

## 박과작물 주요 품종의 흰가루병 및 뿌리혹선충병 저항성 평가

김성현 · 신지은 · 이경준 · 서생군 · 김병섭\*

강릉원주대학교 식물생명과학과

### Evaluation of Disease Resistance of Cucurbit Cultivars to Powdery Mildew and Root-Knot Nematode

Sung Heun Kim, Ji Eun Shin, Kyung Jun Lee, Sheng Jun Xu and Byung-Sup Kim\*

Department of Plant Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

(Received on February 3, 2012; Revised on March 13, 2012; Accepted on March 19, 2012)

Powdery mildew and root-knot nematode are very important diseases occurred in cucurbits. This study was conducted to evaluate the resistance of commercial cucurbit cultivars (21 cultivars of cucumber, 9 cultivars of watermelon, 7 cultivars of oriental melon, and 2 cultivars of melon) to powdery mildew and root-knot nematode. At 60 days after transplanting, disease severity of powdery mildew of commercial cucurbit cultivars was investigated. Two cucumber cultivars, 'Gangryeogsamcheok' and 'Sunhobaegchimdadagi' were moderately resistant but the rest of cucumber cultivars were susceptible to powdery mildew. All examined watermelon and oriental melon cultivars were susceptible to powdery mildew, while two melon cultivars ('PMR Turbo' and 'PMR Victory') were resistant. At 45 days after inoculation of seedlings, disease severity of root-knot nematode of commercial cucurbit cultivars were investigated. One cucumber cultivars, 'Baegbongdadagi' was moderately resistant and the others were susceptible to root-knot nematode. In case of watermelon, 'Dalgonakkul' was resistant and the others were moderately resistant or susceptible to root-knot nematode. All examined oriental melon and melon cultivars were susceptible to root-knot nematode. On these results, we recommend that resistant cultivars to powdery mildew and/or root-knot nematode will be more suitable in cultivation of cucurbits for organic farming.

**Keywords :** *Meloidogyne incognita*, Organic farming, *Sphaerotheca fusca*

## 서 론

우리나라에서 주로 재배되는 주요 박과작물로는 오이, 호박, 수박, 참외 등이 있으며 이들 작물들은 시설재배를 통해 농가의 소득을 높이고 있다. 이들 박과작물의 재배 면적은 수박이 16,396 ha로 가장 넓었으며 이어 호박이 8,970 ha, 참외 6,215 ha이었고, 생산량은 수박 678,810톤, 호박 302,868톤, 참외 207,747톤 순이었다([http://kosis.kr/abroad/abroad\\_01List.jsp](http://kosis.kr/abroad/abroad_01List.jsp)). 이들 박과작물은 과채류 재배면적의 대부분을 차지하고 있으며 경제적으로 매우 중요한 작물이다.

박과작물에는 바이러스병, 노균병, 잿빛곰팡이병, 덩굴쪄짐병, 덩굴마름병, 탄저병, 흰가루병, 역병, 뿌리혹선충병 등이 다양하게 발생한다(The Korean Society of Plant Pathology, 2009). 그 중 흰가루병과 뿌리혹선충은 박과작물 뿐 아니라 다른 원예작물에 막대한 피해를 주는 중요한 병이다.

국내 박과류에 흰가루병을 일으키는 병원균은 *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blumer에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다(Shin, 2000). 오이 흰가루병에 의한 피해는 주당 평균 흰가루병의 병반 면적율이 20%일 때 경제적 손실이 시작되고, 병반 면적율이 50% 이상일 때 수량이 35% 감소된다(Beloanger 등, 1998; Verhaar 등, 1993). 특히 시설재배의 경우는 고온 다습 후 건조 등 흰가루병이 발생하기 적합하여 방제를 소홀히 할 경우 수확을 하지 못할 정도로 피해가 크다. 흰가루병 방제는 주로 농약을 이용한 화학

\*Corresponding author

(Phone) +82-33-640-2353, (Fax) +82-33-640-2909

(Email) bskim@gwnu.ac.kr

적 방제를 하고 있으나 약제 저항성균의 출현(O'Brien 등, 1988) 및 농약 잔류에 의한 식품안전 등의 문제로 인하여 농약 사용량을 절감하고 최소한의 방제로도 고품질을 생산할 수 있는 친환경 방제기술 수요가 점차 증가하고 있는 실정이다(Kim 등, 2006).

