

# 甘味種 고추에 더덩이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 Generation of Crosses for Incorporation of Resistance to Bacterial Spot into Sweet Pepper

Jeong Ho JEONG · Byung Soo KIM · Eun Young SHON

Dept. of Horticulture, Kyungpook National University

### Abstracts

A leading sweet pepper cultivar, Keystone Resistant Giant #3, was crossed with a line with resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, PI271322, for incorporation of the resistance and to study the inheritance of resistance to the disease.

Seedlings of parents, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> and backcross populations of a cross between Keystone Resistant Giant #3 and PI271322 were inoculated with race 1 and race 3 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* by infiltrating bacterial suspension into abaxial side of leaves. PI271322 was carrying a gene (Bs<sub>3</sub>) for hypersensitive resistance to race 1 of *X. c.* pv. *vesicatoria* and also a component of non-hypersensitive resistance to race 3 inheriting in a quantitative mode. Correlation coefficient between disease indices to race 1 and race 3 of non-hypersensitive plants in F<sub>2</sub> population was highly significant, thus indicating that a component of non-hypersensitive general resistance in PI271322 acted consistently to both races.

Individual plants with resistance to both race 1 and race 3 of *X. c.* pv. *vesicatoria* were selected and a breeding program for incorporation of the resistance is continued.

### 緒 論

고추는 우리나라 채소 재배면적의 약 30% 이상을 차지하는 주요 換金作物이며 그 대부

분이 辛味種으로써 乾果用 혹은 풋고추로 이용되고 있다. 이에 비해 甘味種 고추는 우리나라에 보급된 역사가 짧고 수요가 한정되어 있어서 재배면적도 적고 이에 대한 연구도 부족

한데, 국내에서는 1977년에 원예시험장<sup>3)</sup>에서 California Wonder를 비롯한 14개 품종의 특성을 조사하였고, 1986년에 金 등<sup>17)</sup>에 의해서 미국과 일본에서 導入한 18개의 감미종 고추 품종의 특성을 조사한 것이 있을 뿐이다.

감미종 고추는 주로 서양에서 育成하여 재배되었으며 생식, 절임(pickle), 소스, 통조림용 등에 이용되고 있다. 우리 나라에서도 앞으로 식생활 양식의 변화, 관광 산업의 호조, 기호의 다양화 등으로 감미종 고추의 소비량이 점차 증가될 것으로 예상되며, 농가의 고소득 작물로서 해마다 재배면적이 늘어나고 있는 추세이다. 또한 농산물 시장의 개방에 따라 國際競争力에 우위를 차지하기 위한 대책으로서 국내의 기후, 풍토에 잘 적응하며 시설 및 노지 재배에서 문제가 되는 주요 病害에 대한 抵抗性を 지닌 품종을 育成하는 것이 필요하다.

감미종 고추의 作況에 매우 중요한 역할을 하는 더뎡이病은 *Xanthomonas campestris vesicatoria*(Doidge) Dye라는 그램 음성의 棒狀細菌에 의해 발생하며 病原菌은 주로 種子傳染을 하거나 罹病組織과 함께 토양 속에서 越冬한 후 다음 해의 1차 傳染源이 되는 것으로 알려져 있다.<sup>2, 11, 15, 22, 23)</sup> 주된 病徵은 잎, 줄기, 과실에 斑點을 형성하는 것인데, 잎의 병반은 잎의 老化를 촉진시켜 早期落葉을 초래하고 결국 同化葉面積의 부족으로 생산량을 감소시키며, 과실의 병반은 상품가치를 크게 떨어뜨린다. 藥劑撒布를 하더라도 耐性菌의 출현빈도가 높아서 우수한 효과를 기대하기가 어렵기 때문에<sup>12)</sup> 저항성 품종을 育成하는 것이 가장 효과적인 방법이라고 사료된다.

