

대관령 고령지 백합 역병균(*Phytophthora cactorum*)의 동정 및 살균제에 대한 반응

김병섭* · 안중웅¹

강릉대학교 식물응용과학과, ¹한국화학연구원 화학물질연구단

요약 : 1999년 대관령 고령지에서 재배되는 백합에 막대한 피해를 주는 병이 발생하여, 이 병의 원인 병원균의 동정과 화학적 방제 방법을 찾기 위한 시험을 수행하였다. 백합에서 분리된 12 균주 모두는 *P. cactorum*으로 동정되었다. 백합 역병균에 대한 metalaxyl의 약제 반응을 조사한 결과 분리된 균주 모두는 10 µg/mL에서 전혀 균사가 성장하지 못하므로 감수성 균인 것으로 나타났다. 백합 역병균(*P. cactorum* PC-1) 방제 약제를 선발하기 위하여 11약제를 선택하여 스크리닝을 수행한 결과, dimethomorph, ethaboxam, metalaxyl, oxadixyl은 10 µg/mL에서 병원균의 성장을 완전히 억제하여 우수한 약효를 나타냈다. 따라서 metalaxyl과 같은 phenylamide계 살균제 및 다른 역병 방제용 살균제의 살포는 백합 역병의 방제에 효과적인 것으로 생각된다. (2001년 12월20일 접수, 2002년 1월 15일 수리)

Key words : lily, *Phytophthora cactorum*, metalaxyl resistance, fungicides screening.

백합(*Lilium longiflorum*)은 국화, 장미, 카네이션, 안개초와 더불어 국내 5대 화훼작목 중의 하나로서 절화용으로 널리 재배되고 있다. 백합의 주요병으로 5종의 병이 보고되고 있으나 그 중에서도 역병은 치명적인 피해를 일으킬 수 있다(허 등, 1994; 岸, 1988). 우리나라에서 백합 역병은 지등(1998)은 *Phytophthora nicotianae*가 병을 일으킴을 보고하였으며, 류 등(1998)은 *P. cactorum*에 의하여 발병함을 보고하였다. 백합 역병의 방제는 주로 화학적 방제 방법에 의존하는데, 방제 약제로 난균류(Oomycetes)에 선택적으로 효과 있는 약제로 1977년 Ciba Geigy에서 개발된 phenylamide계의 metalaxyl이 널리 사용되고 있다. 이 약제는 약효가 탁월하고, 경엽처리에 의한 침투 이행 효과를 가지고, 치료효과 등의 많은 장점을 가지고있어 전세계적으로 널리 사용되었다(Bruck 등, 1980). 그러나 metalaxyl에 대한 저항성이 감자 역병균(*Phytophthora infestans*)에서 아일랜드(Dowley와 O'sullivan, 1981)와 네덜란드(Davidse 등, 1981)에서 1981년에 처음 보고된 이후, 전세계적으로 Oomycetes에서 저항성 균이 보고되었다(Daggett 등, 1993; Delp, 1988; 최 등, 1992).

본 연구에서는 1999년 대관령 고령지 백합 재배 농가에서 발생한 백합 역병의 원인균을 분리 및 동정하고 살균제를 이용한 백합 역병의 방제 기술을 개발하기 위하여 metalaxyl을 포함한 주요 살균제에 대한 반응을 조사하였다.

병원균 분리 및 동정

1999년 8월 강원도 대관령 백합 재배 농가에 역병이 발생하였다(Fig. 1-A). 병든 조직으로부터 병원균 분리를 위하여 병든 조직을 흐르는 수돗물에 3회 이상 세척하여 실온에서 건조시킨 후 살균된 칼로 병든 조직을 5 mm 크기로 절단하였다. 절단된 시료는 1% 차이염소산나트륨 용

액(NaClO)에 1분간 표면 살균하여 물한천 배지(water agar)와 역병분리용 선택배지에 치상하여 25°C 배양기에서 7일간 배양한 후 균총 선단을 띄어 새로운 배지에 옮겨 순수 분리하였다. 역병균 분리를 위한 선택배지는 Papavizas(1981), Sato와 Kato(1993)의 역병균 선택배지를 변형한 배지로 corn meal agar(Difco사 제품)에 pimarcin 0.4 mL, ampicillin 250 mg, rifampicin 10 mg, PCNB 35 mg을 넣어 제조하여 사용하였다. 순수 분리된 병원균은 류 등(1998)과 Stemps 등(1990)의 분류 기준과 비교하여 병원균을 동정하였는데, 유주포자의 구조와 난포자의 형성 및 형태를 관찰하였다.