식물 기생선충의 감염으로 인한 대표적인 40개 작물의 생산량 손실액은 2001년에 전 세계적으로 1,180억 달러로 추산되며, 이는 전체 생산량의 약 10%에 해당한다(McCarter, 2009). 매년 작물에 수십억 달러의 피해를 야기하는 뿌리혹선충류(*Meloidogyne* spp.)는 대략 2,000여종의 식물에 감염이 가능한 것으로 알려져 있다(Sasser, 1980). 국내에는 모두 7종의 뿌리혹선충이 알려져 있다(Choi, 1996; Choo, 1985; Kang 등, 2002). 뿌리혹선충은 국내에 재배되고 있는 과채류, 엽채류, 화훼류 등 원예작물 전반에 걸쳐 직접피해와 토양병의 매개체로 피해를 주고 있다(Kim, 2001; Park 등, 1995). 뿌리혹선충병의 방제는 경종적 방제, 물리적 방제, 생물학적 방제, 약제방제, 저항성 품종 등 다양한 방법들이 알려져 있다(Park 등, 1995; Kim, 2001; Kim 등, 2001; Kim과 Lee, 2008). 최근 약효가 우수한 살선충제의 등장으로 비교적 약제방제가 잘 이루어지고 있기는 하지만, 토양 및 물의 이동, 유묘, 농기구 등에 의한 재오염이 이루어지기 때문에 근본적인 방제대책은 되지 못하고 있다(Cho 등, 2000). 뿌리혹선충 방제법 중에서도 효과가 높으면서 환경 친화적인 방법은 저항성 작물을 이용한 윤작임이 보고되었다(Kim, 2001).

최근에 환경 보전에 대한 의지와 함께 소비자들의 안전 농식품에 대한 요구가 높아져 친환경 유기농업에 대한 관심도가 높아졌으며, 정부에서도 유기합성농약의 사용량을 대폭 줄이고자 정책적으로 친환경 유기농재배 농가를 지원하고 있다(Seo 등, 2009). 유기농재배는 일반적으로 농약사용이 금지되었기 때문에 유기재배에서 저항성 품종을 사용하는 것은 친환경적 작물생산을 위해 필수적이며 장기적인 대책이라고 볼 수 있다.

따라서 본 연구는 국내에서 시판되고 있는 박과작물의 주요 품종의 흰가루병과 뿌리혹선충병에 대한 저항성을 조사하여 친환경 재배에 적합한 품종을 선발하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

**공시재료.** 본 실험은 흰가루병 실험은 강원도 강릉시 왕산면에 위치한 강릉원주대학교 고랭지시험농장의 비닐하우스에서 수행하였고, 뿌리혹선충 실험은 강릉시 지변동에 위치한 비닐하우스에서 2011년 여름과 가을에 실시

하였다. 본 실험에 사용된 품종은 국내 시판되고 있는 ‘장백침다다기’, ‘청백침다다기’, ‘선호백침다다기’, ‘이화백침다다기’, ‘조은백다다기’, ‘싱싱백다다기’, ‘은성백다다기’, ‘백미백다다기’, ‘백춘다다기’, ‘백봉다다기’, ‘강력삼척’, ‘진녹삼척’, ‘신세대’, ‘청진한’, ‘대선’, ‘무진장’, ‘서울마디’, ‘신정품’, ‘네박자’, ‘남지흑진주’, ‘장형낙합’의 오이 21품종과 ‘오복꿀’, ‘태양꿀’, ‘리코핀꿀’, ‘홍수정꿀’, ‘달고나’, ‘초강삼복’, ‘참그린’, ‘우리꿀’, ‘스피드꿀’의 수박 9품종, ‘참이맛’, ‘크런치볼’, ‘은천’, ‘황금꿀은천’, ‘명월’, ‘황금도끼’, ‘금노다지’의 참외 7품종, ‘PMR터보’, ‘PMR빅토리’의 멜론 2품종을 구입하여 흰가루병과 뿌리혹선충 저항성 검정에 이용하였다. 각 품종은 육묘상토(초록이, 농우바이오사)가 담긴 50공 연결포트에 종자 1립씩 파종하여 20–28°C 비닐하우스에서 25일간 육묘한 후 정식하였다.

