

브로콜리 유기재배를 위한 검은썩음병 저항성 품종 선발

전지영 · 윤철수 · 용영록 · 정은경 · 이상준 · 장 연 · 이재은 · 김병섭*

강릉대학교 식물생명과학과

Resistant Cultivar Screening to Black Rot for Organic Cultivation of Broccoli

Ji-Young Jeon, Cheol-Soo Yoon, Young-Rog Yeung, Eun-Kyoung Chung, Sang-Jun Lee,

Yan Zhang, Jae-Eun Lee and Byung-Sup Kim*

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

(Received on February 10, 2009)

This research was accomplished to screen the cultivar which is suitable in organic cultivation of the broccoli having good horticultural characteristics and the resistance to black rot. Thirteen cultivars of the broccoli were planted at Gangwon alpine areas of Pyeongchang county and Gangneung city and investigated the horticultural characteristics in 2006. Everybro, Tamsuerun, Nockjae, and Pilgrim had good horticultural characteristics in all two experimental fields. The resistance and susceptible reactions regarding the black rot of broccoli cultivars were different from according to two fields. This result means that physiological race of black rot pathogen distribute in Gangwon alpine areas. Everybro and Nockguck were resistance to black rot in all two experimental fields. Also these two cultivars had good horticultural characteristics. We recommend that Everybro and Nockguck will be suitable in organic cultivation.

Keywords : Black rot resistance, Broccoli cultivar, Organic cultivation

브로콜리(*Brassica oleracea* var. *italica*)는 영어로는 broccoli, asparagus broccoli, Italian broccoli, sprouting broccoli 등으로 불리어지고 있다(김 등, 2003). 최근에 웰빙 건강 식품에 대한 소비자들의 관심이 높아지면서 브로콜리는 1998년 15 ha(410 M/T)에서 2002년 150 ha(3,075 M/T)로 재배면적(생산량)이 증가하고 있다. 이 식물은 고혈압 예방, 심혈관질환 예방, 항암 및 해독효소의 유도 효과가 크다고 알려져 있다(김 등, 2003; 엽 등, 1992).

브로콜리 재배에 있어서 병해충 발생은 유기재배를 어렵게 한다. 국내에서 브로콜리에 발생하는 병으로 검은무늬병(*Alternaria brassicicola*)과 무름병(*Erwinia carotovora* sub sp. *carotovora*)만이 보고되어 있다(농촌진흥청, 2000). *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*에 의해 발생하는 검은썩음병은 십자화과 채소에 막대한 피해를 준다(Agrios, 2005; Williams, 1980). 이 병은 국내에서 십자화과 채소인 무, 배추, 양배추, 케일에 대하여 발생은 보고가 되었

으나 꽃양배추(cauliflower, *B. oleracea* var. *botrytis*)와 브로콜리에 대한 병해발생은 보고된 바가 없었다(김, 1986; 김 등, 1991; 소 등, 1982). 그러나 김 등(1991)은 케일에서 분리한 *X. campestris* pv. *campestris*가 양배추뿐만 아니라 브로콜리와 꽃양배추에도 병원성이 있음을 보고했고, 최근에 홍 등(2007)이 제주도에서 브로콜리에 발생하는 병해를 조사하였는데 노균병과 함께 검은썩음병이 많이 발생함을 보고하였다. 강원도 고령지에서 브로콜리를 여름재배할 때 이 병의 발생은 유기재배를 어렵게 한다. 이 병은 브로콜리에서 육묘상에서부터 수확기에 이르기까지 전 생육기간에 발생한다(Fig. 1). 처음에는 잎 가장자리에서 엽맥을 중심으로 V자형으로 황색의 부정형 병반이 형성된다. 병이 진전되면 병반이 안쪽으로 확대되고, 병반 내의 잎맥은 흑색을 띠게 된다. 심하게 감염된 잎은 고사하고, 줄기의 경우는 도관부가 흑색으로 변한다(Fig. 1).

본 연구는 브로콜리의 유기재배에 적합한 품종을 선발하기 위하여 원예적 특성이 우수하면서 검은썩음병에 저항성인 품종을 선발하기 위하여 실험을 수행하였다.

