

## 시판 토마토품종의 고구마 뿌리혹선충과 땅콩 뿌리혹선충에 대한 저항성

김동근<sup>1\*</sup> · 류영현<sup>1</sup> · 박현로<sup>2</sup> · 허창석<sup>1</sup> · 배창환<sup>3</sup>

<sup>1</sup>유기농업연구소, <sup>2</sup>구미화훼시험장, <sup>3</sup>국립생물자원관 생물자원연구부

### Resistance of Commercial Tomato Cultivars to *Meloidogyne arenaria* and *M. incognita*

Donggeun Kim<sup>1\*</sup>, Younghyun Ryu<sup>1</sup>, Hyunro Park<sup>2</sup>, Changseok Huh<sup>1</sup> and Changhwan Bae<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Organic Agriculture Research Institute, Euseong, Gyeongbuk 769-803, Korea

<sup>2</sup>Gumi Floricultural Experiment Station, Oakseong, Gumi, Gyeongbuk 730-831, Korea

<sup>3</sup>Wild Life Genetic Resource Center, National Institute of Biological Resources, Environment Research Complex, Incheon 404-708, Korea

(Received on December 6, 2012; Revised on March 18, 2013; Accepted on March 20, 2013)

Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are among the main pathogens of greenhouse crops worldwide. Plant resistance is currently the method of choice for controlling these pests. To select resistant tomato against two common species of root-knot nematodes, *M. incognita* and *M. arenaria*, 36 commercial tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars were screened. Seventeen tomato cultivars were resistant to both root-knot nematodes: six in cherry tomato, ‘Tenten’, ‘Cadillac’, ‘Cutti’, ‘Sweet’, ‘Ppotto’, ‘Lycopin-9’, eight in globe tomato, ‘Lovely 240’, ‘Dotaerang Dia’, ‘Cupirang’, ‘Dotaerang Master’, ‘Super Dotaerang’, ‘Dotaerang Season’, ‘Miroku’, ‘Hoyong’, and three in root stock, ‘Special’, ‘Fighting’, and ‘Magnet’.

**Keywords :** *Meloidogyne*, *Mi* gene, *Lycopersicon esculentum*, Resistance, Root-knot nematode, Tomato

## 서 론

뿌리혹선충(*Meloidogyne*)은 전 세계적으로 농작물에 큰 피해를 미치는 선충으로 국내에서는 주로 시설재배지에서 토마토, 오이, 참외 등 여러 작물에 많은 피해를 미치고 있다(Park 등, 1995). 식물이 뿌리혹선충에 감염되면 뿌리에 대형의 혹이 형성되며 양분과 물의 흡수 저해로(Williamson와 Hussey, 1996) 지상부 양분결핍 증상이 나타나고 수확량이 감소하게 된다.

전 세계적으로 약 90종의 뿌리혹선충이 알려져 있으며 그중에서 가장 중요한 뿌리혹선충은 *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, *M. hapla* 등 4종이다. 국내 남부 시설재배지에는 주로 *M. incognita*와 *M. arenaria*가 분포하고 있으며 그 분포 비율은 각각 45%와 55%이다(Kim,

2001; Kim 등, 2001b).

뿌리혹선충의 방제법으로는 살선충제 처리, 객토, 윤작, 담수 등 여러 가지 방법이 있는데(Kim과 Choi, 2001; Kim 등, 2001a), 그중에서 저항성 품종을 이용한 윤작은 효과가 매우 높으며 또한 환경 친화적인 방제법이다(Rhoades, 1976). 또한, 저항성 품종은 살선충제, 유기물처리, 열처리, 태양열 소독, 침수, 비기주식물 윤작 등과 함께 병해충 종합관리(IPM)에 이용될 수도 있다.

국내의 토마토 재배면적은 2001년 3,348 ha에서 2011년 5,850 ha로 증가되고 있으며 토마토는 작형 별 조수입 평균값이 10 a 당 16,410천원으로 비교적 고소득 작물이다(Ministry of Food, Agr. For. & Fish. 2013). 토마토의 뿌리혹선충에 대한 저항성 유전자는 야생 토마토품종인 *Lycopersicon peruvianum*(Bailey, 1941)에서 처음 발견되었으며 1개의 우성유전자 *Mi* gene에 의한다(Gilbert와 McGuire, 1956). 외국에는 Montelle, Sun6082, Pik Red, Celebrity, Baja, Betterboy, Beefmaster 등 많은 품종이 뿌리혹선충 저항성 품종으로 개발되었다(Tisserat, 2006).

