고추 유전자원의 탄저병 (*Colletotrichum acutatum*) 저항성 평가

김상규 · 노나영* · 허은숙 · 고호철 · 곽재균 · 허윤찬¹

국립농업과학원 농업유전자원센터, ¹국립원예특작과학원 채소과

Evaluation of Resistance to *Colletotrichum acutatum* in Pepper Genetic Resources

Sang Gyu Kim, Na-Young Ro*, On-Sook Hur, Ho-Cheol Ko,

Jae-Gyun Gwag and Yun-Chan Huh¹

National Agrobiodiversity Center, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea

¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 440-706, Korea

(Received on April 6, 2012; Revised on June 14, 2012; Accepted on June 15, 2012)

Resistance of pepper (*Capsicum* spp.) to anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) was evaluated during regeneration of *Capsicum* spp. in National Agrobiodiversity Center. Disease severity of 896 pepper accessions (430 accessions of *C. annuum*, 219 accessions of *C. baccatum*, 14 accessions of *C. chacoense*, 153 accessions of *C. chinense*, 70 accessions of *C. frutescens*, 2 accessions of *C. pubescens*, and unidentified 8 accessions) was investigated at 14 days after inoculation in 28°C humid chamber. Forty nine accessions of pepper germplasm were resistant to *C. acutatum*. Among them, nine accessions were highly resistant to *C. acutatum* without wounding spray inoculation. Four accessions belonged to the species *C. baccatum*, one accession to *C. chacoense*, and four accessions to *C. frutescens*. Forty two resistant candidate accessions were inoculated with pin-prick wounding using a syringe needle. Five accessions were resistant as a less than 3% of disease severity to *C. acutatum* with wounding inoculation 5 days after inoculation. All resistant accessions were *C. baccatum*. These five pepper germplasm might be used as breeding resources for the anthracnose resistance breeding program.

Keywords : Anthracnose, *Capsicum*, Resistance, Resistant resources

서 론

고추(*Capsicum* spp.)는 가지과(*Solanaceae*)에 속하는 식물로 원산지는 남미 아마존강 유역으로 추정되며 유럽을 거쳐 우리나라에는 16세기 전후로 도입되어 국내 연간 생산량이 약 12만 톤에 이르는 조미 채소 중 가장 중요한 작물이다(Kim 등, 2008c; Pae 등, 2005; Yoon 등, 2004). 세계적으로 고추는 27종이 알려져 있고, 그 중 5종(*C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum*,

and *C. pubescens*)이 재배되고 있으며, *C. annuum*이 가장 널리 재배되고 있다(Yoon 등, 2004). 고추 재배기간 동안에 다양한 병원균에 노출이 되어 피해를 입고 있으며, 특히 고추 탄저병과 역병이 가장 심각한 피해를 일으키는 것으로 알려져 있다(Kim, 2004; Myung 등, 2006).

고추 탄저병(*Colletotrichum* spp.)은 국내외에서 고추 생산에 있어서 많은 피해를 주는 병 중의 하나로서 5종의 탄저병균(*C. gloeosporioides*, *C. acutatum*, *C. dematium*, *C. coccodes*, and *Glomerella cingulata*)에 의해 발병되는 것으로 알려져 있다(Hong과 Hwang, 1998; Kang 등, 2009; Park과 Kim, 1992). 이들 중 한국에서 고추의 수량과 품질에 직접적인 영향을 미치는 균은 *C. acutatum*과 *C. gloeosporioides*으로 알려져 있다(Park과 Kim, 1992). 1992

*Corresponding author

Phone) +82-31-299-1871, Fax) +82-31-294-6029

Email) nonanona@korea.kr

년 고추 포장에서 발병되어 분리되는 탄저병균은 *C. gloeosporioides*이었으나, 최근 우리나라에서 분리되는 탄저병균은 *C. acutatum*이 우점종으로 보고 되었다(Kim 등, 2008a).

