

덩굴썩김병 저항성 대목용 수박 유전자원을 이용한 접목수박묘의 적온 및 저온하에서의 생장반응

고호철¹ · 이우문² · 노재종³ · 박경섭² · 박동금² · 고관달² · 이정명⁴ · 허윤찬^{1*}
¹국립농업과학원, ²국립원예특작과학원, ³전북농업기술원, ⁴경희대 원예학과

Growth and Development of Watermelon Plants Grafted onto *Citrullus* Rootstocks with Resistance to Fusarium Wilt at Two Temperature Regimes

Ho-Cheol Ko¹, Woo-Moon Lee², Jae-Jong Noh³, Kyoung-Sub Park², Dong-Kum Park², Kwan-Dal Ko², Jung-Myung Lee⁴, and Yun-Chan Huh^{1*}

¹National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-100, Korea

²National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea

³Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 570-140, Korea

⁴Dept. of Horticulture, KyungHee University, Suwon 449-701, Korea

Abstract. Growth response of ‘Sambokkul’ watermelon grafted onto different rootstocks including 4 *Citrullus* rootstocks and 3 other cucurbitaceous rootstocks was evaluated at two different temperature regimes. Significant reduction in plant growth rate was observed in plants grown at low temperatures (LT) as compared to those grown at normal or optimal temperatures. Relative growth reduction were 40~47% for vine length, 39~51% for total leaf area, 38~59% for shoot fresh weight, and 57~87% for plant dry weight, respectively. Watermelon rootstock PI 482322 showed comparable plant growth as the most popular rootstock ‘Shintozwa’ even at LT. ‘Sambokkul’ watermelon grafted onto watermelon hybrids, ‘PI 271969 × PI 296341’ and ‘PI 271769 × Calhoun Gray’, showed comparable plant growth as ‘FR Dantos’ bottle gourd rootstock. Index of growth ability at LT, which was calculated on the basis of reduced rate of vine length, dry weight and leaf area, was significantly high in *C. martinezii*, ‘Shintozwa’, PI 482322, and ‘PI 271769 × PI 296341’ rootstocks (50% or higher) and low in own-rooted ‘Sambokkul’ or in watermelon plants on ‘Knight’ rootstock. Watermelon hybrids, ‘PI 271969 × PI 296341’ and ‘PI 271769 × Calhoun Gray’, showed better or at least comparable growth at low temperatures as compared to ‘FR Dantos’, confirming the feasibility of using watermelon rootstocks even in low temperature conditions.

Key words : bottle gourd, grafting, low temperature, Shintozwa

서 론

수박의 접목재배는 덩굴썩김병 등의 토양전염성 병을 방제하기 위하여 1920년대 초에 시작되어 실용화되었으며, 근래에는 내병성 증대의 목적 외에도 대목의 저온신장성과 왕성한 흡비력 때문에 시설재배에서 많이 이용하고 있다(Lee, 1989; Lee, 1994).

수박은 고온성 작물로 저온에서는 생육이 지연되거나 억제되기 때문에 우리나라와 같이 시설재배를 많이 하는 재배환경에서는 생산안정성 차원에서 저온신장성이 특히 중요시된다. 저온신장성은 대목의 종류와 품종에 따라 차이가 있는데, 일반적으로 저온순화력이 높은 품종은 낮은 품종에 비하여 광합성 능력이 크고(Arisawa 등, 1980; King 등, 1988), 호흡억제 정도가 작으며(Tachibana, 1989) 양수분 흡수력이 높다(Tachibana, 1987). 저온하에서는 뿌리에 아미노산이 축적된다(Duncan과 Widholm, 1987; Wang, 1987).

*Corresponding author: wmelon@korea.kr
Received September 15, 2011; Revised December 14, 2011;
Accepted December 23, 2011

특히 저온은 뿌리의 활력을 저하시켜 양수분의 흡수와 광합성을 감소시키는 주요 원인이 되며, 광합성 산물의 이용능력 저하와 호흡장애, 괴사, 성숙지연 및 착과 불안정 등을 야기한다(Hale와 Orcutt, 1987; Tachibana, 1989; Reyes와 Jennings, 1994, Lim, 2010).

