

Prochloraz와 Tebuconazole의 *Fusarium oxysporum*에 의한 춘란 (*Cymbidium goeringii*) 구경썩음병 방제효과

지형진* · 이선미 · 조원대
농업과학기술원 작물보호부 식물병리과

Effects of Prochloraz and Tebuconazole on Control of Fusarium Bulb and Root Rot of Oriental Orchid, *Cymbidium goeringii*

Hyeong-Jin Jee*, Sun-Mi Lee and Weon-Dae Cho

Plant Pathology Div., National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, Korea
(Received on June 3, 2003)

Eight fungicides including prochloraz, tebuconazole, benomyl, mancozeb, thiophanate-methyl, azoxystrobin, and fluazinam were examined for their control effects on Fusarium bulb and root rot of oriental orchid, *Cymbidium goeringii*. Among the chemicals, prochloraz and tebuconazole were the most effective on suppression of the causal pathogen, *F. oxysporum* in vitro and on control of the disease in vivo. Prochloraz and tebuconazole inhibited mycelial growth of the fungi 95~100% at 10ppm a.i. and microconidial germination 75~100% at 100ppm a.i. Prochloraz and tebuconazole showed 80~92% and 84~88% protective control value on the disease, respectively. However, curative effects on infected orchid were relatively low. Other chemicals showed no or lower than 20% curative and 50% protective control value. Results indicated that prochloraz and tebuconazole can be used for the control of the Fusarium bulb and root rot of oriental orchids. However, the chemicals need to be applied prior to the disease development to achieve successful control efficacy.

Keywords : Control, *Cymbidium goeringii*, *Fusarium oxysporum*, prochloraz, tebuconazole

난초과(Orchidiaceae)는 단자엽 식물 중 가장 진화된 다년생초로 세계적으로 약 1000속(genus) 35,000종(species)이 분포하며 국내에는 100여종이 자생하는 것으로 알려져 있다(Lee, 2002). 난초과 식물은 자생지와 원예적 기준에 따라 동양란과 서양란 및 자생란으로 구분하는데 동양란에는 춘란(*Cymbidium goeringii*), 한란(*Cymbidium kanran*), 석곡(*Dendrobium* spp.), 풍란(*Neofinetia* spp.) 등이 속한다(강법선, 1992; 지윤환, 2000). 이들 중 춘란은 잎의 유연한 곡선미와 단아한 꽃 모양 및 청향으로 인하여 독특한 원예적 가치체계 위에 거대한 취미계가 형성되어 있다. 취미생활로 춘란을 재배하는 애란인은 전국적으로 수십만이 될 것으로 추정되며 난 애호가 단체는 700개가 넘는 것으로 알려져 있다.

한국 춘란은 원예적 가치가 높은 돌연변이 개체들을 자생지에서 찾아 기르고 번식시켜 온 것으로 이들의 우수하고 특수한 형질은 매우 소중한 국내의 유전자원이다. 춘란에도 20여 종의 각종 병해가 발생될 것으로 추정되지만 국내에는 6종의 병해만이 보고되어 있으며 춘란 병해의 발생생태나 방제방법 등에 관한 연구는 전혀 없는 실정이다(한국식물병리학회, 1998).

춘란을 포함한 심비디움속(屬, genus) 난의 뿌리와 구경을 침해하는 *Fusarium* 속균은 *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum* 등 3종이 보고되어 있는데 이들이 일으키는 구경 및 뿌리썩음병은 전국의 거의 모든 재배장과 애란인들의 난실에서 발생되어 큰 피해를 주고 있는 춘란 재배의 가장 큰 장애요인이다(강법선, 1992; Lee 등, 2002; 이 등 1989; 박 등 1994). *Fusarium*에 의한 병 증상은 난의 품종과 생육상태 및 병 발생환경에 따라 다소 다르게 나타나므로 Lee 등(2002)은 마른썩음병(dry rot), 박 등(1994)과 이 등(1989)은 줄기썩음병(stem rot), 일본에서는

*Corresponding author
Phone)+82-31-290-0436, Fax)+82-31-290-0453
E-mail)hjje@rda.go.kr

부패병(腐敗病), 미국에서는 구경 및 뿌리썩음병(bulb and root rot) 등으로 명명하고 있다.