고추 역병에 대한 저항성을 가진 상업용 품종은 2005 년도부터 농가에 보급되기 시작하여 현재까지 농가에서 재배 중이다(Kim 등, 2010a). 그러나 탄저병 저항성 계통은 *C. chinense* ‘PBC932’와 *C. baccatum* ‘PBC80’과 ‘PBC81’ 등이 보고되고 있으나, 현재까지 상업용으로 보급된 품종은 없다(Kim 등, 2004; Mahasuk 등, 2009; Park 등, 2009; Sarath Babu 등, 2011; Yoon 등, 2004). 그 이유는 병 저항성 유전자원의 부족과 병원균의 다양한 병원성 분화가 일어났기 때문이다(Park 등, 2009). 뿐만 아니라 국내외적으로 가장 많이 재배되고 있는 *C. annuum* 종 내에는 안정적인 저항성을 보이는 유전자원이 없는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2010b).

이 연구는 농촌진흥청 농업유전자원센터에서 보존하고 있는 고추 유전자원에 대한 탄저병균 저항성 정도를 평가하여 그 정보를 연구자에게 제공하고자 수행했으며 현재까지 저항성이 보고되지 않은 새로운 저항성 자원을 선 발하여 탄저병 저항성 품종 육성을 위한 재료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료. 탄저병 저항성 평가를 위하여 47개 국가에서 수집하여 농업유전자원센터에 보관 중인 *C. annuum* 430점, *C. baccatum* 219점, *C. chacoense* 14점, *C. chinense* 153점, *C. frutescens* 70점, *C. pubescens* 2점과 미동정

8점 등 총 896점을 분양받아 시험 재료로 이용하였다 (Table 1). 본 실험에서는 ‘마니파’를 감수성 대조품종으로 이용하였다. 각각의 종자는 1% 차아염소산나트륨(NaOCl)에서 1분간 표면살균하고 멸균수로 2회 세척 후 습실 처리된 filter paper를 깔 Petri-dish에 치상하고 25°C 항온기에서 3일간 두어 발아시켰다. 발아한 종자는 플러그 묘판(5×10)에 피트모스 배양토에 파종하여 비닐하우스에서 10주간 육묘하였다. 육묘된 묘는 2011년 5월 4일에 경기도 평택시에 위치한 비닐하우스 정식하였고 농촌진흥청 표준재배법에 따라 재배하였다. 잡초발생을 억제하기 위하여 검은색 비닐 멀칭하였다. 7월 말부터 다 자란 녹색 고추를 한 번에 300개체를 수확하여 탄저병을 저항성 실험을 하였다.

병원균 배양. 고추 탄저병균(*C. acutatum*)은 농촌진흥청 농업미생물 보존센터에 보관중인 KACC 40042를 분양받아 실험에 이용하였다. 병원균을 potato dextrose agar(PDA) 배지에서 광상태 16시간, 암상태 8시간 주기로 28°C에서 7일간 배양하였고 다 자란 배지에 멸균수를 부어 포자를 수거하여 거즈로 걸러서 균사를 제거하였으며 hemacytometer로 포자 농도를 조사하여 실험에 이용하였다.

병원균 접종. 무상처 분무 접종법의 병원균 접종 시료는 다 자란 녹색 고추를 이용하였으며, 부패 방지를 위해 paper towel을 넣은 지퍼백(25×30 cm)에 자원 당 10개의 고추를 담고 분무기를 이용해 고추 과실 표면에 5.0×10^5 conidia/ml의 농도로 조정한 탄저병균 포자를 분무하였다. 접종된 고추는 습도 유지를 위해 즉시 밀봉하였고 28°C 항온기에 넣어 발병을 유도하였으며 2일 후 지퍼백을 상온에서 2시간 동안 개봉하여 과습으로 인한 부패를 방지

Table 1. Capsicum genetic resources for evaluation of resistance against anthracnose disease in this study

Species (No. of accession)	Origins ^a
<i>C. annuum</i> (430)	027 (1), ARG (1), BGR (95), BOL (1), CHN (187), COL (1), CSK (1), ECU (3), FRA (4), GEO (1), HUN (3), IND (1), ISR (1), JPN (3), KGZ (1), KOR (21), MDA (2), MEX (1), MMR (4), NPL (1), PER (1), PHL (1), RUS (6), THA (3), TKM (1), TUR (4), TWN (10), USA (2), UZB (14), VNM (1), unknown (54)
<i>C. baccatum</i> (219)	ARG (9), BOL (31), BRA (87), CHL (2), COL (3), CRI (13), ECU (15), GTM (1), HUN (1), JAM (1), MEX (4), PER (23), PRY (16), TWN (1), URY (5), unknown (7)
<i>C. chacoense</i> (14)	AGR (4), BOL (5), DEU (1), GBR (2), USA (1), unknown (1)
<i>C. chinense</i> (153)	BLZ (2), BOL (14), BRA (43), COL (12), CRI (9), ECU (10), GRD (1), GTM (1), HUN (2), MEX (14), PER (30), PRI (4), SUR (2), USA (2), VEN (5), unknown (2)
<i>C. frutescens</i> (70)	BOL (1), BRA (1), CHN (1), COL (7), CRI (29), ECU (3), GTM (6), HND (2), LAO (1), MEX (4), NPL (1), PER (2), SLV (3), unknown (9)
<i>C. pubescens</i> (2)	ECU (1), GTM (1)
Unidentified (8)	CHN (4), MMR (1), unknown (3)

