

고추냉이 먹들이병(*Phoma wasabiae*)의 종자소독 효과

문정섭* · 김형무¹ · 최동철 · 홍윤기 · 심문호 · 장영직 · 고복래² · 오남기³ · 최영근
전라북도 농업기술원, ¹전북대 농생명학과, ²고창수박시험장, ³원종사업소

Disinfection of Seed Borne Black Leg Disease(*Phoma wasabiae*) in Wasabi(*Wasabia japonica* Matsum.)

Jung Seob Moon*, Hyung Moo Kim¹, Dong Chil Choi, Yoon Ki Hong, Moon Ho Sung,
Young Jik. Jang, Bok Rae Go², Nam Ki Oh³, and Yeong Geun Choi

Jeon-Buk Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

¹Dept. of Agricultural Biology, Chonbuk national university, Jeonju 561-756, Korea

²Kochang watermelon experiment station, J.B. ARES., Kochang 585-800, Korea

³Purebreed Division, J.B. ARES., Iksan 570-704, Korea

Abstract. *P. wasabiae* was isolated from discolored seeds of wasabi(*Wasabia japonica* Matsum.) and inoculated to fresh seeds, then the effect of fungicides on suppression of diseases were determined. Emergence rate of wasabi seeds were suppressed to 52.5% by the inoculation and it reached up to 92.7% by dipping treatment of inoculated seeds into benomyl solution. The incidence rate of black leg disease and damping off were 32.0 and 22.0%, respectively, in control treatment that sown in the soil inoculated with *P. wasabiae*. But dipping treatment of inoculated seeds into benomyl solution resulted in 12.0% and 10.7% in incidence rate of those two diseases, respectively.

Key words : black leg, disinfectant, *Phoma wasabiae*, *Wasabia japonica* Matsum.

*Corresponding author

서 언

고추냉이는 다년생 숙근성 식물로 맑은 물이 흐르는 산간계곡의 반음지에서 자라는 향신료 작물(垂井, 1958)로 재배방법은 물재배와 발재배가 있다(Hodge, 1974). 물재배는 부가가치가 높은 근경생산이 가능한 이점이 있는 반면 시설투자비가 과다하고 재배적지가 한정되어 있다는 점 등에 의해 국내에서는 재배가 확산되지 못하고 있으며 강원도 일부지역에서만 재배가 되고 있다(Lee 등., 1996). 따라서 상대적으로 투자 비용이 적은 비닐 하우스를 이용한 발재배가 전북 진안군, 임실군을 중심으로 크게 확산되고 있는 추세이다. 고추냉이에는 흰가루병(橫木, 1966), 노균병(鈴木, 1976), 위축병(Kim과 Lee, 1999), 묵입병(Masao와 Kunihiko, 1986), 연부병(Masao와 Kunihiko, 1987) 등이 보고되어 있으며, 그중 근경 내부의 유관속 부위와 엽병의

표피와 내부에 흑색병반을 형성하여 상품성을 크게 저하시키는 묵입병의 피해가 극심한 실정이다. 고추냉이 묵입병에 대한 연구는 Wang 등(1992)에 의해 병포자의 발아적인 등이 연구되었으며, 우리나라에서는 Kim 등(1998)에 의해 발재배 고추냉이의 묵입병 병반에서 *Phoma wasabiae*를 분리 동정하여 병원성을 확인하고 고추냉이 먹들이병으로 보고하였으나, 그 전염경로 및 방제에 대한 연구는 미진한 실정이다. 십자화과 식물에서 *Phoma* sp.의 종자전염은 여러 작물(Gabrielson 등, 1977; Maude 등, 1984)에서 보고되었고, Maude 와 Bambridge(1985)는 red beet에서 종자전염성 *Phoma betae*의 방제에 thiram의 침지소독이 효과적이라 하였다.