**저항성 검정.** 흰가루병 발생은 매년 흰가루병이 발생하는 비닐하우스에서 자연발생을 유도하였다. 비닐하우스에 정식 60일 후 발병을 조사하였다. 뿌리혹선충병은 접종을 위하여 접종원으로 보관 중이던 고구마 뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*)에 감염된 오이의 뿌리로부터 알과 유충을 분리하여 이용하였다. 분리방법은 개량된 sodium hypochloride 방법을 사용하였다(Barker 등, 1985; Kim과 Lee, 2008). 세척된 뿌리를 1 cm 간격으로 잘라서 200 ml의 1% NaOCl 용액이 들어있는 믹서기에 넣고 고속으로 1분간 회전시켰다. 그 다음 믹서기 내의 뿌리 찌꺼기, 알, 유충은 75 µm와 28 µm 체를 통과시키고 28 µm 체에 걸린 알이 부화할 때까지 25°C 상온에서 2–3일간 보관하였다. 알이 부화하면 개량 깔때기법으로 유충을 분리하여, 박과류 품종별로 유묘가 심겨져 있는 1,300 g의 사질양토가 들어 있는 직경 15 cm 높이 18 cm 플라스틱 포트에 유충(2령충)을 10,000마리 농도로 접종하였다(Kim 등, 2010). 뿌리혹선충 접종원은 뿌리혹과 이병토를 실온에 보관하였으며 필요시에 이용하였다. 유충을 접종한 후 관행 방법으로 물 관리를 하면서 45일 후 뿌리혹 형성 정도를 조사하였다.

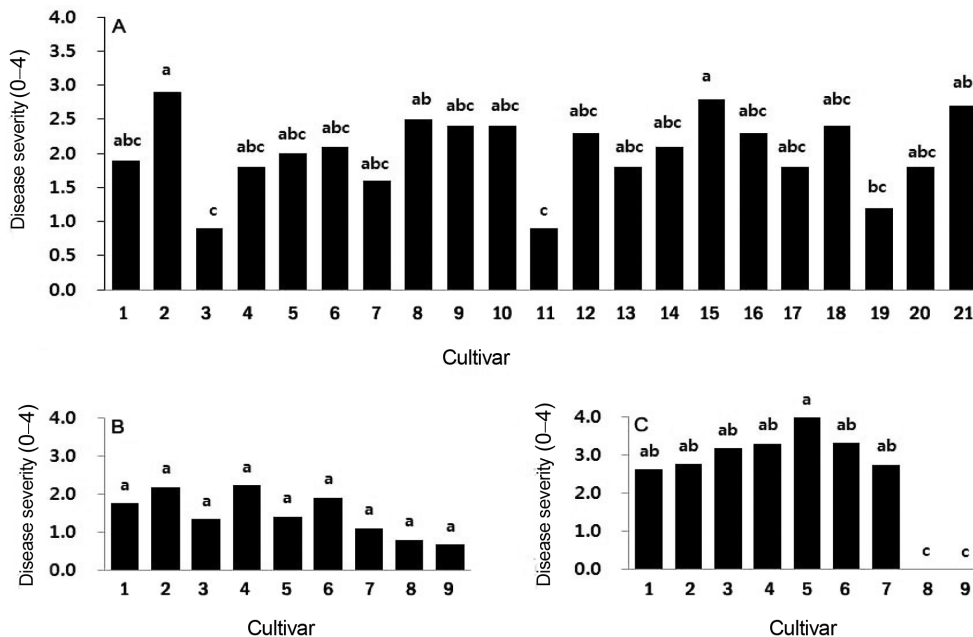
**발병 조사.** 흰가루병 발병조사는 식물체 전체면적당 발병면적이 0 = 병반면적율 0%, 1 = 병반면적율 1–5%, 2 = 병반면적율 5.1–20%, 3 = 병반면적율 20.1–40%, 4 = 병반면적율 40.1% 이상으로 발병수준을 5단계로 조사하는 국립농업과학원에서 작성한 농약등록 약효·약해시험 세부지침을 기준으로 조사하여 발병지수가 1.0 이하인 경우 저항성, 1.0–2.5일 경우 중도저항성, 2.5 이상이면 감수성으로 판정하였다. 뿌리혹선충병의 저항성 조사 기준은 난방수의 정도와 크기에 따라 5단계 나누어 0 = 병 발생 없

음, 1 = 1-10%의 뿌리에 난방이 착생되며 비대정도가 적고 서로 독립하여 존재, 2 = 11-30% 뿌리에 난방이 착생되며 비대정도가 비교적 큼, 3 = 31-60% 뿌리에 난방이 착생되며 비대정도가 큼, 4 = 61% 이상의 뿌리에 난방이 착생되며 비대정도가 매우 큼으로 나누어 조사하여 발병 지수가 0-1.0인 경우 저항성, 1.1-2.0이면 중도저항성, 2.0 이상이면 감수성으로 판정하였다. 데이터 분석은 PC-SAS system을 이용하여 유의차검정(P = 0.05)을 실시하였다.