더뎡이병에 대한 抵抗性 系統은 주로 인도 원산의 미국 식물도입국 계통에서 발견되었으며,<sup>1, 4, 10, 15, 18, 25-28)</sup> 그 예로써 Sowell 등<sup>26-28)</sup>은 PI163192, PI163189, PI183922, PI246331, PI244670, PI271322, PI322719 등이 더뎡이병에 저항성이라고 보고하였다. 저항성에 관한

연구는 특히 플로리다에서 활발히 진행되었으며, Cook과 Stall<sup>5-7)</sup>은 PI163192의 저항성이 한개의 優性遺傳子에 지배되며 저항성 반응은 過敏型으로 나타난다고 보고하였으며, 이 유전자(Bs<sub>1</sub>)를 감미종 고추에 도입하여 저항성 품종을 育成하였으나 그 저항성의 효력을 무효화시키는 새로운 菌型(race 1)의 출현으로 품종으로 성립되지 못했는데, 기존의 과민형반응을 보이는 것을 race 2, 새로운 균형을 race 1이라고 구분하였다. Cook과 Guevara<sup>9, 10)</sup>는 PI260435(*C. chacoensis*)가 race 1에 대해 과민형반응을 일으키는 유전자를 가지고 있다고 보고했다. 그 후 Cook<sup>9)</sup>은 PI163192내의 race 2에 대한 저항성 유전자와 PI260435내의 race 1에 대한 유전자를 일반재배용 감미종 고추 품종에 도입하여 Florida XVR3-25를 育成, 발표하였다. Kim과 Hartmann<sup>21)</sup>은 *C. annum*에 속하는 PI271322가 race 1에 과민형반응을 나타내는 저항성 유전자 Bs<sub>3</sub>를 가지고 있으며 이 저항성이 한개의 우성유전자에 의해 지배된다고 보고하는 한편, PI163192, PI260435, PI271322가 보유한 저항성 유전자를 보고된 순서에 따라 각각 Bs<sub>1</sub>, Bs<sub>2</sub>, Bs<sub>3</sub>이라고 命名할 것을 제의하였다. 그리고 Hibberd 등<sup>13, 14)</sup>은 Bs<sub>1</sub>, Bs<sub>2</sub>, Bs<sub>3</sub>이 각각의 개체 내에 非對立의 獨立遺傳子 상태로 존재한다는 것을 확인하였으며, PI271322에서 Bs<sub>1</sub>과 Bs<sub>3</sub>이 함께 들어있는 개체를 찾아 계통을 育成한 후 이 계통에 더뎡이병균을 接種한 결과 비과민형반응을 나타내는 菌株를 발견하고 이 균주를 race 3이라고 명명하였다. 우리 나라에서는 남 등<sup>24)</sup>이 더뎡이병의 분포를 조사하였으며, 김 등<sup>19)</sup>은 더뎡이병균 race 1과 race 3이 우리 나라에 고루 분포하고 있다고 보고하였고 또한 더뎡이병 저항성과 역병 저항성은 독립적으로 유전한다고 보고하였다.<sup>20)</sup>

국내에서는 아직까지 감미종 고추의 病害抵抗性 品種 育成에 관한 연구가 거의 없는 상이다. 따라서 본 연구에서는 더뎡이병에 대한

저항성을 지닌 우수한 감미종 품종을 육성하기 위하여 품질이 우수한 도입 감미종 고추 계통에 더댕이병 저항성 재료를 교잡하여 그 初期世代를 진행시키는 동시에 더댕이병 저항성의 遺傳樣式을 분석하고자 하였다.

## 材料 및 方法

본 연구를 위해서, 品質親으로는 우리 품종에 잘 적응하고 품질이 뛰어난 도입 감미종 품종인 Keystone Resistant Giant #3을 사용하였으며, 抵抗性親은 race 1에 과민형 반응을 나타내며 race 3에 非過敏型의 一般抵抗性을 지닌 PI271322를 사용했다. 1989년 5월에 경북대학교 온실에서 Keystone Resistant Giant #3과 PI271322를 교배시켜  $F_1$  종자를 얻었다. 같은 해 9월에  $F_1$ 과 양친을 사각 분( $45 \times 30 \times 15\text{cm}$ )에 파종하여 발아한 후 직경 9cm의 흑색 비닐포트에 假植하였다. 90일 정도 육묘한 후 튼튼한 개체를 선발하여 직경 30cm의 플라스틱 화분에 재배하여 自家受粉과 扨交雜을 시켜  $F_2$ ,  $BC_1$ ,  $BC_2$ 를 각각 얻었다.