춘란구경썩음병은 토양전염성 병해로 약제방제 효과가 낮고 병이 심하게 진전된 후에야 외부로 증상을 나타내기 때문에 일단 병이 발생된 후에는 방제가 거의 불가능하며 이를 효과적으로 방제할 수 있는 전문약제가 개발되어 있지 않다. 또한, 일반 애란인들은 전염원과 병 발생태를 잘 이해하지 못할 뿐만 아니라 병해를 초기에 정확히 진단하지 못하기 때문에 피해를 가중시키고 있어 귀중한 우리의 유전자원이 많이 소실되고 있다.

이 연구는 춘란구경썩음병의 원인균을 분리동정하고 이들을 효과적으로 방제할 수 있는 전문약제를 선별하기 위해서 기존에 사용되고 있는 benomyl을 포함한 8종의 농약에 대한 병원균의 성장 및 번식에 미치는 영향과 병 방제효과를 조사하였다.

재료 및 방법

병원균 분리 및 동정. 구경과 뿌리 및 잎의 아랫부분이 썩는 춘란을 난 전문화원과 일반 애란인들의 난실에서 채집하였다. 병든 조직과 건진 조직의 경계부분을 수술용 칼로 가로×세로 3 mm 크기로 잘라내어 1% NaClO 용액에 약 30초간 표면소독 한 다음 멸균된 filter paper에서 물기를 제거하고 물한천배지(water agar; 증류수 1 l, 한천 17 g 첨가)위에 올려놓아 24°C 항온기에서 48~72시간 배양하였다. 조직에서 자라 나온 곰팡이 균사의 끝 부분을 떼어 사면과 평판 감자한천배지(potato dextrose agar, Difco)에서 배양 보존하였다. 병원균 동정은 WA와 PDA에서 14~21일간 배양한 다음 병원균의 형태적 배양적 특성을 Nelson 등(1983)의 분류방법에 따라 동정하였다. 단포자 분리는 PDA에서 자란 균주의 작은 조각을 떼어 살균수에 넣고 흔든 다음 백금으로 포자 현탁액을 WA에 도말한 후 24°C에서 12시간 배양한 다음 현미경 아래에서 발아된 단포자를 순수 분리하였다.

농약별 병원균의 성장 및 발아에 미치는 영향. Prochloraz, tebuconazole, benomyl, mancozeb, thiophanate-methyl, fluazinam, azoxystrobin 등 8종의 농약에 대한 춘란구경썩음병균인 *F. oxysporum*의 균사생장 및 포자발아 억제 효과를 조사하였다. 옥수수한천배지(Corn meal agar, Difco)를 121°C에서 15분간 살균한 후 약 55°C로 식히고 각각의 농약을 유효성분 10 ppm과 100 ppm이 되게 첨가한 다음 magnetic stirring bar로 골고루 섞고 petri dish 당 20 ml씩 분주하여 배양기를 만들었다. 농약별 병원균의 성장에 미치는 영향은 25°C 항온기에서 5일간 배양한 후

균사의 길이를 측정하였고, 병원균의 포자발아 억제 효과는 25°C 항온기에서 각각 10시간과 20시간 배양한 후 100개씩 임의로 조사하였다. 시험에 사용된 두 균주(OF-1, 5)는 춘란의 구경에서 분리되었으며 *F. oxysporum*으로 동정된 균주였다.

농약별 춘란구경썩음병 방제효과. 코코피트, 버미칼라이트, 필라이트를 부피비율로 7:2:1로 혼합한 상토를 배양토로 사용하였으며 이병토는 구경썩음병에 심하게 감염된 춘란 유묘의 뿌리를 Omnimixer homogenizer를 이용하여 7000 ppm에서 2분간 마쇄한 다음 배양토와 골고루 혼합하여 만들었다. 병든 토양 내의 *Fusarium* 밀도는 Komada 선택배양기에 평판희석법으로 조사하였으며 밀도는 토양 1 g당 약 3.3×10^5 cfu였다. 시험에 사용한 묘는 한국춘란 '무명소심'과 중국춘란 '녹운' 배양종으로 모든 시험에 처리별로 5주씩 사용하였다.

