서’로 명명하였다.

주요특성

‘제서’의 숙기는 대조품종인 ‘대지’보다 빠른 중생 계통이며 생장 습성은 직립형이다. 감자 싹의 길이는 중간 정도이며 줄기색은 녹색이고 화색은 하얀색이다. 개화량은 대조품종인 ‘대지’에 비해 적으며 가을재배에는 개화가 봄 재배보다 적은 편이다(Table 2). 괴경 특성을 보면 감자모양은 원형이고 눈의 깊이가 얇고, 껍질과 속색이 모두 옅은 황색이다. 비중은

Table 2. Plant characteristics of ‘Jeseo’, a new cultivar having resistant to common scab, as compared with cv. ‘Dejima’.

Variety	Maturity	Size of light sprout	Growth habit	Stem color	Flower color
Jeseo	medium	medium	erect	green	white
Dejima	late	large	semi-erect	green	white

대조품종 ‘대지’와 비슷한 1.066으로 일반식용으로 적절한 범위에 속했다(Table 3).

‘제서’의 경장은 53 cm로 ‘대지’ 품종에 비해 7 cm 정도 작았으며 한 포기당 출현되는 줄기수도 1.9개로 ‘대지’ 품종보다 1개 정도 적었다. 한 포기당 수확되는 감자의 수는 ‘제서’가 8.9개로 ‘대지’보다 2.6개 많았으나 감자 1개의 평균 무게는 67 g으로 ‘대지’보다 32 g이 적었다(Table 4). 감자 품질특성 중 가장 중요한 기형서는 봄 재배에서 ‘제서’가 다소 높았으나 가을 재배에서는 ‘대지’보다 적었고 평균적으로 5% 미만으로 ‘대지’와 비슷하였다. 열개서는 봄, 가을재배 평균 10% 내외로 ‘대지’에 비해 다소 많았다(Table 5). 기형 감자와 내부생리장해 현상은 괴경 비대기에 고온 및 강수량 등 환경적 영향에 의한 것으로 추정된다.

병해 특성에 있어서 자연발생 및 인공접종으로 검정한 바이러스병은 두 품종 모두 감자바이러스 Y에는 감수성이었고, 잎말림바이러스에는 저항성이 나타났으며, 감자 역병에는 두 품종 모두 감수성이었다. 더텅이병에는 저항성인 ‘제서’ 품종과 대조품종인 ‘대지’를 더텅이병이 오염된 포장에서 저항성 검정을 실시한 결과 이병 정도는 ‘대지’가 3.9에 비해 ‘제서’는 0.6으로 아주 낮았으며, 이병율도 ‘대지’가 70%인데 반해 ‘제서’는 34%로 아주 낮았다. 더텅이병에 의한 상품율은 ‘대지’가 30%에 비해 ‘제서’는 95%로 65%가 높았다(Table 7). 이러한 결과를 바탕으로 2012년 서귀포시 성산지역 농가 실증시험 결과 봄 재배에서 ‘제서’ 품종의 평균 수량은 ha 당 40.4톤으로 ‘대지’ 품종 45톤 보다 10%정도 적었으나 가을재배에서는 36.6톤으로 ‘대지’의 38.2톤 보다 4% 적었으나 통

Table 3. Tuber characteristics of ‘Jeseo’, a new cultivar having resistant to common scab, as compared with cv. ‘Dejima’.

Variety	Shape	Skin color	Flesh color	Bud depth	Specific gravity
Jeseo	round	yellow	light yellow	shallow	1.066
Dejima	short-oval	yellow	light yellow	shallow	1.065

Table 4. Agronomic characteristics of ‘Jeseo’ evaluated in Jejudo during 2006-2007.

Cultivar	Plant height (cm)	No. of stem/plant	No. of tubers/plant	Weight/tuber (g)	Yield/plant(g)
Jeseo	53 ± 3.7 ^z b ^y	1.9 ± 0.2a	8.9 ± 0.5a	67 ± 9.4b	596b
Dejima	60 ± 4.4a	2.9 ± 0.1a	6.3 ± 0.3b	99 ± 15.24a	624a

^zMean ± standard error (n = 30)

^yMeans separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level

Table 5. Incidence of Physiological disorders of ‘Jeseo’ at different cropping systems, as compared with cv. ‘Dejima’.

Variety	malformed tuber			Cracking		
	Spring	Fall	Mean	Spring	Fall	Mean
Jeseo	1.6 ^z	1.8	1.7	4.7	3.1	3.9
Dejima	1.2	2.4	1.8	1.2	3.0	2.1

^z0-no symptom: 1-very little, below 5%: 3-little, 6-10%: 5-moderate, 11-20%: 7-severe, 21-30%: 9-very severe, above 30%

Table 6. Comparison of response to viruses, late blight, and common scab in regional yield trials from 2006-2007.

Variety	virus		late blight	common scab
	PVY	PLRV		
Jeseo	^z S	R	S	R
Dejima	^y M	^x R	S	S

^zS: susceptible

^yM: moderate

^xR: resistant

계적 유의차는 없었다. 특히 상품용 재배를 하는 가을재배에서 더텡이병 이병율은 ‘대지’가 73.3% 아주 높은 반면 ‘제서’는 28.9%로 낮아 병 발생에 의한 상품율이 84%로 ‘대지’ 36% 보다 아주 높았다(Table 8, Fig. 3). 따라서 더텡이병 발생이 심한 제주지역에서 기존품종 ‘대지’를 대체 재배 시 높은 농가소득 증대가 예상된다.