본 연구에서는 덩굴쪄김병에 강한 수박 유전자원을 수박용 대목으로 개발하기 위하여 대목으로 갖추어야 할 저온내성 및 저온생육반응 등을 평가하여 대목이용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

시험 재료로 접수는 ‘삼복꽃’(몬산토), 대목은 수박 유전자원의 계통인 PI 482322와 F₁인 ‘PI 271769 × Calhoun Gray’ 및 ‘PI 271769 × PI 296341’, 대만의 農友種苗에서 시판하고 있는 대목용 수박 F₁ ‘Knight’ 그리고 대비종으로 *Cucurbit martinuzzi*, ‘신토좌’, ‘FR 단토스’ 및 자근묘를 시험재료로 이용하였다. 대목은 접수보다 3일 먼저 최아시켜 파종하였으며, 접목은 대목 파종 후 7일~12일에 편엽절단합접 방법으로 하였다. 접목 후 온도와 습도 유지를 위하여 차광망으로 차광한 소형터널에 접목묘를 넣어 5일간 관리하고 접목 후 6일부터는 일반 육묘법으로 관리하였다. 접목 후 30일 경에 직경 25cm 플라스틱 포트에 파트너 상토(농우바이오)와 유기질 퇴비(강력 바이오콤포)를 3:1의 비율로 혼합한 배양토를 넣은 후 구당 10주씩 묘를 이식하였다. 이식후 활착을 촉진하기 위하여 7일 동안 최저온도 18 ± 3°C로 유지되는 유리온실에서 관리한 후, 대목별 3주씩 3반복으로 저온과 적온으로 조절되는 온실에서 관리하였다. 조사는 재배기간 중의 기온, 온도처리 30일 후의 덩굴길이, 엽면적, 생체중, 건물중 등의 지상부 생육과 생체중 및 건물중 등의 지하부 생육, 그리고 광합성량, 기공전도도 및 증산율을 조사하였으며 저온신장성 지수를 환산하였다. 기온은 자동 온·습도측정계(Hans system, TR-72)로 측정하였다.

지상부 및 지하부 생육은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(RDA, 1995)에 준하여 조사하였다. 대목별 광합성량, 기공전도도와 증산율의 측정은 온도처리 30일째에 오전 10시부터 오후 2시 사이에 휴대용 광합성 측정장치(LI 6400, LI-COR)를 사용하여 대목별 3

주씩 측정하였다. 측정부위는 생장점에서 8~12번째 잎이었으며, 측정조건은 기온 2 ± 82°C, 습도 31 ± 3%, CO₂ 농도 340 ± 10ppm, 광량은 2000 μmol · m⁻² · s⁻¹, 유속 500 μm · s⁻¹이었다.

저온신장성 지수는 Ko(1999)가 제안한 방법으로 저온과 적온조건에서 차이가 비교적 많았던 덩굴길이, 건물중과 엽면적으로 아래 공식을 이용하여 구하였다.

$$\text{저온신장성지수} = [(V_{LT}/V_{OT}) + (DW_{LT}/DW_{OT}) + (LA_{LT}/LA_{OT})]/3 \times 100$$

저온재배시의 덩굴길이(V_{LT}),
건물중(DW_{LT})과 엽면적(LA_{LT})
적온재배시의 덩굴길이(V_{OT}),
건물중(DW_{OT})과 엽면적(LA_{OT})

결과 및 고찰

저온과 적온으로 조절되는 온실에서 측정한 재배기간 중의 기온은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 재배기간 동안의 야간최저온도는 저온처리 온실이 9~14.5°C, 적온처리 온실이 16.4~24.1°C 범위였고, 평균기온은 저온구가 15.1°C, 적온구가 22.1°C였으며, 30일 동안의 적산 기온은 각각 482.7°C, 714.7°C였다.

적온 또는 저온처리에 따른 대목별 생존율과 지상부 생육은 Table 1에서 보는 바와 같다. 대목별 접목구에서 모두 왜화증상이나 고사된 식물체가 전혀 없이 정상적인 생육을 보였다. 적온과 저온처리에서 모두 무접목묘보다 수박, 박이나 호박 등의 대목에 접목한 수박묘에서 덩굴길이, 엽면적, 생체중 등이 모두 높았다. 덩굴길이와 엽면적 등은 접목구간에는 큰 차이가 없었으나, 식물체당 생체중은 *C. martinuzzi*와 ‘신토좌’ 호박을 대목으로 이용한 식물체에서 무거웠다.