각 농약별 치료효과 검정은 난 재배 포장에서 이미 병든 주를 채취하여 뿌리를 수돗물로 깨끗이 씻고 각 농약의 1000배 희석액에 약 30분간 침지한 후 건전한 배양토에 정식하고 남은 농약을 흠뻑 관주하였으며 정식 후 7일 간격으로 각각의 농약 1000배 희석액을 주당 10 ml/씩 3회 근권에 관주하였다. 각 농약별 춘란 구경썩음병 방제효과 검정은 건전한 조직배양묘를 처리별로 5주씩 각각의 농약 1000배 희석액에 약 30분간 침지시킨 다음 인위적으로 조성한 병든 토양에 심고 남은 농약을 흠뻑 관주한 후 위와 같이 7일 간격으로 각각의 농약 1000배 희석액을 주당 10 ml/씩 3회 관주하였다. 병 발생 정도는 0=건진, 생육양호; 1=병 발생 미약, 생육불량, 외부 증상 없음; 2=병 발생초기, 외부로 병 증상이 나타나기 시작; 3=병 발생 중기, 잎 아랫부분으로 병 진전; 4=병 발생 후기, 병이 지상부 잎으로 많이 진전됨; 5=완전고사 등 6등급으로 조사하였다. 병 발생정도과 병 진전도는 처리 후 7일 간격으로 7주까지 조사하였으며 치료효과는 처리 30일 후 예방효과는 40일 후에 각각의 발병정도를 조사하였다.

결 과

병원균 동정 및 병 증상. 병든 구경이나 뿌리 및 땅가부위 잎 조직에서는 *Fusarium* spp. 15균주가 분리되었다. 이들 중 13균주는 Nelson 등(1983)의 분류체계에 따라 *F. oxysporum*으로 동정되었으며 나머지 2균주는 *F. solani*으로 동정되었다. *F. oxysporum*은 감자한천 배양기에서 기중 균사를 다소 형성하면서 잘 자라고 다량의 소형포자와 대형포자 및 후막포자를 형성하였다. *F. oxysporum*은 계란형이거나 짧은 원통형인 소형포자와 양끝이 갈고



Fig. 1. Symptoms of *Fusarium* bulb and root rot of *Cymbidium goeringii* caused by *Fusarium oxysporum* and features of the causal fungus. a~h=external symptoms of the disease showing leaf blight and basal rot, i~k=internal symptoms of the disease showing typical bulb rot, l=natural crevices formed between the bulb and root, m=microconidia, n=macroconidia, o=chlamydospore, p=monophialide of the pathogen. Arrows indicate infection sites of the pathogen into bulbs.

리 같이 생긴 초승달 모양의 대형포자 그리고 단생하는 짧은 분생자경(monophialide) 및 후막포자의 형태적 특성으로 다른 종과 쉽게 구별되었다(Fig. 1-m~p).

병 증상은 매우 다양하게 나타났으나 모든 병든 포기는 공통적으로 구경이 심하게 썩어 있었다(Fig. 1). 구경이 썩어 수분 상승이 되지 않으므로 오래된 춘란은 포기 전체나 일부 구경에서 나온 잎이 누렇게 변하다가 결국 말라죽으며(Fig. 1-a~d), 어린묘나 새촉은 잎의 땅가 부위부터 갈색으로 썩으며 위로 진전되었다(Fig. 1-e~h). 일부 병든 춘란은 뿌리가 썩기도 하였으나 뿌리는 건전하면서

구경이 썩어 병 증상을 나타내는 경우가 대부분이었다(Fig. 1-g~k). 구경은 뿌리가 뺀어 나온 부분부터 썩기 시작하였으며 이 부위에는 구조적으로 큰 틈새가 있어 병원균의 가장 중요한 침입부위(infection site)인 것으로 나타났다(Fig. 1-l).

농약별 병원균의 성장 및 발아에 미치는 영향. 농약에 따라 차이는 있으나 시험에 사용된 농약은 모두 기내(in vitro)에서 병원균의 성장과 생식을 억제하였다. 농약의 유효성분 10 ppm에서 prochloraz는 두 균주의 균사생장을 100% 억제하였으며 다음은 tebuconazole로 95.1%

