

## 국내 시판 고추 품종의 역병 저항성

김병수\* · 권태룡<sup>1,2</sup> · 황지은<sup>1</sup> · 이재무 · 박동근 · 안준형 · 김혜연

경북대학교 원예과학과, <sup>1</sup>경북농업기술원 영양고추시험장, <sup>2</sup>현 근무처 경북농업기술원 풍기인삼시험장

## Resistance to Phytophthora Blight of Commercial Pepper Cultivars in Korea

Byung-Soo Kim\*, Tae-Ryong Kwon<sup>1,2</sup>, Ji-Eun Hwang<sup>1</sup>, Jae-Moo Lee, Dong-Guen Park, Joon-Hyung Ahn and Hye-Yeon Kim

Department of Horticultural Science, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>1</sup>Youngyang Pepper Experiment Station, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research and Extension Services, Yeongyang 764-803, Korea

<sup>2</sup>Current address: Punggi Ginseng Experiment Station, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research and Extension Services, Yeongju 750-871, Korea

(Received on July 20, 2010; Accepted on July 25, 2010)

Resistance to *Phytophthora* blight (*Phytophthora capsici* Leonian) of commercial cultivars of *Capsicum* pepper in Korea were evaluated from 2008 to 2010. In 2008 and 2009, the cultivars were tested for resistance to the Pc003 isolate collected in Youngyang, Gyeongbuk province. In 2010, the selected cultivars in the previous years were tested by inoculating with 3 isolates obtained from the pepper plants in Miryang in Gyeongnam province, Youngyang in Gyeongbuk province, and Goesan in Chungbuk province. A continuous variation in resistance from highly resistant to susceptible was observed among the commercial pepper cultivars. It was also noted that some cultivars, although their names were initiating with 'Yeokgang' or 'PR' meaning *Phytophthora* resistance, were very low in resistance or susceptible. When the resistant cultivars selected in 2008 and 2009 experiment were inoculated with the 3 isolates, all the commercial cultivars except a rootstock, 'Tantan', succumbed to the exceptionally virulent Pc005 (Miryang) isolate. Pc002 (Goesan) was a little more virulent than Pc003 (Youngyang). A few cultivars resistant to Pc003 (Youngyang) were severely infected by Pc002 (Goesan). Significant interaction in analysis of variance suggested the differential interactions between cultivars and pathogen isolates. Strategies to breed cultivars having high level of resistance to the highly variable pathogenic fungus, *Phytophthora capsici*, were discussed.

**Keywords :** *Capsicum annuum*, Differential reaction, *Phytophthora capsici*, Resistance

2008년도의 통계자료에 따르면 고추 재배면적은 노지가 4만8천8백 ha, 시설이 6천 ha로서 노지와 시설을 합하면 5만4천8백여 ha에 달한다. 생산액으로 보면 노지재배 건고추가 9,117억원, 시설 풋고추가 4,048억원으로 이를 합하면 1조3천165억원에 달하여 재배작물 중 벼에 이어 제2위를 차지하고 있다(농림수산식품부, www.maf.go.kr). 특히 경상북도에는 안동, 영양, 청송, 봉화 등지에 전국 최대의 건고추용 노지재배 지역이 형성되어 있다. 그러나 고추 재배지역에서는 연작을 계속함에 따라 대표적 토양

전염성 병인 역병이 발생하여 많은 피해를 입고 있다. 고추 역병의 방제를 위해서는 돌려짓기, 약제 살포 등을 할 수 있으나, 병원균의 토양전염성 때문에 방제에 어려움이 많았다. 따라서 저항성 품종의 개발과 보급은 재배농가의 오랜 바람이었다.

고추 역병에 대한 저항성은 재래종, 도입 유전자원에서 발견되었으며(Bosland와 Lindsey, 1991; 김, 1986, 1988; 김 등, 1975; Kim 등, 2001; Kimble과 Grogan, 1960), 저항성을 재배품종에 도입하여 품종을 육성하려는 연구도 진행되었다(김과 손, 1992; 김 등, 1996). 국내에서 고추의 품종개발과 보급은 종자회사를 중심으로 민간에서 주도하고 있으며, 역병 저항성 상업용 품종이 농가에 보급

\*Corresponding author

Phone) +82-53-950-5729, Fax) +82-53-950-5722

Email) bskim@knu.ac.kr

되기 시작한 것은 2005년도부터이다. 이후 역병 저항성을 내건 품종들이 다수 출시되면서 시판되고 있는 역병 저항성계 품종들의 역병 저항성 수준은 농가의 주요 관심의 대상이 되었으며, 역병균의 변이와 저항성 품종의 보급에 따른 병원균의 병원력(Virulence)의 변이와 진화 등은 육종가는 물론 식물병리학자에게도 큰 관심이었다.

본 연구에서는 2008년도부터 국내에서 판매되거나 판매 예정 품종의 역병에 대한 저항성을 평가하고 선발된 품종의 3개 지역균주에 대한 반응을 조사한 결과를 발표하고자 한다.