본 연구는 고추냉이의 종자전염성 먹들이병균에 대한 종자소독약제의 효과를 조사하여 먹들이병균의 종자전염 방제에 기초자료로 이용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험에 사용된 고추냉이 품종은 우리나라에서 주로 재배되고 있는 '달미종'(Wasabia japonica cv. Daruma)으로 변색된 종자를 선별한 후 표준습지법(I.S.T.A., 1966)를 이용하여 종자전염성 균주의 균사선단을 채취하였고, PDA 배지에 치상하여 순수분리하였다. 분리된 균주는 고추냉이의 잎과 줄기에 접종하여 병원성을 확인하였고, 줄기에 나타난 먹들이병 병환부에서 병원균을 분리하여 PDA 배지에 계대배양하면서 시험에 사용하였다. 실험에 사용된 종자소독약제와 사용법은 Table 1에서 보는 바와 같으며 밭에서 2년간 재배한 고추냉이에서 채종한 종자를 병원균의 포자현탁액(2×10^6 spore/mL)에 침지접종 후 시험약제를 처리하고 15°C 항온기에서 20일간 종자의 발아율을 조사하였다. 유근이 출현하여 발아가 확인된 종자를 멸균된 상토를 채운 플라스틱상자(90×40×20 cm)에 주간 10 cm, 조간 10 cm 간격으로 3립씩 파종하여 5단복으로 배치하고, 파종 50일 후에 처리구당 360주에서 출현률 및 모질록병 발병률을 조사하였다. 숙음작업으로 식물체간의 간격을 주간 20 cm, 조간 20 cm로 조절한 후 파종 90일 후에 식물체를 수확하여 처리구 당 120주에서 엽병과 근경에 먹들이병의 병징을 기준으로

먹들이병 발병률을 조사하였고, 시험약제의 생육에 대한 영향을 생존엽의 엽수, 최장엽의 경태 및 초장으로 조사하였다. 먹들이병균에 오염된 토양에서 시험약제의 효과를 보기 위해 멸균된 상토로 채워진 플라스틱상자(90×40×20 cm)에 2×10^7 spore/mL로 조절된 포자현탁액을 2,000 mL씩 주입하여 토양에 접종 한 후 휴면이 타파된 건전 종자를 멸균수로 5회 수세하여 시험약제를 처리한 다음 파종하고 위와 같은 방법으로 재배 관리 하여 묘의 생육양상 및 먹들이병의 발병률을 조사하였다.

결과 및 고찰

변색된 종자에서 분리되어 병원성이 확인된 *Phoma wasabiae*에 의해 접종된 종자를 대상으로 처리약제가 발아율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 무처리 종자의 발아율 52.4%에 비해 약제처리종자는 70.3~83.3%의 발아율을 보여 약제처리에 의한 발아율 향상효과를 인정할 수 있었으며, 처리약제 중에서는 benomyli이 83.3%, benoram이 80.3%로 발아율이 높았다.

유근이 출현한 종자를 멸균된 토양에 파종하고 시험약제의 효과를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 파종

Table 1. Fungicides and their methods used in this experiment.

Common name	Active ingredients	Dosage and treating method
Capropamid · imidacloprid · fludioxonil	mixture of capropamid 40%, imidacloprid 21% fludioxonil 2%-Wp	dressing 1.0% of seed weight ²
Benoram	mixture of benomyl 20% thiram 20%-Wp	dipping in dilution of 1/200 for 1 hour ³
Carboram	mixture of carboxin 37.5% thiram 37.5%-D	dressing 0.25% of seed weight
Thiophane · rifluzole	mixture of thiophanate-methyl 45% triflunizole 15%-Wp	dipping in dilution of 1/200 for 24 hours
Proraz	prochloraz 25%-Ec	dipping in dilution of 1/2000 for 24 hours
Benomyl	benomyl 50%-Wp	dipping in dilution of 1/2000 for 24 hours

²Powder seed dressings by shaking the chemical and seed together to obtain a good distribution in a flask.

³The seeds were treated with each chemicals, washed three times with cold water and thereafter sown.

Table 2. Effect of fungicides on germination rate of seeds inoculated by *Phoma wasabiae* in petri dish test (%).

Fungicides	Capropamid · imidacloprid · fludioxonil	Benoram	Carboram	Thiophane · rifluzole	Proraz	Benomyl	Control
Germination rate	70.3 b ²	80.3 a	71.1 b	75.1 ab	72.3 b	83.3 a	52.4 c

²Same letters are not significantly different at $P=0.05$ by Duncan's multiple range tests.

Table 3. Incidence rate of Black leg disease, damping off, emergence rate and growth characteristics of Wasabi inoculated with *P. wasabiae* according to fungicides.