\*Corresponding author

Phone) +82-54-832-9669, Fax) +82-54-833-1359

Email) kimdgkr@korea.kr

성주지역에서 뿌리혹선충 피해가 심한 포장은 7월경 참외가 고사되며 참외가 고사한 포장에는 다음해 선충 피해를 막기 위해 벼 심기, 살선충제 살포, 녹비작물 재배, 객토 등을 하고 있는데, 이러한 포장에는 기존의 방제 방법에 덧붙여 추가로 저항성 토마토 품종 윤작을 고려할 수 있겠다. 뿌리혹선충(*M. arenaria* 혹은 *M. incognita*) 감염 포장에 저항성 토마토를 심는다면 뿌리혹선충의 밀도를 현저히 줄임과 동시에 토마토의 수확으로 농가의 부가적인 소득도 기대할 수 있을 것이며, 또한, 모든 발작물의 연작에는 대부분 연작장해가 발생하는데, 박과류인 참외만 연작하는 것보다 가지과인 토마토와의 윤작은 토양의 미생물상과 이화학성 개선에도 도움이 될 것이다.

국내에서 토마토의 뿌리혹선충 저항성 연구는 김 등(2010)이 43개 토마토 품종 및 8개 대목 토마토 품종을 이용하여 고구마 뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*)에 대한 저항성 품종을 검정하여 ‘흙런킹’, ‘레드체리’ 등 10품종을 선발하였다. 그러나 국내 남부 시설재배지에 *M. incognita*와 비슷하게 중요한(55% 분포) *M. arenaria*에 대해서는(Kim, 2001; Kim 등, 2001b) 저항성 검정의 결과가 없다. 최근 육종기술의 발달과 종묘회사의 발전으로 매년 새로운 토마토 품종들이 육성되어 시판되고 있는데 뿌리혹선충 저항성 품종이 다양하게 선발된다면 농업인으로서 토마토 품종에 대한 선택의 폭이 넓어진다고 할 수 있다. 따라서 이번 시험에서는 2010년 김 등(2010)에 의하여 *M. incognita*를 대상으로 조사된 9품종을 포함하여 2012년 시판되고 있는 36개 토마토 품종들을 대상으로 2종의 뿌리혹선충, *M. arenaria*와 *M. incognita*에 대한 동시 저항성을 검정하였다.

## 재료 및 방법

저항성 검정을 위하여 베리킹(방울토마토) 등 총 36품종을 공시하였다(Table 1). 토마토 뿌리에 발생된 난랑의 발육정도를 비교하기 위하여 세계적으로 감수성 표준품종으로 사용되고 있는 토마토 *Lycopersicon esculentum* cv. Rutger를 시험용 토마토와 동시에 같은 방법으로 심어 시험에 공시하였다.

뿌리혹선충 *M. incognita*는 경북 군위군 군위읍의 오이 재배포장에서, *M. arenaria*는 경북 김천시 농소면의 참외 시설재배지에서 채집하여 사용하였으며, 뿌리혹선충의 종은 perineal pattern과 excretory pore의 위치를 현미경으로 확인하여 동정하였다(Kim 등, 2001b). 채집한 흙은 직경이 2 mm인 체로 쳐서 굵은 돌과 식물 뿌리 등은 골라내고, 3번 이상 잘 섞어 선충의 밀도를 균일하게 한 후, 직

경 10cm 토화분을 담았다. 시험전 토양의 뿌리혹선충 유충 밀도는 토양을 잘 섞은 후 그 중에서 토양 300 cm<sup>3</sup>를 취하여 깔데기법(Southey, 1986)으로 선충을 분리하여 조사하였다. 선충의 밀도가 너무 높을 경우, 깨끗한 강모래와 섞어 시험전 토양의 뿌리혹선충 유충의 밀도를 토양 100 cm<sup>3</sup> 당 200 마리로 조정하였다.