## 재료 및 방법

**2008년도: 시판 혹은 출시예정 품종의 역병 저항성.** 시판 품종과 저항성 및 이병성 대비종을 포함한 총 70점의 공시 종자를 2월 18일에 즐뿌림 파종 후 3월 6일에 36구 연결포트에 이식한 후, 파종 후 약 60일경인 4월 21일에  $1.5 \times 10^5$ /m<sup>3</sup>의 농도의 역병균 유주포자 현탁액으로 접종하였다. 각 품종 36주를 접종하였다. 접종원으로 영양에서 수집하여 보관중인 Pc003 균주를 사용하였다. 접종원의 준비는 PDA 배지에서 배양된 역병균 균사를 V8 배지(Agar 20 g, V8 Juice 200 ml, CaCO<sub>3</sub> 3 g, Distilled Water 800 ml)에 치상한 후 24°C 형광하에서 10일 정도 배양하여 유주포자낭 형성을 유도하였다. 유주포자 현탁액은 유주포자낭이 형성된 배지표면을 슬라이드글라스로 긁어 증류수에 넣어서 유주포자낭 현탁액을 만든 다음 2겹의 거즈로 여과한 후 7°C에서 1시간 냉장보관 후 상온에서 3시간 정도 경과시켜 유주포자낭으로부터 유주포자를 방출시켜 준비했다. 유주포자 현탁액의 농도는 혈구계수기를 이용해  $1.5 \times 10^5$ /m<sup>3</sup>로 조정하였다. 접종방법은 유주포자 현탁액을 Dispenser를 이용해 각 주당 5 ml씩 관주하였다. 발병조사는 접종 9일 후에 이병주와 건전주로 나누어 이병주율을 조사하였다. 역병접종상은 폭 1.8m의 전열온상을 만들어 바닥에 투명 PE 필름을 깔고 그 위에 접종한 식물의 연결포트를 놓은 후 바닥에 수분이 마르지 않도록 관수를 하였고 접종상내 온도는 비닐과 차광망을 이용해 주간 28°C, 야간 20°C 정도로 관리하였다.

**2009년도: 2008년도 선발 품종의 역병 저항성.** 시판품종 총 55점의 공시 종자를 2월 14일에 128구 트레이에 파종하였다. 파종후 약 30일 경인 3월 17일에 32구 트레이에 이식한 후, 파종 후 약 55일경인 4월 11일에 역병균 유주포자낭 현탁액으로 접종하였다.

역병 균주는 영양에서 수집하여 실험실에서 보관중인 Pc003 균주를 사용하였다. 역병 접종은 V8배지에서 순수

배양된 병원균 균사를 주키니계 호박 과실에 넓이 5×5 mm, 깊이 5 mm의 역5면체 모양으로 조직을 잘라낸 다음 V8 배지의 배양균사를 접종하였다. 잘라낸 호박 역5면체에서 조직의 아래(과실의 안쪽) 부분을 잘라내고 남은 호박 표피 조직편을 접종 구에 덮어 균사가 마르는 것을 방지하였다. 이렇게 접종한 과실은 24°C 이상으로 유지되는 실온에 4-5일 두어 발병과 함께 호박 과실 표면에 포자형성을 유도하였다. 호박 과실표면에 유주포자낭이 충분히 형성되면 이를 해부도로 긁어 증류수에 타서 유주포자낭 현탁액을 준비하였다. 유주포자낭현탁액을 2겹의 거즈로 여과한 후 유주포자낭 농도를  $5 \times 10^5$  유주포자낭/m<sup>3</sup>로 조정하였다. 각 주당 유주포자낭현탁액을 5 ml씩 관주하여 접종하였다.

병원균을 접종하고 16일 후에 지상부와 지하부의 발병도를 조사하였다. 발병도의 조사 기준은 지상부의 발병도의 경우 1=줄기 밑동(지체부)에 병징이 없는 것; 2=줄기 밑동에 암갈색의 병반이 있으나 시들지 않고 살아 있는 것; 3=발병하여 시들고 있는 것, 4=말라죽은 것의 4등급으로 조사하였다. 지하부의 발병도는 1=뿌리의 갈변이 없는 것; 2=전체 뿌리의 25% 갈변; 3=전체뿌리의 50% 갈변; 4=전체 뿌리의 75% 갈변; 5=전체 뿌리의 100% 갈변의 5등급으로 조사하였다.

**2010년도: 선발품종의 3개 지역균주에 대한 저항성.** 시판품종 총 36점의 공시종자를 3월 13일에 200구 트레이에 파종하여 파종후 30일경인 4월 16일에 50구 트레이로 이식하였다. 5월 3일에 약 50일 육묘 후 대표적인 3개 고추 재배지역의 균주를 이용하여 역병저항성 검정을 실시하였다.