Fungicides	P.I.B.L. ^z (%)	P.D.D.O. ^y (%)	P.P.E. ^x (%)	Growth characteristics		
				No. of leaves	Diameter of petiole (mm)	Plant height (cm)
Capropamid · imidacloprid · fludioxonil	14.0 b ^w	6.7 b	81.3 b	8.3 a	3.2 a	20.7 a
Benoram	6.0 c	5.3 c	92.7 a	10.2 a	3.0 a	18.6 a
Carboram	14.0 b	5.3 c	85.3 ab	10.2 a	4.1 a	22.6 a
Thiophane · rifluzole	14.0 b	6.7 b	83.3 b	9.5 a	3.8 a	21.4 a
Proraz	16.0 b	7.3 b	87.3 ab	9.8 a	4.0 a	25.5 a
Benomyl	6.0 c	4.7 c	92.7 a	11.0 a	3.5 a	21.7 a
Control	28.0 a	12.7 a	65.3 c	10.0 a	3.7 a	20.8 a

^zP.I.B.L.: Percentage of plants which petiole and rhizome infected by black leg disease.

^yP.D.D.O.: Percentage of plants died of damping off by 50 days after sowing.

^xP.P.E.: Percentage of plants which cotyledon emerged above soil.

^wSame letters are not significantly different at P=0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 4. Black leg disease, damping off, emergence rate and growth characteristics of seeds sowed in soil inoculated with *P. wasabiae* according to fungicides.

Fungicides	P.I.B.L. ^z (%)	P.D.D.O. ^y (%)	P.P.E. ^x (%)	Growth characteristics		
				No. of leaves	Diameter of petiole (mm)	Plant height (cm)
Capropam · imidacloprid · fludioxonil	24.0 b	13.3 bc	87.3 a	9.4 a	4.2 a	19.4 a
Benoram	18.0 c	12.0 bc	90.0 a	11.2 a	3.8 a	20.6 a
Carboram	24.0 b	14.0 bc	87.3 a	10.2 a	3.5 a	22.8 a
Thiophane · rifluzole	28.0 ab	12.7 bc	88.0 a	10.5 a	4.0 a	20.4 a
Proraz	20.0 bc	16.7 b	88.0 a	12.0 a	4.2 a	18.8 a
Benomyl	12.0 d	10.7 c	92.0 a	11.0 a	3.8 a	19.0 a
Control	32.0 a	22.0 a	87.3 a	11.0 a	4.0 a	21.7 a

^zP.I.B.L.: Percent of plants which petiole and rhizome infected by black leg disease.

^yP.D.D.O.: Percent of plants died of damping off by 50 days after sowing.

^xP.P.E.: Percent of plants which cotyledon emerged above soil.

^wSame letters are not significantly different at P=0.05 by Duncan's multiple range test.

90일 후 엽병과 근경에 나타난 병징으로 조사된 먹들이병 발병률은 benoram과 benomyl이 6.0%로 방제 효과가 가장 높았으며, 나머지 4종의 약제도 14.0~16.0%의 발병률을 보여 대조구에 비해 통계적으로 유의한 효과가 있었다.

자엽이 출현하고 나서 파종 후 50일까지 조사된 모잘록병 발병률은 약제처리구가 대조구의 12.7%에 비해서는 통계적으로 유의한 차이가 있었고 시험약제 중에서는 benomyl 4.7%, benoram, carboram이 각각 5.3%로 방제효과가 높았다. 포장에서의 출현률은

benoram과 benomyl이 92.7%로 가장 높았으며, 시험약제 모두 대조구에 비해서는 유의차가 있었지만 capropamid·imidacloprid·fludioxonil과 thiophane·rifluzole은 낮은 결과를 보였다.

또한 파종 90일 후의 묘 생육특성은 처리간 차이를 인정할 수 없었다. 건전한 종자를 시험약제로 처리하여 먹들이병균이 접종된 토양에 파종하고 먹들이병과 모잘록병의 발병률 등을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 먹들이병 방제효과는 32.0%의 발병률을 보인 대조구 보다 시험약제 모두 유의한 차이를 보였으며, 약제별로

는 benomyl 12.0%, benoram 18.0%, proraz 20.0%, capropamid·imidacloprid·fludioxonil 24.0%, carboram 24.0% 순으로 효과가 컸으나, thiophane·rifluzole이 28.0%의 발병률을 보여 처리약제 중에서는 가장 효과가 낮았다.