1990년 7월에 양친과  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $BC_1$ ,  $BC_2$ 를 각각 파종하여 45일 苗齡의 각 개체의 앞 뒷면에 더댕이병균 懸濁液을 콤프렛사에 연결된 페인트 분사기를 이용하여 強制 浸透시켰다. 이때 사용한 균주는 본 연구실에서 가지고 있는 XCV-42와 XCV-22였으며, 각각 race 1과 race 3에 해당한다. 이 균주를 YDC 배지상에 접종한 후  $28^\circ\text{C}$ 에서 48시간 배양하여 細菌 群落을 형성시킨 다음 이것을 살균수로 씻어내어 현탁액을 만들었으며 이때 농도는 McFarland의 濁度管을 기준으로 하여 약  $10^8$  cell/ml로 만들어 사용하였다. 한 개체의 서로 다른 잎에 race 1균주와 race 3균주를 각각 접종하였으며 접종에 사용된 잎은 展開된지 몇 일 안된 신선한 것을 사용하였다. race 1에 대

한 저항성 판별은 과민형과 비과민형으로 나누어 조사하고 비과민형은 다시 1에서 4등급으로 나누었으며, race 3에 대해서는 비과민형으로 나타나므로 접종부위에 형성된 병반과 그 주연의 위성반점 형성정도에 따라 1에서 4등급으로 나누어 조사하였다.

## 結果 및 考察

도입 감미종 고추인 Keystone Resistant Giant #3과 더댕이병에 저항성을 지닌 PI271322를 교배하여 양친과 그 分離集團의 저항성을 조사한 것 중 race 1에 대한 저항성의 遺傳分析 결과는 표 1과 같다.

PI271322의 저항성이 한 개의 우성유전자에 의해서 지배된다는 결과가 이미 여러 차례 보고된 바가 있으나<sup>20,21</sup> 이 실험 결과,  $F_2$ 에서 기대되어지는 3:1의 분리비에 맞지 않은 것은 접종이 약간 불량했기 때문에 저항성 개체에 대한 정확한 판별이 어려웠던 이유로 사료된다.

또한 race 1에 대해 비과민형반응을 나타내는 개체들의 발병정도를 조사한 결과 발병정도에 상당한 변이가 있는 것으로 보아 PI271322 내에는 과민형반응을 주관하는 저항성 유전자  $Bs_3$  이외에 일반저항성 유전성분도 함께 들어있는 것으로 나타났다.

표 2는 race 3을 접종하여 얻은 결과로서 발병량이 연속적인 변이를 나타내어 race 3에 대한 PI271322의 저항성은 量的遺傳의 양상을 나타내었다. 비과민형의 일반저항성 성분의 더댕이병균 race 特異性 여부를 구명하기 위하여  $F_2$  집단에서 race 1에 비과민형을 나타낸 개체들의 더댕이병균 race 1과 race 3에 대한 발병정도의 相關關係를 조사해 본 결과는 표 3과 같다. race 1과 race 3에 대한 발병정도간에는 높은 상관관계가 인정되어 PI271322에 들어있

Table 1. Segregation for resistance to race 1 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in progenies of a cross between Keystone Resistant Giant #3 and PI271322.

Generation	Observed number <sup>a</sup>		Expected ratio	X <sup>2</sup> value	P range	Freq. Non-HR plants at dis. index <sup>b</sup>			
	HR	Non-HR				1	2	3	4
Mean									
P <sub>1</sub> (Keystone R. G. #3)		20						1	19
P <sub>2</sub> (PI271322)	22								
F <sub>1</sub> (P <sub>1</sub> × P <sub>2</sub> )	36								
F <sub>2</sub>	152	84	3:1	14.12	<0.005	8	54	18	4
BC <sub>1</sub> (F <sub>1</sub> × P <sub>1</sub> )	18	11	1:1	1.69	0.1-0.5	1	5	4	1
BC <sub>2</sub> (F <sub>1</sub> × P <sub>2</sub> )	100		1:0						

<sup>a</sup>HR = Hypersensitive; Non-HR = Non-hypersensitive reaction.

<sup>b</sup>1 = Dry lesion at infiltration point,

2 = Some satellite spots around the arrested lesion at infiltrated area,

3 = Lesions with water-soaked satellite spots, spotted area about 25% of the total leaf area,

4 = The same type of lesion as 3 but spotted area about half or more of the leaf area.