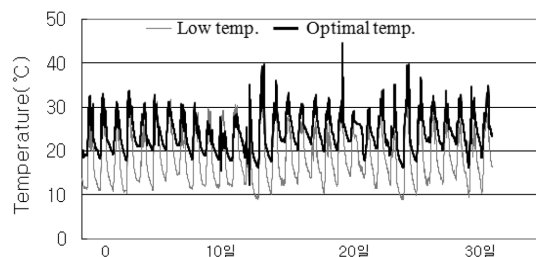


Fig. 1. Changes in air temperature under the cool and optimum growing conditions.

덩굴쫄김병 저항성 대목용 수박 유전자원을 이용한 접목수박묘의 적온 및 저온하에서의 생장반응

Table 1. Effects of different rootstocks on the survival rate and the shoot growth of grafted ‘Sambokkul’ watermelon grown for 30 days under optimal or low temperature condition.

Rootstock or scion	Survial percentage (%)	Vine length (cm)		Leaf area (cm ² · pl ⁻¹)		Shoot fresh weight (g · pl ⁻¹)	
		OT ^z	LT ^y	OT	LT	OT	LT
Knight	100	211.9 b ^x	90.2 ab	2,441 ab	969 bc	170.6 ab	69.8 bc
PI 482322	100	213.5 ab	92.6 ab	2,288 ab	1,106 ab	162.5 ab	77.4 b
PI 271769 × Calhoun Gray	100	220.2 a	94.6 ab	2,428 ab	993 bc	171.2 ab	65.4 c
PI 271769 × PI 296341	100	217.9 ab	93.7 ab	2,321 ab	974 bc	160.3 b	68.3 bc
FR Dantos	100	211.1 b	83.9 bc	2,356 ab	918 bc	167.4 ab	72.0 bc
Shintozwa	100	211.4 b	90.0 ab	2,235 b	1,081 ab	180.4 a	95.7 a
<i>C. martinizii</i>	100	218.9 ab	103.9 a	2,523 a	1,289 a	178.6 a	106.2 a
Watermelon seeding	100	178.9 c	71.0 c	1,918 c	782 c	124.4 c	49.6 d

^zOptimal temperature: Minimum air temperature of 16.4~24.1°C.

^yLow temperature: Minimum air temperature of 9.0~14.5°C.

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

저온에서 30일간 생육한 식물체는 적온에서 생육한 것에 비해 덩굴길이는 40~48%, 엽면적은 40~47%, 지상부 생체중은 39~51%, 식물체 건물중은 57~87% 수준으로 저온조건에서 생육한 수박 식물체의 생장이 감소하였다. 덩굴길이의 상대적인 생장은 접목여부나 대목종류에 따른 차이 없이 저온에서 재배될 경우가 많 이 감소하는 것으로 나타났다. 엽면적의 상대생장은 *C. martinizii*, ‘신토좌’와 PI 482322 대목에 접목한 식물체에서 상대적으로 적게 감소하는 경향을 보였다. 지상부 생체중은 *C. martinizii*와 ‘신토좌’ 대목구에서 적은 생육구의 59%와 53% 수준이었으며 PI 482322 도 상대적인 성장감소가 비교적 적었다. 수박 유전자원 인 PI 482322는 수박 덩굴쫄김병 저항성은 없지만 덩굴마름병 저항성이며(Hong 등, 1998) 저온신장성이 강하다고(Xu 등, 1998) 보고된바 있는데, PI 482322 를 대목으로 이용한 경우, 저온에서 상대적인 접수의 생장은 ‘신토좌’ 대목과 유사할 정도로 높게 나타나서 대목으로의 이용 가능성을 증명해 주었다. ‘PI 271769 × PI 296341’과 ‘PI 271769 × Calhoun Gray’ 대목은 ‘FR 단토스’ 대목구와 유사한 접수생육을 보였다.

본 연구에서 대목으로 이용한 수박은 야생종으로 초 세와 뿌리생육이 재배종 수박보다 상당히 왕성하기 때 문에 대목으로 이용해도 박 등의 대목용 박과작물에 접목한 식물체에 비교해도 동등 이상의 생육정도를 보 인 것으로 판단된다.