사용된 균주는 Pc002(충북 괴산), Pc003(영양 입암), Pc005(밀양 무안)의 3개 균주로 2009년도와 같이 호박 과실에 접종하여 과실 표면에 형성된 유주포자낭으로 접종하였다. 접종 21일 후에 지상부와 지하부의 발병도를 2009년도와 같은 기준으로 조사하였다.

## 결과 및 고찰

**2008년도: 시판 혹은 출시예정 품종의 역병 저항성.** 총 71개 공시품종을 발병주율의 범위로 나타내면 Table 1과 같으며, 이병주가 나타나지 않은 품종은 Table 2에 나타난 바와 같다. 접종한 전 개체가 마지막 조사까지 병징이 없는 상태로 살아남은 품종은 26개로 전체의 37.1%를 차지하였다. 그 외의 품종들은 1-2개체가 말라죽은 품종부터 모든 개체가 말라죽은 품종까지 다양한 수준의 저항성을 나타내었다. 특히 주목되는 것은 ‘역강’, ‘PR’ 등

**Table 1.** Frequency of commercial hybrid cultivars by percentage of diseased plants 9 days after inoculation by drenching zoospore suspension of isolate Pc003 of *Phytophthora capsici*

Category in percentage of diseased plants (PDP)	Frequency of cultivars	Percent frequency of cultivars
PDP=0	26	37.1
0<PDP≤20	8	11.4
20<PDP≤50	5	7.1
PDP>50	31	44.3
Total	70	99.9

**Table 2.** Twenty six commercial cultivars ranked top with no diseased plants 9 days after inoculation by drenching zoospore suspension of isolate Pc003 of *Phytophthora capsici*

Cultivar
Cheonnyeonmannyeon, Daewanggeon, Dokyacheongcheong, Gangryeokdaetong, Gangryeokjosenggeon, Geumgochu, Geumnara, Giripbaksu, Ildangbaek, Ildeunggongshin, Ilsongjeong, Mansahyeongtong, Muhandojeon, Muhanjilju, PR-Daecheon, PR-Galmuri, PR-Sansaeng, PR-Taepyeong, Shinhwachangio, Taesan, HNX14460212, HNX14460242, N6501, N6510, N6519, N6538

역병 저항성을 의미하는 접두어를 가진 품종들 중에는 접종한 개체가 50% 이상 혹은 모두 말라죽어 이병률 100%인 품종들이 다수 있었다. 이는 시중에 판매되고 있는 고추 품종 중에 역병 저항성을 내 걸거나 암시하지만 실제로는 저항성이 실용적 수준 이하이거나 아예 없는 품종들이 다수 유통되고 있음을 나타낸다. 아직까지 국내에서 고추 품종의 역병 저항성을 평가하여 그 품종의 저항성 여부를 판정해주는 기관이나 단체는 없는 실정이어서 재배농가가 이러한 품종들의 피해를 볼 가능성이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 채소종자 관련기관들의 협력으로 국내 판매종자의 저항성 검사와 저항성 수준의 공인체계를 수립하는 등의 노력이 필요하다. 이는 소비자인 고추 재배농가를 위해서나 국내 종자산업의 발전을 위해서나 적극 검토해야 할 문제로 사료된다.

**2009년도: 2008년도 선발 품종의 역병 저항성.** 2008년도 시험에서 역병 저항성과 품질, 수량, 바이러스병 저항성 등 원예적 특성을 고려하여 유망한 품종과 이병성 대비품종 등 총 55점을 공시하여 역병에 대한 저항성을 검정하여 발병도가 작아 저항성이 인정되는 상위 27품종과 이병성 대조품종을 Table 3에 나타내었다. 줄기와 뿌리의 발병도가 작은 상위 5품종은 ‘무한질주’, ‘PR-만세’, ‘일송정’, ‘천년만년’, ‘태산’ 등이었다. 이어서 ‘역강홍장군’, ‘일인자’, ‘일등공신’, ‘PR-사대천왕’, ‘조생거물’, ‘PR-상생’, ‘기립박수’ 등의 순서로 나타나고 있었다. 본 시험에

**Table 3.** Resistance to *Phytophthora* blight of commercial cultivars of pepper ranked about upper half in resistance of 63 cultivars tested in 2009

