

# 배 검은별무늬병 저항성 품종 ‘그린시스’ 육성

김윤경<sup>1\*</sup> · 강삼석<sup>2</sup> · 원경호<sup>1</sup> · 신일섭<sup>1</sup> · 조광식<sup>1</sup> · 마경복<sup>1</sup> · 김명수<sup>1</sup> · 최장전<sup>1</sup> · 최진호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 배연구소, <sup>2</sup>농촌진흥청 연구운영과

## Breeding of the Scab-Resistant Pear Cultivar ‘Greensis’

Yoon-Kyeong Kim<sup>1\*</sup>, Sam-Seok Kang<sup>2</sup>, Kyung-Ho Won<sup>1</sup>, Il-Sheob Shin<sup>1</sup>, Kwang-Sik Cho<sup>1</sup>, Kyeong-Bok Ma<sup>1</sup>, Myung-Su Kim<sup>1</sup>, Jang-Jeon Choi<sup>1</sup>, and Jin-Ho Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pear Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Naju 58216, Korea

<sup>2</sup>R&D Coordination Division, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

\*Corresponding author: horti8992@korea.kr

### Abstract

To develop scab-resistant pear (*Pyrus* spp.) varieties with fruits that are as crisp and juicy as Asian pears, a cross was made between ‘Whangkeumbae’ and ‘Bartlett’ varieties (*P. pyrifolia* × *P. communis*) at the Pear Research Institute of the National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, in 1994. Among the 285 seedlings, ‘Greensis’ was first selected in 2006 for its good eating quality and named in 2012 after regional adaptation tests in nine regions and ten experimental plots from 2007 to 2012. The tree showed a vigorous growth habit and semi-spreading characteristics, like ‘Whangkeumbae’. The optimum fruit harvest date was also around Sept. 26 and fruit was round in shape and green in skin color at maturity. Average fruit weight was 470g, and the soluble solids content was 12.4°Brix. The flesh was very crisp and juicy, and had good eating quality. Its’ leaf size was similar with ‘Bartlett’ and smaller than ‘Whangkeumbae’. The average of full bloom date of ‘Greensis’ was determined as Apr. 26, which was six days later than ‘Whangkeumbae’ and similar with ‘Bartlett’. S genotypes of ‘Greensis’ were identified as S<sub>4</sub>S<sub>e</sub> by S-allele PCR product sequencing analysis. It seems that the S<sub>4</sub> allele was inherited from ‘Whangkeumbae’ and the S<sub>e</sub> allele from ‘Bartlett’. ‘Greensis’ displayed strong resistance to scab disease caused by *Venturia nashicola*, similar to European pear cultivars like ‘Beurre Hardy’ and ‘Conference’. ‘Greensis’ was also highly resistant to black leaf spot (*Alternaria kikuchiana*) in the field

**Additional key words:** *Alternaria kikuchi*, crossing breeding, diseases resistance, interspecific hybrid, *Pyrus pyrifolia*, self-incompatibility, *Venturia nashicola*

### 서 언

우리나라 배 재배면적은 2000년 26,206ha를 정점으로 2014년 13,127ha까지 감소하였지만, 수출물량은 2012년 15,677톤, 2014년 23,096톤으로 꾸준히 증가함으로써 국내의 대표적인 수출 과수로 자리잡고

OPEN ACCESS



Korean J. Hortic. Sci. Technol. 34(4):655-661, 2016  
http://dx.doi.org/10.12972/kjhst.20160067

pISSN : 1226-8763  
eISSN : 2465-8588

Received: January 13, 2016

Revised: March 8, 2016

Accepted: June 22, 2016

Copyright©2016 Korean Society for Horticultural Science.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution NonCommercial License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

본 연구는 농촌진흥청 기본연구사업(PJ006894)의 지원에 의해 수행되었음.

