

## 살균제 저항성 백합 잎마름병균(*Botrytis elliptica*)의 발생과 변화

김병섭\* · 전환홍 · 황영아

강릉대학교 원예학과

**요약** : 강원도 고랭지의 백합 재배 농가로부터 1998년부터 2000년에 걸쳐 516군주의 *Botrytis elliptica*를 분리하여 주요 방제 살균제에 대한 저항성 실태를 조사하였다. 분리한 균주들 가운데 benomyl, procymidone, diethofencarb에 대하여 저항성을 나타내는 균주의 출현율은 각각 90.1, 32.3, 40.9%로 높게 나타나 약제 저항성 문제가 심각한 것으로 나타났다. 분리된 균주의 benzimidazole계, dicarboximide계, N-phenylcarbamate계에 대한 감수성(S) 및 저항성(R) 반응은 6그룹(RSS, RRS, SSR, SRR, RSR, RRR)으로 나누어졌다. 6개 반응형 각각의 분리 빈도는 40.7, 8.5, 7.2, 2.7, 19.8, 21.1%로 나타났다. 이 중 carbendazim에만 저항성인 RSS형이 40.7%로 가장 높게 나타났고, procymidone과 diethofencarb에 저항성인 SRR형은 2.7%로 가장 낮게 나타났다. 이러한 약제 반응형은 월동기를 지나면서 상대적으로 증가하는 반응형과 감소하는 반응형이 있는데 이는 이들 균 자체 적응력 차이 때문인 것으로 보여진다. 적응력이 높은 약제 반응형은 RSS, SSR형으로 나타났으며, 적응력이 낮은 약제 반응형은 SRR, RSR, RRR형으로 나타났고 RRS형은 큰 변동이 없었다. Benzimidazole계 살균제에 저항성균의 방제를 위하여 1998년 봄부터 benzimidazole계와 N-phenylcarbamate계의 합제 사용으로 효과는 얻고 있으나, 이 두 계열의 약제에 대한 다중 저항성균이 점차 증가하고 있어 점차 약효가 감소하고있는 실정이다. 이 연구는 강원도 고랭지에서 백합 잎마름병균(*Botrytis elliptica*)의 방제를 위하여 살균제 사용에 철저한 관리가 필요함을 시사한다.(2000년 12월 29일 접수, 2001년 3월 19일 수리)

Key words : *Botrytis elliptica*, fungicide resistance, benzimidazoles, dicarboximides, N-phenylcarbamate.

### 서 론

백합(*Lilium longiflorum*)은 국화, 장미, 카네이션, 안개초와 함께 국내 5대 화훼작목 중에 하나로서 절화용 재배를 위한 구근의 국내 수요가 매년 증가하고 있다. 백합의 품종 중 Oriental계통이 절화 수출에 유리한 품종인데 이 품종의 평년지 재배는 하고현상으로 인하여 재배가 어렵다. 그러나 고랭지는 여름이 서늘하여(8월 평균 기온 21°C) 하고현상이 없고 생육과 구근 비대가 평년지 재배보다 절대적으로 유리하므로 백합 재배는 고랭지의 재배 작목으로 단경기 채소와 더불어 널리 재배되고 있다. Oriental계통의 백합 재배에 유리한 환경 조건은 백합 재배에 있어서 치명적인 병해인 백합 잎마름병 발생에 유리한 환경 조건이 되기 때문에 적기에 방제를 하지 않으면 치명적인 손실을 가져온다. 우리나라에서는 백합의 잎마름병은 1980년 처음으로 발생이 보고되었다(이 등, 1980). 잎마름병은 백합 재배 시 노지에서는 6~9월에, 온실에서는 전 생육기간에 걸쳐 보편적으로 발생하는 병이다. 병징은 처음에는 잎 주변에 직경 1~2 mm의 흑갈색 반점이 나타나며, 다습한 조건에서 이 반점들이 급속히 진전되어 더 커진 원형이나 타원형의 얼룩으로 변하고, 감염된 조직은 시들어서 죽게된다. 병원균은 사상균의 일종인 *Botrytis elliptica*로 피해 식물의 잔재물에서 균핵이나 균사로 월동·유행하여 병을 일으킨다. 병원균의 생육 적온은 20°C 전후이며, 분생포자 형성은 16°C 전후로 습도가 높을 때 많은 분생포자를 형성하고, 포자의 전반에 따라 발병이 심하게 된다.

