

소형과 수박의 생육과 과실 품질 증진을 위한 야생종 수박 대목 이용

장윤아* · 문지혜 · 안세웅 · 김상규 · 허윤찬 · 이희주 · 위승환 · 전희

농촌진흥청 국립원예특작과학원

Improvement of the Growth and Fruit Quality of Mini Watermelons Grafted onto Rootstocks of the Wild Watermelon Accessions

Yoonah Jang*, Ji Hye Moon, Sewoong An, Sang Gyu Kim, Yun Chan Huh, Hee Ju Lee, and Seung Hwan Wi, Hee Chun

National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Wanju-gun, Jeollabuk-do, 565-852, Korea

Abstract. The interest in mini watermelon (*Citrullus lanatus*) with small fruits weighing 2-3 kg has increased by the increasing trend in one-person households and consequent tendency to consume small meals. Watermelon grafting onto cucurbit rootstocks is a very effective way to control soil-borne diseases, such as Fusarium wilt; however, this practice negatively impacts the fruit quality. This study was conducted to investigate the growth, fruit set, and fruit quality of mini watermelon grafted onto wild watermelon accessions (*Citrullus* spp.) resistant to Fusarium wilt. Five watermelon accessions (Galactica, IT 208441, PI 482322, PI 500303, and PI 593358) were evaluated as rootstocks for the mini watermelon “Ministar”. Non-grafted “Ministar” and “Ministar” grafted onto “Shintozwa” (*Cucurbita maxima* D. *C. moschata* D.) or “Bullojangsaeng” (*Lagenaria leucantha*) were used as controls. The roots of the transplants grafted onto “PI 593358” and “Shintozwa” weighed more than those on other rootstocks. Additionally, the transplants on “PI 593358” showed better growth and fruit set in the field than the other transplants. However, the total soluble solid contents and fruit quality indices of the transplants on “PI 593358” and “Shintozwa” were lower, whereas the total fruit quality index of those on “PI 482322” was higher. Thus, the wild watermelon accessions tested can potentially be used as basic germplasm for developing watermelon rootstocks instead of cucurbit rootstocks. The most promising accession for this purpose was found to be “PI 482322”.

Additional key words : *Citrullus lanatus*, *Citrullus lanatus*, fruit quality, graft compatibility, scion

서 론

수박(*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai)은 대표적인 여름 과일로, 국내뿐만 아니라 중국, 러시아, 이란, 터키 등 세계적으로도 널리 이용되는 주요 채소이다. 2017년 국내 수박 재배면적은 12,661ha, 생산량 506,741t, 생산액은 7,546억원이었다(MAFRA, 2018). 우리나라에서 이용되는 수박 품종은 대부분 6-8kg의 중대형과로, 과일 형태가 둥글고 껍질색은 녹색에 호피무늬가 있으며 과육색은 홍색, 종지는 흑색을 띠는 특징이 있다(RDA, 2018b).

가구원수의 감소 및 1인 가구의 증가로 소포장 형태의 먹기 간편하고 음식물 쓰레기 발생이 적은 식품을 선호하는 등 소비패턴의 변화에 따라, 수박에 있어서도 조각

수박, 씨 없는 수박, 소형수박 등 이용 형태가 다양해지고 있다(KREI, 2018). 최근에는 과실 무게 2~3kg 내외의 소형과 수박에 대한 관심과 이용이 증가하는 추세이다. 국내에 출원된 수박 품종 130품종 중 소형과 전용 품종은 10품종 내외로, 아직까지는 기존의 중형과 품종을 이용하여 재식거리, 줄기수 및 착과수를 조절하는 재배기술이 주로 활용되고 있다(RDA, 2018a).

수박 등 박과 채소의 접목재배는 덩굴쪄김병, 선충 등 토양전염성 병해를 방지하기 위하여 실용화되었으며, 내병성 증대 목적 외에도 축성 및 억제재배 등 시설재배에서의 저온 신장성 증대와 대목의 왕성한 뿌리발육에 의한 흡비력의 증가로 인한 수량증대 등을 목적으로 광범위하게 활용되고 있다(Davis 등, 2008b; Ko, 1999). 2017년 전문육묘장에서 생산된 수박의 접목비율은 91.2%에 이른다(KREI, 2019).

수박 접목재배시 수박과의 친화성이 좋은 박(*Lagenaria siceraria* L.)을 대목으로 주로 이용하는데, 박 대목만을

*Corresponding author: limejya@korea.kr

Received September 27, 2019; Revised October 21, 2019;

Accepted October 23, 2019

특이적으로 침해하는 박 덩굴쪄김병균(*Fusarium oxysporum* f. sp. *lagenariae*)에 의한 시들음 증상이 발생하여 문제가 되고 있다(RDA, 2018). 병 저항성이 강하고 뿌리 발육이 왕성한 호박(*Cucurbita maxima* Duchesne × *Cucurbita moschata* Duchesne) 대목은 덩굴쪄김병 등 토양전염성 병해에는 강하지만, 양분흡수(특히 질소질)에 의한 웃자람이나 과번무, 기형과 발생의 우려가 있다. 또한 호박 대목을 이용한 접목재배시에는 과실의 식감이 안 좋고 호박 냄새가 나거나 과피가 두꺼워지는 등 과실의 품질이 떨어진다는 보고가 있다(Alexopoulos 등, 2007; Davis 등, 2008a; Zhao 등 2011). 반면 야생종 수박(*Citrullus amarus*, 변경 전 학명 *Citrullus lanatus* var. *citroides*)을 대목으로 이용하는 경우 호박 대목에 비해 세력이 약하기는 하지만, 수박과의 접목친화성이 높고 품질이 좋은 장점이 있다. 야생종 수박은 덩굴쪄김병, 선충 등 내병성과 불량환경 내성이 우수한 것으로도 보고되고 있다(Ko 등, 2012; Thies 등, 2015; Wechter 등, 2012).