있다(KATI, 2015). 동양배는 서양배와 달리 아삭아삭한 육질과 풍부한 과즙, 무엇보다 수확 후 바로 먹을 수 있다는 장점을 갖고 있기 때문에 뉴질랜드 등 세계 각국에서는 동양배의 육질과 서양배의 품미(향기)를 갖는 품종육성 프로그램을 진행하고 있다(Brewer et al., 2008). 한국의 배 소비가 감소하는 주된 원인 중 하나로 '신고' 단일품종 편중화가 꼽히는데 이는 다양한 소비자의 요구에 부응하지 못하기 때문으로 생각된다. 최근, 식품의 안전성에 대한 관심과 함께 환경보전을 통한 삶의 질 향상에 대한 요구가 증가함에 따라 유기농업 등 친환경 농업에 대한 관심도 증가하고 있다. 배 재배면적의 35%인 약 5,570ha가 친환경 인증재배를 하고, 그 중 친환경 인증농가의 97%가 저농약 인증재배를 실천하고 있으나, 2015년 이후에는 무농약 및 유기재배 농산물만이 친환경 농산물로 인증 받을 수 있기 때문에 내병성이 강한 품종에 대한 요구가 증가할 전망이다(KREI, 2013).

배 검은별무늬병(*Venturia nashicola*)은 진균류에 의해 배의 과실, 잎, 줄기에 흑색의 병반을 나타내며 세대가 짧고, 번이가 심해 약제 저항성이 빈번하게 나타난다. 봄철 기온이 12~23°C이며 비가 자주와 잎이 젖어 있는 시간이 길어지면 발병하고, 엽병과 과경에 발병하면 낙엽과 낙과를 유발하며, 과실에 남는 병반은 상품가치를 저하시켜 재배농가에 큰 타격을 주고 있다. 특히, 국내에서 배 재배면적의 83%를 차지하고 있는 '신고'는 검은별무늬병에 매우 민감한 품종으로 방제를 소홀히 할 경우, 과실의 안정생산이 어렵기 때문에, 배의 일반 관행재배나 유기재배에서 가장 큰 애로사항 중 하나가 되고 있어 검은별무늬병에 저항성인 품종의 육성이 시급하다(Cho et al., 1985; Shin et al., 2004).

따라서, 검은별무늬병에 대한 저항성 품종을 육성하고자 국립원예특작과학원 배연구소에서는 1994년에 과피색이 선황색이며 품질이 우수하고 수출용으로 각광받고 있는 '황금배'에 서양배 'Bartlett'을 교배하여 과실 품질이 우수하고, 검은별무늬병 저항성을 보이는 '그린시스'를 육성하였다.

## 육성 경위

'황금배'는 과피색이 선황색으로 품질이 우수하고 수출용으로 각광받고 있는 품종이지만 검은별무늬병에는 비교적 약한 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 국립원예특작과학원 배연구소에서는 검은별무늬병에 저항성을 보이는 'Bartlett'의 꽃가루를 이용하여 1994년 교배하였다(Fig. 1). 1995년 404립의 교배종자를 파종하여 285주의 교배실생을 획득하고, 이를 육종포장에 정식하였다. 이들 교배계통에 대한 생육 및 과실 특성은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(RDA, 2003, 2012)에 따라 조사하였다. 검은별무늬병 실내접종을 통한 '그린시스'의 검은별무늬병 저항성 평가를 위해 접목묘를 양성하고, 시험수의 잎이 6~7장 전개되었을 때 가지의 중앙부에 위치한 경화되지 않은 엽을 대상으로 2011년 시험포장에서 수집한 검은별무늬병 포자 현탁액을 접종하였다. 접종방법은 Abe and Kurihara(1992)의 방법을 변형하여 sucrose 1%를 첨가한 멸균수에 포자를  $1 \times 10^6$  개/mL 수준으로 현탁하여 엽 전체에 고루 분무하였고, 포자가 발아할 수 있도록 온도 20°C, 상대습도 100%, 암 조건에서 60시간을 유지하였다. 이후, 50% 빛이 차단된 chamber 내에 온도 20°C, 상대습도 70%의 조건을 40일간 유지하여 병을 유발한 뒤 주당 5장씩, 3반복으로 한 개 또는 그 이상의 병반이 발생한 것을 병든잎으로 간주하고, 발병률을 계산하였다. 주요품종의 검은별무늬병 저항성 검정결과, 국내에서 가장 많이 재배되고 있는 '신고'는 69.4%, '조이스킨'은 44.3%의 발병률을 보인 반면, '그린시스'는 3.3%로 'Beurre Hardy', 'Conference' 등 *P. communis*에 속하는 서양배와 비슷한 수준을 보였다(Table 1). 검은별무늬병에 강하고 수채 특성이 비교적 양호한 '17-9-30'을 2차 선발한 다음 '원고 나-55'로 지역적응시험을 실시하였다. 2007년부터 2012년까지 5년간 수원(국립원예특작과학원), 나주(국립원예특작과학원 배연구소, 전라남도농업기술원), 화성(경기도농업기술원), 춘천(강원도농업기술원), 청원(충청북도농업기술원), 예산(충청남도농업기술원), 완주(전라북도농업기술원), 대구(경상북도농업기술원), 진주(경상남도농업기술원) 등 9개 지역 10개소에서 지역 적응성을 검토한 결과, 품질의 우수성이 인정되어 2012년 최종 선발 한 후 '그린시스'로 명명하였다.