토마토 묘는 원예용상토(부농)에서 8주 전부터 미리 재배하였고, 그 중 균일한 묘를 골라 위에서 준비한 선충이 감염된 토양(유충 200마리/토양 100 cm<sup>3</sup>)이 담긴 직경 10 cm 토화분에 1포기씩 이식하였다. 각 품종별 반복은 3반복이었다. 재배는 온실에서 7-8월 사이에 하였으며 시험 기간 중의 온실내 온도는 20-35°C로 이번 시험에 사용된 2종의 뿌리혹선충이 모두 온난지역 적음 선충임을 고려할 때 선충의 발육에 이상적인 온도였다.

토마토 정식 45일 후 토화분을 비우고 뿌리를 물로 조심스럽게 씻어 흙을 제거한 후 키, 식물체 무게, 뿌리 무게를 측정하였다. 뿌리는 Phloxin B 용액(15 mg/l)에 15분간 염색하여 흰색용기에 담고 뿌리에 생긴 붉게 염색된 난랑의 수를 조사하였다(Taylor와 Sasser, 1978). 저항성의 판정은 Taylor와 Sasser(1978)의 방법을 응용하여 뿌리에 생긴 난랑의 수가 1-2 = HR, 3-10 = R, 11-30 = MR, 31-100 = MS, 101-300 = S, >301 = VS로 판정하였다.

## 결과 및 고찰

감수성 표준품종인 Rutger 토마토 뿌리에 생긴 난랑의 수는 3반복 평균 *M. arenaria*가 254개, *M. incognita*가 717개로 토마토 품종의 저항성 판정에는 충분한 밀도였다(Table 1).

토마토는 품종에 따라 *M. incognita*와 *M. arenaria* 두 종류의 뿌리혹선충에 대하여 저항성과 감수성이 뚜렷하게 구별되었다. 방울토마토 16품종 중에서는 ‘텐텐’, ‘캐딜락’, ‘큐티’, ‘스위트’, ‘뽕또’, ‘리코핀-9’ 등 6품종은 강한 저항성이었고 ‘미니찰’, ‘누리마루’, ‘베리킹’, ‘슈가엘로우’, ‘누리마루(2호)’, ‘기린’ 등은 매우 높은 감수성을 보였다. 완숙토마토 17품종 중에서 ‘러브리240’, ‘도테랑다이아’, ‘큐피랑’, ‘도테랑마스터’, ‘슈퍼도테랑’, ‘도테랑시즌’, ‘마이로꾸’, ‘호용’ 등 8품종은 뿌리혹선충에 강한 저항성을 보였고 ‘서광’, ‘러브리256’, ‘신후수’, ‘엘로우200’ 등 4품종은 매우 높은 감수성을 보였다. 토마토 대목 3품종, ‘스페셜’, ‘파이팅’, ‘마그네트’는 두 종류의 뿌리혹선충에 모두 강한 저항성이었다(Table 1).

2종류의 뿌리혹선충에 대한 품종별 저항성-감수성 반응은, 토마토 품종이 *M. arenaria*에 저항성이면 *M. incognita*

**Table 1.** Resistance of tomato cultivars to two species of root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria*<sup>a</sup>