일본, 미국, 유럽 등에서는 소형과 수박의 재배 및 유통이 일반화되어 있으나(RDA, 2018a), 국내에서는 아직 연구개발 단계로 소형과 재배기술 확립이 필요하다. 중대형과 수박은 일반적으로 1포기에 1과를 생산하는데 반해 소형과 수박은 1포기에 2과를 생산한다. 소형과 수박의 과중은 중대형과의 25-50% 내외로, 중대형과 수박을 생산하는 경우에 비해 대목의 왕성한 뿌리 발달 및 강한 세력에 대한 요구도가 상대적으로 낮은 편이다. 따라서 세력은 강하나 과실 품질이 떨어지는 호박 대목을 대체하여, 수박과의 접목친화성이 높은 야생종 수박의 대목으로서의 이용가능성을 기대할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 덩굴쪄김병 저항성 수박 공대를 이용한 접목재배시 소형과 수박의 생육 및 착과 특성, 과실의 품질을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

덩굴쪄김병에 저항성이 있는 것으로 평가된 야생종 수박 5종(Galactica, IT 208441, PI 482322, PI 500303, PI 593358)을 대목으로 이용하였다(Table 1). 시판 대목 참박 ‘블로장생’(신젠타 코리아(주), 한국)과 호박 ‘신토좌’(농우바이오, 한국)을 대조로 비교하였다. 접수는 소과형 전용 수박품종 ‘미니스타’(더드립, 한국)를 이용하였으며, ‘미니스타’ 실험묘를 접목묘에 대한 대조로 이용하였다.

2019년 4월 15일 원예용 상토(홍농바이오1호, 홍농종묘사, 한국)를 채운 50공(W 280 × L 540 × H 48mm, W 8 × L 16셀, 셀 용량 73mL, (주)범농, 한국), 128공 플러그 트레이(W 280 × L 540 × H 50mm, W 5 × L 10셀, 셀 용량 21mL, (주)범농, 한국)에 각각 대목 종자와 접수 종자를 파종하고 상토가 충분히 젖을 정도의 물을 두상관수 하였다. 접수 실생은 일주일 뒤인 2019년 4월 22일에 50공 플러그 트레이에 파종하였다. 발아를 촉진시키기 위해 온도 27°C로 설정된 발아실에 2일간 두었다. 그리고 베로형 유리온실(남북동, 길이 38 × 폭 24m, 측고 4.5m) 내 육묘온실의 육묘베드 위로 옮겨 육묘하였다. 날씨 및 작물의 생육단계에 따라 하루 1-2회 두상관수하였다. 파종 후 7일이 지난 2019년 4월 22일 접수와 대목의 자엽이 완전히 전개되었을 때, 편엽합접 방법으로 접목하였다.

접목 직후 각 단의 상단에 2열의 LED 등(적색 2 : 청색 1, 광량 80μmol·m⁻²·s⁻¹)이 부착된 5단 대차(W 500 × L 2,000 × H 1,500mm)에 플러그 트레이를 올려놓고, 온도 26°C, 상대습도 90% 이상으로 설정된 활착실에서 7일 동안 활착시켰다. 접목 활착이 끝난 후에는 육묘온실의 육묘베드에서 육묘하였다.

Table 1. *Citrullus* accessions used as rootstocks in the experiments.

Accession/ cultivar	Definition	Origin	Resistance to <i>Fusarium oxysporum</i> ^a
Galactica (K134150)	<i>Citrullus lanatus</i>	Turkey	R ^b
IT 208441	<i>Citrullus lanatus</i>	Unknown	R
PI 482322	<i>Citrullus amarus</i>	Zimbabwe	R
PI 500303	<i>Citrullus amarus</i>	Zambia	R
PI 593358	<i>Citrullus lanatus</i>	China	R
Bullojangsaeng	<i>Lagenaria leucantha</i>	Korea	R
Shintozwa	<i>Cucurbita maxima</i> D. × <i>C. moschata</i> D.	Korea	R
Ministar	<i>Citrullus lanatus</i>	Korea	-

^aThe disease resistance of watermelon accessions was the results reported by Kim et al. (2018).

^bR, MR, and S mean resistant, moderately resistant, and susceptible, respectively.

2. 수박 접목묘의 하우스 재배

길이 40m, 폭 7m, 동고 3.7m, 측고 1.7m의 단동 비닐하우스(270m²)에 파종 후 29일 된 수박 접목묘와 파종 후 22일 된 실생묘를 2019년 5월 14일 정식하여 재배하였다. 정식 전 채소 밑거름용 복합비료를 용량에 맞게 사용하고 토양을 잘 섞은 뒤, 폭 2.5m의 두둑을 2줄 만들었으며, 가운데 고랑의 폭은 0.5m로 하였다. 두둑의 양쪽 끝 부분에 점적 테이프를 2줄 설치하고, 흑색 비닐 필름으로 두둑을 멀칭하였다. 시험구 배치는 난괴법 2반 복으로 하여, 각 반복에 처리별 10주씩 정식하였다(재식 밀도 1.1주/m²). 식물체 사이의 재식 간격은 0.3m였으며, 정식 후 식물체 주변부에 물을 충분히 주어 활착이 촉진될 수 있도록 하였다. 이후 날씨와 식물체의 생육상태를 고려하여 점적관수 하였으며, 착과 후 2회에 걸쳐 추비용 비료(양액재배용 종합 ‘한방’ 비료, N-P-K-Ca-Mg = 15-3-6-8-4me·L⁻¹, (주)코셀, 한국)를 각각 200g, 400g 씩 물에 녹여 공급하였다.

덩굴 유인을 위해 멀칭 비닐 위에 깔개용 벚짚을 깔고 핀으로 고정하였다. 어미 줄기와 2개의 아들 줄기를 유인하여 3줄기를 재배하였고, 정식 후 29일에서 35일 후인 6월 12일에서 19일 사이 아들 줄기의 2-3번째 암꽃

에 수꽃의 꽃가루를 인공수분 하였다. 착과가 확실해진 시기에 과실을 수확 식물체당 2개의 과실을 키웠다. 인공수분 후 약 한달 뒤인 7월 15일에서 19일 사이 순차적으로 수확하였다.