### 결과 및 고찰

**박과류 흰가루병 저항성 조사.** 조사한 흰가루병 발병은 인공접종이 아닌 온실에서 자연적으로 감염된 발병 양상을 조사하였다. 우리나라에서 재배되는 오이 품종은 취청오이(청장계, 낙함계), 다다기오이(반백계), 가시오이(삼척계, 흑진주계, 사엽계), 청풍오이(백침계)로 나뉘는데 공시된 오이는 백침계오이 4품종, 다다기오이 6품종, 가시오이계 3품종 포함한 21개 품종에 대한 흰가루병 저항성

을 조사하였다. 흰가루병 조사 결과 청풍오이인 백침계 4 품종 중에서는 ‘선호백침다다기’와 가시오이의 삼척계 품종인 ‘강력삼척’이 중도저항성을 보였다. 다다기오이로 알려진 반백계 품종인 ‘조은백다다기’, ‘싱싱백다다기’, ‘은성백다다기’, ‘백미백다다기’, ‘백춘다다기’, ‘백봉다다기’ 6품종은 모두 감수성이었으며, 그밖에 오이 품종인 ‘신세대’, ‘대선’, ‘무진장’, ‘서울마디’, ‘청진한’, ‘진녹삼척’, ‘신정품’, ‘네박자’, ‘남지흑진주’, ‘장형낙함’ 모두 감수성으로 조사되었다(Fig. 1A). 수박은 ‘오복꿀’, ‘태양꿀’, ‘리코핀꿀’, ‘홍수정꿀’, ‘달고나’, ‘초강삼복’, ‘참그린’, ‘우리꿀’, ‘스피드꿀’의 9품종을 조사한 결과 품종간에 병 발생은 다소 차이가 있으나 모두 감수성인 것으로 나타났다(Fig. 1B). 참외도 시판종자인 ‘참이맛’, ‘크런치볼’, ‘은천’, ‘황금꽃은천’, ‘명월’, ‘황금도끼’, ‘금노다지’ 7품종의 흰가루병을 조사하였는데 조사된 모든 품종은 감수성이었다(Fig. 1C). 본 연구에서 흰가루병에 저항성 대조 품종으로 사용한 멜론 품종인 ‘PMR터보’와 ‘PMR빅토리’는 저항성인 것으로 나타났다(Fig. 2). 본 연구를 통하여 국



**Fig. 1.** The disease severity of powdery mildew on cucurbits cultivars. Means with different letter were significant at the 5% level as determined by Duncun's multiple range test.

**A: Cucumber cultivars**

1: Jangbaegchimdadagi, 2: Cheongbaegbaegchimdadagi, 3: Sunhobaegchimdadagi, 4: Leehaebaegchimdadagi, 5: Joeunbaegdadagi, 6: Singsingbaegdadagi, 7: Eunseongbaegsdadagi, 8: Baegmibaegdadagi, 9: Baegchundadagi, 10: Baegbongdadagi, 11: Gangryeogsamcheok, 12: Jinnogsamcheok, 13: Sinsedae, 14: Cheongjinhan, 15: Daeseon, 16: Muhinjang, 17: Seoulmadi, 18: Sinjeongpum, 19: Nebagja, 20: Namjiheugjinju, 21: Janghyeongnaghab

**B: Watermelon cultivars**

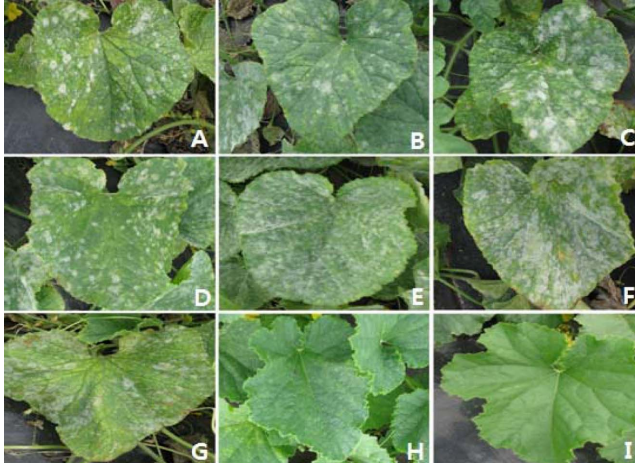
1: Obogkkul, 2: Taeyangkkul, 3: Lycopenekkul, 4: Hongsujeongkkul, 5: Dalgonakkul, 6: Chogangsambog, 7: Chamgreen, 8: Woorikkul, 9: Speedkkul