**A**

Produce	Crossing	Seedlings		Regional adaptability test	Final selection
		planting	selection 1st-3st		
Year	1994	1995	2006	2007-2012	2012
	Whangkeumbae (♀)	17-9-1		9 regions	'Greensis'
	×	:	17-9-30	(10 places)	
	Bartlett (♂)	17-9-285		Wonkyo Na-55	
No. of lines	100 flowers	285	1	1	1

**B**

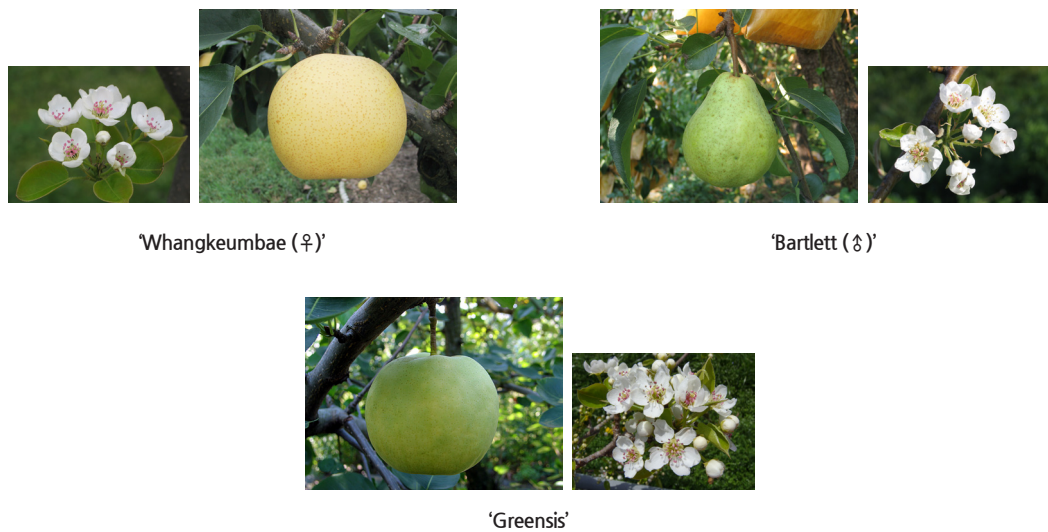


Fig. 1. Pedigree diagram of 'Greensis' pear (A) and shape of fruit and flower (B).

Table 1. Pear scab incidence of the six pear cultivars by artificial inoculation.

Cultivar	Species	Scab incidence <sup>z</sup> (%)
Beurre Hardy	<i>P. communis</i>	0.0 b <sup>y</sup>
Conference	<i>P. communis</i>	2.8 b
Chuhwangbae	<i>P. pyrifolia</i>	7.1 b
Joyskin	<i>P. pyrifolia</i>	44.3 ab
Niitaka	<i>P. pyrifolia</i>	69.4 a
Greensis	<i>P. pyrifolia</i> × <i>P. communis</i>	3.3 b

<sup>z</sup>Scab incidence was surveyed as number of leaves that had one or more lesions of total leaf or petiole in 2012.

<sup>y</sup>Means separation within columns by Duncan's multiple range test,  $p < 0.05$ .

### 품종의 구별성

'그린시스'의 수세는 다소 강하고 수자는 반개장형으로 모본인 '황금배'와 유사한 경향을 보였다(Table 2). 신초 발생은 잘 되는 편이나 수체에는 서양배의 특성이 남아 있어 단과지 형성 및 유지성이 다소 떨어졌으며, 화분친인 'Bartlett'은 결과지가 하수되는 경향인 것에 비해 '그린시스'는 종자친인 '황금배'와 더 가까운 특성을 보였다. '그린시스'는 검은무늬병(*Alternaria kikuchiana*)과 검은별무늬병에 강한 특성을 보였는데 특히, 검은별무늬병은 화분친인 'Bartlett'과 유사하였다.