재배기간 중 하우스 내 기온, 지온, 상대습도 및 광량을 측정하기 위해, 온습도 센서가 내장된 데이터로거(WatchDog 1000 Series Micro Stations, 측정 범위 -40-85°C, Accuracy: -20 to 50°C 조건에서 ±0.6°C, 그 외 조건에서 ±1.2°C, 측정 범위 0-100%, Accuracy: 25°C, 10-90% 조건에서 ±3%, 그 외 조건에서 ±5%, Spectrum Technologies, Inc., USA)와 지온센서(External (soil) temperature sensor, 측정 범위 -32-100°C, Accuracy ±0.5°C, Spectrum Technologies, Inc., USA), PAR (Photosynthetically Active Radiation) 센서(LightScout Quantum Light sensor, Range/Resolution 0-2500μmol·m⁻²·s⁻¹, Accuracy ±5%, Spectrum Technologies, Inc., USA)를 식물체 부위(지면으로부터 높이 0.3m)에 설치하였다. 데이터는 30분 간격으로 측정, 기록하여 수집하였다. 하루 동안 측정된 시간대별 광량을 적산하여 일 적산광량을 계산하였다. 재배기간 중 하우스 내 일일 최고, 평균, 최저 기온은 각각 25.2-43.3°C, 19.0-29.8°C, 8.7-22.6°C로, 재배 후반

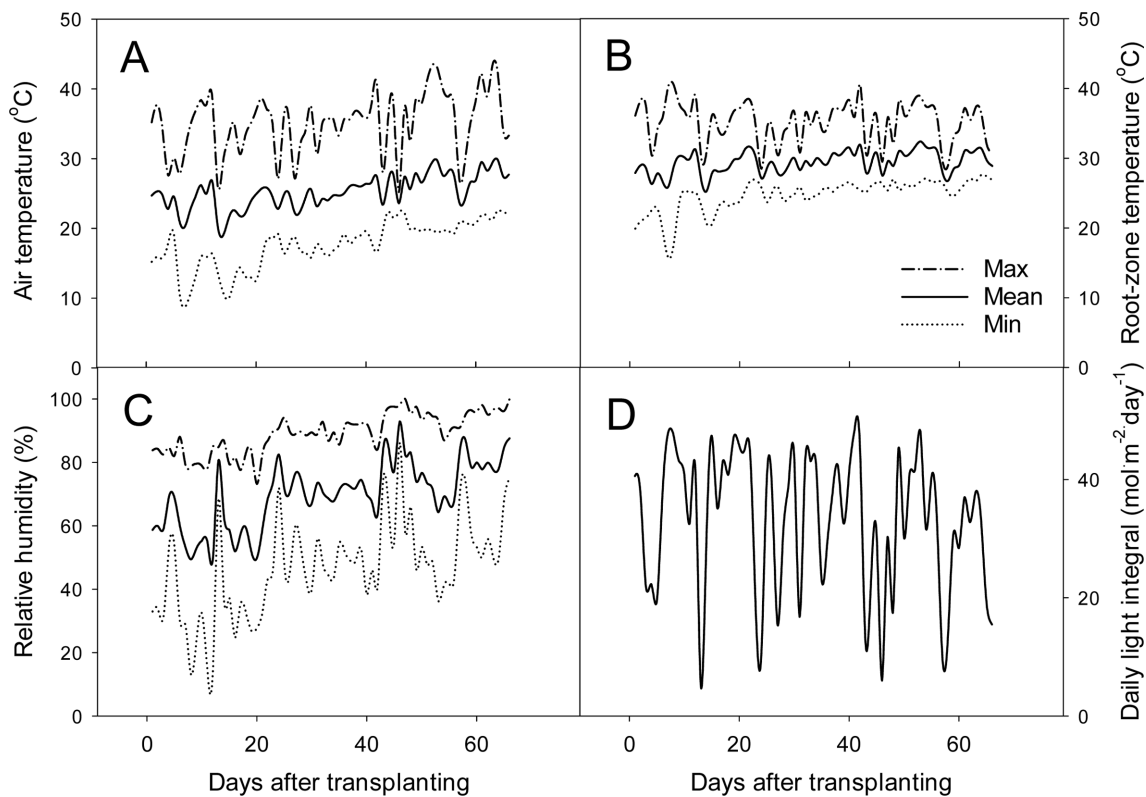


Fig. 1. Changes in daily maximum (max), mean, and minimum (min) air temperature (A), root-zone temperature (B), relative humidity (C), and daily light integral during the cultivation.

부로 갈수록 상승하는 경향을 보였다(Fig. 1). 최고, 평균, 최저 지온은 각각 28.5-40.5°C, 25.3-32.4°C, 15.7-27.6°C로, 기온보다는 변화폭이 작고 안정적이었다. 최고, 평균, 최저 상대습도는 각각 73.2-100%, 49.4-92.9%, 13.1-86.3%였으며, 일적산광량은 평균 33mol·m⁻²·day⁻¹이었다.

3. 조사 및 통계분석

대목으로 평가한 야생종 수박 5종과 시판 박, 호박 대목의 파종 후 7일째 초장 및 엽장, 엽폭을 5주씩 조사하였다. 정식 전 접목묘를 대목종류별 3주씩 채취하여, 초장, 엽수, 엽면적(엽면적 측정기 이용, LI-3100, Li-cor Inc., USA), SPAD 값(엽록소 측정기 이용, SPAD-502, Konica Minolta, 일본), 접목묘의 접목부위를 기준으로 대목과 접수 부위의 경경, 지상부와 지하부의 생체중을 측정하였다. 조사 후 시료를 75°C로 설정된 열풍건조기(DS-80-3, 다솔과학, 한국)에서 3일 이상 건조하여 건물중을 측정하였다.

