

甘味種고추에 疫病抵抗성을 導入하기 위한 交雜 初期世代 檢定

정 호 정 · 김 병 수 · 손 은 영

경북대학교 원예학과

Evaluation of Early Generations of Crosses for Incorporation of
Resistance to *Phytophthora* Blight into Sweet Pepper

Ho Jeong JEONG · Byung Soo KIM · Eun Young SHON

Department of Horticulture, Kyungpook National University

Abstracts

A leading sweet pepper cultivar, Keystone Resistant Giant #3, was crossed with a line with resistance to *Phytophthora capsici*, PI201232, for incorporation of the resistance and to study the inheritance of resistance to the disease.

Seedlings of parents, F₁, F₂ and backcross populations of a cross between Keystone Resistant Giant #3 and PI201232 were inoculated with zoospore suspension of *P. capsici* at 36 days after seeding. Most of the F₁ seedlings survived the inoculation and this suggested that resistance is dominant over susceptibility. The number of survived plants in F₂ population was, however, much less than the killed. All the plants in a backcross to Keystone Resistant Giant #3 were killed. Therefore, the observed numbers did not fit the expected ratio for segregation of one or two dominant alleles as previously reported. The resistance to *P. capsici* appeared to be inherited in a quantitative mode in evaluation of root rot.

Resistant individuals in F₂ population were selected and a breeding program for incorporation of the resistance to *P. capsici* by backcross method is continued.

緒 論

甘味種고추는 우리 나라에 보급된 역사가 짧고 수요가 한정되어 있어서 재배면적도 적

고 이에 대한 연구도 부족한데, 국내에서는 1977년에 園藝試驗場¹⁾에서 California Wonder를 비롯한 品種의 특성을 조사하였고, 1986년에 金 等⁶⁾에 의해서 미국과 일본에서 導入한

18개의 감미종 고추 품종의 특성을 조사한 것이 있을 뿐이다.

근래 식생활 양식의 변화, 관광산업의 호조, 기호의 다양화 등으로 감미종 고추의 소비량이 점차 증가될 것으로 예상된다. 또한 농산물 시장의 개방에 따라 건고추 육종에서의 기술적 우위를 바탕으로 하여 감미종 고추를 육성하면 국내수요는 물론 국제종묘시장에 진출하는 것도 가능할 것으로 기대된다. 국내의 기후, 풍토에 잘 적응하며, 施設 및 露地栽培에서 문제가 되는 주요 病害에 대한 抵抗성을 지닌 품종을 육성하는 것이 필요하다.

고추 疫病은 1922년 Leonian¹⁴⁾에 의해 미국에서 보고된 이후 전세계적으로 고추 作況에 막대한 피해를 입히는 病害로 주목받아 왔다. 疫病菌은 土壤傳染과 水媒傳染을 하며 강우시에 傳播速度가 빨라서 방제가 매우 어렵다. 현재까지 보고된 疫病에 대한 여러 가지 대책으로서는 Metalaxyl, Metalaxyl 銅 混合劑, Captafol 등의 藥劑撒布,^{7,16,24)} 抵抗性 臺木에 接木하는 방법⁵⁾ 등이 있으나 藥劑撒布나 接木을 할 경우 그에 따르는 農藥代나 勞賃 등이 많이 들고 藥劑 耐性菌의 출현 등이 문제가 된다. 또 拮抗菌을 이용한 生物學的 防除도 최근 활발하게 연구되고 있으나^{10,15-17)} 露地에서의 방제 효과가 낮아서 궁극적으로는 抵抗性 品種의 육성이 가장 바람직한 것으로 思料된다.

품종간에 나타나는 저항성의 차이에 대해서는 다키모도²⁵⁾가 처음으로 보고하였다. Kimble과 Grogan⁹⁾은 PI201234, PI23469가 역병에 저항성이라고 보고하였으며 Smith 등²³⁾은 이들의 역병저항성은 한 개 혹은 두 개의 獨立優性遺傳子에 지배된다고 報告하였다. 인도의 Saini와 Sharma²²⁾는 Waxy Globe 품종의 역병 저항성은 한 개의 優性遺傳子에 지배된다고 보고하였고, Barksdale 등¹⁾은 Fyuco와 P51이 역병에 저항성이며 한 개의 우성유전자에 依한 것이

라고 보고하였다. Peter 등¹⁹⁾은 印度 고추의 역병저항성을 보고했다. 우리 나라에서는 金等⁶⁾에 의해 PI201234 등이 역병저항성임이 재확인되었으며 在來種인 김장고추의 저항성도 보고되었다. 원예시험장에서도 고추의 저항성 품종 육성을 위한 연구를 진행시켜 왔으며^{3,4,12)} 李等¹³⁾도 F₁의 역병저항성을 보고한 바 있다.