Table 1. Effect of fungicides on suppression of mycelial growth of *Fusarium oxysporum* at 10 ppm a. i. on corn meal agar

| Fungicide | Tested isolate and mycelial growth | | | | |
|--------------------|------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------------|
| | Isolate OF-1 | | Isolate OF-5 | | Average suppression (%) |
| | Growth (mm/24 hr) | Suppression (%) | Growth (mm/24 hr) | Suppression (%) | |
| Control | 4.1 | 0 | 4.1 | 0 | 0 |
| Prochloraz | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 |
| Tebuconazole | 0.2 | 95.1 | 0.2 | 95.1 | 95.1 |
| Benomyl | 1.9 | 53.7 | 0.4 | 90.2 | 72.0 |
| Thiophanate-methyl | 4.1 | 0 | 1.1 | 73.2 | 36.5 |
| Mancozeb | 1.3 | 68.3 | 1.5 | 63.4 | 65.9 |
| Azoxystrobin | 2.0 | 51.2 | 1.8 | 56.1 | 53.7 |
| Fluazinam | 3.6 | 12.2 | 3.6 | 12.2 | 12.2 |

Table 2. Effect of fungicides on suppression of microconidial germination of *Fusarium oxysporum* at 100 ppm a. i. on corn meal agar

| Fungicide | Germination rate (%) after treatment (hr) | | | |
|--------------------|---|-------|--------------|-------|
| | Isolate OF-1 | | Isolate OF-5 | |
| | 10 hr | 20 hr | 10 hr | 20 hr |
| Control | 100 | 100 | 98 | 100 |
| Prochloraz | 12 | 81 | 0 | 95 |
| Tebuconazole | 4 | 100 | 25 | 100 |
| Benomyl | 5 | 100 | 1 | 100 |
| Thiophanate-methyl | 76 | 100 | 0 | 100 |
| Mancozeb | 0 | 28 | 10 | 20 |
| Azoxystrobin | 0 | 96 | 3 | 100 |
| Fluazinam | 85 | 100 | 92 | 100 |

억제하였다. 그 외 benomy, thiophanate-methyl, mancozeb의 균사생장 억제율은 각각 72.0%, 36.5%, 65.9%였다(Table 1). 각 농약 유효성분 100 ppm에서 춘란구경썩음병균의 포자발아 억제 효과는 처리후 경과 시간에 따라 다소 상이하나 mancozeb이 가장 높았고 다음은 prochloraz와 azoxystrobin, benomy, tebuconazol 등이었으나 20시간 후에는 mancozeb을 제외한 모든 처리구에서 포자발아율이 80% 이상이었다(Table 2).

농약별 예방 및 치료효과. 모든 농약은 이미 병든 배양묘에 대한 치료효과는 매우 낮았다. 처리 30일 후에는 benomyl, mancozeb, thiophanate-methyl, 무처리구의 모든 난이 완전고사하였으며, prochloraz, tebuconazole, azoxystrobin, 및 fluazinam 처리구에서는 5주 평균 발병도가 4.0~4.4 정도로 약 12~20% 정도의 매우 낮은 치료효과를 나타내었다(Table 3). 각 농약의 춘란구경썩음병

Table 3. Curative effects of fungicides on *Fusarium* bulb and root rot of oriental orchid, *Cymbidium goeringii*

| Fungicides | 30 days after treatment | |
|--------------------|----------------------------|--------------------|
| | Disease index ^a | Curative value (%) |
| Prochloraz | 4.0 a ^b | 20 |
| Tebuconazole | 4.2 a | 16 |
| Benomyl | 5.0 a | 0 |
| Thiophanate-methyl | 5.0 a | 0 |
| Mancozeb | 5.0 a | 0 |
| Azoxystrobin | 4.0 a | 20 |
| Fluazinam | 4.4 a | 12 |
| Control | 5.0 a | 0 |

^aDisease index: 0=healthy, 1 to 4=weakly to severely diseased, 5=died.

^bIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test (DMRT).

Table 4. Protective effects of fungicides on *Fusarium* bulb and root rot of oriental orchid, *Cymbidium goeringii*

| Fungicides | Ryokunn | | Mumei | |
|--------------------|----------------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| | Disease index ^a | Control value (%) | Disease index | Control value (%) |
| Prochloraz | 0.4 b ^b | 92 | 1.0 b | 80 |
| Tebuconazole | 0.8 b | 84 | 0.6 b | 88 |
| Benomyl | 2.8 ab | 44 | 4.0 a | 20 |
| Thiophanate-methyl | 4.6 a | 8 | 5.0 a | 0 |
| Mancozeb | 2.6 ab | 48 | 3.8 a | 24 |
| Azoxystrobin | 1.6 b | 68 | 3.2 a | 36 |
| Fluazinam | 4.6 a | 8 | 5.0 a | 0 |
| Control | 5.0 a | 0 | 5.0 a | 0 |

^aDisease index: 0=healthy, 1 to 4=weakly to severely diseased, 5=died.