정식 후 24일째 어미줄기의 길이, 정식 후 64일째 접목부위, 대목과 접수 부위 각각의 경경과 수확 전 과실의 착과 절위를 조사하였다. 반복의 처리별 식물체 3주에서 수확한 과실 6개의 과중을 측정하였으며, 그 중 3개의 과장, 과폭, 과피두께, total soluble solids(TSS)를 측정하였다. TSS는 반으로 가른 과실의 정 중앙부위 과육의 즙액을 채취하여 당도계(ABBE refractometer, PAL-1, Atago, 일본)로 측정하였다. Lee 등(2017)의 관능검사 방법을 참고하여, 관능평가 경험이 있는 연구원 28명을 대상으로 수확 과실에 대한 관능평가를 실시하였다. 수박의 관능평가는 과실 품질 평가시 중요하게 생각되는 맛, 식감, 향, 종합식미로 구분하여 총 4항목에 대해 10점 척도로 실시하였다. 수박의 맛 항목은 맛이 없으면 1점, 맛이 좋을수록 높은 점수를 부여하여 보통의 맛이면 5점, 맛이 아주 좋으면 10점을 부여하게 하였다. 수박의 식감은 푸석푸석하면 1점, 보통은 5점, 사각사각할수록 10점을 부여하게 하였다. 수박의 향은 수박 향이 약하고 호박 향과 같은 이상한 냄새가 나면 1점, 보통은 5점, 수박 향이 강할수록 10점을 부여하도록 하였다. 수박의 종합식미는 전반적으로 아주 나쁘면 1점, 보통은 5점, 아주 좋으면 10점을 부여하도록 하였다.

수집된 자료는 시그마플롯(v.14.0, Systat Software Inc., UK)와 SAS 통계프로그램(v.9.4, SAS Institute, USA)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

소형과 수박 안정 생산을 위한 접목재배기술 확립을

Table 2. The growth of *Citrullus* accessions at 7th day after sowing.

Accession/ cultivar	Hypocotyl length (cm)	Length of cotyledon (cm)	Width of cotyledon (cm)	Length/ width of cotyledon
Galactica	3.58cd ²	2.50e	1.58e	1.58bc
IT 208441	4.20b	3.28d	2.18d	1.51c
PI 482322	3.62c	2.72e	1.72e	1.58bc
PI 500303	4.72a	3.60c	2.40c	1.50c
PI 593358	3.53cd	4.30b	2.78b	1.55c
Bullo- jangsaeng	3.36d	4.78a	2.58c	1.85a
Shintozwa	3.58cd	5.02a	3.06a	1.64b

²Different letters indicated a significant difference within the column at the P≤0.05 according to Duncan's multiple range test (n=5).

위하여, 덩굴쪼김병 저항성 수박 자원의 대목으로서의 이용가능성을 평가하였다. 대목으로 평가한 야생종 수박 5종과 시판 박 대목 품종 ‘블로장생’, 호박 대목 품종 ‘신토좌’의 파종 후 7일째 생육은 Table 2 및 Fig. 2와 같았다. 검토된 대목 자원의 배축 길이는 4cm 내외였으며, 떡잎의 크기는 길이 2.50-5.02cm, 폭 1.58-3.06cm로 ‘신토좌’ 호박 대목이 가장 컸다. ‘신토좌’에 비해 수박의 떡잎 크기는 상대적으로 작았으며, 그 중 ‘PI 593358’이 길이 4.30cm, 폭 2.78cm로 가장 컸고, ‘Galactica’가 길이 2.50cm, 폭 1.58cm로 가장 작았다. 수박 5종의 떡잎 엽폭에 대한 엽장의 비는 1.5내외였다.

접목묘의 생육에 있어서도 대목 ‘PI 593358’에 접목한 접목묘가 엽수 6매, 엽면적 104cm², 생체중 7.33g, 건물중 0.85g으로 생육량이 가장 컸다. 반면 대목 ‘Galactica’에 접목한 접목묘는 엽수 4매, 엽면적 63cm², 생체중 3.79g, 건물중 0.46g으로 가장 작았다(Table 3). 정식 후 24일째 어미줄기의 길이와 정식 후 64일째 접목부위의 경경 또한 대목 ‘PI 593358’에 접목한 처리가 각각 144cm, 15mm로 그 값이 가장 컸다(Fig. 3, Fig. 4). 과실 수확이 종료된 후 대목종류별 뿌리의 상태를 살펴보면 대목 ‘신토좌’의 뿌리량이 가장 많았고 세근이 잘 발달되어 있었다(Fig. 5). 수박 대목의 경우 ‘PI 593358’의 뿌리량이 많은 편이었다. 대목의 왕성한 뿌리 생육과 초세는 접목묘의 생육을 촉진하는 것으로 보고되고 있다(Davis 등, 2008b; Jang 등, 2012, 2014; Petropoulos 등, 2012). 접목묘 뿌리의 건물중이 대목 ‘신토좌’와 비슷하게 큰 값을 나타낸 대목 ‘PI 593358’은 그 값이 다른 수박 대목의 2-3배에 이르며, 이러한 왕성한 뿌리 생육이 접목묘의 생육 및 정식 후 생육을 촉진한 것으로 생각된다.