Table 2. Tree characteristics and disease resistance of 'Greensis' in Naju from 2009 to 2012.

Cultivar	Tree vigor	Tree form	Spur formation	Disease resistance	
				Scab	Black leaf spot
Greensis	Vigorous	Semi spreading	Medium	Resistant	Resistant
Whangkeumbae	Vigorous	Semi spreading	Good	Susceptible	Resistant
Bartlett	Medium	Spreading	Good	Resistant	Resistant

'그린시스'는 나주에서 5년 평균 숙기가 9월 26일로 '황금배'보다 10일 가량 늦은 중생종이며 과피색은 녹색이다(Table 3). 과중은 470g 내외이고, 과형은 '원형'으로 종자친 '황금배'와 유사하였다. 후숙처리 하지 않은 'Bartlett'은 과육경도가 7.9kg/8mmφ로 단단하고, 과즙도 적었지만, '그린시스'는 과육경도 2.3kg/8mmφ로 유연하고 과즙이 풍부한 전형적인 동양배의 특성을 보였다.

Table 3. Fruit characteristics of 'Greensis' at Naju from 2009 to 2012.

Cultivar	Harvest	Fruit weight (g)	Fruit shape	SSC (°Bx)	Flesh texture (kg/8mmφ)	Flesh texture
Greensis	Sept. 26	468 ± 6 <sup>z</sup>	Round	12.3 ± 0.2	2.3 ± 0.3	Soft
Whangkeumbae	Sept. 15	502 ± 54	Round	12.3 ± 0.2	2.4 ± 0.1	Soft
Bartlett <sup>y</sup>	Sept. 10	255 ± 67	Obovate	11.9 ± 0.8	7.8 ± 2.3	Hard

<sup>z</sup>Means ± SD.

<sup>y</sup>Unripened fruits were used.

만개기는 4월 26일로 우리나라 주 재배품종인 '신고'에 비해 9-10일 정도 늦으며, 종자친인 '황금배'보다 약 6일이 늦고, 화분친인 'Bartlett'과 유사한 편으로 이와 같은 개화기의 연장은 화분친의 영향을 받은 것으로 생각된다(Table 4). '황금배'와 '그린시스'는 주두 기부 모용과 화분이 없는 것에 비해 'Bartlett'은 모용이 존재하고, 144mg/100화의 꽃가루가 조사되었다. '그린시스'의 화기 크기는 양친보다 다소 작은 경향을 나타냈다.

Table 4. Flower characteristics of 'Greensis' at Naju from 2009 to 2012.

Cultivar	Full bloom date	Number of flowers per inflorescence	Position of petal margins	Size of corolla	Pubescence on the base of stigma	Pollen (mg/100flowers)
Greensis	Apr. 26	6.7 ± 0.9 <sup>z</sup>	Irregular	Small	Absent	None
Whangkeumbae	Apr. 20	7.9 ± 1.1	Irregular	Medium	Absent	None
Bartlett	Apr. 25	6.2 ± 0.8	Apart	Medium	Present	144 ± 9

<sup>z</sup>Means ± SD.

'그린시스'의 잎크기는 '황금배'보다 작고, 'Bartlett'과 유사하며 잎의 모양은 '원형'이었다(Table 5). 'Bartlett'은 '둔거치'인데 비해 '황금배'는 거치의 각도가 매우 좁고 날카로운 '예거치'를 갖는다. '그린시스'는 거치, 엽 선단부와 기부 각도에 있어서 '황금배'와 유사한 형태를 보였다.

Table 5. Leaf characteristics of 'Greensis' at Naju from 2009 to 2012.

Cultivar	Size		Shape			
	Length (cm)	Width (cm)	Intactness	Apex	Base	Margin
Greensis	8.5 ± 0.6 <sup>a</sup>	7.2 ± 0.4	Round	Rounded	Rounded	Serrate
Whangkeumbae	10.8 ± 1.3	8.3 ± 0.8	Elliptic	Rounded	Rounded	Serrate
Bartlett	7.3 ± 0.4	4.2 ± 0.2	Narrow elliptic	Right angled	Right angled	Crenate

<sup>a</sup>Means ± SD.