Commercial Cultivar	No. Plants inoculated	Disease index			
		Stem rot <sup>z</sup>		Root rot <sup>y</sup>	
Muhanjilju	16	1.0	a <sup>x</sup>	1.0	a
PR-Manse	16	1.0	a	1.2	ab
Ilsongjeong	16	1.0	a	1.3	a-c
Cheonnyeonmannyeon	16	1.0	a	1.4	a-d
Taesan	16	1.0	a	1.5	a-e
Yeokganghongganggun	16	1.0	a	1.6	a-f
Ilinja	16	1.0	a	1.8	b-f
Ildeunggongshin	16	1.0	a	1.9	d-f
PR Sadaecheonwang	16	1.0	a	2.8	g
Josaenggeomul	16	1.0	a	3.0	g
PR Sangsaeng	16	1.1	a	1.3	a-c
Giripbaksu	16	1.1	a	1.6	a-f
PR-Oraetta	16	1.1	a	2.0	ef
Ildangbaek	16	1.1	a	2.6	g
Seonguja	16	1.1	a	1.2	ab
PR-Galmuri	16	1.1	a	2.1	f
PR-Yeoljeong	16	1.2	ab	1.2	ab
Mansahyeongtong	16	1.3	ab	1.5	a-e
PR-Bultina	16	1.3	ab	2.8	g
PR-hongdukkae	16	1.3	ab	2.9	g
Shintobuli	16	1.4	b	1.4	a-d
Gangryeokjosenggeon	16	1.8	c	1.8	c-f
6510	16	1.9	cd	1.3	a-c
Gangryeokdaetong	16	1.9	cd	1.6	a-f
PR Taepyeong	16	2.0	cd	1.5	a-e
Daegeonwang	16	2.1	cd	1.3	a-d
HNX14460242	16	2.1	cd	1.8	c-f
Shinhwa (Control)	16	4.0	e	5.0	h

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, P<0.05.

<sup>y</sup>1 = No root rot observed; 2 = about 25% root rot; 3 = about 50% root rot; 4 = about 75% root rot; 5 = complete root rot.

<sup>z</sup>1 = No disease symptoms observed; 2 = necrotic lesion at base of stem, yet still surviving; 3 = wilting; 4 = dead and dried.

서는 역병균주를 Pc003(영양 입암) 1점을 사용하였기에 발병도의 순서는 접종에 사용하는 균주에 따라 다소 달라질 수 있을 것으로 사료된다. 또한 본 시험과 같이 유묘 검정에서 우수하게 나타난 품종도 지역 균주에 따라 다소 달리 반응할 수 있으며, 포장상태에서의 반응도 다소 달라질 수 있음도 주지하여야 할 사항이다.

**2010년도: 선발품종의 3개 지역균주에 대한 저항성.** 2008-2009년도 시험에서 관심을 끈 품종들을 포함한 총

**Table 4.** Resistance of commercial cultivars of pepper selected for resistance in 2008-2009 to 3 isolates of *Phytophthora capsici* in 2010 test

Cultivar	No. Plants inoculated	Pc002 (Goesan)		Pc003 (Youngyang)		Pc005 (Miryang)	
		Stem	Root	Stem rot	Root rot	Stem rot <sup>1</sup>	Root rot <sup>1</sup>
Tantan	15	1.0 a	1.9 a-c	1.0 a	1.0 a	1.0 a <sup>x</sup>	3.9 a
PR-Yeoljeong	15	1.0 a	1.8 ab	1.0 a	1.0 a	4.0 d	5.0 d
Geumgochu	15	1.1 ab	2.1 a-d	1.0 a	1.0 a	3.9 d	4.9 cd
Shintobuli	15	1.1 ab	2.5 b-e	1.0 a	1.0 a	4.0 d	5.0 d
Ilsongjeong	15	1.4 a-d	1.5 a	1.0 a	1.0 a	3.7 c	4.7 b
Iideunggongshin	15	1.4 a-d	1.6 a	1.0 a	1.0 a	4.0 d	5.0 d
Geumnara	14-15	1.5 a-d	2.9 e-i	1.0 a	1.0 a	3.9 d	4.7 bc
PR-Taepyeong	15	3.3 h-k	3.7 j-m	1.0 a	1.0 a	4.0 d	5.0 d
Yeokganghonggianggung	13	3.3 h-k	3.6 i-m	1.0 a	1.1 ab	4.0 d	5.0 d
Ildangbaek	14-15	1.0 a	1.4 a	1.0 a	1.1 ab	4.0 d	5.0 d
HNX14460242	15	1.4 a-d	3.2 f-j	1.0 a	1.1 ab	4.0 d	5.0 d
Gangryeokdaetong	15	1.9 a-e	3.3 g-k	1.0 a	1.1 a-c	4.0 d	5.0 d
Dokyacheongcheong	15	2.0 b-f	2.7 d-h	1.0 a	1.1 ab	4.0 d	4.7 bc
Powerspeed	11-12	2.3 d-g	3.4 h-l	1.0 a	1.1 ab	4.0 d	5.0 d
Cheonnyeonmannyeon	15	2.9 f-i	3.2 f-j	1.0 a	1.1 ab	4.0 d	5.0 d
PR-Sangsaeng	15	3.5 h-k	4.4 n-q	1.0 a	1.1 a-c	4.0 d	5.0 d
Josaengeomul	15	3.6 i-k	4.1 l-o	1.0 a	1.2 a-d	4.0 d	5.0 d
Daegeonwang	15	1.3 a-c	1.9 a-c	1.0 a	1.3 a-d	2.3 b	4.7 bc
Ilinja	15	1.5 a-d	2.7 d-g	1.0 a	1.3 a-d	4.0 d	5.0 d
N6510	15	2.1 c-f	3.4 h-l	1.0 a	1.3 a-d	4.0 d	5.0 d
Seonguja	15	2.8 f-i	2.5 b-e	1.0 a	1.3 a-d	4.0 d	5.0 d
Giripaksu	15	2.0 b-f	3.3 g-k	1.0 a	1.4 a-d	4.0 d	4.9 cd
Muhanjilju	15	2.2 c-f	2.5 c-f	1.0 a	1.5 a-d	4.0 d	5.0 d
PR-Daechon	15	2.7 e-h	3.6 i-m	1.0 a	1.6 b-d	4.0 d	5.0 d
PR-Manse	15	3.2 h-k	4.3 m-p	1.1 a	1.3 a-d	4.0 d	5.0 d
PR-Bultina	15	2.0 b-f	4.0 k-o	1.1 a	1.3 a-d	4.0 d	5.0 d
PR-Oraetta	15	3.2 h-k	3.7 j-n	1.1 a	1.3 a-d	4.0 d	5.0 d
Gangryeokjosenggeon	15	3.5 h-k	4.7 o-q	1.1 a	1.7 d	4.0 d	5.0 d
PR-Sadaecheonwang	13	3.1 g-j	3.9 j-n	1.3 ab	1.5 a-d	4.0 d	5.0 d
PR-Hongdukkae	12-14	3.8 jk	4.3 m-p	1.3 ab	1.7 cd	4.0 d	5.0 d
PR-Galmuri	15	4.0 k	4.9 pq	1.3 ab	2.2 e	4.0 d	5.0 d
Mansahyeongtong	13-15	4.0 k	5.0 q	1.6 bc	2.8 f	4.0 d	5.0 d
Taesang	13-14	2.8 f-i	3.8 j-n	1.8 c	2.8 f	4.0 d	5.0 d
Cheongyang	8-15	4.0 k	5.0 q	2.5 d	4.3 g	4.0 d	5.0 d
Geumtap	9-15	4.0 k	5.0 q	2.6 de	4.3 g	4.0 d	5.0 d
Nokgwang	9-15	3.8 jk	4.9 pq	3.0 e	4.3 g	3.8 cd	4.9 cd