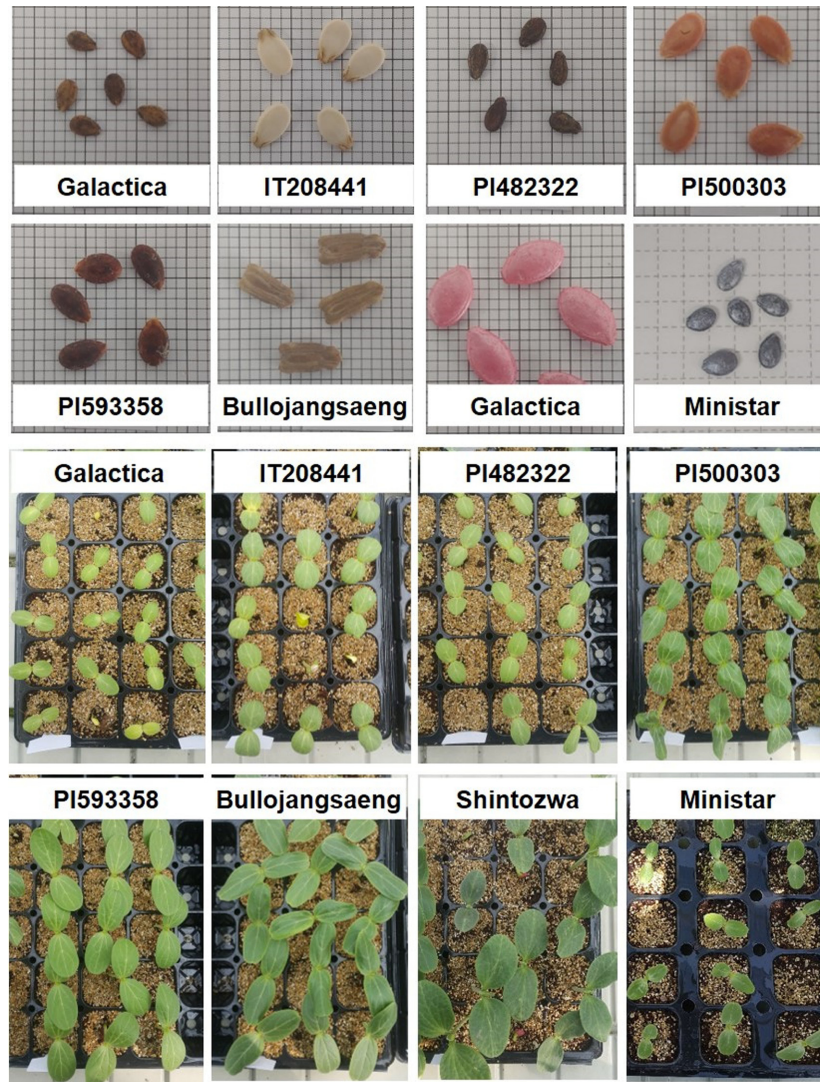


Fig. 2. The seeds (upper) and seedlings (down) of Citrullus accessions at 7th day after sowing.

Table 3. The growth of watermelon transplants influenced by Citrullus rootstocks.

Rootstock or scion	Plant height (cm)	No. of leaves	Leaf area (cm ²)	SPAD value	Stem diameter (mm)		Fresh weight (g)		Dry weight (g)	
					Rootstock	Scion	Shoot	Root	Shoot	Root
Galactica	9.9b ^z	4.3b	62.75bc	38.4b	3.51bc	2.92bc	3.267d	0.538c	0.421b	0.041c
IT 208441	12.6b	5.0ab	66.57bc	44.2b	3.52bc	3.00bc	3.902cd	0.693bc	0.519b	0.049bc
PI 482322	10.4b	5.0ab	63.18bc	40.9b	3.16cd	2.72cd	3.370d	0.507c	0.450b	0.034c
PI 500303	12.1b	5.3ab	75.55b	38.6b	2.95d	2.95bc	4.321bc	0.794bc	0.568b	0.050bc
PI 593358	16.5a	6.0a	103.96a	40.8b	4.06a	3.44a	6.111a	1.222a	0.763a	0.087a
Bullojangsaeng	12.5b	4.7b	75.35b	38.8b	3.97ab	3.28ab	5.058b	1.265a	0.535b	0.065b
Shintozwa	10.2b	4.3b	59.12c	42.4b	4.09a	2.45de	4.764b	0.989ab	0.527b	0.081a
Ministar (non-graft)	6.5c	3.0c	33.15d	51.0a	2.13e	2.13e	1.672e	0.147d	0.179c	0.007d

^zDifferent letters indicated a significant difference within the column at the P≤0.05 according to Duncan's multiple range test (n=3).

접목 부위를 기준으로 대목과 접수 경경의 비(접수 경경/대목 경경)는 ‘미니스타’ 실생 및 대목 ‘신토좌’, ‘IT 208441’, ‘PI 482322’에 접목한 처리구는 0.9-1.0내외로, 대목과 접수의 경경이 비슷하였다. 반면 대목 ‘PI 500303’

및 ‘PI 593358’에 접목한 처리구의 대목과 접수 경경의 비는 각각 1.37, 1.24로, 대목에 비해 접수의 경경이 굵었으며, 대목 ‘불로장생’ 처리구의 경우 0.82로 대목에 비해 접수의 경경이 가늘었다. 접목재배시 대목과 접수

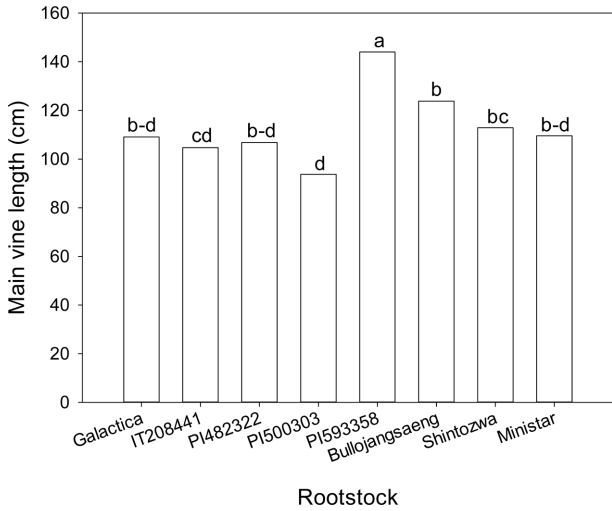


Fig. 3. Main vine length influenced by *Citrullus* rootstocks at 24days after transplanting. Different letters indicated a significant difference within the column at the $P \leq 0.05$ according to Duncan's multiple range test ($n=20$).