^aCountry codes (ISO 3166-1 alpha-3).

하였으며, 14일간 배양하면서 발병 상태를 관찰하였다.

무상처 접종처리에서 저항성으로 판단된 34점과 중도 저항성으로 판단되는 5점, 저항성이 예상되는 3점(800063, K157358, 709276)을 추가하여 총 42점에 대해 탄저병균 상처 접종을 실시하였다. 다자란 녹색고추를 수확 후 1% 차아염소산나트륨에 3분간 표면살균 후 멸균수로 2회 세척하여 준비하였다. 탄저병 포자현탁액은 1.0×10^6 conidia/ml으로 맞추어 실험하였다. 고추 크기에 따라 1-3 부위에 주사바늘로 상처(0.6 mm diameter $\times$ 1.2 mm depth)를 내고 동시에 포자현탁액을 부위당 10 μ l씩 접종하였다. 대조구는 멸균수를 처리하였다. 접종한 고추는 paper towel을 깔고 멸균수를 부은 플라스틱 용기(30 $\times$ 20 $\times$ 7 cm)에 놓고 습도를 유지하였으며 28°C에서 발병을 유도하였다.

병 저항성 평가. 무상처 분무 접종에 의한 탄저병 평가는 발병 정도에 따라 6단계로 조사하였다. 즉, 병징이 전혀 관찰되지 않았을 때는 발병도 0으로, 2 mm 미만의 병반이 5개 미만일 때 발병도 1로, 4 mm 미만의 병반이 10개 이하일 때 발병도 2로, 6 mm 미만의 병반이 10개 미만일 때 발병도 3으로, 10 mm 미만의 병반이 10개 미만일 때 발병도 4로, 10개 이상의 병반이 나타나거나 서로 혼합하여 분생포자층을 형성할 때를 발병도 5로 조사

하였다. 발병도 0은 고도의 저항성, 발병도가 0.1보다 크고 2보다 작은 발병을 나타낸 고추는 저항성으로, 발병도 2보다 크고 3보다 작은 고추는 중도저항성, 3보다 크고 5보다 작은 고추는 감수성으로, 발병도 5는 고도의 감수성으로 판단하였다.

상처 접종에 의한 탄저병은 병반의 크기(mm)를 자로 측정하였다. 측정한 병반의 크기는 과실의 크기에 대한 비율로 나타내었다. 병반 크기의 비율은 SAS(Ver. 9.1) 프로그램을 이용하여 5% 수준에서 Duncan의 다중검정으로 유의성을 검정하였다.

결 과

무상처 분무 접종에 의한 탄저병 저항성 검정. 탄저병균 접종 4일 후부터 과실표면에 회백색의 수침상 병반이 나타나기 시작하여 균사가 표면을 덮었다. 감수성 고추는 균사가 고추 표면을 덮어 짙은 갈색으로 변하거나 흰색-회갈색 균사로 덮였으며 심한 부위는 물러져 형태를 알아볼 수 없었으나 고도의 저항성을 나타내는 고추는 과육에 병반의 흔적이 없이 깨끗하였다(Fig. 1).

총 896자원의 고추에 대해 탄저병균을 무상처 분무 접

Fig. 1. The development of anthracnose symptoms on susceptible and resistant *Capsicum* accessions by non-wound spray inoculation with a concentration of 5.0×10^5 conidia/ml of *Colletotrichum acutatum*. Typical symptoms developed on accession of *Capsicum* sp., anthracnose disease caused by *C. acutatum* at 14 days after inoculation. **A** and **B**: Resistant reaction of *C. baccatum*, **C**: Moderate resistant reaction of *C. chinense*, **D**: Susceptible reaction of *C. annuum*.