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

<sup>1</sup>1 = No root rot observed; 2 = about 25% root rot; 3 = about 50% root rot; 4 = about 75% root rot; 5 = complete root rot.

<sup>2</sup>1 = No disease symptoms observed; 2 = necrotic lesion at base of stem, yet still surviving; 3 = wilting; 4 = dead and dried.

32개 품종과 3개 이병성 대조품종에 3개 지역(밀양, 영양, 괴산) 균주를 접종하여 줄기와 뿌리의 발병도를 조사하였다(Table 4). 또한 발병도 조사결과에 대하여 품종간, 균주간, 품종×균주 상호작용 효과를 분산분석하였다(Table

5). 그 결과 3개 지역균주의 병원력(Virulence)에 매우 큰 차이가 있음을 볼 수 있다. 특히 Pc005(밀양) 균주에는 대목전용 품종인 '탄탄'을 제외하고는 '대건왕'의 발병이 조금 적을 뿐 살아남는 품종이 없었다. 또한 Pc003(영양)

**Table 5.** Analysis of variance for 2010 experiment for testing resistance of 36 commercial cultivars to 3 isolates of *Phytophthora capsici*

Plant part	Source of variation	df	SS	MS	Fs
Stem	Isolate (I)	2	1828.6	914.3	1941.6**
	Cultivar (C)	35	439.95	12.6	26.7**
	I × C interaction	70	386.72	5.5	11.7**
Root	Strain (I)	2	2964.2	1482.1	4019.5**
	Cultivar (C)	35	598.2	17.1	46.4**
	I × C interaction	70	438.1	6.3	17.0**

균주보다는 Pc002(괴산) 균주를 접종한 처리구에서 발병이 많았다. 따라서 병원력으로 보면 Pc005(밀양)>Pc002(괴산)>Pc003(영양) 균주의 순으로 나타났다. 품종별로 보면 건과용 재배품종 중에서 Pc005(밀양) 균주에는 살아남는 품종은 사실상 없었으며, Pc003(영양) 균주에는 2009년도와 비슷한 경향으로 나와 품종간 비교가 가능하였고, Pc002(괴산) 균주에서도 발병은 Pc003(영양) 접종구보다 많았으나 품종간 비교가 가능하였다. Pc002(괴산)과 Pc003(영양) 균주에 대한 반응을 종합해 보면 ‘탄탄’, ‘PR-열정’, ‘금고추’, ‘신토불이’, ‘일송정’, ‘일등공신’, ‘금나라’, ‘일당백’이 저항성이 높은 것으로 나타났다. 품종 저항성이 접종 병원균주에 따라 달리 반응하는 것은 Table 5의 분산분석 결과에서 품종×균주 상호작용의 고도 유의 성으로 나타났다. 이는 접종 병원균에 따라 품종의 저항성이 달라진다는 것을 의미하며, 육종과 농가 지도에 중요한 자료가 된다. Table 4에서 보면 ‘PR 태평’, ‘역강홍장군’, ‘PR-상생’, ‘조생거물’ 등은 Pc003(영양) 균주에는 비교적 발병이 적었으나 Pc002(괴산) 균주 접종에서는 높은 발병도를 나타내었다. 이들 품종은 지역 균주에 따라 특이적으로 반응하고 있음을 나타낸다. 따라서 육종가는 품종을 보급함에 있어서 지역균주에 대한 반응을 조사하여 보급 대상지역에 저항성이 높은 품종을 보급하여야 할 것이며, 지역 연구기관은 지역균주에 강한 품종을 선별하여 농가에 정보를 제시하는 것이 필요할 것으로 사료된다(Foster와 Hausbeck, 2010). 특히 밀양을 비롯한 시설 고추 재배 지역에 대목으로 보급될 품종은 지역 균주에 저항성을 확인한 다음 보급하는 것이 필요할 것이다.