적응지역 및 재배상 유의사항

‘제서’는 단휴면 품종으로 2기작 재배를 하는 제주 및 남해안 지역에 알맞다. 특히 더텡이병에 저항성을 갖고 있어 더텡이병 발생이 심한 제주지역에 적합하다. 수량성은 ‘대지’ 보다 다소 적지만 기비를 충분히 하여 재배하면 적당한 크기(200 g전후)의 상품성이 높은 감자를 생산할 수 있다. 감자

Table 7. Incidence of common scab of ‘Jeseo’, as compared with ‘Dejima’ in severely contaminated test field, respectively.

Variety	Level of severity ^z	Rate of infected tuber (%) ^y	Infection area per tuber (%) ^x	Marketable tubers (%) ^w
Jeseo	0.6 ± 0.05 ^v	34 ± 1.2	15 ± 1.5	95 ± 2.2
Dejima	3.9 ± 0.51	70 ± 6.0	45 ± 5.6	30 ± 3.0

^zLevel of severity: 0-no symptoms; 1-very little, below <5%; 2-little, 6~10%; 3- moderate, 11~20%; 4-severe, 21~30%; 5-very severe, above 30%

^yRate of infected tuber (%) = infected tubers/total tubers investigated × 100

^xInfection area per tuber (%) = [(0n)+(1n)+(2n)+(3n)+(4n)/number of total investigated tubers × 4] × 100, n = number of scab infected tubers

^wMarketable tubers (%) = number of tuber with symptom degree 0, 1/number of total investigated tubers × 100

^vMean ± standard error (n = 100tubers)

Table 8. Tuber yields of ‘Jeseo’ according to the spring and fall cropping during the 2012.

Variety	Growing season (ton/ha)			Common scab ^z	
	Spring	Fall	Mean	Rate of infected tuber (%) ^y	Marketable tubers (%) ^x
Jeseo	40.4 ± 2.7 ^w a ^v	36.6 ± 3.8a	38.8a	28.9	84
Dejima	45.0 ± 3.2a	38.2 ± 3.5a	41.6a	73.3	36

^zCommon scab : cropping during the fall in 2012

^yRate of infected tuber (%) = infected tubers/total tubers investigated × 100

^xMarketable tubers (%)= number of tuber with symptom degree 0, 1/number of total investigated tubers × 100

^wMean ± standard error (n = 100tubers)

^vMeans separation within columns by Duncan’s multiple range test at 5% level

A. ‘Dejima’

B. ‘Jeseo’

Fig. 3. Symptoms of potato common scab after culture in the field with high incidence of the disease.

역병 및 바이러스 Y에 약하므로 역병이 발생되기 전에 예방을 철저히 하고, 재배 중 진딧물 발생시 살충제를 살포하여 바이러스 감염을 예방하여야 한다.

적 요

신품종 ‘제서’는 제주특별자치도농업기술원 감자 육종프로그램에 의해 육성되었다. 1999년부터 2001년 까지 ‘체세포잡종’을 모본으로 ‘대지’를 화분친으로 하여 2회의 여교잡에 의해 유래되었다. ‘제서’를 대상으로 2001년부터 2005년까지 괴경특성, 병 저항성, 생육 및 수량을 조사하였다. 또한 2년 동안 4개 지역에서 지역적응시험을 실시하였다. 이 품종의 괴경특성은 원형, 얇은 눈의 깊이, 황색의 표피색과 짧은 휴면기간을 갖고 있다. 또한 이 품종은 더덴이병, 무름병, 및 감자 잎말림바이러스에 강한 저항성을 보였다. 그러나 감자 바이러스 Y와 역병에는 감수성이었다. ‘제서’의 평균 수량은 2012년 봄, 가을재배 결과 38.8 ton/ha로 ‘대지’의 수량보다 적었다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 지역특화작목기술개발과제(PJ008512032013)의 지원에 의해 일부 이루어진 것임.

References

1. An YK. 2000. Introgression of resistance to PLRV, PVY, soft rot and late blight through interspecific somatic hybridization in potato. Ph.D. Thesis. Seoul National University. pp.16-100.
2. Austin S, Pohlivan JD, Brown CR, Mojtahedi H, Santo GS, Douches DS, Helgeson JP. 1993. Interspecific somatic hybridization between *Solanum tuberosum* L. and *S. bulbocastanum* Dun. as a means of transferring nematode resistance. American Potato J. 70: 485-495.
3. Gibson RW, Pehu E, Woods RD, Jones MGK. 1990. Resistance to potato virus Y and potato virus X in *Solanum brevidens*. Ann. Appl. Biol. 116: 151-156.
4. Hong SY. 2001. Developmental characteristics and control of potato common scab in Jeju Island. Ph.D. Thesis. Cheju National University. pp.31-54.
5. Jones RAC. 1979. Resistance to potato leaf roll virus in *Solanum brevidens*. Potato Res. 22: 149-152.
6. Park YE, Cho HM, Kim JS, Yi JY, Cho JH. 2005. Evaluation of common scab (*Streptomyces scabies*) resistance of potato germplasm. Korean J. Breed. Sci. 37: 275-285.
7. Rural Development Administrator (RDA). 2003. Manual for agricultural investigation. RDA, Suwon, Korea.
8. Rural Development Administrator (RDA). 2006. Report of development new variety of summer crops. pp.374-379.
9. Watanabe KN, Orrillo M, Golmirzaie AM. 1995. Potato germplasm enhancement for resistance to biotic stresses at CIP. Conventional and biotechnology-assisted approaches using a wide range of *Solanum* species. Euphytica. 85: 457-464.