방제 수단으로 국내에는 benzimidazole계, dicarboximide계, triazole계 살균제 및 dichlofluanid가 등록되어 널리 사용되고 있다. 농약은 종합적 방제(IPM, integrated pest management)의 가장 기본적인 요소이기 때문에 작물을 건전하게 보호하고, 양질의 농산물 생산을 위해서는 농약의 사용이 필수적이다. 효율적인 약제 방제를 위하여는 병원균 집단의 방제 약제에 대한 실제적인 약제 저항성 정도를 파악하고, 저항성 집단의 변화를 조사하여 병원균의 방제 살균제에 대한 선발압(selection pressure)을 조절하는 방법의 개발이 필요하다(Brent 등, 1990; Dekker, 1986; Delp, 1988; Georgopoulos, 1987; Leroux, 1995). 그러나 오랫동안 농약의 과다 사용 및 연용으로 인해 저항성균이 발생하여 많은 침투성 살균제의 약효가 감소되어 있는 실정이다(Delp, 1988; Elad 등, 1992; Staub와 Sozzi, 1984). 백합 잎마름병 방제에 있어서도 동일 계열의 살균제를 집중적으로 사용함에 따라 저항성균의 발생으로 인한 방제 효과의 저하가 예상됨에도 불구하고 아직 살균제 저항성의 실태 조사조차 수행한 바가 없기 때문에 합리적인 방제가 불가능한 상태이다.

따라서 본 연구는 백합 잎마름병균(*B. elliptica*)의 benzimidazole계, dicarboximide계 살균제 및 N-phenylcarbamate계 살균제에 대한 저항성 발생 및 약제반응을 조사하기 위하여 백합 재배 농가 포장으로부터 병원균을 분리하여 저항성 실태를 조사하였다. 또한 benzimidazole계와 dicarboximide계간의 이중 저항성(double resistance) 발생 여부 조사 및 우리나라에서 1992년부터 사용하기 시작한 N-phenylcarbamate계의 diethofencarb와 benzimidazole계 살균제에 대한 다중 저항성(multiple resistance)의 발생

\*연락처자

여부를 조사하였으며, 저항성균의 계절적 변화를 조사하여 강원도 고랭지의 *B. elliptica*의 효과적인 방제 수단을 제시하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 병원균 분리 및 동정

1998년 6월부터 2000년 10월까지 강원도 고랭지의 백합 재배 포장으로부터 병든 식물을 채집하여 병원균을 분리하였다. 병원균 분리는 채집된 병반을 1% sodium hypochlorite solution으로 1분간 표면 소독처리 후 streptomycin(100 µg/mL)이 첨가된 PDA(potato dextrose agar) plate에 올려놓고 20°C 배양기에서 7일간 배양한 후 병반에서 자라 나온 균사의 선단을 떼어 내어 새로운 배지에 접종하여 병원균을 순수 분리하였다. 분리된 병원균은 Ellis(1971)의 *Botrytis*속군 분류 기준에 따라 동정하였다. 분리된 균은 4°C의 저온실에 보관하며 실험에 사용하였다.

### 시험 약제

본 실험에 사용한 약제는 benzimidazole계 살균제로 carbendazim(순도: 98%)을 사용하였고, dicarboximide계 살균제로는 procymidone(순도: 98%)을 N-phenylcarbamate계 살균제는 diethofencarb(순도: 99%)를 사용하였다.

### 약제 저항성 및 반응형 조사

*In vitro* 약제 저항성 검정은 분리된 병원균을 각 계열의 대표적인 살균제인 carbendazim, procymidone, diethofencarb가 10 µg/mL 들어 있는 PDA plate에 접종하여 20

°C 배양기에서 5일간 배양 후 생육을 조사하여 각 약제별로 병원균의 저항성을 조사하였다. Benzimidazole계 및 N-phenylcarbamate계 살균제에 대한 다중 저항성균 출현 여부는 carbendazim 10 µg/mL과 diethofencarb 10 µg/mL을 함께 넣어 만든 배지에 배양하여 조사하였다.

## 결과 및 고찰

강원도 백합 재배 농가 거의 모두에서 백합 잎마름병의 발생하였으며, 이 병의 발생으로 막대한 피해를 입고있었다(그림 1).

본 실험은 강원도 고랭지의 백합 단지에서 *Botrytis elliptica*를 분리하여 주요 방제 살균제에 대한 저항성 실태를 조사하였다. 각 연도별 봄과 가을에 따로 병원균을 분리한 결과 분리된 병원균의 수는 1998년 93, 96균주와 1999년에 102, 101균주, 2000년 50, 74균주로, 총 516균주였다(표 1).