**C: Oriental melon (1-7) and melon (8 and 9) cultivars**

1: Chamleemas, 2: Keuleonchibol, 3: Euncheon, 4: Hwanggeumkkuleuncheon, 5: Myeongwol, 6: Hwanggeumdokki, 7: Geumnodaji, 8: PMR Turbo, 9: PMR Victory.

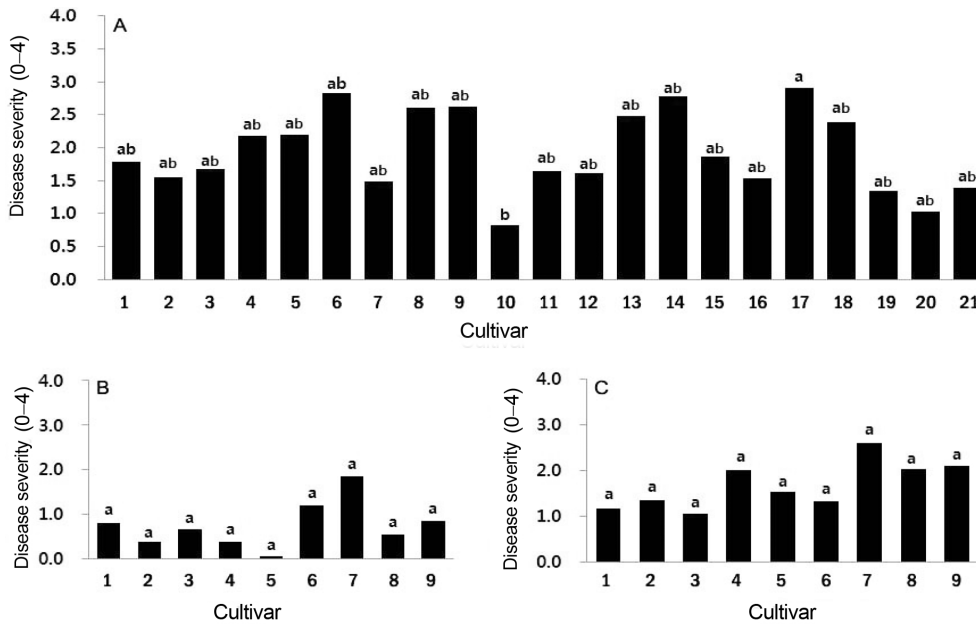
내에서 시판되는 대부분 오이, 수박, 참외 종자는 흰가루병에 감수성인 것으로 나타나 저항성 품종 개발이 시급

한 것으로 나타났다. 박과류 39종의 흰가루병 저항성 시험 중 노균병과 잿빛곰팡이병이 발생하였으나 시험 후기에 발생하여 조사에 크게 영향을 미치지 않았다. 이는 시험기간 중 시설 내 고온과 여름의 잦은 강우로 인한 과습이 원인인 것으로 생각된다. 시험 중 흰가루병이 많이 진행된 품종에 대해서 과실의 수량과 크기가 감소하였으며 이는 병 발생이 비교적 적은 경우보다 발병이 심한 경우에 더욱 뚜렷하게 나타났다(본문에 미보고). 이와 같이 발병정도가 심해짐에 따라 수량이 낮아지는 것은 Wright 등(1990)과, Lee 등(2001)은 흰가루병이 주로 잎에 발생하여 광합성과 호흡을 저해함으로써 동화작용과 증산작용을 감소시켜 생육과 과실의 품질저하를 초래하며, 또한 잎에 형성된 병반이 오래되면 인접병반과 융합하여 조기 낙엽이 되어 결과적으로 초세가 약화되면서 수량 감소를 가져오는 것으로 생각된다고 보고하였다.



**Fig. 2.** The resistance assay of powdery mildew on Oriental melon (A-G) and melon (H and I).  
**A:** Chamleemas, **B:** Keuleonchibol, **C:** Euncheon, **D:** Hwanggeumk-kuleuncheon, **E:** Myeongwol, **F:** Hwanggeumdokki, **G:** Geumnodaji, **H:** PMR Turbo, **I:** PMR Victory.