Table 2. Segregation for resistance to race 3 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in progenies of a cross between Keystone Resistant Giant #3 and PI271322

Generation	Frequency at disease grade <sup>a</sup>				Mean	C. V.
	1	2	3	4		
P <sub>1</sub> (Keystone R. G. #3)			1	18	3.95	5.66
P <sub>2</sub> (PI271322)	22				1.00	0.00
F <sub>1</sub> (P <sub>1</sub> × P <sub>2</sub> )	5	11	19	1	2.44	31.75
F <sub>2</sub>	36	100	61	16	2.26	36.75
BC <sub>1</sub> (F <sub>1</sub> × P <sub>1</sub> )	11	9	8	1	1.97	45.97
BC <sub>2</sub> (F <sub>1</sub> × P <sub>2</sub> )	100				1.00	0.00

<sup>a</sup>1 = Dry lesion at infiltration point; 2 = Some satellite spots around the arrested lesion at infiltrated area; 3 = Lesions with water-soaked satellite spots, spotted area about 25% of the total leaf area; 4 = The same type of lesion as 3 but spotted area about half or more of the leaf area.

Table 3. Correlation between disease indices to race 1 and to race 3 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in F<sub>2</sub> plants of a cross between Keystone Resistant Giant #3 and PI271322.

Disease index to race 1	Frequency at disease index to race 3			
	1	2	3	4
1	7	1		
2	1	16	7	
3		3	12	2
4			1	3

\* r(correlation coefficient) = 0.77\*\*

는 일반저항성 성분은 race에 관계없이 공통적으로 작용하는 것으로 나타났다. 즉 일반저항성 성분이 race 1과 race 3에 다같이 저항성을 나타내어서 이러한 일반저항성 성분을 이용하면 새로운 여러가지 race에 공통적으로 저항성인 품종을 육성하는 것이 가능할 것이며 육성된 품종의 저항성도 비교적 오래 지속될 수 있을 것으로 사료된다.

그리고 저항성친으로 사용한 PI271322의 과형이 전형적인 chili 고추에 가깝기 때문에 F<sub>1</sub>의 과형 역시 장과형으로 나타났으며, 품질친에 가깝도록 과형을 회복하려면 여러 회의 여교잡이 필요할 것으로 사료된다.

이상과 같은 결과로 볼 때 저항성 품종을 육성하기 위해서는 품질친에 여교잡한 집단에서 race 1에 과민반응을 나타내고 race 3에도 저항성인 개체를 선발하여 여교잡을 계속하면 더뎡이병 저항성을 도입하는 동시에 품질친의 형질을 빨리 회복할 수 있을 것으로 사료된다.

## 摘 要

감미종 고추에 더뎡이병에 대한 抵抗性을 도입하기 위하여 품질이 우수하면서 국내 적응성이 뛰어난 피만계 품종 Keystone Resistant Giant #3과 더뎡이병에 저항성인 PI271322를 교배하여 그 후대의 유전적 분리양상을 조사한 결과 더뎡이병균 race 1에 대하여는 抵抗性이 過敏型反應으로 나타났으며 여기에는 한개의 우성유전자가 관여하는 것으로 밝혀졌다. race 3에 대해서는 발병정도가 連續的 變異를 나타내어 저항성은 量的 遺傳을 하는 것으로 나타났다. F<sub>2</sub> 집단에서 비과민형반응을 나타내는 개체간의 race 1에 대한 發病指數와 race 3에 대한 발병지수 간에는 高度의 相關關係가 있는 것으로 나타나 PI271322에 들어 있는 비과민형의 일반저항성 성분은 race

에 비특이적으로 작용하는 것으로 나타났다. 따라서 BC<sub>1</sub>에서 race 1에 과민형반응을 나타내고 race 3에 저항성인 개체를 선발하여 戻交雜 육종을 계속할 수 있었다.