적온 또는 저온처리에 따른 대목별 식물체당 건물중 을 비교한 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 식물체 당 건물중은 적온과 저온에서 모두 *C. martinizii*와

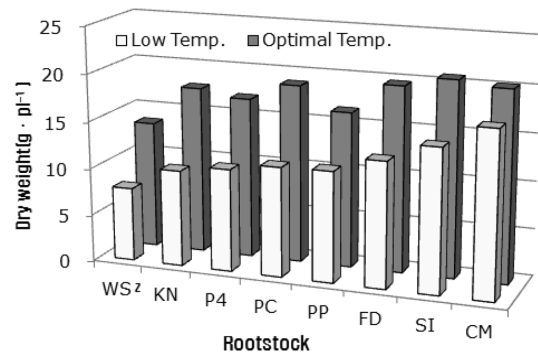


Fig. 2. Effects of different rootstocks on dry weight of grafted watermelon plants grown for 30 days under optimal or low temperature conditions. ^zWS: Watermelon seedling, KN: Knight, P4: PI 482322, PC: PI 271769 × Calhoun Gray, PP: PI 271769 × PI 296341, FD: FR Dantos, SI: Shintozwa, CM: *C. martinizii*.

‘신토좌’를 대목으로 이용한 식물체에서 무거웠으며, ‘FR 단토스’는 수박 대목과 유사한 경향이었고, 접목하 지 않은 자근묘에서 적었다.

적온조건에서 생육한 식물체와 비교한 저온조건에서 의 식물체 건물중은 접목여부나 대목종류에 따른 차이 없이 저온에 의하여 감소하였는데, 수박 자근묘의 건물 중은 적은 생육구의 41%로 가장 많이 감소하였으며, *C. martinizii*와 ‘신토좌’ 대목구에서는 85%와 84%로 적온과 저온조건에서 생육한 식물체의 건물중 차이가 적었다. 수박 유전자원 대목구는 ‘FR 단토스’ 대목구 와 유사하였다.

이상을 종합해 볼 때 저온에서의 대목별 초기 생육 은 호박류인 ‘신토좌’와 *C. martinizii*를 대목으로 접

목한 식물체에서 컸으며 현재 수박 대목으로 많이 이용하고 있는 ‘FR 단토스’와 수박 유전자원을 대목으로 이용한 식물체의 생육은 유사하였고 무접목 식물체보다 우수하였다.

대목과 접수의 친화성은 접목 재배시 고려해야 할 가장 중요한 요건으로 접목된 식물체는 형태적, 생리적으로 많은 변화를 보이는데 일반적으로 대목과 접수가 식물분류학상 근연(近緣)일수록 접목친화성이 높은 것으로 알려져 있다(Andrews와 Marquez, 1993).

따라서 수박 유전자원의 저온기재배에서 이들 수박 대목을 이용해도 박과 유사한 정도의 저온신장성이 있을 것으로 판정되며 접목친화성도 높은 것으로 판단된다.

적온과 저온에서 30일간 생육한 수박의 대목별로 광

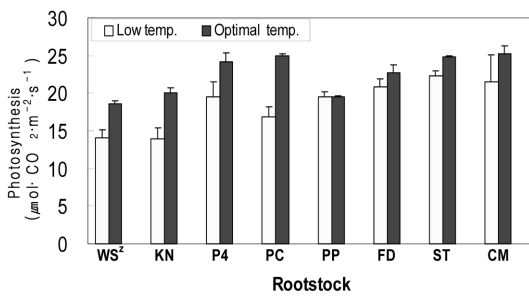


Fig. 3. Effects of different rootstocks on the photosynthesis of grafted ‘Sambokkul’ watermelon grown for 30 days under optimal or low temperature conditions. Vertical bars represent mean \pm standard error. ^zSee footnotes in Fig. 2.