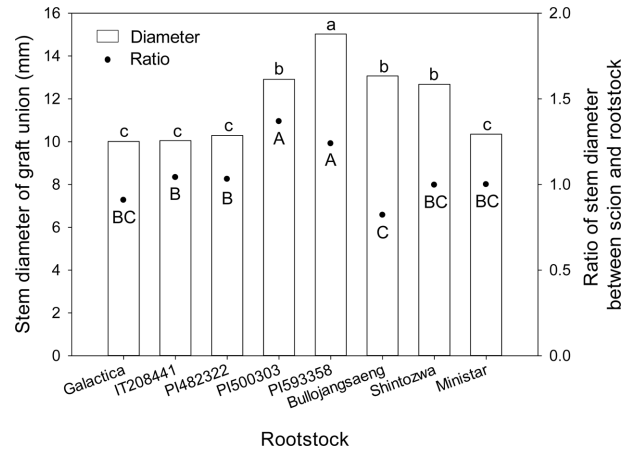


Fig. 4. The stem diameter of graft union and ratio of stem diameter between scion and rootstock influenced by *Citrullus* rootstocks. Different letters indicated a significant difference within the column at the $P \leq 0.05$ according to Duncan's multiple range test ($n=6$).



Fig. 5. The root of *Citrullus* rootstocks after planting.

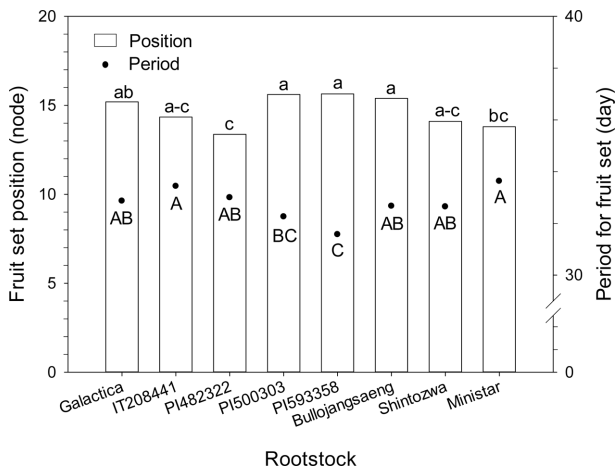


Fig. 6. The fruit set position and period for fruit set after transplanting influenced by *Citrullus* rootstocks. Different letters indicated a significant difference within the column at the $P \leq 0.05$ according to Duncan's multiple range test ($n=10$).

의 생장속도 차이로, 대목보다 접수의 경경이 굵어지거나(overgrowth of the scion) 대목의 경경이 접수보다 굵어지는 현상이 발생하기도 한다. Ko는(1999) 이에 대한 원인을 양, 수분 및 동화산물 요구(sink activity)에 대한 접수와 대목의 공급력(source)의 질적, 양적 차이에 기인한다고 하였다. 이러한 현상은 특히 과수 접목에 있어 보고되고 있다. Kallsen과 Parfitt(2011)에 의하면, 이는 대목과 접수 사이의 접목친화성(graft compatibility)과 관련되어 있으며, 대목과 접수 경경의 굵기 차이 없이 대목, 접목부위, 접수의 굵기가 전반적으로 비슷한 것이 바람직하다고 하였다.

수박 과실의 착과 절위는 평균 13-16번째 마디로, 대목종류에 따라 차이를 보였다(Fig. 6). 대목 'PI482322'에 접목한 처리구가 13번째 마디로 가장 낮은 절위에 착과되었으며, '미니스타' 실생은 14번째 마디, 대목 'PI

500303', 'PI 593358' 접목한 처리구는 16번째 마디로 대목 'PI 482322'에 접목한 처리구보다 3마디 정도 윗마디에 착과되었다. 정식 후 착과가 이루어지기까지 소요된 기간은 평균 32-34일로 대목종류에 따라 2일 정도의 차이를 보였다. 대목 'PI 593358' 접목한 처리구의 착과 소요 기간이 가장 짧았으며, 대목 'IT208441'에 접목한 처리구와 '미니스타' 실생이 가장 길었다. 접목은 접수 식물체의 개화 및 과실의 수확에도 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Davis 등, 2008b). 수박을 박 대목에 접목한 경우 다른 대목에 접목한 경우에 비해 암꽃의 형성이 빨라졌으나, 적은 보다 낮은 온도조건에서는 개화와 과실 성숙이 지연되었다고 하였다. 대목 'PI 593358'에 접목한 처리구는 다른 대목에 접목한 처리구에 비해 착과 절위가 높았으나, 생육속도가 빨라 착과 소요기간이 짧았던 것으로 생각된다.

수확한 수박 과실은 평균 과중 3kg, 과장 20cm, 과폭 17cm, 과피두께 8mm 내외로 대목종류에 따른 차이가 없었지만, TSS는 '미니스타' 실생에서 가장 높았고 대목 'PI 593358'과 '신토좌'에 접목한 처리구에서 가장 낮았다(Table 4). 수박 과실의 품질을 결정하는 단맛, 식감, 향과 전반적인 기호도를 10점 척도로 평가하여 Table 5에 나타내었다. 식감에 있어서는 대목종류에 따른 차이가 없었으나, 단맛, 향, 전반적인 기호도에 있어서는 대목종류에 따라 차이가 있었다. 단맛에 있어서 대목 'PI 593358'에 접목한 수박의 값이 3.89로 가장 낮았으며, 대목 'PI 500303' 접목한 처리구가 그 다음으로 낮았다. '미니스타' 실생과 '블로장생'을 비롯한 그 외 대목에 접목한 수박은 비슷한 단맛을 나타내는 것으로 평가되었다. 향에 있어서도 대목 'PI 593358'에 접목한 수박이 4.57로 가장 값이 낮았으며, 대목 'PI 500303'에 접목한 처리구가 그 다음으로 낮았다. 반면 대목 'PI 482322'와 'IT 208441'에 접목한 수박은 향이 좋은 것으로 평가되었다. 전반적인 기호도에 있어서도 대목 'PI 482322'에 접목한 수박은 6.18

Table 4. Fruit mass, fruit length and width, flesh thickness, and total soluble solids (TSS) of watermelon influenced by *Citrullus* rootstocks.