분리된 역병균은 PDA에서 치밀하게 자랐으며, 배양 초기부터 많은 유주자낭을 형성하였다. 유주자낭은 유주자낭 병으로부터 쉽게 떨어지는 특성을 가지며, 유주자낭의 형태는 구형 또는 난형으로 눈에 띠게 돌출되어 있는 유두돌기가 대부분 한 개였다. 유주자낭의 L/B의 비율은 1.1-1.5(평균 1.2)로 크기는 30~40×21~29 µm 이었다(그림 1-B). 병원균의 유성 생식은 자웅동주형으로 배지상에서 쉽게 난포자를 형성하였다(그림 1-C). 따라서 이상의 특성 조사를 통하여 본 연구에서 분리한 역병균은 *P. cactorum*으로 동정되었으며, 이 후 실험에 공시 균주로 사용하였다.

Metalaxyl에 대한 저항성 조사 및 역병 방제용 약제에 대한 반응

Metalaxyl과 주요 역병균의 방제 약제로 등록되어있는 11종류의 살균제를 선발하여 *in vitro*에서 약제의 활성을 조사하였다. 본 연구에 사용한 살균제는 metalaxyl, oxadixyl, dimethomorph, ethaboxam, famoxadone, azoxystrobin은 원제를 사용하였고, chlorothalonil(75% 수화제), mancozeb(75% 수화제), metiram(55% 입상수화제), fluzinam(50% 수화제)은 시판 제품을 사용하였고, phosphonic acid는 1급 시약을 사용하였다. 약제 배지 조제는 수용성인 제제는 바로 감자한천배지(PDA)에 약제를 첨가하였

*연락처

으며, 원제는 약제를 acetone에 녹인 후 배지에 첨가하였다. 이 때 사용한 acetone의 최종 농도는 1%미만이 되도록 최소액을 사용하였다.

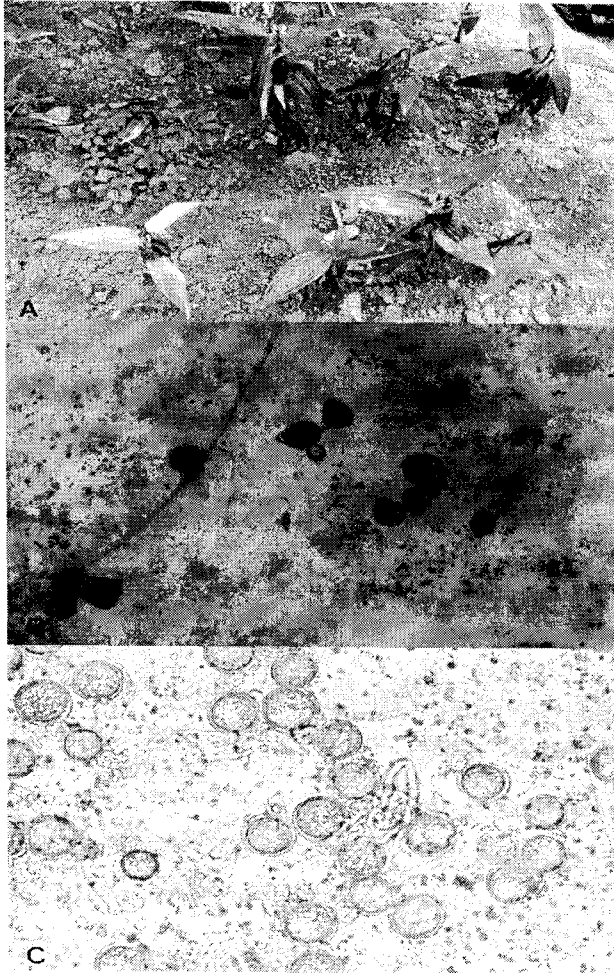


Fig. 1. Lily *Phytophthora* blight (A), sporangia (B), and oospore of *Phytophthora cactorum* (C).