Cultivar	Type <sup>b</sup>	<i>M. incognita</i>				<i>M. arenaria</i>					
		Plant		Root wt. (g)	No. of eggmass /plant	Resistant rating <sup>c</sup>	Plant		Root wt. (g)	No. of eggmass /plant	Resistant rating
		ht. (cm)	wt. (g)				ht. (cm)	wt. (g)			
Rutger (Check)	Globe	65.3	64.1	11.1	716.7	VS	69.3	19.9	7.7	254.3	S
Berry king	Cherry	63.7	47.1	12.4	715.3	VS	125.3	63.4	5.8	214.7	S
Cadillac	Cherry	59.7	15.6	6.0	1.0	HR	61.3	9.8	4.3	3.3	R
Cupirang	Globe	71.7	49.3	7.1	0.7	HR	106.0	51.1	3.3	4.0	R
Cutti	Cherry	81.3	48.6	8.8	1.0	HR	573.7	65.0	8.5	4.3	R
Daebong	Cherry	88.7	50.0	8.5	28.3	MR	112.3	98.8	8.7	36.3	MS
Dotaerand TV winner	Globe	51.0	24.1	5.3	11.3	MR	106.0	61.6	6.3	12.3	MR
Dotaerang Dia	Globe	56.0	23.8	4.6	0.7	HR	104.0	101.7	6.3	1.7	HR
Dotaerang Master	Globe	64.0	58.7	12.1	2.0	HR	104.0	120.0	7.8	1.0	HR
Dotaerang Season	Globe	67.0	34.1	6.5	4.7	R	115.0	54.8	4.8	3.0	R
Fighting	Rootstock	70.0	57.2	11.7	0.3	HR	106.0	103.7	9.5	1.3	HR
Girin	Cherry	56.7	24.7	7.7	1,193.7	VS	64.0	18.6	8.2	541.0	VS
Hoyong	Globe	85.3	48.1	6.9	9.0	R	109.3	70.9	7.4	8.7	R
Ipkeugae 45	Cherry	72.0	74.0	11.9	8.0	R	146.3	103.8	8.0	67.7	MS
Lovely 240	Globe	65.3	30.0	6.8	0.0	HR	116.7	143.1	3.6	1.3	HR
Lovely 256	Globe	75.3	43.4	9.9	774.7	VS	94.3	60.5	6.9	85.3	MS
Lycopin-9	Cherry	64.3	50.7	10.1	4.7	R	125.3	46.9	5.5	4.3	R
Magnet	Rootstock	72.3	70.7	10.9	1.7	HR	128.7	183.8	9.7	1.7	HR
Manimani	Cherry	69.3	43.7	7.3	15.0	MR	97.0	63.7	8.3	83.0	MS
Minichal	Cherry	67.7	36.3	11.6	430.7	VS	102.0	39.9	7.3	410.3	VS
Minihuksu	Cherry	63.7	43.8	11.2	1.7	HR	100.7	34.6	5.2	53.0	MS
Miroku	Globe	69.7	43.9	9.1	6.3	R	124.7	127.1	8.3	6.3	R
Nurimaru	Cherry	29.0	14.0	14.0	650.0	VS	36.3	20.0	9.3	360.3	VS
Nurimaru #2	Cherry	38.3	12.5	14.8	915.7	VS	28.7	5.3	9.2	343.7	VS
Pink heart	Globe	81.0	45.8	8.6	3.3	R	110.7	79.4	6.3	47.0	MS
Poseidon	Globe	65.7	71.5	6.5	0.3	HR	119.3	69.9	5.6	23.7	MR
Ppotto	Cherry	75.7	43.9	9.6	2.3	HR	145.7	128.9	7.6	8.3	R
Seogwang	Globe	72.3	33.7	9.6	491.0	VS	60.0	15.8	7.6	399.3	VS
Shinheuksu	Globe	63.3	42.2	7.1	4.7	R	94.7	59.0	4.9	35.7	MS
Special	Rootstock	62.3	42.2	6.3	0.3	HR	113.3	149.9	8.2	0.0	HR
Sugar yellow	Cherry	66.7	48.1	12.4	736.7	VS	109.7	85.1	9.2	423.0	VS
Super dotaerang	Globe	74.7	33.8	7.1	2.3	HR	100.7	101.2	6.1	3.7	R
Sweet	Cherry	74.0	53.4	10.0	2.3	HR	126.3	115.4	7.2	1.7	HR
Tenten	Cherry	73.7	70.6	12.6	0.0	HR	138.7	58.1	7.0	7.0	R
TY 250	Rootstock	70.7	45.4	9.4	29.7	MR	122.7	147.3	10.9	86.3	MS
Yellow 200	Globe	64.7	35.5	13.2	624.7	VS	93.3	40.8	7.1	309.0	VS
Zeus 42	Globe	76.3	60.1	10.4	2.7	HR	93.7	54.0	9.9	18.3	MR

<sup>a</sup>Experiments were conducted in a d-10-cm clay pot in a greenhouse with three replications.

<sup>b</sup>Cherry = cherry type, Globe = standard globe type tomato.

<sup>c</sup>Resistance rating: Number of egg masses per root, 0-2 = HR (Highly resistant), 3-10 = R (resistant), 11-30 = MR (moderate resistant), 31-100 = MS (Moderate susceptible), 101-300 = S (Susceptible), >301 = VS (very susceptible) (modified from Taylor & Sasser, 1978).