30일간 육묘하여 본엽 4-5매된 묘를 2006년 7월 6일 강원도 평창군 도암면 유천리 농가포장과 2006년 7월 13일

*Corresponding author

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

E-mail) bskim@nukw.ac.kr

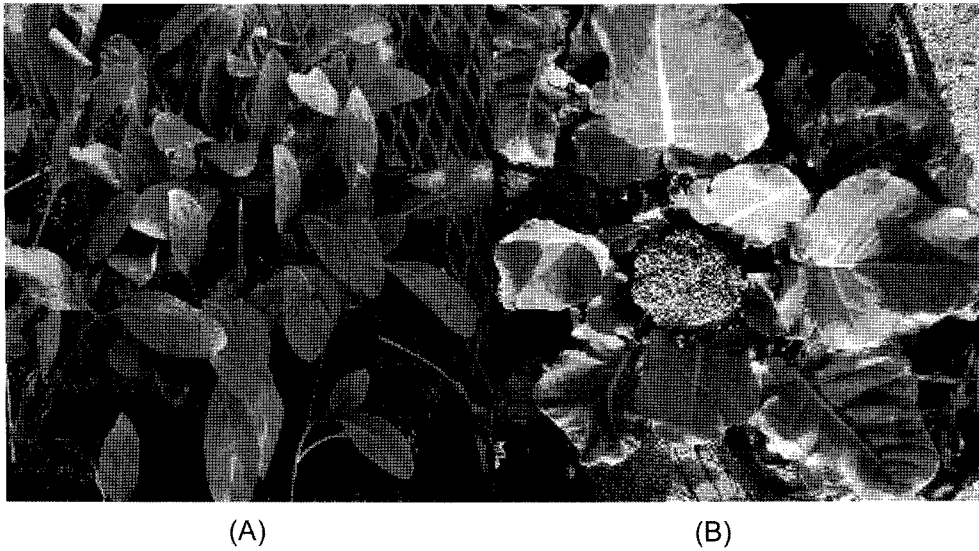


Fig. 1. Black rot symptoms of broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) seedlings (A) and adult plant (B) caused by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

강릉시 왕산면 대기리 강릉대학교 실험포장에 정식하였다. 시험포장은 정식 1주일 전에 10a당 고토석회 250 kg, 유기질 비료 400 kg를 살포하고 경운하였다. 정식 후 뿌리활착을 높이기 위하여 플러그 트레이에 충분히 관수하여 정식하였으며 정식 시 이랑폭은 75 cm, 포기사이는 40~45 cm로 하였다. 원예적 특성 조사항목은 품종별, 실험포장별로 숙기(과종 후 일수) 및 전체무게, 초장, 정화뢰 특성(직경, 중량, 소화수 크기)을 조사하였다. 검은썩

음병은 평창군 포장에서 정식 후 73일에, 강릉시 포장은 정식 후 58일에 각 품종별 20주에서 병반면적율(%)을 조사하였다.

브로콜리 정식 후 각각의 품종에 대한 생육특성을 조사하기 위하여 평창군 포장의 경우 브로콜리 숙기가 조생, 중생인 11개 품종을 9월 12일에 1차 수확하였으며, 중만생종인 2개 품종을 9월 22일에 2차 수확을 하였다. 1차 수확에서 브로콜리의 전체무게는 692.0~1223.1 g이었

Table 1. Characteristics of broccoli cultivars cultivated at alpine area, Pyeongchang county, Doarm-myon

Cultivars	Fresh weight (g) ^a	Plant height (cm)	Characteristics of terminal flower bud		
			Weight (g)	Diameter (cm)	Size ^b
Earlyyoubroccoli	692.0f ^c	22.6e	232.0cd	11.8cd	I
Greenpot	733.0ef	26.7d	241.6cd	12.3 bcd	I
Partner	948.0cd	27.7d	225.5cd	12.5 abc	I
Everybro	1223.1b	35.6c	296.9abc	13.4abc	B
Nockse	937.5cde	26.6d	231.7cd	11.9cd	I
GC-7	1061.7bc	26.4d	348.9a	13.6ab	B
Pilgrim	1078.0bc	27.7d	299.8abc	13.9ab	B
Chungjae	721.0f	25.9de	262.6bcd	12.5bc	I
Nockjae	965.0cd	28.0d	305.9abc	14.2a	B
Grace	698.0f	27.7d	227.9cd	12.3bc	I
Tamsuerun	780.0def	15.4f	332.2ab	13.9ab	B
Nockguck	1397.0a	67.2a	233.6cd	10.6de	I
Kingdom	1189.0b	62.0b	204.4d	9.8e	S

^a All cultivar except Nockguck and Kingdom were harvested at 75 days after transplanting and Nockguck and Kingdom were harvested at 90 days after transplanting.

^b Size of terminal flower bud: S=small, less than 10 cm; I=intermediate 10-13 cm; B=big, 13-16 cm.