1998년도 benzimidazole계 살균제인 carbendazim에 감수성 균주는 봄에 2균주(2.1%), 가을에 11균주(11.5%), 저항성 균주는 91균주(97.8%)와 85균주(88.5%)로 나타나 저항성 문제가 대단히 심각했다. 그리고 dicarboximide계 살균제인 procymidone의 살균제 저항성 균주의 출현율은 1998년 봄에 35.5%, 가을에는 51.0%로 각각 나타나 benzimidazole계보다는 저항성 정도가 낮게 나타났으나 저항성 문제가 심각했다. Benzimidazole계 살균제와 N-phenylcarbamate계 살균제의 합제에 대하여 저항성인 균주의 출현율은 1998년 6월에는 9.7%로 비교적 낮던 것이 이 약제의 집중적인 사용 후인 같은 해 10월부터는 61.4%로 급격

Table 1. Relative proportion of phenotype groups of *Botrytis elliptica* isolates from *Lilium longiflorum* in response to their resistance to benzimidazole, dicarboximide, and N-phenylcarbamate fungicides

Year	No. of isolates tested	The number of isolates resistant to					
		Ben <sup>a)</sup>	Ben+Pro <sup>b)</sup>	NPC <sup>c)</sup>	Pro+NPC <sup>d)</sup>	Ben+NPC <sup>e)</sup>	Ben+Pro+NPC <sup>f)</sup>
1998 spring	93	58(62.4) <sup>g)</sup>	24(25.8)	2(2.1)	0(0.0)	0(0.0)	9(9.7)
fall	96	19(19.8)	7(7.3)	4(4.2)	7(7.3)	24(25.0)	35(36.4)
1999 spring	102	44(43.1)	6(5.9)	21(20.6)	2(2.0)	9(8.8)	20(19.6)
fall	101	30(29.7)	3(3.0)	7(6.9)	4(4.0)	18(17.8)	39(38.6)
2000 spring	50	30(60.0)	4(8.0)	0(0.0)	0(0.0)	14(28.0)	2(4.0)
fall	74	29(39.2)	0(0.0)	3(4.1)	1(1.3)	37(50.0)	4(5.4)
Total <sup>h)</sup>	516	210(40.7)	44(8.5)	37(7.2)	14(2.7)	102(19.8)	109(21.1)

<sup>a)</sup>Ben; benzimidazole (carbendazim).

<sup>b)</sup>Ben+Pro; benzimidazole (carbendazim)+procymidone.

<sup>c)</sup>NPC; N-phenylcarbamate (diethofencarb).

<sup>d)</sup>Pro+NPC; procymidone+N-phenylcarbamate (diethofencarb).

<sup>e)</sup>NPC+Ben; NPC+carbendazim.

<sup>f)</sup>Ben+Pro+NPC; benzimidazole (carbendazim)+procymidone+N-phenylcarbamate (diethofencarb).

<sup>g)</sup>percentage of resistant isolates in parentheses.

<sup>h)</sup>The number of isolates examined were 516 in total.

히 증가하였다. 따라서 benzimidazole계 살균제와 N-phenylcarbamate계 살균제간의 역상관 교차저항성을 이용한 방제 전략이 다중저항성균의 출현으로 실효를 거두지 못하는 것으로 나타났다(표 1).

1999년에는 benzimidazole계 살균제에 감수성균주는 23균주(22.6%), 11균주(10.9%)이며, 저항성균주는 70균주(77.4%), 90균주(89.1%)로 나타나 1998년보다는 다소 benzimidazole계 살균제의 저항성 문제가 줄어드는 추세지만 여전히 심각한 것으로 나타났다. 그리고 dicarboximide계 살균제인 procymidone의 살균제 저항성 균주의 출현율은

1999년 봄에 27.5%, 가을에 45.6%로 각각 나타나 1998년 보다 다소 낮게 나타났다. Benzimidazole계 살균제와 N-phenylcarbamate계 살균제의 합제에 대하여 저항성인 균주의 출현율은 1999년 6월에는 28.4%와 56.4%로 나타났다. 이러한 분리율은 1998년 가을보다는 다소 낮은 비율이지만 이러한 합제가 방제 약제로서 효용이 저하될 것으로 생각된다(표 1).

2000년에 봄과 가을에 분리한 병원균들의 benzimidazole계 살균제에 대한 저항성균 밀도는 100.0%, 94.6%로 각각 나타나 저항성 출현율이 높게 나타나 저항성 문제가



Fig. 1. Lily leaf blight caused by *Botrytis elliptica* at lily growing greenhouse from Kangwon alpine areas in Korea.