Table 2. Evaluation of 896 accessions of pepper germplasm for the disease severity of anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*

Disease index (0-5)	Species ^a						
	ANN	BAC	CHA	CHI	FRU	PUB	UNID
Highly Resistant (0)	—	4	1	—	4	—	—
Resistant (0.1–1.9)	—	13	4	16	7	—	—
Moderate Resistant (2.0–2.9)	1	11	—	12	5	1	—
Susceptible (3.0–4.9)	7	21	2	35	10	—	2
Highly Susceptible (5)	422	170	7	90	44	1	6

^aANN: *Capsicum annuum*, BAC: *C. baccatum*, CHA: *C. chacoense*, CHI: *C. chinense*, FRU: *C. frutescens*, PUB: *C. pubescens*, UNID: Unidentified.

Fig. 2. Anthracnose symptoms on susceptible and resistant *Capsicum* accessions. Typical symptoms were developed on accessions of *Capsicum* spp. by pin-prick wound inoculation. Anthracnose disease was observed by *Colletotrichum acutatum* at 5 days after inoculation. **A** and **B**: Resistant response of *C. baccatum* and *C. chinense*, **C**: moderate resistant response of *C. frutescens*, **D**: susceptible response of *C. annuum*. White arrows are inoculated with distilled water as a control.

중하여 발병도에 따라 저항성의 정도를 판별하였으며, 9점이 발병도 0으로 고도의 저항성을 나타내었다(Table 2). 고추 종별로는 *C. annuum*은 총 430자원 중 1점 만이 중도저항성으로 나타났으며, 7점이 감수성으로 422점이 고도의 감수성인 것으로 나타났다. *C. baccatum*은 219점 중 1.8%에 해당하는 4점(IT 158578, IT 158609, K157547, 800066)이 전혀 발병하지 않아 고도의 저항성을 나타냈으며, 13점이 저항성, 11점이 중도저항성, 21점이 감수성, 170점이 고도의 감수성이었다. *C. chacoense*는 1점(K057228)이 고도의 저항성, 4점이 저항성, 2점이 감수성, 7점이 고

도의 감수성이었다. *C. chinense*는 16점이 저항성, 12점이 중도저항성, 35점이 감수성 그리고 90점이 고도의 감수성이었다. *C. frutescens*는 4점(IT 158413, IT 182545, 807320, 807328)이 고도의 저항성, 7점이 저항성, 5점이 중도저항성, 10점이 감수성 그리고 44점이 고도의 감수성인 것으로 나타났다. *C. pubescens*는 각 1점씩 중도저항성과 고도의 감수성을 나타내었으며, 미동정 고추는 2점이 감수성을 6점이 고도의 감수성을 보였다.

상처 접종에 의한 탄저병 저항성 검정. 과육에 주사바늘로 상처를 내고 탄저병균을 접종한 고추는 3일 후부터

Table 3. Resistant pepper germplasm against *Colletotrichum acutatum* by non-wounding spray and pin-pricking wounding inoculation