### 품종의 농업적 특성

'황금배'와 'Bartlett'을 교배하여 육성한 '그린시스'의 자가불화합 인자 확인을 위해 Takasaki et al.(2004)의 방법에 의해 PCR을 수행하여 380bp와 1,000bp 크기의 PCR product를 얻었고, 각각의 PCR product를 sequencing한 후 NCBI에 등록되어 있는 자가불화합 인자의 염기서열 정보와 비교하였다(Fig. 2). 380bp의 PCR product는 '이십세기'(GenBank: AB009385.1)의 S<sub>4</sub> 인자와, 1,000bp의 PCR product는 'Williams'(GenBank: DQ871234), 'Beurre Precoce Morettini'(DQ871231), 'Rocha'(DQ663567), and 'Clapp's Favorite'(DQ871227)의 S<sub>6</sub> 인자와 동일하였다. '신고'와 '이십세기'의 교배로 얻어진 품종인 '황금배'의 자가불화합 인자는 S<sub>3</sub>S<sub>4</sub>로 보고되어(Kang et al., 2001), '그린시스'의 380bp의 PCR product는 '이십세기'와 '황금배'에서 유래된 S<sub>4</sub> allele인 것으로 판단되었다. 또한, 1,000bp의 product는 'Bartlett'의 S<sub>6</sub> 인자가 '그린시스'로 유전되었음을 추정할 수 있었다. 이것으로 '그린시스'의 자가불화합 인자는 교배 양친으로부터 하나씩 물려받은 S<sub>4</sub>S<sub>6</sub>임을 확인하였다.

'그린시스'를 개화기가 비슷하며 꽃가루가 풍부한 동양매 품종과 함께 심을 경우, '그린시스'는 동양매에는 존재하지 않은 S<sub>6</sub> allele을 보유하고 있기 때문에 교배친화성에 문제가 없어 안정적인 결실량 확보가 가능할 것으로 판단된다.

'그린시스'의 주요 형질에 대한 지역간 발현 특성을 조사한 결과(Table 6), 만개기는 4월 10일(대구)에서 4월 21일(춘천, 청원)까지로 위도에 따라 다르게 나타났고 숙기는 9월 21일(진주)에서 10월 4일(대구, 화성) 사이로 지역간에 14일의 차이를 보였다.

지역 적응 시험지의 평균 과중은 445g으로 익산에서 378g으로 가장 작았고, 대구에서 507g으로 가장 크게 나타났다. 당도는 춘천에서 가장 낮고, 나주에서는 13.3°Brix로 가장 높았으며 그 외 지역에서는 12.0°Brix 전후로 지역에 따른 편차 없이 비교적 안정적인 발현을 보였다. 과육의 질감, 산함량 등은 대부분의 지역에서 부드럽고, 석세포가 적어 종합적인 품질은 우수한 것으로 평가되었다.

### 신품종의 재배 및 번식상의 유의점

'그린시스'의 단과지 형성 및 유지성은 중간 정도이고 불충실한 꽃눈에서 착과한 과실은 과형이 불안정하므로, 안정적인 결실량 확보 및 정형과 생산을 위해서는 예비지 전정을 통한 우량 결과지를 확보하여야 한다. 개화기가 비교적 늦고, 꽃가루가 없으므로 개화기가 유사하며 꽃가루가 풍부한 '만향', '설원' 등을 수분수 및 보조 수분수로 재식하여 안정적인 결실 및 정형과 생산을 도모하여야 한다. 과피색이 녹색임을 감안하여 숙기 판정에 유의하고, 일반적인 녹색배 품종에 비해 동녹 발생 우려가 적지만 초기에 '황금배' 전용봉지를 씌워 과피에 동녹이 발생하지 않도록 유의한다.