^bIn a column, means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test (DMRT).

예방효과는 한국춘란 '무명소심'과 중국춘란 '녹운'이 다소 상이하게 나타나기도 하였으나 prochloraz와 tebuconazole이 80~92%로 가장 높았다. 다음은 azoxystrobin의 예방효과가 36~68%였으며 나머지 농약들 즉, benomyl, mancozeb, thiophanate-methyl과 fluazinam의 춘란구경썩음병 방제효과는 0%~48%로 매우 낮거나 없었다(Table 4). 건전한 배양묘를 병원균이 심하게 오염된 토양에서 재배할 경우 정식 후 4주부터 병 증상이 외부로 나타나기 시작하며 효과적인 농약으로 방제하지 않을 경우에는 6주 후에는 완전히 고사하였다. 춘란구경썩음병 방제에 가장 효과적인 prochloraz이나 tebuconazole을 7일 간격으로 3회 예방한 경우에는 6주 후에도 5주 평균 발병도가 1.0이하로 억제되었다(Fig. 2).

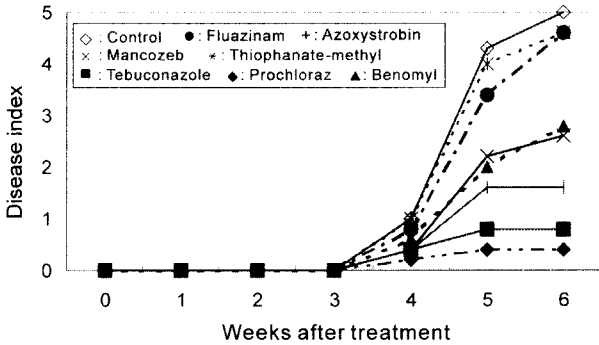


Fig. 2. Development of Fusarium Bulb and root rot on *Cymbidium goeringii* affected by fungicides. Values are means of five plants.

고 찰

춘란(*Cymbidium goeringii*)을 포함한 *Cymbidium*속(屬) 난의 구경이나 뿌리를 침해하는 *Fusarium*속 균은 *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum* 등 3종이 보고되어 있다(이 등, 1989; Lee 등 2002; 박서기 등 1994). 이들 중 대표적인 병원균은 *F. oxysporum*으로 Lee 등(2002)은 춘란에서 분리한 6균주와 기타 *Cymbidium*속 난에서 분리한 63균주 중 51균주가 *F. oxysporum*이었으며 이들은 분리 기주에 강한 병원성을 나타낸다고 보고하였다. 본 연구에서도 춘란에서 분리된 총 15균주 중 13균주가 *F. oxysporum*으로 동정되었고 한국춘란(無名素心)과 중국춘란(綠雲)에 강한 병원성을 나타내었으므로 춘란구경썩음병의 주 병원균은 *F. oxysporum*으로 판단된다.

*Fusarium oxysporum*은 대표적인 토양전염성 곰팡이로 토양 중 밀도가 높을 뿐만 아니라 전 세계적으로 분포하며 거의 모든 작물을 침해하는 매우 중요한 식물병원균이다. 토양 속에서는 주로 부생적(saprophyte) 생활을 하며 균사조각이나 후막포자로 월동하는데 후막포자는 기주 식물이 없는 열악한 환경에서도 수십 년 간 생존할 수 있는 것으로 알려져 있다(Agrios, 1997). *F. oxysporum*은 호기성 곰팡이로 산성토양(pH 4.5~5.5)과 배수가 양호한 사질토양 및 물리·화학적 악화된 토양에서 병 발생이 많은 것으로 알려져 있다. 발병 최적온도는 24~30°C 정도이며 16°C 이하와 33°C 이상에서는 잘 발병되지 않으나 건조와 과습이 반복되어 식물이 수분 스트레스를 받거나 비료 과용 등으로 토양에 염류가 집적되면 병 발생이 조장된다고 하였다(Agrios, 1997; 양 등, 2000).