Variety	Spray		Pin pricking				Species
	Rep.	Disease index ^a	Disease severity				
			Rep.	Length (cm)	Ratio (%)		
IT 158502	8	1.88±0.91 ^b	5	0.00±0.00	0.00	a ^c	<i>C. baccatum</i>
K057459	10	1.00±0.67	3	0.00±0.00	0.00	a	<i>C. baccatum</i>
K157576	10	2.20±0.76	6	1.33±0.99	1.36	a–b	<i>C. baccatum</i>
IT 158578	10	0.00±0.00	6	0.83±0.83	2.08	a–c	<i>C. baccatum</i>
908285	10	0.50±0.50	5	2.20±2.20	2.93	a–c	<i>C. baccatum</i>
K157586	10	0.40±0.40	7	3.86±0.86	5.35	a–d	<i>C. baccatum</i>
K157514	10	1.50±0.76	4	1.75±1.75	5.83	a–e	<i>C. baccatum</i>
800063	–	– ^d	6	9.33±3.05	9.35	a–f	<i>C. baccatum</i>
K057225	10	1.50±0.76	5	8.60±4.15	9.88	a–f	<i>C. baccatum</i>
800066	10	0.00±0.00	6	2.50±0.85	9.98	a–f	<i>C. baccatum</i>
K157547	10	0.00±0.00	4	5.00±3.32	10.30	a–f	<i>C. baccatum</i>
IT 158609	9	0.00±0.00	6	8.50±3.02	10.53	a–f	<i>C. baccatum</i>
K157578	10	2.30±0.79	4	2.25±0.85	11.01	a–g	<i>C. baccatum</i>
K157358	–	–	10	8.00±4.00	12.51	a–g	<i>C. baccatum</i>
709276	–	–	6	12.50±1.54	12.72	a–g	<i>C. baccatum</i>
K157434	10	1.50±0.76	7	4.43±1.17	12.89	a–g	<i>C. frutescens</i>
807319	10	0.90±0.60	6	5.17±1.85	13.27	a–h	<i>C. frutescens</i>
Manitta	10	5.00±0.00	9	15.67±0.67	13.70	a–h	<i>C. annuum</i>
K157515	10	0.80±0.55	6	4.17±1.19	14.06	a–h	<i>C. baccatum</i>
K157626	10	0.50±0.50	6	4.17±2.10	15.44	a–i	<i>C. chinense</i>
K057227	10	0.10±0.10	4	5.25±1.03	16.98	a–j	<i>C. chacoense</i>
K057226	10	1.00±0.67	6	12.17±2.81	17.38	a–k	<i>C. baccatum</i>
K157699	10	0.20±0.20	4	8.50±3.75	19.95	b–k	<i>C. chinense</i>
IT 182545	6	0.00±0.00	4	5.50±1.55	21.33	c–k	<i>C. frutescens</i>
K057235	10	1.00±0.67	7	5.29±0.36	24.56	d–l	<i>C. chacoense</i>
K157507	10	1.40±0.72	6	15.50±1.38	25.38	e–l	<i>C. baccatum</i>
K057228	10	0.00±0.00	4	5.50±0.87	25.66	f–l	<i>C. chacoense</i>
K157506	10	0.40±0.40	6	16.00±1.91	25.99	f–l	<i>C. baccatum</i>
K157416	10	0.60±0.40	7	10.57±2.72	27.38	f–l	<i>C. frutescens</i>
K157660	8	2.00±0.80	4	15.25±4.42	28.31	f–l	<i>C. chinense</i>
K157702	3	1.67±1.67	5	9.60±1.29	30.58	g–l	<i>C. chinense</i>
K157653	10	1.20±0.63	5	10.20±0.86	32.60	h–m	<i>C. chinense</i>
K157494	10	1.00±0.67	5	11.80±2.40	32.68	h–m	<i>C. baccatum</i>
K157654	10	2.10±0.46	4	13.50±0.87	33.61	i–m	<i>C. chinense</i>
K157446	10	1.50±0.64	5	13.40±3.03	35.00	j–m	<i>C. frutescens</i>
K057229	10	0.50±0.50	4	5.25±1.11	36.74	k–m	<i>C. chacoense</i>
K057230	10	1.50±0.76	3	6.67±0.88	42.03	lm	<i>C. chacoense</i>
807320	10	0.00±0.00	4	6.00±0.91	42.99	lm	<i>C. frutescens</i>
K157782	10	1.00±0.67	6	9.83±2.23	49.72	mn	<i>C. baccatum</i>
K157665	9	1.67±0.83	5	18.00±0.89	50.15	mn	<i>C. chinense</i>
IT 158413	10	0.00±0.00	4	8.00±2.68	60.70	n	<i>C. frutescens</i>
K157694	10	2.30±0.58	5	14.20±2.75	60.93	n	<i>C. chinense</i>
807328	9	0.00±0.00	5	10.40±1.78	63.19	n	<i>C. frutescens</i>

^a0 = no symptoms, 1 = symptoms of a size less than 2 mm and less than 5 lesions, 2 = symptoms of a size less than 4 mm and less than 10 lesions, 3 = symptoms of a size less than 6 mm and less than 10 lesions, 4 = symptoms of a size less than 10 mm and less than 10 lesions, 5 = more than 10 lesions and lesion often encircling with acervuli.

^bThe data represent means and standard error of each replicates.

^cMeans separation with columns by Duncan's multiple range test, $P \leq 0.05$.

^d—, not tested.