## 引用 文 獻

1. Adamson, W. C and G. Jr. Sowell. 1983. Inheritance of bacterial spot resistance in pepper. HortScience 18(6):905-906.
2. Banshan, Y., M.A. Zaizeh, S. Dieb and Y. Okon. 1982. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in pepper seed, in symptomless and dry leaves and in soil. Plant & Soil 68:161-170.
3. 최관순, 엄영현, 이창환. 1977. 고추 신품종 육성시험 IV. 피만 우량 품종 선발. 원시연보:54-58.
4. 최관순, 엄영현, 이창환. 1982. 고추 주요병해 내병성 품종 육성. 원시연보(채소편): 15-19.
5. Cook, A. A. and R. E. Stall. 1963. Inheritance of resistance in pepper to bacterial spot. Phytopathology 59:1060-1062.
6. Cook, A. A. and R. E. Stall. 1969. Differentiation of pathotypes among isolates of *Xanthomonas vesicatoria*. Plant Dis. Repr. 53:617-619.
7. Cook, A. A. and R. E. Stall. 1982. Distribution of races of *Xanthomonas vesicatoria* pathogenic on pepper. Plant Disease 66:388-389.
8. Cook, A. A. 1984. 'Florida XVR 3-25' bell pepper. HortScience. 19(5):735.
9. Cook, A. A. and Y. G. Guevara. 1982. Characterization pepper strain race 1 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Abstr.) Phytopathology 72:356.

10. Cook, A. A. and Y. G. Guevara. 1984. Hypersensitivity in *Capsicum chacoense* to race I of the bacterial spot pathogen of pepper. *Plant Disease* 68:329-330.
11. Crossan, D. F. and A. L. Morehart. 1964. Isolation of *Xanthomonas vesicatoria* from tissues of *Capsicum annuum*. *Phytopathology* 4:141-143.
12. Dahlbeck, D. and R. E. Stall. 1979. Mutation for change of race in cultures of *Xanthomonas vesicatoria*. *Phytopathology* 69:634-636.
13. Hibberd, A. M., M. J. Basset. and R. E. Stall. 1987. Allelism test of three dominant genes for hypersensitive resistance to bacterial spot of pepper. *Phytopathology* 77:1304-1307.
14. Hibberd, A. M., R. E. Stall and M. J. Basset. 1987. Different pathotypes associated with incompatible races and resistance genes in bacterial spot disease of pepper. *Plant Disease* 71:1075-1078.
15. Higgins, B. B. 1922. The bacterial spot of pepper. *Phytopathology* 12:502-516.
16. Kim, B. S. 1983. Inheritance of resistance to bacterial spot (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye) in peppers. (*Capsicum* spp.). Ph. D. Dissertation. University of Hawaii.
17. 김병수, 박현규, 이우승. 1989. 도입 감미종 고추의 특성. 경북대 농학지 7:47-53.
18. 김병수. 1988. 고추 더맹이병 저항성 계통과 역병 저항성 계통의 특성. 한국 원예학회지 29(4):247-252.
19. 김병수, 권영석, 허종문. 1990. 한국에서의 고추 더맹이병 병원세균의 병원형 분화와 분포. 한국식물병리학회지. 6(2):245-249.
20. 김병수, 허종문. 1988. 고추에 있어서 더맹이병과 역병 저항성의 유전에 관한 연구. 한국원예학회지 31(4):350-357.
21. Kim, B. S. and R. W. Hartmann. 1985. Inheritance of a gene ( $Bs_3$ ) conferring hypersensitive resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in pepper. *Plant Disease* 69:233-235.
22. Krupka, L. R. and D. F. Crossan. 1956. Overwintering and control of *Xanthomonas vesicatoria*. (Abstr) *Phytopathology* 46:17-18.
23. Lewis, G. D. and D. H. Brown. 1961. Studies on overwintering of *Xanthomonas vesicatoria* in New Jersey. (Abstr.) *Phytopathology* 51:577.
24. 남종수, 조영섭, 박은우. 1987. 한국산 고추의 세균성점무늬병균에 대한 동정. 서울대학교 농학연구 12(2):25-31.
25. Shekhawat, P. S. and B. T. Chakravarti. 1979. Resistance of chili (*Capsicum* sp.) lines to bacterial leaf spot caused by *Xanthomonas vesicatoria*. *Plant Disease* 63:769-773.
26. Sowell, G. Jr. 1960. Bacterial spot resistance of introduced peppers. *Plant Dis. Repr.* 47:587:590.
27. Sowell, G. Jr. and W. R. Langford. 1963. Evaluation of pepper for resistance to bacterial spot. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83:609-611.
28. Sowell, G. Jr. and A. H. Dempsey. 1977. Additional sources of resistance to bacterial spot of pepper. *Plant Dis. Repr.* 61:684-686.