**박과류 뿌리혹선충병 저항성 조사.** 박과류 39종의 뿌리혹선충병 저항성은 유묘 접종 45일 후 지하부 병징을 조사한 결과 백침계오이로 ‘백봉다다기’가 중도저항성이었고 그밖에 ‘장백침다다기’, ‘청백침다다기’, ‘선호백침



**Fig. 3.** The disease severity of root-knot nematode on cucurbits cultivars. Means with different letter were significant at the 5% level as determined by Duncun's multiple range test.

**A: Cucumber cultivars**

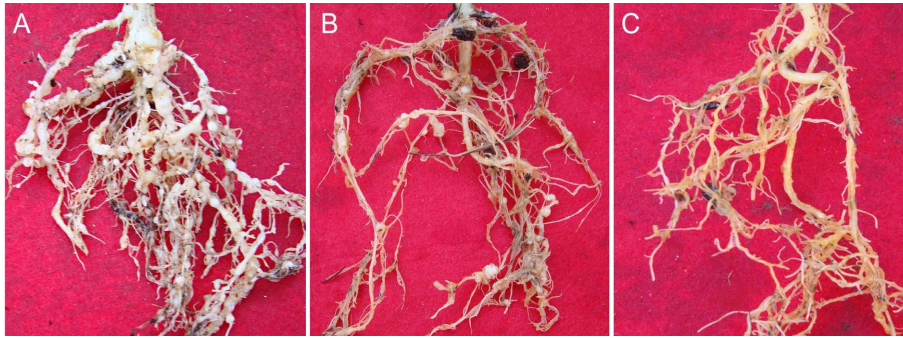
1: Jangbaegchimdadagi, 2: Cheongbaegbaegchimdadagi, 3: Sunhobaegchimdadagi, 4: Leehaebaegchimdadagi, 5: Joeunbaegdadagi, 6: Singsingbaegdadagi, 7: Eunseongbaegsdadagi, 8: Baegmibaegdadagi, 9: Baegchundadagi, 10: Baegbongdadagi, 11: Gangryeogsamcheok, 12: Jinnogsamcheok, 13: Sinsedae, 14: Cheongjinhan, 15: Daeseon, 16: Muhinjang, 17: Seoulmadi, 18: Sinjeongpum, 19: Nebagja, 20: Namjiheuginju, 21: Janghyeongnaghab

**B: Watermelon cultivars**

1: Obogkkul, 2: Taeyangkkul, 3: Lycopenekkul, 4: Hongsujeongkkul, 5: Dalgonakkul, 6: Chogangsambog, 7: Chamgreen, 8: Woorikkul, 9: Speedkkul

**C: Oriental melon (1-7) and melon (8 and 9) cultivars**

1: Chamleemas, 2: Keuleonchibol, 3: Euncheon, 4: Hwanggeumkkuleuncheon, 5: Myeongwol, 6: Hwanggeumdokki, 7: Geumnodaji, 8: PMR Turbo, 9: PMR Victory.



**Fig. 4.** Comparison of resistance against root-knot nematode of 3 watermelon cultivars. A: Chamgreen (susceptible), B: Hongsujeongkkul (moderately resistant), C: Dalgonakkul (resistant).

다다기’, ‘이화백침다다기’, 반백계오이 ‘조은백다다기’, ‘싱싱백다다기’, ‘은성백다다기’, ‘백미백다다기’, ‘백춘다다기’는 감수성이었다(Fig. 3A). 그 외 ‘강력삼척’, ‘진녹삼척’, ‘신세대’, ‘청진한’, ‘대선’, ‘무진장’, ‘서울마디’, ‘신정품’, ‘네박자’, ‘남지흑진주’, ‘장형낙합’도 감수성이었다(Fig. 3A). 수박은 ‘달고나꿀’이 저항성인 것으로 나타났으며 ‘오복꿀’, ‘태양꿀’, ‘리코핀꿀’, ‘홍수정꿀’, ‘초강삼복’, ‘참그린’, ‘우리꿀’, ‘스피드꿀’의 수박 8품종은 중도 저항성이거나 감수성이었다(Fig. 3B, Fig. 4). 참외 및 멜론은 조사된 ‘참이맛’, ‘크런치볼’, ‘은천’, ‘황금꿀은천’, ‘명월’, ‘황금도끼’, ‘금노다지’, ‘PMR터보’, ‘PMR빅토리’ 모두 감수성을 나타내었다(Fig. 3C). 박과류 39품종의 뿌리혹선충병에 대한 저항성 조사 결과 저항성을 나타낸 박과류 품종은 ‘달고나꿀’ 수박 한 품종이었다(Fig. 4). 따라서 뿌리혹선충병 방제를 위한 저항성인 박과류 품종육성도 시급한 실정이다.