합성 능력을 비교한 결과는 Fig. 3과 같다. 대목으로 이용한 수박 F₁인 ‘PI 271769 \times PI 296341’을 제외한 무접목묘와 접목묘는 저온조건에서 광합성량이 9~32% 정도 감소하였는데, ‘PI 271769 \times Calhoun Gray’와 ‘Knight’ 대목구에서 저온과 고온에서의 광합성량의 유의차가 있었다. 저온에서의 대목별 광합성 속도는 무접목묘와 ‘Knight’를 접목한 처리에서 낮았으며, 다른 처리간에서는 유의성이 없었다. 적온에서의 광합성 속도는 무접목묘, ‘Knight’와 ‘PI 271769 \times PI 296341’에서 낮았으며, ‘FR 단토스’, PI 482322, ‘신토좌’와 *C. martinii*를 대목으로 접목한 묘에서는 22.75~25.2 $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 범위였다.

저온과 적온에서 생육후의 수증기 기공전도도와 증산율을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 기공전도도는 적온에 비하여 저온에서 생육한 식물체가 27~73% 수준으로 그 감소정도는 ‘PI 271769 \times PI 296341’ 대목구에서 가장 적었고, *C. martinii*, ‘PI 271769 \times Calhoun Gray’ 대목구와 무접목묘에서 상대적으로 컸다. 온도별 기공전도도는 적온처리에서는 0.22~0.78 $\text{mol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 범위로 대목간에 유의한 차이가 없었으나 저온에서는 0.09~0.19 $\text{mol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 범위로 PI 482322 대목구가 *C. martinii* 대목구에 비해 유의하게 높았다.

증산율은 적온에 비해 저온에서 24~74% 수준으로 기공전도도에서와 유사한 경향을 보였는데, 저온에서는 PI 482322 대목에서 높았으며, 적온에서는 ‘PI 271769 \times PI 296341’ 대목구와 무접목묘에서 낮은 경

Table 2. Effects of different rootstocks on the stomatal vapor conductance and transpiration rate of grafted ‘Sambokkul’ watermelon plants grown for 30 days under the optimal or low temperature conditions.

Rootstock	Stomatal vapor conductance ($\text{molH}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)		Transpiration rate ($\text{mmolH}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	
	OT ^z	LT ^y	OT	LT
Knight	0.49 ab ^x	0.13 bc	7.28 a	3.13 abc
PI 482322	0.76 a	0.19 a	8.72 a	3.99 a
PI 271769 \times Calhoun Gray	0.78 a	0.12 bc	8.79 a	2.80 abc
PI 271769 \times PI 296341	0.22 b	0.16 ab	4.68 b	3.45 ab
FR Dantos	0.57 ab	0.12 bc	7.51 a	2.86 abc
Shintozwa	0.73 a	0.16 ab	9.05 a	3.70 ab
<i>C. martinii</i>	0.73 a	0.09 c	9.13 a	2.21 c
Watermelon seeding	0.53 ab	0.10 bc	6.96 ab	2.71 bc

^zOptimal temperature: Minimum air temperature of 16.4~24.1°C.

^yLow temperature: Minimum air temperature of 9.0~14.5°C.

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

덩굴썩짐병 저항성 대목용 수박 유전자원을 이용한 접목수박묘의 적온 및 저온하에서의 성장반응

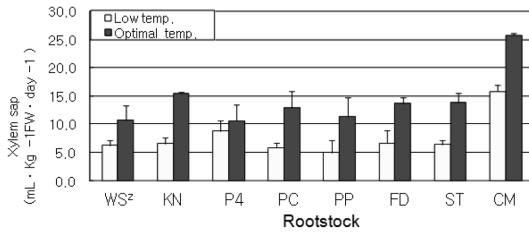


Fig. 4. Amount of xylem sap from decapitated ‘Sambokkul’ watermelon as influenced by rootstocks and growing temperature conditions. Plants were grown under optimal and low temperature conditions for 30 days before decapitation. Vertical bars represent mean \pm standard error. *See footnotes in Fig. 2.

향이였다.

적온과 저온조건하에서의 30일 동안 재배한 수박의 줄기를 절단하여 24시간 동안 채취한 일비액량을 비교한 결과는 Fig. 4에서 보는 바와 같다.