모잘록병 발병률은 모든 약제처리가 유의적인 효과를 보였으나 시험약제중에서는 benomyl이 10.7%로 가장 높았고, proraz가 16.7%로 가장 낮았으며, 자엽의 포장 출현률은 대조구 87.3%에 비해 benomyl 92.0%, benoram 90.0%로 높은 편이었으나 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 파종 90일 후 묘의 생육특성을 조사한 결과 엽수, 줄기두께, 초장 모두에서 약제처리 종자와 대조구간에 유의한 차이가 없었다.

적 요

변색된 종자에서 분리된 *P. wasabiae*에 접종된 종자는 평균 52.4%의 낮은 발아율을 보였으나 benomyl 침지처리에 의해 발아율이 83.3%로 향상되었다. 멸균 토양에 파종된 접종종자는 28.0%의 먹들이병, 12.7%의 모잘록병 발병률을 보였으나, benomyl로 침지처리된 종자는 먹들이병 6.0%, 모잘록병 4.7%의 낮은 발병률을 나타냈다. *P. wasabiae*가 접종된 토양에 공시 약제로 처리된 종자를 파종한 결과 먹들이병 발병률은 약제를 처리하지 않은 종자의 32.0%에 비해 benomyl 침지처리에서 12.0%로 발병이 억제되었고, 모잘록병은 10.7%의 가장 낮은 발병률을 보였다.

주제어 : 고추냉이, 먹들이병, 종자소독, *Phoma wasabiae*, *Wasabia japonica* Matsum.

인 용 문 헌

- Gabrielson R.L., M.W. Mulanax, K. Mashoka, and P.H. Williams. 1977. Fungicidal eradication of seed borne *Phoma lingam* of crucifers. Plant disease reporter. 61:118-121.

- International Seed Testing Association. 1966. International rules for seed testing. Proc. Int. Seed Test. Ass. 31:1-152.
- Kim, H.M. and K.J. Lee. 1999. Characteristics of tobacco mosaic virus isolated from wasabi(*Eutrema wasabi*) in Korea. Plant Pathol. J. 15:247-250.
- Kim, H.M., K.T. Kim, and W.Y. Song. 1998. Black leg disease in wasabi caused by *Phoma wasabiae*. Korean J. Plant Pathol. 14:729-731.
- Lee, S.W., O.K. Kim, H.J. Yong, W.H. Lee, and J.K. Yu. 1996. Growth and yield of wasabi cultivated in cold water drained from trout nursery. Korean J. Crop-sci. 41:586-591.
- Masao, G.T. and M. Kuniyiko. 1986. Casual agents associated with the internal black rot syndrome of Japanese horse radish(*Eutrema wasabi* Maxim.). Ann. Phyto Path. Soc. Japann. 52:59-68.
- Masao, G.T. and M. Kuniyiko, 1987. *Erwinia carotovora* subsp. *wasabiae* isolated from diseased rhizomes and fibrous roots of Japanese horse radish(*Eutrema wasabi* Maxim.). Int. J. Syst. Bacteriol. 37:130-135.
- R.B. Maude, F.M. Hempherson-Jones, and Catriona G. Shuring. 1984. Treats to control *Phoma* and *Alternaria* infections of brassica seeds. Plant Pathol. 525-535.
- R.B. Maude, and J.M. Bambridge. 1985. Effect of seed treatment and storage on the incidence of *Phoma betae* and the viability of infected red geet seeds. Palnt Pathology. 34:435-437.
- Wang, K.M., T.C. Lo, C.C. Tu, and W.H. Tsai, 1992. Effect of temperature and humidity on the development of wasabi streak disease caused by *Phoma wasabiae*. Plant Pathology Bulletin. 1:96-103.
- Hodge, W.H. 1974. Wasabi-native condiment plant of Japan. Economic botany 28:118-129.
- 垂井昌明. 1958. 農業及び園藝 : ワサビ栽培上の有利な栽培. 33(3):506-510 (in Japanese).
- 横木國臣. 1966. 農業及び園藝 : ワサビ栽培上の問題點. 41(5):771-774 (in Japanese).
- 鈴木春夫. 1976. 植物防疫. :ワサビ 主要病害の生態と防除. 30(9):374-378 (in Japanese).