Rootstock	Fruit mass (kg/plant)	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Flesh thickness (mm)	TSS (°Brix)
Galactica	3.3a	20.5a	17.6a	8.1a	14.1ab
IT 208441	2.6a	18.7a	16.6a	6.7a	13.4a-c
PI 482322	2.7a	17.9a	16.0a	7.1a	13.3bc
PI 500303	3.4a	20.3a	17.6a	8.9a	13.6a-c
PI 593358	3.3a	18.8a	17.0a	7.6a	13.1c
Bullojangsaeng	3.6a	20.7a	18.0a	7.7a	14.0a-c
Shintozwa	3.0a	19.8a	17.3a	8.1a	13.1c
Ministar (non-graft)	2.7a	19.3a	17.8a	7.5a	14.3a

[†]Different letters indicated a significant difference within the column at the $P \leq 0.05$ according to Duncan's multiple range test ($n=6$).

Table 5. The sensory characteristics of watermelon influenced by *Citrullus* rootstocks.

Rootstock	Sweetness	Texture	Flavor	Overall acceptance
Galactica	5.71a	5.71a	5.93ab	5.86ab
IT 208441	5.89a	5.54a	6.07a	5.79ab
PI 482322	5.93a	5.75a	6.14a	6.18a
PI 500303	4.14bc	5.14a	4.89c	4.64cd
PI 593358	3.89c	4.46a	4.57c	4.54d
Bullojangsaeng	5.50a	5.18a	5.43a-c	5.46a-c
Shintozwa	5.07ab	5.36a	5.18bc	5.32a-d
Ministar (non-graft)	5.46a	4.79a	5.43a-c	5.18b-d

^aDifferent letters indicated a significant difference within the column at the $P \leq 0.05$ according to Duncan's multiple range test ($n=6$).

의 가장 높은 점수를 나타낸 반면, 'PI 593358'에 접목한 처리구는 4.54로 가장 낮은 값을 나타내었다.

접목이 과실 품질에 미치는 영향은 대목과 접수의 조합에 따라 다르며, 긍정적 또는 부정적 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Davis 등, 2008a,b). 수박의 경우 '신토좌' 대목에 접목했을 때 과실의 당도와 식미지수가 다른 대목에 접목한 경우나 접목을 하지 않은 경우에 비해 낮았다(Huh 등, 2003). 호박 대목을 이용한 접목재배시 수박 과실의 품질이 저하는 호박 대목의 왕성한 생육 및 양분흡수에 기인한 것으로 보고 있다(Davis 등, 2008b). 특히 소형과 수박 접목재배시 생육이 왕성한 호박대목은 과실의 지나친 비대, 기형과 발생, 과육 중심에 백색 섬유(white fiber) 발생 등 심각한 품질 저하를 초래하였다(Edelstein 등, 2014). 본 실험에서도 호박대목 '신토좌'와 수박 대목 중 생육이 왕성했던 'PI 593358'에 접목한 수박의 TSS값이 낮았고 관능평가 값도 낮았다. 반면 수박 대목 'IT 208441'과 'PI 482322'에 접목한 수박의 관능평가 값은 높은 편이었다.

수박의 경우 저온신장성이 다소 떨어지는 것으로 알려져 있으나, 야생종 수박 'PI 482322'은 12°C의 저온에 대한 내성이 우수하며(Yong 등, 2000), 대목으로 이용했을 경우 저온에서 접수의 생장이 '신토좌' 대목과 유사할 정도로 좋았다고 보고된 바 있다(Ko 등, 2012). 또한 *Didymella bryoniae* (Auersw.)에 의한 덩굴마름병(Hong 등, 1998), *Podosphaera xanthii* (Castagne) Braun & Shishkoff에 의한 흰가루병(Zhang 등, 2011), *Acidovorax avenae subsp. citrulli*에 의한 수박 과일썩음병(Ma와 Wehner, 2015), 파파야 원형반점 바이러스(Papaya ringspot virus, PRSV) 수박 계통(PRSV-W) 및 호박 황화 모자이크 바이러스(Zucchini yellow mosaic virus, ZYMV)(Levi 등, 2017)에도 저항성을 갖는 것으로 보고되고 있어, 환경 내성과 병 저항성이 우수하여 대목으로서의 이용가능성이

높은 것으로 판단된다. 따라서 소형과 수박 접목재배시 야생종 수박 'PI 482322' 등을 대목으로 이용함으로써 안정적인 생육 및 과실 품질 확보가 가능함을 확인할 수 있었다. 검토된 야생종 수박은 호박 및 박 대목을 대체하는 대목 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

적 요

최근 식품 소비패턴 변화로 과실 무게 2~3kg 내외의 소형과 수박에 대한 관심과 이용이 증가하는 추세이다. 호박 대목을 이용한 수박 접목재배는 덩굴썩병 등 토양 전염성 병 관리에 유용하나, 왕성한 생육으로 과실 품질이 저하하는 문제가 제기되고 있다. 본 연구에서는 덩굴썩병 저항성 수박 공대를 이용한 접목재배시 소형과 수박의 생육 및 착과 특성, 과실의 품질을 검토하였다. 덩굴썩병에 저항성이 있는 것으로 평가된 야생종 수박 5종(Galactica, IT 208441, PI 482322, PI 500303, PI 593358)을 대목으로 이용하여, 편엽합점으로 접목한 뒤 비닐하우스에서 재배, 수확하여 생육과 과실 품질을 조사하였다. 접수는 소과형 전용 수박품종 '미니스타'를 이용하였으며, 시판 대목 참박 '블로장생'과 호박 '신토좌'를 대조로 비교하였다. 수박 대목 'PI 593358'에 접목한 처리구가 '신토좌' 대목에 접목한 처리구와 함께 우수한 뿌리 발달 등 왕성한 생육을 보이며 빠른 착과가 이루어졌으나, 과실 품질에 있어 'total soluble solids(TSS)' 값과 관능평가 값이 낮았다. 반면 수박 대목 'PI 482322'에 접목한 수박의 관능평가 값은 높은 편이었다. 따라서 소형과 수박 접목재배시 야생종 수박 'PI 482322' 등을 대목으로 이용함으로써 안정적인 생육 및 과실 품질 확보가 가능함을 확인할 수 있었다. 검토된 야생종 수박은 호박 및 박 대목을 대체하는 대목 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