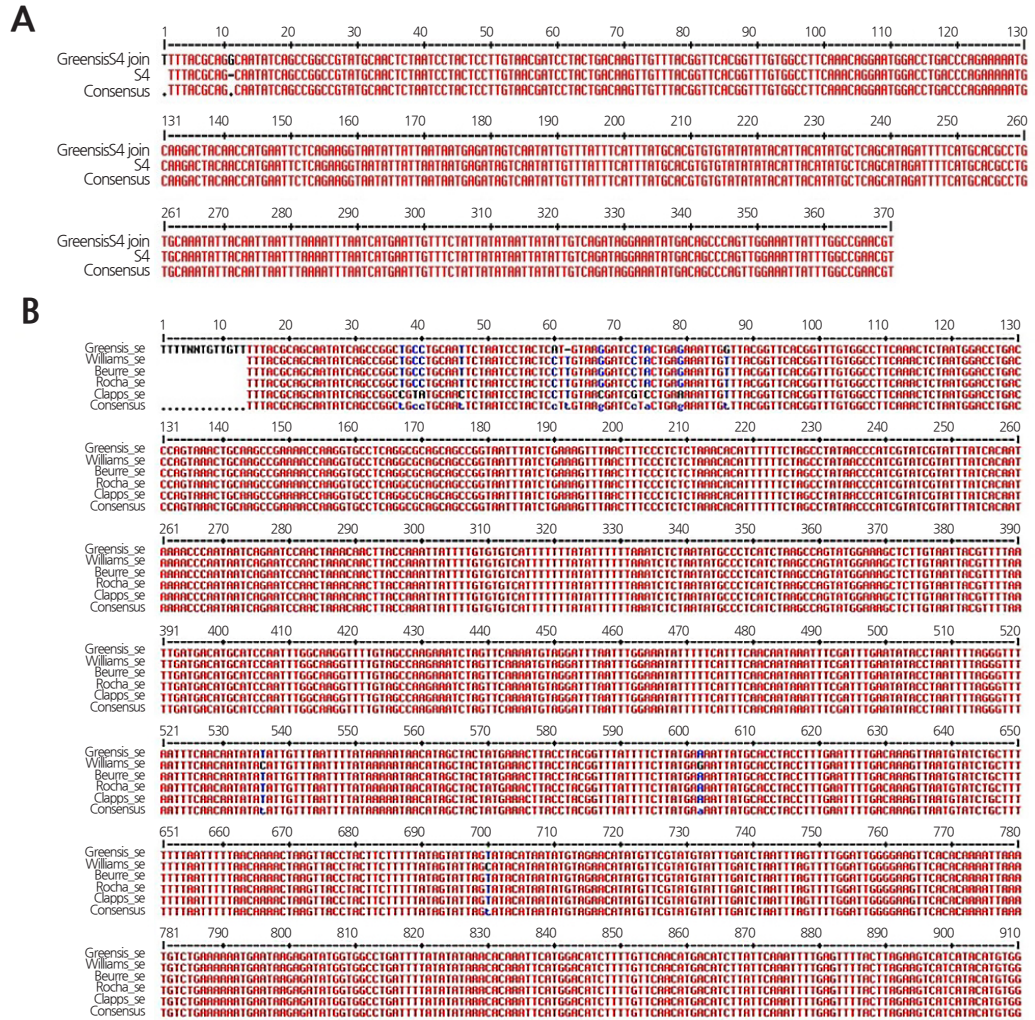


Fig. 2. Sequence alignment of 380 bp and 1,000 bp PCR products of 'Greensis'. (A) 380 bp PCR product and S<sub>4</sub> allele of 'Nijisseiki' complete CDs (GenBank: AB009385.1), (B) 1,000 bp PCR product and S<sub>e</sub> allele of Williams (GenBank: DQ871234), Beurle Precoce Morettini (DQ871231), Rocha (DQ663567), and Clapp's Favorite (DQ871227) partial CDs in *Pyrus communis*.

Table 6. Characteristics of 'Greensis' in various regions.

Region	Full bloom	Harvest	Fruit weight (g)	SSC (°Bx)	Flesh texture	Grittiness
Cheongwon	Apr. 21	Sept. 23	444 ± 38 <sup>z</sup>	12.4 ± 0.6	Soft	Negligible
Chuncheon	Apr. 19	Oct. 1	480 ± 22	11.6 ± 0.9	Soft	Negligible
Daegu	Apr. 10	Oct. 4	507 ± 33	12.3 ± 0.7	Soft	Negligible
Hwaseong	Apr. 17	Oct. 4	397 ± 119	12.2 ± 0.9	Soft	Negligible
Iksan	Apr. 12	Sept. 29	378 ± 37	12.1 ± 1.2	Soft	Negligible
Jinju	Apr. 12	Sept. 21	460 ± 57	12.3 ± 1.6	Soft	Negligible
Naju <sup>y</sup>	Apr. 11	Sept. 23	455 ± 37	13.3 ± 1.1	Soft	Negligible
Suwon	Apr. 21	Oct. 1	471 ± 77	12.4 ± 1.0	Soft	Medium
Yesan	Apr. 20	Sept. 27	416 ± 38	12.1 ± 0.7	Soft	Negligible

<sup>z</sup>Means ± SD.