국내에서는 아직까지 감미종고추의 病害抵抗性 品種 育成에 관한 연구가 거의 없는 상태이다. 따라서 본 연구에서는 역병에 저항성을 지닌 우수한 감미종 품종을 육성하기 위하여 품질이 우수한 도입 감미종 계통에 역병저항성 재료를 교잡하여 그 初期世代를 진행시키는 동시에 역병저항성의 遺傳樣式을 구명하고자 하였다.

材料 및 方法

交配用 母本으로 사용된 감미종 고추 품종은 국내의 특성조사 결과 大果種이며 우리나라에 적응력이 있는 품종으로 보고된 바 있는 Keystone Resistant Giant #3이며, 역병저항성 재료는 果形이 피만계에 가까우며 역병에 高度로 저항성인 PI201232를 사용하였다.

1988년 12월에 Keystone R. G. #3과 PI201232를 과종하여 育苗한 후, 1989년 5월에 이들을 交配시켜 F₁ 종자를 採種하였다. 1989년 9월에 F₁과 兩親을 사각분(45cm×30cm×15cm)에 과종하여 發芽한 후 직경 13센티의 흑색 비닐분에 假植하였다. 일정 기간 육묘한 후 選拔된 F₁과 양친을 직경 30cm의 화분에 재배하여, 自家受粉과 戻交雜을 시켜 F₂, BC₁(F₁×Keystone R. G.#3), BC₂(F₁×PI201232) 集團을 채종하였다.

1990년 7월에 양친과 F₁, F₂, BC₁, BC₂를 각각 과종하여 발아한 후 직경 13cm의 흑색 비닐분에 가식하였으며, 苗齡이 36일이 되었을 때 10⁵ 遊走子/ml 懸濁液을 5ml씩 각 개체의

地際部에 土壤灌漑하였다. 이때 사용된 역병균은 호박의 미숙 과실에 菌絲를 接種하여 5일간 室溫에 두어 과실 표면에 遊走子囊이 풍부하게 형성된 것을 끊어 20℃ 정도의 물에 넣어두면 遊走子가 발아하게되며, 이 유주자와 유주자낭이 섞인 현탁액을 4점의 화장지로 걸러서 유주자 현탁액을 만들었다. 그리고 血球計數盤(hemocytometer)을 사용해서 유주자 현탁액의 농도를 10⁵/ml 정도로 맞추어 접종에 사용하였다.

실험에 사용된 모든 식물체는 접종 후 自然狀態에 두었고, 접종일로부터 30일째에 각 개체별 發病程度를 조사하였으며 金 등^{6,8)}의 방법에 따라 地上部는 4등급으로 나누어, 1등급은 病徵이 보이지 않는 것, 2등급은 病斑이 있으나 시들지 않고 살아 있는 것, 3등급은 발병하여 시들고 있는 것, 4등급은 枯死한 것으로 하여 發病指數가 1, 2등급인 것을 抵抗性으로 간주하였고 3, 4등급은 罹病性으로 간주하였다. 그리고 뿌리의 발병 정도는 5등급으로 나누어 肉眼上 健전한 것을 1등급, 뿌리가 50% 정도가 손상된 것을 3등급, 완전히 뿌리가 죽은 것을 5등급으로 하여 1과 3사이는 2, 3과 5사이는 4로 판정하였다.

結果 및 考察

導入 甘味種고추인 Keystone Resistant Giant #3과 疫病低抗性 系統인 PI201232를 교배시켜 兩親과 F₁, F₂, 戻交雜 集團의 抵抗性을 조사한 결과는 표 1, 표 2와 같다.

표 1은 地上部의 發病程度를 나타낸 것으로, 品質親으로 사용된 Keystone Resistant Giant #3은 疫病에 매우 약해 接種 후 10일 이내에 모두 枯死하였다. F₁ 집단에서는 저항성 개체가 많아 저항성이 優性的의 경향을 나타내었으

며 F₂ 집단과 BCP₁ 집단에서는 살아남은 개체에 비해 고사한 개체의 수가 월등히 많아 저항성이 한 개 혹은 두 개의 優性遺傳子에 지배된다는 Smith 등²³⁾이나 Saini 등²²⁾ 기존의 보고와는 맞지 않았다. 이것은 Keystone R. G. #3이 역병에 매우 약해 그 分離集團에서 이병성의 유전적 배경을 조성한 것으로 사료되며, 또한 실험에 수행하는 과정에서 모든 식물체를 실외의 自然環境에 노출시킨 탓으로 9월 장마와 태풍 등 기상 및 환경 요인이 역병이 발생하기에 매우 적합한 조건을 이루었기 때문에 전반적으로 發病量이 많아지고 또한 發病部位가 뿌리와 地際部에 그치지 않고 莖葉에도 상당히 나타난 결과를 보인 것으로 사료된다.