본 연구에서 검토한 39품종 중 흰가루병과 뿌리혹선충병 모두에 저항성인 품종은 없었다. 최근 복합병저항성 품종육성이 친환경 재배능가를 중심으로 요구되고 있다.

세계적 인구증가는 더 많은 식량 생산을 필요로 하게 되었고, 식량 생산의 증가를 위해서는 제한된 면적에서의 집약적 재배인 연작재배를 필수로 가져오게 되었다. 연작재배 시 뿌리혹선충병 피해를 피할 수 없다. 예를 들어, 성주지역 참외는 뿌리혹선충병의 피해로 약 50%의 수량 감수가 초래되었는데(Kim과 Choi, 2001), 주요한 방제방법은 벼를 이용한 윤작, 객토, 살선충제 사용 등이다. 윤작 작물로 추천되는 벼 재배는 낮은 소득과 일손부족으로 농민들이 기피하며, 농민들이 흔히 사용하는 살선충제는 환경에 미치는 악영향과 낮은 방제효과로, 지속적인 방제법이 될 수 없으며, 객토는 주변 환경의 파괴와 고비용(200만원/10 a/3-5년)의 문제가 있다(Kim과 Do, 2001). 이러한 문제로 선충에 대한 경종적, 화학적 방제는 한계

가 있고 연작에 따른 같은 병의 지속적 발병은 박과류 재배 시 수량 감소와 경제적 피해를 가져오게 되어 장기적인 해결책이 될 수 없다. 따라서 보다 많은 저항성 품종과 저항성 대목의 개발을 포함한 유기재배에 대한 연구가 많이 진행되어야 할 것으로 보인다.

본 시험 결과 흰가루병에 저항성을 보인 품종은 멜론 ‘PMR터보’와 ‘PMR빅토리’였고 뿌리혹선충병에 저항성을 보인 품종은 ‘달고나’ 수박이 유일했다. 국내에 시판되는 주요 박과작물의 품종을 조사한 결과 모두 중도저항성이거나 감수성인 품종이 대부분이었으므로 저항성 품종 개발이 시급하다. 본 연구에서 선발된 저항성 품종은 박과작물의 유기재배에 이용 가능할 것으로 생각된다.

## 요 약

흰가루병과 뿌리혹선충병은 박과작물에 발생하는 매우 중요한 병이다. 본 실험은 시판된 국내 주요 박과작물(오이 21품종, 수박 9품종, 참외 7품종, 멜론 2품종)을 이용하여 흰가루병과 뿌리혹선충병에 대한 저항성을 평가하기 위하여 수행하였다. 흰가루병 조사는 정식 60일 후 조사하였다. 21개의 오이 품종 중 ‘강력삼척’과 ‘선호백침다다기’는 중도저항성을 나타냈고 나머지 오이 품종은 모두 감수성이었다. 수박 품종은 모두 감수성을 나타냈다. 참외 품종에서는 저항성을 나타내는 품종은 없었으나 ‘PMR터보’와 ‘PMR빅토리’ 2개 멜론 품종은 저항성을 나타냈다. 뿌리혹선충병은 유묘에 접종 45일 후 병 발생을 조사하였다. 오이 품종 ‘백봉다다기’가 중도저항성을 나타냈고 다른 20개의 오이 품종은 모두 감수성이었다. 수박 품종은 ‘달고나꿀’이 저항성이었으며 다른 품종은 중도저항성이거나 감수성이었고, 조사된 모든 참외와 멜론 품종은 뿌리혹선충병에 대하여 감수성이었다. 이상의 결과를 근거로 흰가루병 및 뿌리혹선충에 저항성인 품종은

박과작물의 유기재배에 이용할 수 있을 것이다.

## Acknowledgement

This study was supported by a grant (Project No. 609002-5) from the Screening Center for Disease Resistant Vegetable Crops of TDPAF funded by MIFAFF of Korean government.