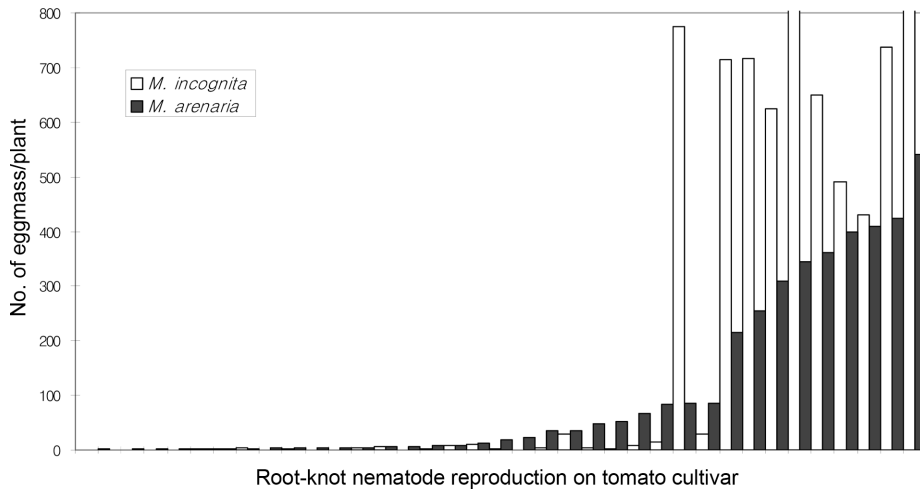


Fig. 1. Reproduction of *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria* on 36 commercial tomato cultivars.

에도 저항성이었으나, 토마토 품종이 *M. incognita*에는 저항성이라고 하더라도 *M. arenaria*에는 상당한 정도까지 (moderate susceptible) 뿌리혹선충이 증식되었다(Table 1, Fig. 1). 예를들어, 방울토마토 중에서는 ‘마니마니’(난랑수  $M_i = 15.0$ ,  $M_a = 83.0$ ), ‘미니흑수’(난랑수  $M_i = 1.7$ ,  $M_a = 53.0$ ), ‘입크계45’(난랑수  $M_i = 8.0$ ,  $M_a = 68.0$ ), 완숙 토마토 중에서는 ‘신희수’(난랑수  $M_i = 4.7$ ,  $M_a = 35.7$ ), ‘제우스42’(난랑수  $M_i = 2.7$ ,  $M_a = 18.3$ ), ‘포세이돈’(난랑수  $M_i = 0.3$ ,  $M_a = 23.7$ ), ‘핑크하트’(난랑수  $M_i = 3.3$ ,  $M_a = 47.0$ ) 등이 특히 그러한 반응을 보였다. 그 이유는 잘 알려져 있지 않으나, Jacquet 등(2005)은 뿌리혹선충의 난랑이 순계의 품종보다 F1 토마토에 더 많이 발생하는 *Mi* gene의 dosage effect를 주장하였다. 이러한 반응을 보인 토마토 품종, ‘마니마니’, ‘미니흑수’, ‘입크계45’, ‘신희수’ 등은 F1품종이다.

이번의 결과만으로 결론을 내리기에는 충분하지 않지만, 만약 연구자가 시간이나 환경의 제약 등으로 인하여 *M. arenaria* 혹은 *M. incognita* 2종 중에서 단 1종만을 이용하여 토마토 뿌리혹선충 저항성 검정(혹은 교배후 저항성 계통 선발)을 실시해야 한다면 2종의 뿌리혹선충 중에서 *M. arenaria*를 대상으로 저항성 품종 선발을 하는 것이 타당해 보인다.

이번 연구 결과와 최근의 국내 유사한 연구를 비교하였을 때 몇가지 차이점이 발견된다. 이번 연구에서 사용된 품종중에서 ‘베리킹’, ‘호용’, ‘포세이돈’, ‘서광’, ‘스페셜대목’, ‘슈퍼도태랑’, ‘스위트’, ‘텐텐’ 등 8품종은 2010년 김 등의 연구에 사용된 것과 동일한 품종이었는데, 그 중 ‘베리킹’, ‘서광’, ‘스페셜대목’ 3품종은 김 등(2010)의 연구와 동일한 결과를 보였고, ‘호용’, ‘포세이돈’, ‘슈퍼

도태랑’, ‘스위트’, ‘텐텐’ 등 5품종은 상이한 반응을 보였다. 즉, 이번 연구에서는 호용, 포세이돈, 슈퍼도태랑, 스위트, 텐텐 등은 각각 난랑수 9.0, 0.3, 2.3, 2.3, 0.0으로 강한 저항성으로 나타났으나, 김 등(2010)의 연구에서는 뿌리혹선충 난랑이 각각 149.3, 143.8, 94.1, 161.4, 34.1개가 발생되어 감수성 혹은 중간 감수성으로 판정되어 이번 결과와는 달랐다. 그 이유는 추가적인 연구가 필요하겠으나, 국내에도 *M. incognita* 저항성인 *Mi* gene을 가진 토마토를 가해하는 새로운 병원성레이스가 발생되지 않았을까 추측해 본다.