표 2에 나타난 뿌리의 조사 결과를 보면 지상부가 건전한 경우에도 뿌리썩음 정도에 變異가 나타났으므로 저항성 개체를 선발하고자 할 경우 지상부의 관찰과 아울러 뿌리의 관찰을 병행하여 지상부와 뿌리 모두 건전한 개체를 선발하는 것이 유리할 것으로 사료되었다. 그리고 品質親의 특성을 빨리 회복하기 위해서는 BC₁ 집단에서 저항성 개체를 선발하여 연속적으로 戻交雜을 해나가는 것이 좋겠지만 본 실험에서 BC₁ 집단의 저항성 수준이 매우 낮아 선발이 불가능하였으므로, F₂ 집단에서 저항성 개체를 선발하였다. 즉, F₂ 집단에서 선발한 저항성 개체에 戻交雜과 自殖을 반복하는 循環的 戻交雜을 실시하면 높은 저항성 수준을 유지하면서 품질친인 Keystone R. G. #3의 특성을 회복한 품종을 육성할 수 것으로 사료된다.

그리고 F₁ 개체의 果形이 감미종에 상당히 가까워진 것으로 보아 과형을 회복하는 데에는 많은 시간이 걸리지 않을 것으로 사료된다.

Table 1. Segregation for resistance to *P. capsici* in progenies of a cross between Keystone Resistant Giant #3 and PI201232.

Generation	Observed number ^z		Expected ratio	χ^2 value	P range
	Res.	Sus.			
P ₁ (Keystone R. G. 3)		21			
P ₂ (PI201232)	9	2?			
F ₁ (P ₁ ×P ₂)	19	7?			
F ₂	33	197	3:1	451.3	<.005
BC ₁ (F ₁ ×P ₁)	0?	114	1:1	114.0	<.005
BC ₂ (F ₁ ×P ₂)	85	30	1:0		

^z Res.=Resistant, surviving 30 days after inoculation;

Sus.=Susceptible, dead.

Table 2. Segregation for root rot by *P. capsici* in progenies of a cross between Keystone Resistant Giant #3 and PI201232.

Generation	Frequency at the root damage index ^z					Mean	C. V.
	1	2	3	4	5		
P ₁ (Keystone R. G. 3)					21	5.00	0.00
P ₂ (PI201232)	7	2			2	1.91	82.62
F ₁ (P ₁ ×P ₂)	6	2	1	2	15	3.69	47.10
F ₂	15	4	7	4	200	4.61	23.66
BC ₁ (F ₁ ×P ₁)					114	5.00	0.00
BC ₂ (F ₁ ×P ₂)	37	13	11	7	47	3.12	57.25

^z 1=No root damage observed; 2=About 25% of root damaged;

3=About 50% of root damaged; 4=About 75% of root damaged;

5=Roots completely rot.

摘 要

甘味種고추에 疫病抵抗성을 도입하기 위하여, 품질이 우수하면서 국내 적응성이 뛰어난 피만계 품종 Keystone Resistant Giant #3과 역병에 저항성이며 과실이 피만계와 가까운 PI201232를 교배하여 그 後代의 유전적인 분리 양상을 조사하였다. F₁에서는 저항성이 優性으로 나타났으나 F₂ 집단의 경우 枯死한 개체가 살아남은 개체보다 월등히 많아 저항성이 한 개 혹은 두 개의 優性遺傳子에 의해 지

배된다는 기존의 보고와는 다른 양상으로 나타났다. 뿌리에 대한 조사 결과를 볼 때 지상부가 건전한 개체간에도 뿌리 썩음 정도에 變異가 나타나기 때문에 저항성 품종을 육성하는 과정에서 지상부와 뿌리의 상태를 함께 관찰한 후 選拔하는 것이 유리할 것으로 사료되었다. 전반적으로 發病이 심한 것은 品質親이 역병에 매우 약하여 分離集團에서 높은 罹病性的 遺傳的인 배경을 형성한 것과 동시에 接種 후의 기상 및 환경조건이 역병 발생에 최적조건을 만든 영향으로 사료된다. BC₁개체가

모두 枯死하였으므로 F_2 에서 저항성 개체를 선발한 후 戻交雜과 自殖을 반복하는 순환적 戻交雜을 실시하는 것이 저항성의 수준을 유지하면서 품질친의 실용 형질을 회복할 수 있을 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