심각한 것으로 나타났다. 그리고 dicarboximide계 살균제인 procymidone의 살균제 저항성 균주의 출현율은 봄에 12.0%, 가을에 6.8%로 각각 나타나 1998년과 1999년과 비교하여 점점 저항성균의 밀도가 낮아지고 있었다. 이는 이들 계통의 살균제를 줄였기 때문에 나타나는 현상으로 생각되었다. Benzimidazole계 살균제와 N-phenylcarbamate계 살균제의 합제에 대하여 저항성인 균주의 출현율은 2000년 봄에는 32.0%와 가을에는 55.4%로 나타났다. 이러한 분리율은 1999년과 비슷한 경향을 나타내었다(표 1).

1998년 봄부터 2000년 가을까지 백합 재배 포장에서 분리한 516균주의 백합 잎마름병균은 세 계열의 살균제인 carbendazim, procymidone, carbendazim과 diethofencarb합제에 대하여 저항성을 나타내는 균주의 출현율은 각각 90.1%, 32.4%, 40.9%로 높게 나타나 약제 저항성 문제가 심각한 것으로 설명된다(표 1).

분리된 균주의 benzimidazole계, dicarboximide계, N-phenylcarbamate계의 약제에 대한 감수성(S: sensitivity) 및 저항성(R: resistance) 반응을 조사한 결과 RSS, RRS, SSR, SRR, RSR, RRR의 여섯 가지 반응형으로 분리되었으

며, 세 계열 모두에 감수성인 균주인 SSS와 procymidone에만 저항성인 균주인 SRS는 분리되지 않았다. 그리고 각 반응형의 분리 빈도는 40.7, 8.5, 7.2, 2.7, 19.8, 21.1%로 나타났다. 이 중 carbendazim에만 저항성인 RSS형이 40.7%로 가장 높게 나타났고, diethofencarb와 procymidone에 저항성인 SRR형은 2.7%로 가장 낮게 나타났다(표 1).

연중 변화를 살펴보면, benzimidazole계 살균제에 대해 저항성인 반응형 즉 RSS, RRS은 1998년 생육기간 중 감소하였는데, 이는 benzimidazole계와 역상관 교차 저항성 관계에 있는 N-phenylcarbamate계인 diethofencarb의 사용에 기인한 것으로 사료된다. 한편 같은 시기에 새로운 반응형인 RSR, SRR형이 출현하였으며, RRR형이 급격히 증가되었다. 이는 1998년 봄 이후 benzimidazole계와 N-phenylcarbamate계 합제의 사용으로 역상관 교차 저항성에 영향을 받지 않는 균들이 출현하였으며, 이로 인해 약제에 대한 다중 저항성 문제를 야기시키고 있음을 보여준다(그림 2).