국내에서는 아직 *Mi* gene을 가진 토마토 품종에 피해를 주는 뿌리혹선충 집단이 발견되지 않았다. 그러나 외국의 연구에서 *Mi* gene을 가진 토마토를 가해할 수 있는 뿌리혹선충 집단이 발견된 바가 있고(Berthou 등, 1989; Roberts 등, 1990) 그 집단은 저항성 토마토 품종에 100개 이상의 난랑을 만들 수 있다고 하였으므로, 2010년 김 등이 시험한 *M. incognita* 집단이 *Mi* gene을 가진 토마토를 가해할 수 있는 뿌리혹선충 집단이 아닌지 의심된다. 왜냐하면 2010년 김 등이 감수성이라고 판정한 ‘슈퍼도태랑’(코레군), ‘포세이돈’(세미니스코리아), ‘호용’(홍농) 품종은 종묘회사에서 뿌리혹선충 저항성으로 등록된 품종이기 때문이다. 따라서 이번 연구를 계기로 전국의 시설재배지를 대상으로 *M. incognita*의 새로운 병원성레이스 발생 및 분포에 대한 전체적인 조사가 필요한 시기가 아닌가 한다.

국내에서도 *M. incognita*의 새로운 레이스가 발견된 적이 있다(Kim, 2001). 뿌리혹선충의 병원성레이스 분화는 목화, 담배, 고추, 수박, 땅콩, 토마토 등 6종의 관별품종을 이용하여 구분하며(Barker 등, 1985), 즉, *M. incognita*

에는 4개의 레이스(race 1, 2, 3, 4)가 있다. *M. incognita*는 토마토, 수박, 고추에는 기생을 하고 땅콩에는 기생을 못하며 목화과 담배에는 레이스에 따라 기생성이 달라진다(Barker 등, 1985). 2001년 남부 시설재배지에서 발견된 22개 뿌리혹선충 집단에 대하여 6개 판별품종을 이용하여 레이스 분석을 실시한 결과, 그중 23%가 *M. incognita* 레이스 1이었고, 나머지 18%는 레이스 2, 3, 4에 속하지 않는 미확인 레이스였다(Kim, 2001). 이 미확인 레이스는 토마토와 수박에는 기생하나 담배, 고추, 땅콩에는 기생되지 않았다(Kim, 2001).

뿌리혹선충 저항성 품종 선발 및 방제시험을 위해서는 뿌리혹선충의 증식이 잘되는 토마토 품종을 이용하여 뿌리혹선충을 지속적으로 배양할 필요가 있다. 지금까지는 미국 감수성 표준 토마토 품종인 Rutgers를 사용해왔으나 미국에서 발생한 토마토 검역병해로 인하여 미국으로부터 토마토 종자의 입수가 매우 어려운 실정이다. 이번 시험에서 ‘베리킹’, ‘슈가엘로우’, ‘누리마루(2호)’, ‘기린’ 등은 세계적으로 감수성 표준품종으로 사용되고 있는 Rutgers 토마토와 비슷하거나 더 많은 뿌리혹선충 난량이 발생되어 앞으로 국내에서 감수성 표준품종으로 이용될 수 있을 것이다.

## 요 약

국내에서 시판되고 있는 토마토 36품종을 이용하여 국내 시설재배지에서 가장 많이 분포하고 있는 두 종의 뿌리혹선충, *Meloidogyne arenaria*와 *M. incognita*에 대한 저항성을 검정하였다. 방울토마토 중에서는 ‘텐텐’, ‘캐딜락’, ‘큐티’, ‘스위트’, ‘뽕또’, ‘리코핀-9’ 등 6품종, 완숙토마토 중에서는 ‘리브리240’, ‘도테랑다이아’, ‘큐피랑’, ‘도테랑마스터’, ‘슈퍼도테랑’, ‘도테랑시즌’, ‘마이로꾸’, ‘호용’ 등 8품종, 대목은 ‘스페셜’, ‘파이팅’, ‘마그네트’ 등 3품종이 두 종류의 뿌리혹선충에 모두 강한 저항성이었다.