## References

- Barker, K. R., Schmitt, D. P. and Imbriani, J. L. 1985. Nematode population dynamics with emphasis on determining damage potential to crops. In: An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Vol. II, ed. by K. R. Barker, C. C. Carter and J. N. Sasser, pp. 135–148. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA.
- Beloanger, R. R., Dik, A. J. and Menzies, J. M. 1998. Powdery mildews recent advances toward integrated control. In: Plant microbe interactions and biological control, ed. by G. J. Boland and D. L. Kuykendall, pp. 89–109. Marcel Dekker, New York.
- Cho, M. R., Lee, B. C., Kim, D. S., Jeon, H. Y., Yiem, M. S. and Lee, J. O. 2000. Distribution of plant-parasitic nematodes in fruit vegetable production areas in Korea and identification of root-knot nematodes by enzyme phenotypes. *Korean J. Appl. Entomol.* 39: 123–129. (In Korean)
- Choi, Y. E. 1996. Nematodes in Korea. Ilil Company, Daegu, Korea. 383 pp.
- Choo, H. Y. 1985. A note on root-knot nematodes from Chinese gooseberry. *Korean J. Plant Prot.* 24: 115.
- Kang, S. J., Park, B. Y., Choi, D. R. and Han, S. C. 2002. First report of *Meloidogyne marylandi* (Tylenchida: Heteroderidae) in Korea. *Korean J. Soil Zool.* 7: 45–49.
- 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. and Choi, S. K. 2001. Effects of incorporation method of nematicides on reproduction of *Meloidogyne arenaria*. *Korean J. Appl. Entomol.* 40: 89–95.
- Kim, D. G. and Do, H. W. 2001. Resistance to root-knot nematodes in Cucumis species. *Korean Soc. Hort. Sci.* 42: 279–283. (In Korean)
- Kim, D. G., D. R. Choi, and Lee, S. B. 2001. Effects of control methods on yields of oriental melon in field infested with *Meloidogyne arenaria*. *Res. Plant Dis.* 7: 42–48. (In Korean)
- Kim, D. G. and Lee, J. H. 2008. Economic threshold of *Meloidogyne incognita* for greenhouse grown cucumber in Korea. *Res. Plant Dis.* 14: 117–121. (In Korean)
- Kim, H. Y., 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)
- Kim, J. Y., Hong, S. S., Lee, J. G., Park, K. Y., Kim, H. G. and Kim, J. Y. 2006. Determinants of economic threshold for powdery mildew on cucumber. *Res. Plant Dis.* 12: 231–234. (In Korean)
- Lee, O. H., Hwang, H. S., Kim, J. Y., Han, J. H., Yoo, Y. S. and Kim, B. S. 2001. A search for sources of resistance to powdery mildew (*Leveillula taurica* (Lév.) Arn) in pepper (*Capsicum* spp.) *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 19: 7–11. (In Korean)
- McCarter, J. P. 2009. Molecular approaches toward resistance to plant-parasitic nematodes. In: Cell Biology of Plant Nematode Parasitism Series: Plant Cell Monographs, Vol. 15, ed. by R. H. Berg and C. G. Taylor, pp. 239–267. Springer-Verlag Press, Berlin.
- O'Brien, R. G., Vawdrey, L. L. and Glass, R. J. 1988. Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) and its effect on field control. *Aus. J. Expl. Agric.* 28: 417–423.
- 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)
- Sasser, J. N. 1980. Root-knot nematodes: A global menace to crop production. *Plant Dis.* 64: 36–41.
- Seo, Y. H., Cho, B. O., Choi, J. K., Kang, A. S. and Jeong, B. C. 2009. Control of diseases and insects for pesticide-free cultivation of leafy vegetables. *Korean J. Organic Agric.* 17: 253–264. (In Korean)
- Shin, H. D. 2000. *Erysiphaceae* of Korea. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea. pp. 227–235.
- The Korea Society of Plant Pathology. 2009. List of Plant Diseases in Korea. 5th ed., Suwon, Korea. 853 pp. (In Korean)
- Verhaar, M. A. and Hijwegen, T. 1993. Efficient production of phialoconidia of *Verticillium lecanii* for biocontrol of cucumber powdery mildew *Sphaerotheca fuliginea*. *Neth. J. Plant Pathol.* 99: 101–103.
- Wright, D. P., Scholes, D., Horton, P., Baldwin, B. C. and Shepphard, M. C. 1990. The relationship between the development of haustoria of *Erysiphe graminis* and the energy status of leaves. In: Current Research in Photosynthesis, Vol. 4, ed. by M. Baltscheffsky, pp. 223–226. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.