적온처리에서 대목별 생체중 100g당 목부 일비액은 *C. martinézii* 대목에 접목한 처리에서 25.8mL로 가장 많았으며, 무접목묘와 PI 482322 대목구에서 적은 경향이였다. 저온조건에서도 *C. martinézii* 대목구가 15.8mL로 많았으며, 다음으로 PI 482322 대목이 많이 분비하는 경향이였다. 적온조건보다 저온조건에서 생육한 식물체의 목부 일비액이 대목별로 17~57% 정도 감소하는 경향이였다.

적온처리와 비교하여 저온에서 성장감소가 현저하였던 덩굴길, 건물중과 엽면적 등의 감소율로 구한 저

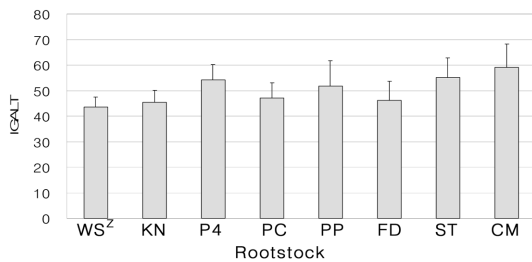


Fig. 5. Index of growth ability at low temperature (IGALT) in ‘Sambokkul’ watermelon grafted onto various rootstocks. $IGALT = [(VL_{LT}/VL_{OT}) + (DW_{LT}/DW_{OT}) + (LA_{LT}/LA_{OT})]/3 \times 100$, in which VL_{LT} , DW_{LT} , LA_{LT} are vine length, dry weight and leaf area obtained under low temperature conditions; VL_{OT} , DW_{OT} , LA_{OT} are vine length, dry weight and leaf area obtained under optimum temperature condition. Vertical bars represent mean \pm standard error. *See footnotes in Fig. 2.

온신장성 지수는 Fig. 5에서 보는 바와 같다.

대목별 저온신장성 지수는 매우 다양하게 나타났는데, *C. martinézii*, ‘신토좌’, PI 482322와 ‘PI 271769 \times PI 296341’을 대목으로 이용한 처리에서 50 이상으로 비교적 높았으며 무접목묘와 ‘Knight’에서는 낮았다. 우리나라에서 수박 대목으로 많이 이용하고 있는 박 품종인 ‘FR 단토스’ 대목구보다 PI 482322, ‘PI 271769 \times PI 296341’, ‘PI 271769 \times Calhoun Gray’ 대목구에서 저온신장성이 좋거나 유사한 것으로 나타나서 저온기재배에서 이들 수박 대목을 이용해도 박대목과 유사한 정도의 저온신장성이 있을 것으로 판단되었다.

Okimura 등(1986)은 수박의 대목별 저온신장성의 지표로 20°C의 성장량을 100으로 하여 14°C에서의 생육지수를 구한 결과, 생육량은 ‘신토좌’ 45.0, 박 37.5, 동아 19.8, 수박인 ‘Charleston Gray’ 대목구는 19.8이라 하였고, 오이는 17°C 대비 13°C의 생육량은 ‘흑종’ 87.8, ‘신토좌’ 83.4, ‘공대’ 66.3, 별오이 (*Sicyos angulatus*)는 53.0이라 하였다. Ko(1999)는 대목용 박과작물 자체에 대한 저온신장성을 평가한 결과 박이 상대적으로 저온신장성이 낮았는데 비하여, 호박류 대목인 ‘신토좌’, ‘홍토좌’ 및 ‘흑종호박’의 저온신장성이 좋았다고 보고하였다.

대목의 구비조건중 저온신장성은 덩굴썩짐병 저항성 다음으로 중요한 조건으로 수박 생육에 불리한 저온기에 무리하게 재배하는 우리나라의 시설재배에는 필수적인 구비조건이라 할 수 있다.

따라서 본 실험에서는 각종 대목에 수박을 접목하여 저온신장성을 평가하였는데 박대목에 접목한 수박보다 호박류인 ‘신토좌’와 *C. martinézii*를 대목으로 접목한 수박에서 생육초기의 저온신장성이 좋은 경향이였다. 그러나 수박 유전자원을 대목으로 이용했을 경우에도 이와 유사하게 저온신장성이 좋은 경향으로 밝혀져서 이들 유전자원의 수박 대목으로의 활용 가능성을 확인할 수 있었다.