또한 월동기를 지나면서 상대적으로 증가하는 반응형과 감소하는 반응형이 있는데 이는 이들 균 자체 적응력 차이

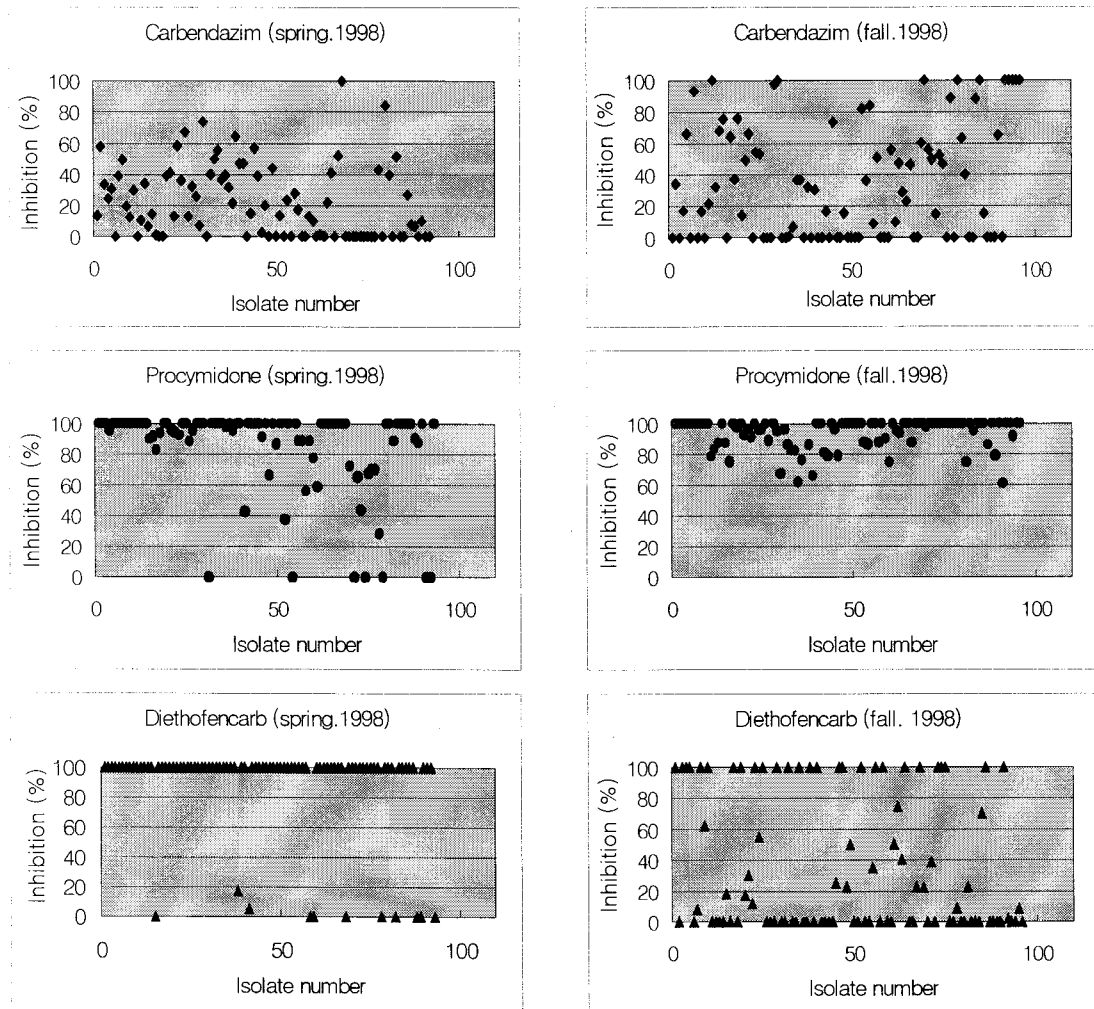


Fig. 2. Seasonal change in sensitivity levels of *Botrytis elliptica* isolates obtained in 1998 to carbendazim, procymidone, and diethofencarb. The tests of mycelial growth inhibition were conducted on potato dextrose agar medium containing 10 µg/mL fungicide.

때문인 것으로 보여진다. 1998년 가을과 1999년 봄 사이를 살펴보면 적응력이 높은 약제 반응형은 RSS, SSR형으로 나타났으며, 적응력이 낮은 약제 반응형은 SRR, RSR, RRR형으로 나타났고 RRS형은 큰 변동이 없었다(그림 2, 3).

그러나 1999년 가을과 2000년 봄에 분리한 병원균의 약제 반응형별 분리 빈도를 근거로 적응력을 조사할 때, 적응력이 높은 것으로 간주되었던 약제 반응형인 SSR형이 2000년 봄에 전혀 분리되지 않았는데, 이는 2000년 봄에 채집한 균주 수가 다른 해에 비해 적음으로 인해 나타난 오차로 보여진다(그림 3, 4).

강원도 고랭지는 절화용 구근류인 백합 재배지로서 각광을 받고 있다. 고랭지는 여름은 서늘하고 습도가 높기 때문에 virus병을 매개하는 진딧물의 서식 조건으로 부적당하여 virus병은 적은 반면, 백합 잎마름병균(*Botrytis elliptica*)의 발병에는 좋은 환경 조건이다. 방제를 위하여 benzimidazole계, dicarboximide계 및 N-phenyl-carbamate계 살균제가 널리 사용되고있지만 실효를 얻지 못하고있는 실정이다.

따라서 강원도 고랭지에서 백합 잎마름병균(*Botrytis*

*elliptica*)의 저항성 문제를 극복하기 위해서는 현재 사용하고 있는 살균제에 대한 저항성균의 동태를 지속적으로 조사하여 방제 정보로 이용해야한다. 또 기존에 저항성이 문제되는 살균제의 사용을 중지하고 작용 메커니즘이 복잡하고(non-specific), 적용 범위가 넓은(broad spectrum) 살균제를 사용하던지 작용 메커니즘이 다른 살균제를 병행하여야 할 것이다(Dekker, 1995; Delp, 1988; Leroux, 1995; 임 등, 1995; Skylakakis, 1981; Staub, 1991).

### 감사의 글

이 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 연구비(KRF-99-041-G00021)에 의하여 수행된 것으로서 재단측에 감사를 표합니다.