추가 주제어: *Citrullus lanatus* *Citrullus lanatus*, 과실 품질, 접목친화성, 접수

사 사

본 연구는 농촌진흥청 시험연구사업(PJ01262202)의 지원으로 이루어졌음

Literature Cited

- Alexopoulos, A.A., A. Kondylis, and H.C. Passam. 2007. Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. *J. Food Agri. Environ.* 5:178-179.
- Davis, A.R., P. Perkins-Veazie, R. Hassell, A. Levi, S.R. King, and X. Zhang. 2008a. Grafting effects on vegetable quality. *HortScience* 43:1670-1672
- Davis, A.R., P. Perkins-Veazie, Y. Sakata, S. López-Galarza, J.V. Maroto, S.G. Lee, Y.C. Huh, Z. Sun, A. Miguel, S.R. King, R. Cohen, and J.M. Lee. 2008b. Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences.* 27:50-74.
- Edelstein, M. J., Tyutyunik, E. Fallik, A. Meir, Y. Yadmor, and R. Cohen. 2014. Horticultural evaluation of exotic watermelon germplasm as potential rootstocks. *Sci. Hort.* 165:196-202.
- Hong, J.R., Y.J. Im, M.K. Kwon, B.H. Cho, and K.C. Kim. 1998. Screening of resistant watermelon cultivars against gummy stem blight fungus, *Didymella bryoniae*, and comparison of protein expression between cultivars after infection. *Korean J. Plant Pathol.* 14:339-344. (in Korean)
- Huh, Y.C., Y.H. Woo, J.M. Lee, and Y.H. Om. 2003. Growth and fruit characteristics of watermelon grafted onto *Citrullus* rootstocks selected for disease resistance. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44:649-654. (in Korean)
- Jang, Y., E. Yang, M. Cho, Y. Um, K. Ko, and C. Chun. 2012. Effect of grafting on growth and incidence of Phytophthora blight and bacterial wilt of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Hort. Environ. Biotechnol.* 53:9-19.
- Jang, Y., Y.C. Huh, D.K. Park, B. Mun, S. Lee, and Y. Um. 2014. Greenhouse evaluation of melon rootstock resistance to *Monosporascus* root rot and vine decline as well as yield and fruit quality in grafted 'Inodorus' melons. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 32:614-622.
- Lee, D.U., J.M. Bae, J.H. Lim, and J.H. Choi. 2017. Prediction of consumer acceptance of oriental melon based on physicochemical and sensory characteristics. *Hort. Sci. and Tech.* 35:446-455.
- Levi, A., R.L. Jarret, C.S. Kousik, W.P. Wechter, P. Nimmakayala, and U. Reddy. 2017. Genetic resources of watermelon. In: R. Grumet, J. Garcia-Mas, N. Katzir (eds.). *Genetics and genomics of Cucurbitaceae*. Springer International Publishing AG 2016. P. 87-110. <https://doi.org/10.1007/7397-2016-34>.
- Ma, S. and T.C. Wehner. 2015. Flowering stage resistance to bacterial fruit blotch in the watermelon germplasm collection. *Crop Sci.* 55:727-736.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), Republic of Korea. 2018. Agriculture, food and rural affairs statistics yearbook. MAFRA, Sejong.
- Kallse, C.E. and D.E. Parfitt. 2011. Comparisons of scion/rootstock growth rates among U.S.
- Kim, S.G., J.H. Moon, T.S. Park, and E.Y. Yang. 2018. Collection and evaluation of watermelon genetic resources for resistant rootstock development to *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (Abstract). Proceedings of the 2018 Spring Conference of the Korean Society of Int. Agric. P217.
- Ko, H.C., W.M. Lee, J.J. Noh, K.S. Park, D.K. Park, K.D. Ko, J.M. Lee, and Y.C. Huh. 2012. Growth and development of watermelon plants grafted onto *Citrullus* rootstocks with resistance to fusarium wilt at two temperature regimes. *J. of Bio-Environ. Cont.* 21:33-38. (in Korean)
- Ko, K.D. 1999. Response of Cucurbitaceous rootstock species to biological and environmental stresses. PhD Diss., Seoul National Univ., Seoul.
- Korea Rural Economic Institute (KREI). 2018. 2018 statistical reports on food consumption behavior. KREI, Naju.
- Korea Rural Economic Institute (KREI). 2019. The establishment of seed industry statistic system KREI. Naju.
- Petropoulos, S.A., E.M. Khah, and H.C. Passam. 2012. Evaluation of rootstocks for watermelon grafting with reference to plant development, yield and fruit quality. *Int. J. of Plant Production* 6:481-491.
- Rural Development Administration (RDA), Republic of Korea. 2018a. Research for establishment of mini-watermelon standard cultural practices (Research report, Project number PJ011217). RDA, Jeonju.
- Rural Development Administration (RDA), Republic of Korea. 2018b. Watermelon (The textbook for farming no. 104). RDA, Jeonju.
- Thies, J.A., S. Buckner, and M. Horry. 2015. Influence of *Citrullus lanatus* var. *citroides* rootstocks and their F₁ hybrids on yield and response to root-kont nematode, *Meloidobryne incognita*, in grated watermelon. *HortScience* 50:9-12.
- Wechter, W.P., C. Kousik, M. McMillan, and A. Levi. 2012. Identification of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* Race 2 in *Citrullus lanatus* var. *citroides* plant introductions. *HortScience* 47:334-338.
- Yong, X.U., H. Zhang, G. Kang, and Y. Wang. 2000. Studies on physiological and biochemical characteristics and inheritance of chilling tolerance of seedlings on watermelon wild germplasm. *ACTA Agriculturae Boreali-Sinica* 15(2):67-71.
- Zhang H., S. Guo., G. Gong, and Y. Ren. 2011. Sources of resistance to race 2WF powdery mildew in U.S. watermelon plant introductions. *HortScience* 46:1349-1352.