접종부위가 함몰되기 시작하여 수침상 병반이 나타났으며, 주황색의 윤문형 포자층을 형성하였으며, 상처를 내고 증류수를 접종한 곳에서는 아무런 반응이 없었다(Fig. 2). 발병도는 탄저병균을 접종하고 5일 후에 병반의 길이를 측정하여 고추 과육의 전체 길이에 대한 비율로 나타내었다(Table 3). 침 접종에 의해 강한 저항성을 나타내는 품종은 대부분 *C. baccatum*이었다. 특히 2점(IT 158502, K057459)은 전혀 발병되지 않아 강한 저항성을 나타내었으며, K157576, IT 158578 및 908285은 모두 전체 고추 길이의 3% 미만의 병반 길이를 나타내어 저항성을 나타내었다(Table 3). K157576은 1.3 cm의 병반 길이를 나타내어 전체 길이의 1.4%를 차지하였으며, IT 158578은 0.8 cm의 병반 길이를 나타내 2.1%를 차지하였다. 908285는 2.2 cm의 병반 길이를 나타내어 전체 고추의 2.9%를 차지하여 탄저병균에 저항성으로 판단하였다.

고 찰

농촌진흥청 농업유전자원센터에는 세계 각국에서 수집한 7,800여 점의 고추를 보존하고 있으며, 매년 종자를 갱신하고 있으며 갱신하는 과정에서 고추의 배축색, 생육최성기, 꽃의 색깔 및 모양, 과실의 특성 등 형질에 대한 특성 조사를 하여 연구재료로 일반 이용자에게 정보를 제공하고 있다.

본 연구는 2011년 증식 대상인 고추 유전자원 896점에 대해 고추 과육에 탄저병균 *C. acutatum*을 무상처 분무 접종과 상처 접종을 통하여 저항성 정도를 판별하여 그 정보를 이용자에게 제공하고자 수행하였다.

많은 육종가와 농민들은 고품질의 품종 개발과 수확을 위해 노력하고 있으며, 특히 병 저항성 품종 개발과 보급은 연구자와 재배 농가의 오랜 바람이다. 지금까지 알려진 역병 저항성 재료는 PI163192, PI201232, PI201234 등 미국식물도입국 자원과 AC2258(=Mexican pepper 'Line 29'), CM334(Criollo de Morales 334) 등이 알려져 있다(Ares 등, 2005; Kim 등, 2010a; Ortega 등, 1991). 국내에서도 이들 자원을 이용한 저항성 품종 육성이 이루어져 현재 수십여 역병 저항성 품종들이 상업적으로 판매되고 있다(Hwang과 Kim, 2002).

탄저병에 대해서는 *C. chinense* 'PBC932'와 *C. baccatum* 'PBC80'과 'PBC81'이 저항성을 가지는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2004; Mahasuk 등, 2009; Park 등, 2009; Sarath Babu 등, 2011; Yoon 등, 2004). 최근에는 *C. baccatum* 'PI594137'이 새로운 저항성 자원으로 알려지고 있다(Kim 등, 2008d). 국내에 많이 재배하고 있는 *C.*

*annuum*은 탄저병 저항성 유전자원이 없는 것으로 알려져 있어, 병저항성을 가진 다른 종과의 중간 교잡으로 저항성 유전자 도입을 시도하고 있다. 이종간의 교잡에서 *C. chinense*와 *C. annuum*은 중간 교잡으로 어느 정도 저항성 개체를 획득하였으나, *C. baccatum*과 *C. annuum*의 교잡은 원활이 이루어 지지 않고 있다(Kim 등, 2008b; Yoon 등, 2009).

본 연구에서 탄저병균(*C. baccatum*) 무상처 분무 접종을 통해 *C. baccatum* 4점(IT 158578, IT 158609, K157547, 800066), *C. chacoense* 1점(K057228), *C. frutescens* 4점(IT 158413, IT 182545, 807320, 807328)이 고도의 저항성을 나타내었다. 이것은 기존에 알려진 *C. baccatum*과 *C. chinense* 외에 *C. chacoense*와 *C. frutescens* 자원에서도 무상처 분무 접종에서 고도의 저항성을 나타내어 금후 탄저병 저항성 관련 연구나 육종에 유용하게 이용되리라 생각된다.