### 인용문헌

Bolton, A. (1976) Fungicide resistance in *Botrytis cinerea*, the result of selective pressure on resistant

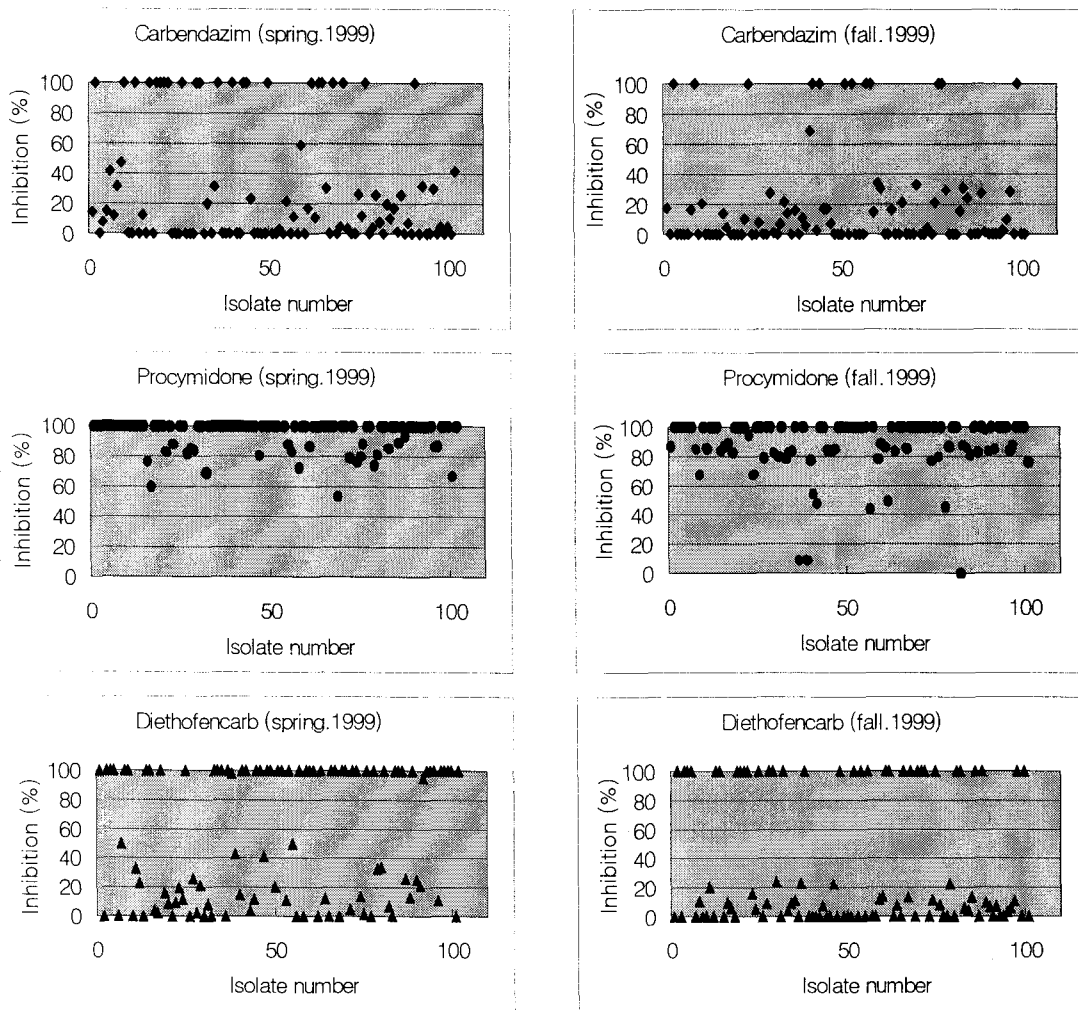


Fig. 3. Seasonal change in sensitivity levels of *Botrytis elliptica* isolates obtained in 1999 to carbendazim, procymidone, and diethofencarb. The tests of mycelial growth inhibition were conducted on potato dextrose agar medium containing 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  fungicide.