적 요

덩굴썩짐병 저항성 수박 유전자원과 대목으로서 잠재력이 있는 박과작물의 수박 대목으로의 이용 가능성을 검토하기 위하여 수박대목 4계통을 포함한 7종류의

대목묘에 접목한 삼복꿀 수박을 저온조건과 적온조건
의 하우스에서 재배하면서 그 생육 반응을 조사하였다.

저온에서의 성장정도는 적온에 비해 덩굴길이 40~
47%, 엽면적 39~51%, 지상부 생체중 38~59%, 식물
체 건물중 57~87% 수준이었다. 수박 유전자원인 PI
482322는 대목으로 이용했을 경우 저온에서 접수의
생장이 '신토좌' 대목과 유사할 정도로 좋았다. 또한
'PI 271769 × PI 296341'과 'PI 271769 × Calhoun
Gray' 대목은 'FR 단토스' 대목구와 유사하였다.

저온신장성 지수는 *C. martinii*, '신토좌', PI
482322와 'PI 271769 × PI 296341'를 대목으로 이용
한 처리에서 50 이상으로 비교적 높았으며, 무접목묘
와 'Knight'에서 낮았다. 수박 대목으로 많이 이용하
고 있는 'FR 단토스' 박 대목에 비해 PI 482322,
'PI 271769 × PI 296341', 'PI 271769 × Calhoun
Gray' 대목은 저온신장성이 좋거나 유사한 것으로 나
타나서 저온기재배에서 이들 수박 대목의 이용 가능성
을 확인할 수 있었다.

인 용 문 헌

- Andrews, P.K. and C.S. Marquez. 1993. Graft incompatibility. Horticultural Reviews 15:183-232.
- Arisawa, M., M. Asano, T. Kinoshita, and I. Inagaki. 1980. Studies on nutritional disorder of watermelon plants. Res. Bull. Aichi. Agric. Res. Cent. 12:156-163.
- Duncan, D.R. and J.M. Widholm. 1987. Proline accumulation and its implication in cold tolerance of regenerable maize callus. Plant Physiol 83: 703-707.
- Hale, M.G. and D.M. Orcutt. 1987. Temperature stress. pp. 45-67. In: The physiology of Plants under Stress. John Wiley & Sons, New York.
- 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(4): 339-344.
- King, A.I., D.C. Joyce, and M.S. Reid. 1988. Role of carbohydrates in diurnal chilling sensitivity of tomato seedling. Plant Physiol. 86:764-768.
- Ko, K.D. 1999. Response of cucurbitaceous rootstock species to biological and environmental stresses. PhD Diss., Seoul Nat'l Univ., Korea.
- Lee, J.M. 1989. On the cultivation of grafted plants of cucurbitaceous vegetables. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39: 169-179.
- Lee, J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. 1. Current status, grafting methods and benefits. Hort-Science 29:235-239.
- Lim, C.S. 2010. Selection of Cultivars and Organic Solvents to Improve Fruit Set of Greenhouse Watermelon during Cold Period. J. of Bi0-Environment Control. 19(3):147-152.
- Okimura, M., M. Seisuke, A. Kazuo, and O. Shinji. 1986. The response on soil temperature of grafted fruit vegetables as influenced by kind of rootstocks. Bulletin of the national research institute of vegetables Japan, C9:4 3-58.
- RDA. 1995. The examination standard of agriculture experiment study. Rural Development Administration pp. 603.
- Reyes, E. and P. H. Jennings. 1994. Response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and squash (*Cucurbita pepo* L. var. *melo*) root to chilling stress during early stages of seedling development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:964-970.
- Tachibana, S. 1987. Effect of root temperature on the rate of water and nutrient absorption in cucumber cultivars and figleaf gourd. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 55:461-467.
- Tachibana, S. 1989. Respiratory response of detached roots to lower temperatures in cucumber and figleaf gourd grown at 20°C root temperature. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 58:333-337.
- Wang, C.Y. 1987. Changes of polyamines and ethylene in cucumber seedlings in response to chilling stress. Physiol. Plant. 69:253-257.
- Xu, Y., X.X. Ouyang, H.Y. Zhang, G.B. Kang, and Y.J. Wang. 1998. Identification of a molecular marker linked to chilling tolerance in watermelon wild germplasm using random amplified polymorphic DNA. Acta-Horticulturae-Sinica 25:397-398.