^c Data are the average of 5 replications and they were analysed using Duncan's multiple range test. The same letters within a column mean no significant differences between the numbers.

으며, 초장은 22.6~35.3 cm으로 품종간 많은 차이를 보였다. 에브리브로 1223.1 g을 비롯하여 탐스런, 필그림, GC-7 등이 모두 1,000 g이상으로 다른 품종에 비해 전체무게가 높았으며, 초장은 에브리브로, 탐스런, 녹제, 필그림 순이었다. 정화뢰의 중량은 GC-7 품종이 348.9 g으로 가장 높았으며, 탐스런 309.4 g, 녹제 305.9 g, 필그림 299.4 g 순으로 전체무게, 초장, 화뢰중량 간에 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 또한 정화뢰의 소화수 크기는 대부분 중간크기이거나 소형으로 매우 치밀하여 상품가치 및 시장성이 우수함을 알 수 있었다(Table 1).

이와 같은 결과로 현재 고랭지 지역에서 청제(사까다), 녹제(사까다), 그레이스(태우) 품종이 주를 이루며 재배되고 있으나, 본 실험결과 에브리브로, GC-7, 필그림, 녹국, 킹덤 등의 품종 또한 평창군 고랭지 지역에서 재배하기에 적합한 품종으로 선발되었다. 특히 GC-7 품종은 브로콜리의 영양과 컬리플라워의 맛을 가진 품종으로 소화수 크기도 매우 세밀하였다. 2차 수확된 녹국과 킹덤은 1차 수확된 품종에 비해 초장이 2배 이상 월등히 길어 전체무게는 높게 나타났으나 화뢰중량 및 직경은 작게 나타났는데, 이는 중만생종으로 화뢰가 형성이 되기 전 영양생장 기간이 길어진 것으로 보인다. 따라서 여름재배보다는 봄, 가을재배에 적합할 것으로 생각된다(Table 1).

강릉시 고랭지 포장의 경우는 평창군 포장의 정식시기보다 1주일 늦었으나 수확은 동일한 날 이루어졌다. 품종

간 생육상태는 평창군 포장과 비슷한 경향을 나타내어 1차 수확에서 에브리브로가 전체무게 1,171.0 g으로 가장 높았고, 필그림, GC-7, 탐스런, 녹제 순으로 나타났다. 초장은 24.0~31.8 cm로 품종간 차이를 보였고, 화뢰중량 또한 173.4~294.3 g으로 품종간 차이가 크게 나타났는데, 그레이스가 294.3 g으로 가장 높게 나타났고, GC-7 262.2 g, 탐스런 259.3 g, 필그림 251.3 g, 녹제 240.5 g 순으로 평창군 포장에서는 생육이 저조했던 그레이스 품종이 강릉시 포장에서는 화뢰 생장이 탁월하게 우수했음을 알 수 있었다. 화뢰직경도 그레이스가 13.6 cm으로 가장 우수하였으며, 파트너와 얼리유브로콜리가 13.4 cm, 에브리브로 13.0 cm 순으로 화뢰중량과 화뢰직경 간에 상관관계를 보이지 않았다. 화뢰의 소화수 크기는 중간이거나 대형으로 평창군 포장에 비해 화뢰 밀도가 상당히 떨어지는 경향을 보였다. 2차 수확된 녹국과 킹덤은 평창 포장과 비슷한 생육 상황을 나타내었고, 녹국에 비해 킹덤이 화뢰중량에서 조금 우수하게 나타났다. 따라서 그레이스, GC-7, 탐스런, 필그림, 녹제, 킹덤 품종이 강릉시 왕산면 고랭지에서 재배하기 적합한 품종으로 선발되었다(Table 2).

검은썩음병은 십자화과 식물의 잎가의 수공이나 해충이 갇아먹은 상처부위로 침입한다(McElhaney 등, 1998; Agrios, 2005). 병원균이 분비하는 extracellular polysaccharide는 중요한 병원성 요인으로 알려져 있다(Lu 등, 2007). 이 병의 병징은 아랫잎의 가장자리에 V자형의 황색병반이

Table 2. Characteristics of broccoli cultivars cultivated at alpine area, Gangneung city, Wangsan-myon