Table 1. Growth response of isolates of *Phytophthora cactorum* to metalaxyl isolated from infected lily sampled at Daekwallyong alpine area

Isolate	Location	Mycelial growth ^{a)}
PC-1	Hoenggae	-
PC-2	Hoenggae	-
PC-3	Hoenggae	-
PC-4	Hoenggae	-
PC-5	Hoenggae	-
PC-6	Hoenggae	-
PC-7	Hoenggae	-
PC-8	Hoenggae	-
PC-9	Hoenggae	-
PC-10	Hoenggae	-
PC-11	Hoenggae	-
PC-12	Hoenggae	-
<i>P. infestans</i> (metalaxyl resistant isolate)		+

^{a)}Mycelial growth was determined on V-8 juice agar added with 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ metalaxyl. + : growth, - : no growth.

Bruck 등(1980)은 metalaxyl이 *Phytophthora*속균에 대하여 선택적으로 약효가 높은 것으로 보고하였고, 이 약제는 각종 역병균의 방제에 널리 사용되어왔다. 그러나 이 살균제에 대하여 노균병 및 각종 역병균에 대하여 저항성이 보고되었으며, 우리나라에서도 감자 역병균에 대하여는 최 등(1992), 김 등(1993)이 저항성을 보고한 바 있다. 백합 역병균의 metalaxyl에 대한 약제 반응을 조사한 결과, 분리된 균주 모두는 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 전혀 성장하지 못하므로 대관령 지역의 백합 역병균은 metalaxyl에 감수성인 것으로 나타났다(표 1). 따라서 metalaxyl은 침투이행성, 치료효과, 낮은 농도에서도 높은 방제 효과 등을 지니므로 대관령 지역의 백합 역병 방제 약제로 사용할 때 좋은 방제 효과를

Table 2. Mycelial growth inhibition of *Phytophthora cactorum* on PDA medium containing each fungicide

Chemical	Mycelial growth (mm)		Inhibition (%)	
	10 $\mu\text{g}/\text{mL}$	100 $\mu\text{g}/\text{mL}$	10 $\mu\text{g}/\text{mL}$	100 $\mu\text{g}/\text{mL}$
Dimethomorph	0	0	100	100
Ethaboxam	0	0	100	100
Metalaxyl	0	0	100	100
Oxadixyl	0	0	100	100
Chlorothalonil	11.4	9.4	40.0	47.2
Mancozeb	8.4	0	52.8	100
Famoxadone	10.3	12.1	42.1	32.0
Metiram	9.2	0	48.3	100
Fluazinam	12.4	7.7	30.3	56.7
Azoxystrobin	10.2	8.5	42.7	52.3
Phosphonic acid	16.4	11.4	7.9	36.0
Control	17.8 ^{a)}		-	-

^{a)}Colony size (mm) of untreated control.

나타낼 것으로 사료된다. *In vitro*에서 백합 역병균 억제 약제를 선발하기 위하여 호흡저해제로 신규 작용점을 가지는 azoxystrobin(Lyr, 1995), 각종 역병균 및 노균병 방제 약제로 등록되어 널리 사용되고있는 dimethomorph, ethaboxam, oxadixyl, phosphonic acid, 그리고 몇 종류의 보호 살균제들을 선택하여 스크리닝을 수행하였다. Dimethomorph, ethaboxam, metalaxyl, oxadixyl은 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 에서 병원균의 성장을 완전히 억제하여 우수한 약효를 나타냈다. 그러나 나머지 조사된 약제들은 7.9-52.8%의 비교적 낮은 균사성장 억제 효과를 나타냈다(표 2).