1. Barksdale, T. H., G. S. Papavizas, and S. A. Johnston. 1984. Resistance to foliar blight and crown rot of pepper caused by *Phytophthora capsici*. Plant Disease 68:506-509.
2. 최관순, 엄영현, 이창환. 1977. 고추 新品種 育成試驗. IV. 피만 優良 品種 選拔. 원시연보:54-58.
3. 최관순, 엄영현, 이창환. 1982. 고추 主要病 害 耐病性 品種 育成. 원시연보(채소편): 15-19.
4. 최관순, 배도함, 이재욱, 이창환. 1984. 고 추 病原菌 抵抗性 品種 育成. 원시연보(채 소편):26-31.
5. 최주성, 강광륜, 안종길, 엄영철, 반채돈. 1985. 接木에 의한 하우스 고추의 疫病 防 除. 농시논문집 27(2):6-11.
6. 김병수. 1986. 고추 導入 系統의 疫病 抵抗 性. 韓國園藝學會誌 27(1):11-14.
7. 김병수, 김승철. 1977. 고추 疫病에 대한 抵抗性 檢定과 防除에 關한 試驗. 농기연 보:157-166.
8. 김병수, 손은영, 허중문. 1989. 韓國產 高 추 疫病菌의 變異와 交合型. 韓國植物病理學會 誌 5(2):212.
9. Kimble, K. A. and Grogen, R. G. 1960. Resistance to *Phytophthora* root rot in pep per. Plant Dis. Repr. 44(11):872-873.
10. 김충희. 1989. 韓國에서 高 추 疫病菌(*Phytophthora capsici*)에 미치는 몇가지 環境 要因에 關하여. 韓國植物病理學會誌 5(3): 230-238.
11. 이지영, 김병수, 정봉구. 1975. 고추 疫病 防除에 關한 試驗. 농기연보:46-55.
12. 이용수, 박권우. 1987. 고추 疫病에 대한 抵抗性 F_1 組合 및 育種 材料의 選拔. 韓國 園藝學會誌 28(1):24-29.
13. Leonian L. H. 1922. Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora capsici* sp. Nov. Phytopathology 12:401-409.
14. 남충구, 지형진, 김충희. 1988. 고추 疫病에 대한 生物學的 防除 研究. II. 有機物 土壤 添加에 의한 拮抗菌 增大 效果. 韓國植物病 理學會誌 4(4):313-318.
15. 박경석, 장성완, 김충희, 이은중. 1989. 고 추 疫病에 대한 生物學的 防除. III. *Phytophthora capsici*의 拮抗菌 *Trichoderma harzianum*과 *Pseudomonas cepacia*의 제형 및 그 保存. 韓國植物病理學會誌 5(1):1-12.
16. 박진희, 김희규. 1989. 고추 疫病菌에 대한 優秀 拮抗菌 *Trichoderma harzianum*과 *Enterobacter agglomerans*의 選拔 및 고추묘의 拮抗菌 處理方法에 따른 病防除 效果. 韓國 植物病理學會誌 5(1):1-12.
17. Papavizas, G. C. and Bowers, J. H. 1981. Comparative fungitoxicity of captafol and metalaxyl to *Phytophthora capsici*. Phytopathology 71(2):123-128.
18. Peter, K. V. and Goth, R. W. and Webb, R. E. 1984. Indian hot pepers as new sources of resistance to bacterial wilt, *Phytophthora* root rot, and root knot nematode. HortScience 19(2):277-278.
19. Pochard, E. and Chambonnet, D. 1977. Methods of selection with pepper for resistance to *Phytophthora capsici* and cucumber mosaic virus. Eucarpia Capsicum Conf., Torino,

- Ann. Fac. Sci. Agrar. Univ. Torino. In Bas-
set. 1986. Breeding vegetable crops. AVI.
21. Reifschneider, F. J. B., Cafe-Filho, A. C. and
Rego, A. M. 1986. Factors affecting expres-
sion of resistance in pepper(*Capsicum*
annuum) to blight caused by *Phytophthora*
capsici in screening trials. Plant Pathology
35:451-456.
22. Saini, S. S. and P. P. Sharma, 1978. Inheri-
tance of resistance to fruit rot(*Phytophthora*
capsici Leonian) and induction of resistance
in bell pepper(*Capsicum annuum*). Euphytica
27(3):712-724.
23. Smith, P. G., K. A. Kimble, R. G. Grogan.
and A. H. Millet. 1967. Inheritance of
resistance in peppers to *Phytophthora* root
rot. Phytopathology 57:377-379.
24. 성낙규, 황병국. 1988. Metalaxyl과
metalaxyl 銅 混合劑의 고추 疫病 防除 効
果 比較. 韓國植物病理學會誌 4(3):185-
196.
25. 타끼모도. 1940. 蕃椒의 疫病. 病蟲雜 24:
844-849.