*Fusarium oxysporum*은 주로 뿌리의 상처나 결뿌리가 나온 틈새로 침입하여 도관(vascular)에 도달한 후 급격히 증식하여 도관을 막고 독소를 분비하여 조직을 파괴하기 때문에 식물체는 양수분 이동이 방해되어 시들다가 결국

말라죽게 된다. 따라서, *Fusarium*에 의한 병해를 도관병(vascular disease)이라 하며(Agrios, 1997), 식물별로 생육 시기나 재배환경에 따라 생육불량, 위축, 황화, 시들음, 덩굴쪼김, 뿌리썩음 등 다양한 증상을 나타낸다. 국내에서는 본 병원균에 의한 대부분의 작물병해를 시들음병(*Fusarium wilt*)으로 명명하고 있으며 박과작물의 경우에는 덩굴쪼김병으로 부른다. 춘란의 경우 아직까지 ‘한국식물병리학회’의 공식적인 병명이 제정되지 않아(한국식물병리학회, 1998) 연구자에 따라서 마른썩음병(dry rot; Lee 등, 2002), 줄기썩음병(stem rot; 박서기 등, 1994; 이 등, 1989)등으로 부르고 있으며 일본에서는 부패병(腐敗病)으로(일본식물병리학회, 2000), 미국에서는 구경 및 뿌리썩음병(bulb and root rot)으로 명명하고 있다(Farr 등 1989). 또한, 국내의 애란인들은 근부병(根腐病)이나 부패병 혹은 잎마름병(葉枯病) 등으로 부르고 있어 병명에 많은 혼란을 야기하고 있을 뿐만 아니라 *Erwinia*에 의한 무름병(軟腐病)과 혼동하기도 한다. *Fusarium oxysporum*에 의한 본 병해는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 병원균이 난의 구경과 뿌리사이의 틈새로 주로 침입하여 구경을 썩히는 것이 난을 고사시키는 주원인이다. 뿌리 중 일부가 썩는 것은 춘란을 죽이는 직접적인 원인이 아니며 잎의 지체부가 썩거나 마르는 증상은 병이 많이 진전된 후에 2차적으로 나타나는 병징이므로 본 병해의 병명은 ‘춘란(심비디움)구경썩음병’이 가장 적합할 것으로 생각된다.

토양전염성병해는 지상부병해와 달리 병이 많이 진전된 후에야 외부로 병징을 나타내기 때문에 조기발견이 어렵고 병 증상이 외부로 나타난 경우에는 병이 심각하게 진전된 상태로 치료가 불가능하다. 또한, 농약은 식물체 내 흡수이행이 어려울 뿐만 아니라 토양에서 쉽게 용탈되거나 불활성화 되기 때문에 토양전염성병해의 억제방제 효과는 매우 낮다. 각 종 작물에 발생하는 *Fusarium* 병해의 방제 전문약제로는 benomyl(베노밀; 상표명 벤레이트 등)과 dazomat(다조메; 상표명 밧사미드)가 널리 알려져 있다(농약공업협회, 2002). 하지만, dazomat는 토양소독제로 선택성이 낮고 독성이 높아 작물을 심기 최소 3~4주전에 토양혼화 해야 하므로 춘란구경썩음병 방제용으로 사용하기에는 어려움이 많다. Benomyl은 다범성 살균제로 침투이행성이 있으며 Fukaya와 Miyagawa(1985)가 난구경썩음병에 대한 예방효과를 보고한 이래 일본과 국내의 많은 애란인들이 본 병해의 방제전문농약으로 널리 사용하고 있다. 하지만, 본 연구결과에 따르면 benomyl은 실내에서 병원균의 생장을 효과적으로 억제하지만(Table 1, 2), 이미 병든 후에 치료하는 효과는 거의 없었으며 예방효과도 44% 이하로 낮았다. 농약의 병 방제효과는 대

상 병원균의 밀도와 병원성, 기주식물의 상태 및 병 발생 환경 등 매우 다양한 요인에 따라 영향을 받을 수 있기 때문에 본 시험의 결과만으로 benomyl이 *Fusarium*병해 방제효과가 낮은 것으로 단정할 수는 없을 것이다. 하지만, 동일한 조건과 방법으로 검토한 prochloraz(프로라츠; 상표명 스포탁, 삼공스포탁, 늘그린, 정밀프로라츠)와 tebuconazole(테부코나졸; 상표명 실바코, 호리쿠어)의 방제효과보다는 훨씬 저조하다고 할 수 있을 것이다(Table 3, 4, Fig. 2). 또한, 애란인들이 많이 사용하고 있는 thiophanate-methyl(지오판; 상표명 톱신엠 등)이나 mancozeb(만코지; 상표명 다이센엠-45 등)은 다범성 살균제로 각종 곰팡이병 방제 전문약제로 널리 사용되고 있으나 춘란구경썩음병 방제효과는 거의 없거나 매우 낮았다(Table 3, 4, Fig. 2).