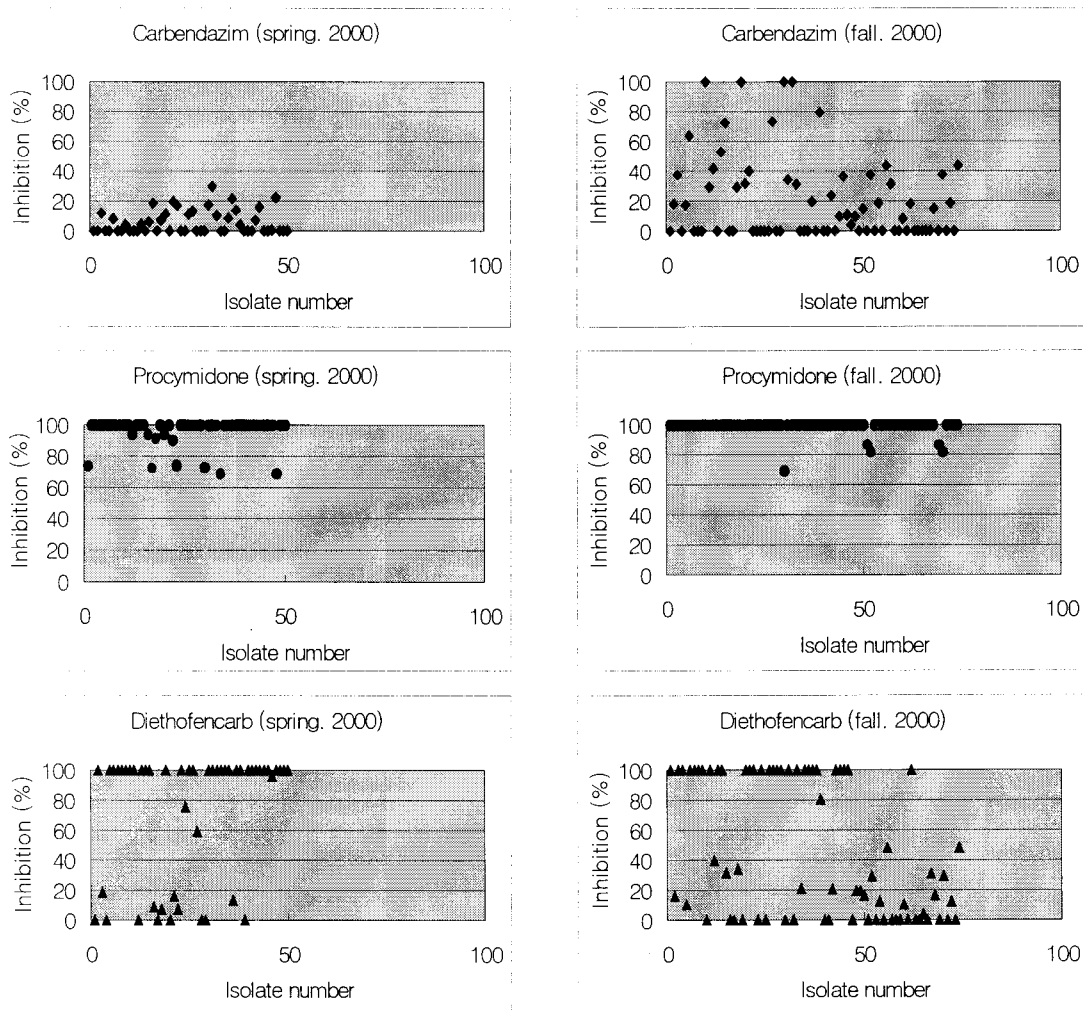


Fig. 4. Seasonal change in sensitivity levels of *Botrytis elliptica* isolates obtained in 2000 to carbendazim, procymidone, and diethofencarb. The tests of mycelial growth inhibition were conducted on potato dextrose agar medium containing 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  fungicide.

strains already present in nature. Can. J. Plant Sci. 56:861~864.

Brent, K. J., D. W. Hollomon, and M. W. Shaw (1990) Predicting the evolution of fungicide resistance. pp.303~319, In 1990 Ame. Chem. Soc. Sympo. Ser.

Dekker, J. (1986) Preventing and managing fungicide resistance. pp.347~354, In Pesticide resistance: strategies and tactics for management (ed. Committees on strategies for the management of pesticide resistant pest populations), National Academy Press, Washington, DC.

Dekker, J. (1995) Development of resistance to modern fungicides and strategies for its avoidance. pp.23~38, In Modern selective fungicides-Properties, applications, mechanisms of action (ed. Lyr, H.), Gustav Fisher Verlag, New York, USA.

Delp, C. J. (1988) Fungicide resistance in North America. p.133. The American Phytopathological

Society, St. Paul, Minn.

Elad, Y., E. Shabi, and T. Katan (1988) Negative cross resistance between benzimidazole and *N*-phenylcarbamate fungicides and control of *Botrytis cinerea* on grapes. Plant Pathol. 37:141~147.

Elad, Y., H. Yunis, and T. Katan (1992) Multiple fungicide resistance to benzimidazoles, dicarboximides and diethofencarb in field isolates of *Botrytis cinerea* in Israel. Plant Pathol. 41:41~46.