Pc005(밀양) 균주와 같이 강한 균이 출현하고 지역균주에 따라 품종 저항성이 달라지는 것은 육종가에게 보다 정교한 저항성 육종 전략을 요구하고 있다.

고추 역병균은 고등 동식물과 같이 생활사의 대부분이 2배체 상태이며 자웅이주성(Heterothallic)으로 교배형(mating type) A1과 A2로 서로 다른 성을 가진 균사와 만나면 생식기관인 장란기(Oogonia)와 장정기(Antheridia)를 형성하며 여기에서 감수분열이 일어나 반수체의 배우자(n)를 만

들고 장란기와 장정기의 배우자의 결합으로 난포자를 형성함으로써 2배성(2n)을 회복하는 것으로 알려져 있다(Erwin과 Ribeiro, 1996). 국내에는 교배형 A1과 A2가 분포하고 있어서(김 등, 1988) 포장상태에서 역병균 간에 자유로운 교배로 다양한 유전적 변이를 만들어 불량한 환경이나 저항성 품종에 대응하면서 진화할 것으로 기대된다.

고추 역병균(*Phytophthora capsici*)의 병원성의 변이와 품종의 특이적 반응은 오래 전부터 육종가와 식물병리학자들의 관심의 대상이 되어왔다. 고추 역병균의 병원성 변이와 관련하여 Polach와 Webster(1972)는 고추, 토마토, 가지 호박 및 토양에서 분리한 23개 *P. capsici* 균주를 기주식물과 서로 다른 저항성 유전자 조성을 가진 고추 육성계통에 접종하여 그 병원성(pathogenicity)에 따라 14개 계통(strain)으로 분류하였다. 그러나 국내 균주 간에는 병원력(virulence)에 차이는 크나 품종과 균주 특이적 반응, 즉 레이스 분화는 되어있지 않은 것으로 알려져 왔다(Yang 등, 1989). 그러나 Hwang 등(1996)이 국내외 균주와 저항성 고추 유전자원간의 특이적 반응이 있음을 보고하였으며, Oelke와 Bosland(2003)은 한국균주를 포함한 10개 균주를 CM334 등 저항성 계통 및 품종에 교배하여 9개의 race로 분류하였다. 최근 Glosier 등(2007)은 CM334, PI201234 등 역병 저항성 고추 유전자원과 육성 계통 및 품종에 34개 역병균주를 접종하여 14개 변이형, 즉 레이스(race)로 분류하였다. Sy 등(2008)은 CM334×Early Jalapeno 교배로부터 육성한 재조합내혼계(Recombinant inbred lines, RILs)에 17점의 역병균주를 접종하여 13개 레이스로 분류하였으며, 레이스 특이적 저항성의 유전분석을 실시하였다(Monroy-Barbosa와 Bosland, 2008). 이와 같이 고추 역병균의 레이스를 분류하려는 노력이 계속되고 있으나 아직까지 세계적으로 통합된 레이스분류체계는 확립되어 있지 않은 실정이다.

이러한 상황에서 역병 저항성 품종의 육성은 병원균의 병원성 변이와 저항성의 유전 정보에 근거하여 급속적 적용 범위가 넓고 오래 견딜 수 있는 품종을 만드는 것이 중요할 것이다. 세계적으로 알려진 고추 역병 저항성 재

료는 PI163192, PI201232, PI201234 등 미국식물도입국 자원과 AC2258(=Mexican pepper 'Line 29'), CM334 (Criollo de Morales 334) 등이 알려져 있으며(Bosland와 Lindsey, 1991; 최 등, 1985; 황과 김, 1997; 김 1986, 1988; Kimble과 Grogan, 1960), 특히 CM334는 아직까지 어떠한 균주에도 고도의 저항성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Candole 등, 2010; Foster와 Hausbeck, 2010; Glosier 등, 2007; Oelke와 Bosland, 2003). 국내의 역병 저항성 육종에도 주로 이들 자원의 저항성을 이용하는 것으로 알려져 있다(황과 김, 2002). 고추 역병에 대한 저항성은 소수의 주동 유전자에 지배되는 것으로 보고되기도 하였으나(Smith 등, 1967; Gil Ortega 등, 1990, 1991, 1992; Walker와 Bosland, 1999) 최근에는 양적유전을 하는 것으로 받아들여지고 있다(Thabuis 등, 2004a). 다수의 양적유전자(Quantitative trait loci, QTL)를 가급적 잃지 않고 실용품종에 도입하여 높은 수준의 저항성 품종을 육종하기 위한 방법으로서 순환선발법이 제시되었으며(Bartual 등, 1991; Palloix 등, 1990), 최근에는 특히 QTL mapping과 분자마크(molecular marker)를 이용하여 효율성을 높이는 방안이 제시되고 있다(Lefevre와 Palloix, 1996; Thabuis 등, 2004b).