상처 접종에서 탄저병이 전혀 발병하지 않는 2점(IT 158502, K057459)과 3% 미만 발병 3점(K157576, IT 158578, 908285) 모두 *C. baccatum*으로 나타났다(Table 3). *C. baccatum*은 *C. chinense*에 비해 다양한 탄저병균(*C. capsici*, *C. gloeosporioides*, *C. acutatum*)에 안정적인 저항성을 보이는 것으로 알려져 있다(Mahasuk 등, 2009; Mongkolporn 등, 2010; Montri 등, 2009).

무상처 분무 접종에서 강한 저항성을 나타내었던 800066, K157547, IT 158609, IT 182545, K057228, 807320, IT 158413 및 807328은 상처 접종에서 10.0–63.2%의 발병도를 보였다. 이는 각피 침입을 하는 탄저병의 경우 식물의 큐티클층 및 세포벽 등 초기 방어에 의한 저항성이 배제되었기 때문이다(Oh 등, 1999).

본 실험에서 무상처 분무 접종으로 저항성으로 판단되는 34점을 선발하였으며, 특히 9점은 전혀 발병하지 않아 탄저병균에 대해 강한 저항성으로 나타났다. 이들을 상처 접종으로 재검정한 바 그 중 5점이 3% 미만의 발병을 나타내어 저항성을 나타내었고, 이 자원들은 탄저병 저항성 육종과 유전 연구를 위한 재료로서 이용이 기대된다.

요 약

농업유전자원센터에 보존하고 있는 896점의 고추(*C. annuum* 430점, *C. baccatum* 219점, *C. chacoense* 14점, *C. frutescens* 70점, *C. pubescens* 2점, 미동정 8점)에 *C. acutatum*을 접종 후 28°C에서 14일간 배양 후 탄저병 발병 정도를 평가하였다. 무상처 분무 접종에서 총 49점이 *C. acutatum*에 저항성을 나타내었으며, 그 중 9점은 고도

의 저항성을 나타내었다. 고도의 저항성을 나타내는 자원들은 *C. baccatum* 4점, *C. chacoense* 1점, *C. frutescens* 4점이었다. 무상처 분무 접종에서 탄저병 저항성을 나타내는 자원 중 42점을 상처 접종법으로 탄저병균을 접종하였다. 그 중 5점은 접종 5일 후에도 병반의 크기가 3% 미만으로 나타나 저항성을 나타내었으며, 이들은 모두 *C. baccatum*이었다. 저항성을 보이는 5점은 탄저병 저항성 육성을 위한 자원으로 이용가능 할 것이다.