Cultivar	Fresh weight (g) ^a	Plant height (cm)	Characteristics of terminal flower bud		
			Weight (g)	Diameter (cm)	Size ^b
Earlyyoubroccoli	703.0de ^c	24.0e	221.6bc	13.4ab	B
Greenpot	509.0e	24.4de	184.0bc	12.1bc	I
Partner	999.0bc	27.0cde	237.5abc	13.4ab	B
Everybro	1171.0b	31.8b	198.6bc	13.0abc	B
Nockse	970.0bcd	28.8bcd	225.3bc	12.7abc	I
GC-7	1118.0bc	24.6de	262.5ab	12.2abc	I
Pilgrim	1121.0bc	25.1cde	251.3abc	12.4 abc	I
Chungjae	707.0de	27.5cde	173.4c	11.1c	I
Nockjae	1044.0bc	29.2bc	240.5abc	13.1abc	B
Grace	836.0cd	24.5de	294.3a	14.3a	B
Tamsuerun	1107.0bc	29.1bc	259.5ab	12.8abc	I
Nockguck	1202.0b	61.5a	238.7abc	12.1bc	I
Kingdom	1534.0a	60.5a	254.8ab	12.0bc	I

^a All cultivar except Nockguck and Kingdom were harvested at 70 days after transplanting and Nockguck and Kingdom were harvested at 85 days after transplanting.

^b Size of terminal flower bud: S=small, less than 10 cm; I=intermediate 10-13 cm; B=big, 13-16 cm.

^c Data are the average of 5 replications and they were analysed using Duncan's multiple range test. The same letters within a column mean no significant differences between the numbers.

생겨 잎맥을 따라 확대되고 갈색으로 변해 마르며 특히 줄기나 물관부를 잘라보면 흑색으로 변하고 내부가 공동이 된다. 이 병은 특히 여름철 고랭지 녹색꽃양배추 재배 시 큰 문제가 되고 있다.

품종별 검은썩음병 발생 조사는 평창군 포장의 경우 정식 후 73일에, 강릉시 포장은 정식 후 58일에 조사하였다. 각 품종별 20주씩 병반면적율을 조사하였으며 그 결과는 다음과 같다(Fig. 2). 평창군 포장에서는 GC-7, 청제, 녹색 품종이 검은썩음병에 매우 감수성이었고, 그레이스, 파트너, 그린볼, 얼리유브로콜리 품종은 중도저항성을 보였으며 에브리브로, 녹국, 필그림 품종은 다른 품종에 비해서 저항성이 매우 강한 것으로 나타났다. 강릉시 포장에서는 GC-7, 필그림, 녹색 품종은 매우 감수성이었고, 킹덤, 그레이스, 탐스런, 청제 품종은 중도저항성을 보였다. 그러나 두 개의 포장에서 전체적으로 검은썩음병에 완전저항성 품종은 없는 것으로 나타났다. 특히 강원도 고랭지 지역에서 현재 많이 재배되고 있는 청제, 녹색, 그레이스 품종이 검은썩음병에 감수성이므로 나타나 이

를 방제할 수 있는 대책이 시급한 실정이다. 현재 검은썩음병균은 6개의 race가 보고되어 있다(Soengas 등, 2007). 필그림은 평창군 포장에서 저항성이었지만 강릉시 포장에서 감수성이었고 파트너는 강릉시 포장에서 저항성이었으나 평창군 포장에서 감수성이므로 나타났다. 이러한 결과는 두 포장내의 병원균 race 분포가 다르다는 증거이다. 그러므로 두 포장 모두에서 저항성을 나타내는 품종이 필요하다. 두 포장 모두에서 중생종인 에브리브로와 중만생종인 녹국은 검은썩음병에 대하여 저항성이므로 나타났다. 이 두 품종은 원예적 특성도 우수하였으므로 강원도 고랭지 유기재배에 적합할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 꽃양배추의 유기재배에 적합한 품종을 선발하기 위하여 원예적 특성이 우수하면서 검은썩음병에 저항성이 꽃양배추를 선발하기 위하여 실험을 수행하였다. 2006년 강원도 고랭지인 평창군 도암면과 강릉시 왕산면에서 조중생종 11개 품종과 중만생종 2개 품종의 원예적 특성을 조사한 결과 두 포장 모두에서 에브리브로, 탐스런, 녹색, 필그림이 우수하였다. 검은썩음병에 대한 품종간 저항성 반응은 품종에 따라서 두 포장에서 다르게 나타나 두 포장에 병원균의 race 분포가 다른 것으로 생각된다. 두 포장 모두에서 중생종인 에브리브로와 중만생종인 녹국은 검은썩음병에 대하여 저항성이므로 나타났다. 이 두 품종은 원예적 특성도 우수하였으므로 강원도 고랭지 유기재배에 적합할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청에서 시행한 유기농업연구사업단의 연구비지원으로 수행된 연구결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology (5th ed.). Academic Press, New York. 922 pp.
- Hong, S. Y., Song, J. H., Kim, K. T., Ko, S. B. and Kim, K. H. 2007. Occurrence of diseases on broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* P.) in Jeju island. *Plant Pathol. J.* 23: 339 (Abstract).
- 김병섭, 정영륜, 조광연. 1991. Kale(*Brassica oleracea* var. *acephala*)의 검은썩음병을 일으키는 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*의 분리 동정. *한국식물병리학회지* 7: 1-5.