## Acknowledgement

This work was supported by Rural Development Administration(Project No. PJ008434), Suwon, Republic of Korea.

## References

Bailey, D. M. 1941. The seedling test method for root-knot nematode resistance. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 38: 573-575.  
Barham, W. S. and Winstead, N. N. 1957. Inheritance of

resistance to root-knot nematodes in tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 69: 372-377.  
Barker, K. R., Carter, C. C. and Sasser, J. N. 1985. Methodology of an advanced treatise on *Meloidogyne*. North Carolina State University Graphics.  
Berthou, F., Ba-Diallo, A., Maeyer, L. de, and Guiran, G. de. 1989. Characterization of virulent (*Mi* gene resistance breaking) biotypes of root-knot nematodes *Meloidogyne Goeldi* (Tylenchida) in two vegetable growing areas of Senegal. *J. Agronomie.* 9: 877-884.  
Gilbert, J. C. and McGuire, D. C. 1956. Inheritance of resistance to severe root-knot from *Meloidogyne incognita* in commercial type tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 68: 437-442.  
Goggin, F. L., Williamson, V. M. and Ullman, D. E. 2001. Variability in the response of *Macrosiphum euphorbiae* and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) to the tomato resistance gene *Mi*. *Environ. Entomol.* 30: 101-106.  
Jacquet, M., Bongiovanni, M., Martinez, M., Verschave, P., Wajnberg, E. and Castagnone-Sereno, P. 2005. Variation in resistance to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tomato genotypes bearing the *Mi* gene. *Plant Pathol.* 54: 93-99.  
Kim, D. G. 2001. Occurrence of root-knot nematodes on fruit vegetables under greenhouse conditions in Korea. *Res. Plant Dis.* 7: 69-79. (In Korean)  
Kim, D. G., Choi, D. R. and Lee, S. B. 2001a. Effects of control methods on yields of oriental melon in fields infested with *Meloidogyne arenaria*. *Res. Plant Dis.* 7: 42-48. (In Korean)  
Kim, D. G., Lee, Y. G. and Park, B. Y. 2001b. Root-knot nematode species distributing in greenhouses and their simple identification. *Res. Plant Dis.* 7: 49-55. (In Korean)  
Kim, H. H., Cho, M. R., Kang, T. J., Jung, J. A. and Han, Y. K. 2010. Screening of tomato cultivars resistant to root-knot nematode. *Meloidogyne incognita*. *Res. Plant Dis.* 16: 294-298. (In Korean)  
Ministry of Food, Agriculture, Forestry, and Fisheries. 2013. <http://library.mifaff.go.kr/skyblueimage/7204.pdf>  
Park, S. D., Kwon, T. Y., Jun, H. S. and Choi, B. S. 1995. The occurrence and severity of damage by root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in controlled fruit vegetable field. *RDA J. Agric. Sci.* 37: 318-323. (In Korean)  
Rhoades, H. L. 1976. Effects of *Indigofera hirsuta* on *Belonolaimus longicaudatus*, *Meloidogyne incognita*, and *M. javanica* and subsequent crop yield. *Plant Dis. Repr.* 60: 384-386.  
Roberts, P. A., Dalmasso, A., Cap, G. B. and Castagnone-Sereno, P. 1990. Resistance in *Lycopersicon peruvianum* to isolates of *Mi* gene-compatible *Meloidogyne* populations. *J. Nematol.* 22: 585-589.  
Rossi, M., Goggin, F. L., Milligan, S. B., Kaloshian, I., Ullman, D. E. and Williamson, V. M. 1998. The nematode resistance gene *Mi* of tomato confers resistance against the potato aphid.

- Proc. Natl. Acad. Sci.* 95: 9750–9754.
- Southey, J. F. 1986. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Taylor, A. L. and Sasser, J. N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). North Carolina State Univ. Raleigh. 111 pp.
- Tisserat, N. 2006. Root knot nematode of tomato. Fact sheets tomato. Extension plant pathology -Kansas State University, Manhattan. <http://www.plantpath.ksu.edu/pages/extension>.
- Williamson, V. M. and Hussey, R. S. 1996. Nematode pathogenesis and resistance in plants. *Plant Cell* 8: 1735–1745.