우리나라와 같이 일대잡종을 주로 이용하는 경우에는 가급적 양친에 모두 저항성을 도입하여 보다 많은 지역 균주에 저항성을 나타내는 품종을 만들어 보급하는 것이 필요할 것으로 사료되며, 보급 대상 지역을 특화할 경우는 해당 지역균주에 대한 반응을 조사하여 육성과 보급을 하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 또한, 세포질용성 불임성(CMS)을 이용할 경우 회복유전자와 저항성 QTL이 연관된 것으로 추정되어 모계에 고도의 저항성을 도입하기 어려운 문제가 있으므로(황과 김, 2002) 순환선발법을 적용하기 쉬운 핵유전자용성불임성(GMS)를 이용하여 모계를 육성하는 방안도 검토해 보아야 할 것이다.

## 요 약

2008년도부터 2010년도에 걸쳐 국내에 판매되고 있는 고추 품종의 역병 저항성을 평가하였으며 특히 2010년도에는 대표적인 고추 재배지역에서 수집한 3개의 역병균주에 전년도의 시험에서 선발된 품종을 집중하여 저항성과 아울러 품종과 균주간의 특이적 반응을 조사하였다. 국내에 판매되는 품종들은 비교적 높은 수준의 저항성에서 이병성 품종에 이르는 연속적 분포를 보였다. 특히 품종명에 역병 저항성을 의미하는 '역강' 혹은 'PR'을 앞에 붙인 품종들 중에 역병 저항성이 매우 낮거나 없는 품종

도 다수 발견되어 품종선택에 재배농가의 주의가 요망되었으며, 국가의 품종등록 및 보급체제에서 품종의 저항성 인증체제의 도입도 필요한 것으로 나타났다. 2008-2009년도의 시험에서 선발된 품종을 3개 지역균주에 집중한 결과 Pc005(밀양) 균주에는 대목용 품종인 '탄탄'을 제외한 모든 노지재배용 품종들은 모두 이병성을 나타내었다. Pc003(영양) 균주보다 Pc002(괴산) 균주가 병원력이 더 강한 것으로 나타났으며, 품종의 균주에 특이적인 반응도 관찰되어 몇 가지 품종은 영양균주에는 저항성으로 나타났으나 괴산균주에는 이병성으로 나타났다. 병원균의 병원성 변이와 품종과 병원균간 특이적 반응에 대응한 농가지도와 품종 육종방안에 대하여 논의하였다.

## 감사의 글

이 논문 연구는 농촌진흥청 특화작목연구개발과제 연구비(과제번호 PJ007111201009) 지원으로 이루어졌음.

## 참고문헌

- Bartual, R., Carbonell, E. A., Marsal, J. I., Tello, J. C. and Campos, T. 1991. Gene action in the resistance of peppers (*Capsicum annuum*) to *Phytophthora* stem blight (*Phytophthora capsici* L.). *Euphytica* 54: 195-200.
- Bosland, P. W. and Lindsey, D. L. 1991. A seedling screen for *Phytophthora* root rot of pepper, *Capsicum annuum*. *Plant Dis.* 75: 1048-1050.
- Candole, B. L., Conner, P. J. and Ji, P. 2010. Screening *Capsicum annuum* accessions for resistance to six isolates of *Phytophthora capsici*. *HortSci.* 45: 254-259.
- 최주성, 강광윤, 안종길, 엄영철, 반채돈. 1985. 접목에 의한 하우스 풋고추의 역병 방제. *농시논문집(월예)* 27: 6-11.
- Erwin, D. C. and Ribeiro, O. K. 1996. *Phytophthora* diseases worldwide. APS Press.
- Foster, J. M. and Hausbeck, M. K. 2010. Resistance of pepper to *Phytophthora* crown, root and fruit rot is affected by isolate virulence. *Plant Dis.* 94: 24-30.
- Gil Ortega, R., Palazon Espanol, C. and Cuartero Zueco, J. 1990. Genetics of resistance to *Phytophthora capsici* in the Mexican pepper 'Line 29'. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 20: 117-112.
- Gil Ortega, R., Palazon Espanol, C. and Cuartero Zueco, J. 1991. Genetics of resistance to *Phytophthora capsici* in the pepper line 'SCM-334'. *Plant Breeding* 107: 50-55.
- Gil Ortega, R., Palazon Espanol, C. and Cuartero Zueco, J. 1992. Genetic relationships among four pepper genotypes resistant to *Phytophthora capsici*. *Plant Breeding* 108: 118-125.
- Glosier, B. R., Ogundiwin, E. A., Sidhu, G. S., Sischo, D. R. and Prince, J. P. 2007. A differential series of pepper (*Capsicum*