<sup>y</sup>Data in Naju were calculated with two experimental plots on average.

## 신품종의 등록 및 이용정보

2013년 3월 18일에 국립종자원에 2013-216으로 품종보호를 출원하였으며, 2015년 품종등록(grant number, 5624) 완료되었다.

## 초 록

'그린시스'는 아삭하고 과즙이 풍부한 동양배에 검은별무늬병(*V. nashicola*)에 저항성을 인자를 도입하기 위해 1994년 국립 원예특작과학원 배연구소에서 '황금배'와 'Bartlett'을 교배하였다. 285개 교배실생 중 식미감이 뛰어난 '그린시스'를 2006년에 1차 선발하고 2007년부터 2012년까지 5년간 9개 지역 10개소에서 지역적응성을 검토한 후 2012년 최종 선발하였다. '그린시스'의 성숙기는 9월 26일로 원형에 녹색 과피를 갖는 품종이다. 평균과중은 470g 내외, 당도는 12.4°Brix이다. 과육은 아삭아삭하고 과즙이 풍부하여 식미가 좋다. '그린시스'의 엽 크기는 '황금배'보다 작고, 'Bartlett'과 유사하였다. 만개기는 4월 26일로 '황금배'보다 약 6일이 늦고, 'Bartlett'과 유사하였다. '그린시스'의 S allele 분석결과, S<sub>4</sub>S<sub>6</sub>로 확인되었는데 S<sub>4</sub> allele은 '황금배'로부터, S<sub>6</sub> allele은 'Bartlett'으로부터 유전되었다. '그린시스'는 검은별무늬병에 'Beurre Hardy', 'Conference' 등 서양배와 비슷한 수준의 저항성을 보였고, 검은무늬병(*A. kikuchiana*)에 포장저항성을 나타냈다.

**추가주요어:** *Alternaria kikuchi*, 교배육종, 병저항성, 종간교잡, *Pyrus pyrifolia*, 자기불화합, *Venturia nashicola*

## Literature Cited

- Abe K, Kurihara A (1992) Screening method of pear scab resistance. Bull Fruit Tree Res Stn 23:155-168
- Brewer LR, Morgan C, Alspach PA, Volz RK, White AG (2008) Interspecific pear breeding for flavour and texture. Acta Hort 800:461-468. doi:10.17660/ActaHortic.2008.800.58
- Cho EK, Cho WT, Lee EJ (1985) The casual organism of pear scab in Korea. Korean J Myco 13:263-265
- Kang SS, Cho KS, Cho HM, Ko GC (2001) Genotype for self-incompatibility in 'Whangkeumbae' pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) Cultivar. Korean J Hort Sci Technol 42:439-443
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation (KATI) (2015) Export status of agriculture, forest, fishery and food in Korea, pp 316-320
- Korean Rural Economic Institute (KREI) (2013) Market prospective and the production condition of environmentally friendly agricultural products. KREI, Naju, pp 231-237
- Rural Development Administration (RDA) (2003) Manual for agricultural investigation. RDA, Suwon, pp 535-537
- Rural Development Administration (RDA) (2012) Manual for agricultural investigation. RDA, Suwon, pp 633-636
- Shin IS, Hyeon IH, Hwang HS, Hong SS, Cho KH, Cho HM (2004) Screening of scab (*Venturia nashicola*) resistance germplasms in *Pyrus* species. Korean J Hort Sci Technol 22:63-68
- Takasaki T, Okada K, Castillo C, Moriya Y, Saito T, Sawamura Y, Norioka N, Norioka S, Nakanishi T (2004) Sequence of the S<sub>9</sub>-RNase cDNA and PCR-RFLP system for discriminating S<sub>1</sub>- to S<sub>9</sub>-allele in Japanese pear. Euphytica 135:157-167. doi:10.1023/B:EUPH.0000014907.50575