Ellis, M. B. (1971) *Botrytis*. pp.178~184, In Dematiaceous Hyphomycetes, CAB Press, England.

Faretra, F., S. Pollastro, and A. P. Di Tonno (1989) New natural variants of *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) coupling benzimidazole-resistance to insensitivity toward the *N*-phenylcarbamate diethofencarb. Phytopath. Medit. 28:98~104.

Fujimura M. (1993) A new fungicide diethofencarb to cope with benzimidazole resistance. Jpn. Plant Prot.

- 47: 26~29.
- Georgopoulos S. G. (1987) The development of fungicide resistance. pp.239~251, In Populations of plant pathogens-their dynamics and genetics (ed. M. S. Wolfe and C. E. Caten), Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Josepovits, G., M. Gasztonyi, and G. Mikite (1992) Negative cross-resistance to *N*-phenylanilines in benzimidazole-resistant strains of *Botrytis cinerea*, *Venturia nashicola* and *Venturia inaequalis*. Pestic. Sci. 35:237~242.
- Katan, T., Y. Elad, and H. Yunis (1989) Resistance to diethofencarb (NPC) in benomyl-resistant field isolates of *Botrytis cinerea*. Plant Pathol. 38:86~92.
- Kato, T., K. Suzuki, J. Takahashi, and K. Kamoshita (1984) Negatively correlated cross-resistance between benzimidazole fungicides and methyl *N*-(3,5-dichlorophenyl) carbamate. J. Pestic. Sci. 9:489~495.
- Leroux, P. (1995) Progress and problems in the control of *Botrytis cinerea* in grapevine. Pestic. Outlook, October 1995:13~19.
- Leroux, P. and M. Gredt (1989) Negative cross-resistant of benzimidazole-resistant strains of *Botrytis cinerea*, *Fusarium nivale* and *Pseudocercospora herpotrichoides* to various pesticides. Neth. J. Plant Pathol. 95 (Suppl. 1): 121~127.
- Pollastro S. and F. Faretra (1992) Genetic characterization of *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) field isolates coupling high resistance to benzimidazoles to insensitivity toward the *N*-phenyl-carbamate diethofencarb. Phytopathol. Medit. 31:148~153.
- Skylakakis, G. (1981) Effects of alternating and mixing pesticides on the buildup of fungal resistance. Phytopathology 71:1119~1121.
- Staub T. (1991) Fungicide resistance: practical experience with antiresistance strategies and the role of integrated use. Ann. Rev. Phytopathol. 29:421~442.
- Staub, T. and D. Sozzi (1984) Fungicide resistance: a continuing challenge. Plant Dis. 68:1026~1031.
- 이승찬 등 (1980) 주요 농산물의 병해 분포 및 피해 조사. pp.226~227, 농업기술연구소 시험연구보고서.
- 임태현, 김병섭, 조광연, 차병진 (1995) Dichlofluanid 저항성 및 감수성 잣빛곰팡이병균(*Botrytis cinerea*)의 약제 반응과 생태 적응력과 관련된 특성. 한식병지 11:245~251.

#### Occurrence and Changes of *Botrytis elliptica* resistant to fungicides

Byung-Sup Kim\*, Hwan Hong Chun, and Young A Hwang (Department of Horticulture, Kangnung National University, Jibyun-dong 123, Gangneung-shi, Korea 210-702)

**Abstract** : Five hundred sixteen isolates of *Botrytis elliptica* were isolated from infected leaves of *Lilium longiflorum* from Kangwon alpine areas in Korea during the seasons from 1998 to 2000 and resistance of these isolates against some fungicides were examined. The isolation frequency of phenotypes resistant to benomyl, procymidone, and diethofencarb were 90.1, 32.4, and 40.9%, respectively. The isolates were divided into six phenotypic groups; RSS, RRS, SSR, SRR, RSR and RRR, representing sensitive (S) or resistant (R) to benzimidazole, dicarboximide, and *N*-phenylcarbamate fungicides in order. The percentage of six phenotypes were 40.7, 8.5, 7.2, 2.7, 19.8, and 21.1%, respectively. The RSS phenotype was the most frequently isolated, and the SRR consisted of the extremely minor populations. In comparison studies on the overwintering ability of each phenotype in relation to the others, the most frequently isolated RSS and SSR had the higher fitness ability than the less frequently isolated RSR, SRR, and RRR. Recently, population increase of the RSR and RRR phenotypes may have resulted from the increased applications of the mixture of carbendazim and diethofencarb to control benzimidazole-resistant *B. elliptica* since 1998. The results of this study indicate that careful application of the fungicides is necessary to achieve effective control of leaf blight on lily in Korea.

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