- annuum*) lines delineates fourteen physiological races of *Phytophthora capsici*. *Euphytica* DOI 10.1007/s10681-007-9532-1.
- Hwang, B. K., Kim, Y. J. and Kim, C. H. 1996. Differential interactions of *Phytophthora capsici* isolates with pepper genotypes at various plant growth stages. *Eur. J. Plant Pathol.* 102: 311-316.
- 황희숙, 김병수. 1997. 고추 역병 저항성 계통의 세포질웅성불임 관련 핵내유전자형 검정. *한원지* 38: 684-687.
- 황희숙, 김병수. 2002. 고추 역병 저항성 세포질웅성불임 유지계 및 회복계 육성. *한원지* 43: 143-150.
- 김병수. 1986. 고추 도입계통의 역병 저항성. *한원지* 27: 11-14.
- 김병수. 1988. 고추 더듬이병 저항성 계통과 역병 저항성 계통의 특성. *한원지* 29: 247-252.
- 김병수, 손은영. 1992. 한국재래종 고추에 역병 저항성을 도입하기 위한 교잡의 초기세대 검정. *한원지* 33: 312-317.
- 김병수, 정봉조, 이우승. 1975. 고추 역병의 발생소장과 품종 저항성에 관한 연구. *한원지* 16: 214-219.
- Kim, B. S., Hwang, H. S., Kim, J. Y. and Han, J. H. 2001. Additional sources of resistance to *Phytophthora* blight in pepper. *Jour. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42: 233-237.
- 김병수, 임양숙, 김점순. 1996. 한국 재래종 고추에 역병 저항성을 도입하기 위한 교잡의 여교잡후대에서의 선발과 고정. *한원지* 37: 5-11
- 김정수, 도태홍, 조의규, 이민웅. 1988. 고추 역병균 (*Phytophthora capsici* Leonian)의 배우자형 분포. *한원지* 16: 60-63.
- Kimble, K. A. and Grogen, R. G. 1960. Resistance to *Phytophthora* root rot pepper. *Plant Dis. Rep.* 44: 872-873.
- Lefebvre, V. and Palloix, A. 1996. Both epistatic and additive effects of QTLs are involved in polygenic induced resistance to disease: a case study, the interaction pepper-*Phytophthora capsici* Leonian. *Theor. Appl. Genet.* 93: 503-511.
- Monroy-Barbosa, A. and Bosland, P. W. 2008. Genetic Analysis of *Phytophthora* root rot race-specific resistance in Chile pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133: 825-829.
- Oelke, L. M. and Bosland, P. W. 2003. Differentiation of race-specific resistance to *Phytophthora* root rot and foliar blight in *Capsicum annum*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128: 213-218.
- Palloix, A., Daubeze, A. M., Phaly, T. and Pochard, E. 1990. Breeding Transgressive lines of pepper for resistance to *Phytophthora capsici* in a recurrent selection system. *Euphytica* 51: 141-150.
- Polach, F. J. and Webster, R. K. 1971. Identification of strains and inheritance of pathogenicity in *Phytophthora capsici*. *Phytopathology* 62: 20-26.
- Smith, P. G., Kimble, K. A., Grogan, R. G. and Millett, A. H. 1967. Inheritance of resistance in pepper to *Phytophthora* root rot. *Phytopathology* 57: 377-379.
- Sy, O., Steiner, R. and Bosland, P. W. 2008. Recombinant inbred line differential identifies race-specific resistance to *Phytophthora* root rot in *Capsicum annum*. *Phytopathology* 98: 867-870.
- Thabuis, A., Lefebvre, V., Bernard, G., Daubeze, A. M., Phaly, T., Pochard, E. and Palloix, A. 2004a. Phenotypic and molecular evaluation of a recurrent selection program for a polygenic resistance to *Phytophthora capsici* in pepper, *Theor. Appl. Genet.* 109: 342-351.
- Thabuis, A., Palloix, A., Servin, B., Daubeze, A. M., Signoret, P., Hospital, F. and Lefebvre, V. 2004b. Marker-assisted introgression of 4 *Phytophthora capsici* resistance QTL alleles into a bell pepper line: validation of additive and epistatic effects. *Mol. Breed.* 14: 9-20.
- Walker, S. J. and Bosland, P. W. 1999. Inheritance of *Phytophthora* root rot and foliar blight resistance in pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124: 14-18.
- Yang, S. S., Sung, N. K., Choi, D. I. and Kim, C. H. 1989. Pathogenic variation of *Phytophthora capsici* Leonian on red-pepper in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 5: 370-376.