Acknowledgement

This study was supported by a grant (Project No: PJ906987) from National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, and by 2011 Postdoctoral Fellowship Program of National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Ares, J. L. A., Martínez, A. R. and Paz, J. F. 2005. Resistance of pepper germplasm to *Phytophthora capsici* isolates collected in northwest Spain. *Spain J. Agric. Res.* 3: 429–436.
- Hong, J. K. and Hwang, B. K. 1998. Influence of inoculum density, wetness duration, plant age, inoculation method, and cultivar resistance on infection of pepper plants by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Dis.* 82: 1079–1083.
- Hwang, H.-S. and Kim, B.-S. 2002. Breeding maintainer and restorer lines of cytoplasmic male sterility resistant to *Phytophthora capsici* in Capsicum pepper. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 43: 143–150. (In Korean)
- Kang, B. K., Kim, J., Lee, K. H., Lim, S. C., Ji, J. J., Lee, J. W. and Kim, H. T. 2009. Effects of temperature and moisture on the survival of *Colletotrichum acutatum*, the causal agent of pepper anthracnose in soil and pepper fruit debris. *Plant Pathology J.* 25: 128–135.
- Kim, B.-S., Kwon, T.-R., Hwang, J.-E., Lee, J.-M., Park, D.-G., Ahn, J.-H. and Kim, H.-Y. 2010a. Resistance to Phytophthora blight of commercial pepper cultivars in Korea. *Res. Plant Dis.* 16: 141–147. (In Korean)
- Kim, C.-H. 2004. Review of disease incidence of major crops in 2003. *Res. Plant Dis.* 10: 1–7. (In Korean)
- Kim, J. T., Park, S.-Y., Choi, W., Lee, Y.-H. and Kim, H. T. 2008a. Characterization of *Colletotrichum* isolates causing anthracnose of pepper in Korea. *Plant Pathology J.* 24: 17–23.
- Kim, K.-H., Yoon, J.-B., Park, H.-G., Park, E. W. and Kim, Y. H. 2004. Structural modifications and programmed cell death of chili pepper fruit related to resistance responses to *Colletotrichum gloeosporioides* infection. *Phytopathology* 94: 1295–1304.
- Kim, S., Kim, K.-T., Chae, Y., Jamal, A. and Oh, D.-G. 2008b. A survey of genes differently expressed in response to *Colletotrichum* infection on chili pepper fruit. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 26: 1–8. (In Korean)
- Kim, S., Kim, K.-T., Kim, D.-H., Yang, E.-Y., Cho, M.-C., Jamal, A., Chae, Y., Pae, D.-H., Oh, D.-G. and Hwang, J.-K. 2010b. Identification of quantitative trait loci associated with Anthracnose resistance in chili pepper (*Capsicum* spp.). *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 28: 1014–1024. (In Korean)
- Kim, S. H., Yoon, J. B., Do, J. W. and Park, H. G. 2008c. A major recessive gene associated with anthracnose resistance to *Colletotrichum capsici* in chili pepper (*Capsicum annuum* L.). *Breed. Sci.* 58: 137–141.
- Kim, S. H., Yoon, J. B. and Park, H. G. 2008d. Inheritance of anthracnose resistance in a new genetic resource, *Capsicum baccatum* PI594137. *J. Crop Sci. Biotechnol.* 11: 13–16.
- Mahasuk, P., Taylor, P. W. J. and Mongkolporn, O. 2009. Identification of two new genes conferring resistance to *Colletotrichum acutatum* in *Capsicum baccatum*. *Phytopathology* 99: 1100–1104.
- Mongkolporn, O., Montri, P., Supakaew, T. and Taylor, P. W. J. 2010. Differential reactions on mature green and ripe chili fruit infected by three *Colletotrichum* spp. *Plant Dis.* 94: 306–310.
- Montri, P., Taylor, P. W. J. and Mongkolporn, O. 2009. Pathotypes of *Colletotrichum capsici*, the causal agent of chili anthracnose, in Thailand. *Plant Dis.* 93: 17–20.
- Myung, I.-S., Hong, S.-K., Lee, Y.-K., Choi, H.-W., Shim, H.-S., Park, J.-W., Park, K.-S., Lee, S.-Y., Lee, S.-D., Lee, S.-H., Choi, H.-S., Kim, Y.-G., Shin, D.-B., Ra, D.-S., Yeh, W.-H., Han, S.-S. and Cho, W.-D. 2006. Review of disease incidences of major crops of the south Korea in 2005. *Res. Plant Dis.* 12: 153–157. (In Korean)
- Oh, B. J., Kim, K. D. and Kim, Y. S. 1999. Effect of cuticular wax layers of green and red pepper fruits on infection by *Colletotrichum gloeosporioides*. *J. Phytopathol.* 147: 547–552.
- Ortega, R. G., Español, C. P. and Zueco, J. C. 1991. Genetics of resistance to *Phytophthora capsici* in the pepper line ‘SCM-334’. *Plant Breed.* 107: 50–55.
- Pae, D.-H., Chae, Y., Wang, T.-C., Engle, L. M. and Shanmugasundaram, S. 2005. Selection of new breeding materials with resistance to Anthracnose in *Capsicum annuum*. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 46: 10–12.
- Park, K. S. and Kim, C. H. 1992. Identification, distribution and etiological characteristics of anthracnose fungi of red pepper in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 8: 61–69.
- Park, S.-K., Kim, S. H., Park, H. G. and Yoon, J. B. 2009. *Capsicum* germplasm resistant to pepper anthracnose differentially interact with *Colletotrichum* isolates. *Hort.*

- Environ. Biotechnol.* 50: 17–23.
- Sarath Babu, B., Pandravada, S. R., Prasada Rao, R. D. V. J., Anitha, K., Chakrabarty, S. K. and Varaprasad, K. S. 2011. Global sources of pepper genetic resources against arthropods, nematodes and pathogens. *Crop Prot.* 30: 389–400.
- Yoon, J. B., Do, J. W., Kim, S. H. and Park, H. G. 2009. Inheritance of anthracnose (*Colletotrichum acutatum*) resistance in *Capsicum* using interspecific hybridization. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 27: 140–144.
- Yoon, J. B., Do, J. W., Yang, D. C. and Park, H. G. 2004. Interspecific cross compatibility among five domesticated species of *Capsicum* genus. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 45: 324–329.