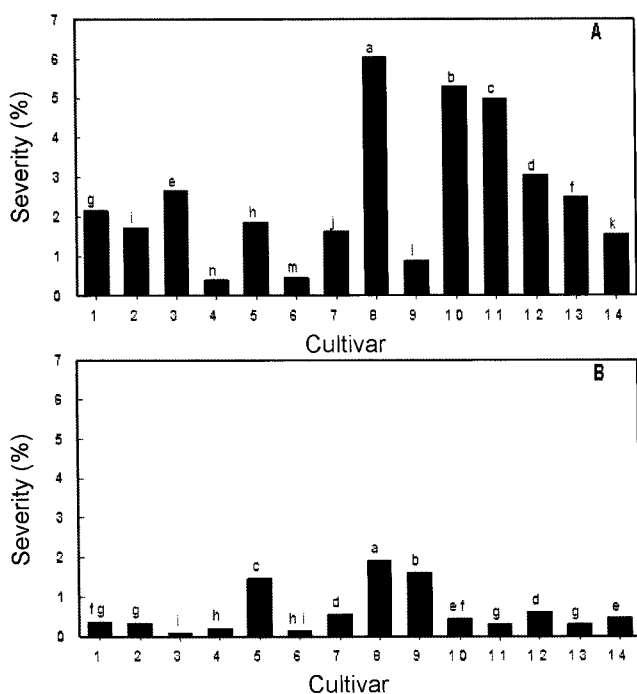


Fig. 2. Disease severity of black rot according to broccoli cultivars at Pyeongchang county, Doarm-myon (A) and Gangneung city, Wangsan-myon (B) of Gangwon province in Korea. Cultivars tested this experiment were as following; 1 (Earlyyoubroccoli), 2 (Greenpot), 3 (Partner), 4 (Everybro), 5 (Nockse), 6 (Nockguck), 7 (Kingdom), 8 (GC-7), 9 (Pilgrim), 10 (Chungjae), 11 (Nockjae), 12 (Grace), 13 (Greenball) 14 (Tamsuerun). Data are the average of 20 replications and they were analysed using Duncan's multiple range test. The same letters within a column mean no significant differences between the numbers.

- 김병수. 1986. 십자화과 채소종자의 검은빛썩음병 감염검정 및 종자소독. 한국식물병리학회지 2: 96-101.
- 김원배, 장석우, 성기철, 이종남, 이정수, 박수형, 최철구. 2003. 양채류 재배(표준영농교본 48). 농촌진흥청. 304 pp.
- Lu, G. T., Ma, Z. F., Hu, J. R., Tang, D. J., He, Y. Q., Feng, J. X. and Tang, J. L. 2007. A novel locus involved in extracellular polysaccharide production and virulence of *Xanthomonas campestris* pathovar *campestris*. *Microbiology* 153: 737-746.
- McElhaney, R., Alvarez, A. M. and Kado, C. I. 1998. Nitrogen limits *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* invasion of the host xylem. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 52: 15-24.
- 농촌진흥청. 2000. 고랭지 채소재배기술. 농촌진흥청 고랭지농업시험장. 561 pp.
- 소인영, 이순형, 김형무, 이왕휴. 1982. 고랭지 단경기 채소(무우, 배추) 및 평야지 추작채소 단지의 주요병해 조사(II). 전북대농대논문집 13: 29-42.
- Soengas, P., Hand, P., Vicente, J. G., Pole, J. M. and Pink, D. A. C. 2007. Identification of quantitative trait loci for resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in *Brassica rapa*. *Theor. Appl. Genet.* 114: 637-645.
- 엽경진, 이양자, 이기열, 김병수, 노재경, 박계숙. 1992. 혈청 Retinoids, β -carotene, α -tocopherol과 암과의 관계. 한국암학회지 24: 343-351.
- Williams, D. H. 1980. Black rot: a continuing threat to world crucifers. *Plant Dis.* 64: 736-742.