이상의 시험 결과를 종합할 때 phenylamide계 살균제가 대관령 지역의 *P. cactorum*에 의하여 발생하는 백합 역병균의 방제 약제로 유효할 것으로 사료된다. 그러나 이 계열의 살균제는 작용점이 특이적인 살균제로 살균제 저항성 위험도가 높은 살균제이기 때문에 다른 작용 메카니즘을 가지는 살균제와 합제 또는 교호 살포로 사용하는 것이 필요하다. 또 metalaxyl에 대한 저항성균 출현여부는 지속적으로 모니터링 하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

인용문헌

- Bruck, R. I., W. E. Fry and A. E. Apple (1980) Effect of metalaxyl, an acylalanine fungicide, on developmental stages of *Phytophthora infestans*. *Phytopathology* 70:597~601.
- Daggett, S. S., E. Gots and C. D. Therrien (1993) Phenotypic change in populations of *Phytophthora infestans* from eastern Germany. *Phytopathology* 83(3):319~323.
- Davidse, L. C., D. Looijen, L. J. Turkensteen and D. Vander Wal (1981) Occurrence of metalaxyl-resistant strains of *Phytophthora infestans* in Dutch potato fields. *Neth. J. Plant Path.* 87:65~68.
- Delp, C. J. (1988) Fungicide resistance in north America. APS press. p.133.
- Dowley, L. J. and E. O'Sullivan (1981) Metalaxyl-resistance strains of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in Ireland. *Potato Res.* 24:417~421.
- 岸國平 (1988) 作物病害事典, pp.605~610. 全國農村教育協會.
- Lyr, H. (1995) Triphenyl-tin-derivatives. pp.400~414, *In Modern selective fungicides-properties, applications, mechanisms of action* (ed. Lyr, H.), Gustav Fischer Verlag, New York.
- Papavizas, G. C., J. H. Bowers and S. A. Johnston (1981) Selective isolation of *Phytophthora capsici* from soils. *Phytopathology* 71:129~133.
- Sato, N. and M. Kato (1993) Improvement of the selective medium and method for the isolation of *Phytophthora infestans*. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 59:568~571.
- Stemps, D. J., G. M. Waterhouse, F. J. Newhook and G. S. Hall (1990) Revised tabular key to the species of *Phytophthora*. *Mycological Papers (CMI)* 162:1~28.
- 김병섭, 정영륜, 조광연 (1993) Metalaxyl 저항성 및 감수성 감자역병균(*Phytophthora infestans*)의 적응(Fitness) 비교 및 Dimethomorph와 Chlorothalonil에 의한 방제. *한국식물병리학회지* 9(1):31~35.
- 류경열, 김령희, 이영희, 허노열 (1998) *Phytophthora cactorum*에 의한 백합 역병. *한식병지* 14(5):458~462.
- 지형진, 김완규, 김재영, 임선언 (1998) *Phytophthora nicotianae*에 의한 국내 미기록 화훼류 역병. *한식병지* 14(5):452~457.
- 최경자, 김병섭, 정영륜, 조광연 (1992) 감자 재배포장에서 metalaxyl 저항성인 감자역병균(*Phytophthora infestans*)의 발생. *한국식물병리학회지* 8(1):34~40.
- 허복구, 한용희, 이순봉, 김삼곤. 1994. 나리(백합) 재배의 이론과 실제. *중앙화훼 기술총서 I*, pp.179~199.

Identification and fungicide responses of *Phytophthora cactorum* isolated from lily growing Daekwallyong alpine area

Byung-Sup Kim* and Jong-Woong Ahn¹ (*Department of Applied Plant Science, Kangnung National University, Gangnung 210-702, Korea and ¹Natural Products Research Team, Korea Research Institute of Chemical Technology, Taejon 305-600, Korea)

Abstract : A very destructive lily disease was occurred at Daekwallyong alpine areas in 1999. We have performed experiments to identify the causal pathogen of lily disease and to find a way to control the disease chemically. Twelve fungal isolates from the infected lily were identified as *Phytophthora cactorum*. Mycelial growth of all isolates were completely inhibited on potato dextrose agar with 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ metalaxyl. Among 11 fungicides tested, 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ of dimethomorph, ethaboxam, and oxadixyl inhibited mycelial growth of *P. cactorum*. PC-1. Therefore, spray of phenylamide fungicides such as metalaxyl and other commercial fungicides should be a effective way to control the *Phytophthora* blight of lily.

*Corresponding author (Fax: +82-33-647-9535, E-mail : bskim@kangnung.ac.kr)