Prochloraz와 tebuconazole은 곰팡이의 steroid demethylation을 억제하는 농약으로 식물 친화성과 침투이행성이 높아 예방 및 치료효과가 우수한 광범위 살균제로 알려져 있다(농약공업협회, 2002; Tomlin, 1997). 본 연구 결과에서 보면 이들 농약은 시험에 사용된 타 약제에 비해 *Fusarium oxysporum*의 성장 및 번식을 매우 효과적으로 억제할 뿐만 아니라 예방적으로 사용할 경우 춘란구경썩음병 방제 효과가 80%이상으로 가장 높게 나타났으며(Table 1~4) 'The Pesticide Manual'(Tomlin, 1997)에는 이들 농약은 *Fusarium*을 포함한 20종 이상의 주요 식물병원성 곰팡이를 매우 효과적으로 억제하는 우수한 농약으로 보고하고 있다. 하지만, 국내에는 아직 이들이 *Fusarium*병해 방제 전문약제로 등록되어 있지 않으며 탄저병, 흰가루병, 잿빛곰팡이병 등 10종 이상의 곰팡이병 방제전문 농약으로 등록 시판되고 있다(농약공업협회, 2002). 따라서, 프로라츠나 테부코나졸을 적절히 활용하면 춘란구경썩음병 뿐만 아니라 춘란에 발생하는 각종 곰팡이병해를 효과적으로 방제할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나, 적용작물에 등록되지 않은 농약을 사용할 경우 작물생육에 지장을 초래하거나 약해 발생의 우려가 있으므로 사용자의 주관적 판단과 경험이 필요하다. 상기 농약의 적용농도는 작물의 종류와 생육시기 및 재배양식에 따라 다를 수 있으나 일반작물의 적용농도는 1000배~2000배 희석액이며 그 이상의 농도로 사용했을 때는 성장억제나 엽소현상 등의 약해 발생을 경고하고 있다(농약공업협회, 2002; Tomlin, 1997).

춘란은 자생지에서 산채하여 배양하는 식물로 산채와 분갈이 및 분주시 뿌리와 구경에 생긴 상처를 통해 병원균의 침입이 용이하고 Fig. 1에 나타난 바와 같이 구경과 뿌리사이에 형성된 물리적인 틈새는 병원균의 서식처와 침입부위가 되므로 *F. oxysporum*에 쉽게 감염된다. 또한,

춘란은 통기와 물 빠짐이 매우 용이한 좁은 화분 내에 자라므로 건조가 반복되어 수분 스트레스를 받기 쉽고 유·무기질 비료의 과용으로 배양토에는 염류가 집적되고 산성화가 촉진되는 등 거의 모든 재배조건이 춘란구경썩음병 발생에 유리하다. 따라서, 춘란구경썩음병 발생을 미연에 방지하기 위해서는 초기 전염원인 오염된 (산채)토양의 유입을 막고 뿌리나 구경에 상처가 생기지 않도록 하며 적절한 수분조절과 비료사용으로 춘란을 건강하게 키우는 것이 병해예방의 관건이 된다. 농약에 의한 춘란구경썩음병 방제는 예방위주로 활용해야하며 병이 발생된 이후에는 더 이상 번지지 않도록 하는데 방제목표를 두어야 할 것이다.

요 약

프로라츠, 테부코나졸, 베노밀, 만코지, 지오판, 아족시스트로빈, 후루아지남 등 8종의 농약의 *Fusarium oxysporum*에 의한 춘란(*Cymbidium goeringii*)구경썩음병 방제효과를 검토하였다. 이들 중 프로라츠와 테부코나졸이 병원균의 성장억제효과와 병 방제효과가 가장 우수하였다. 이들 농약은 유효성분 10 ppm에서 병원균의 균사생장 95~100% 억제하였으며, 100 ppm에서 포자발아율을 75~100% 억제하였다. 한국춘란(무명소심)과 중국춘란(녹운)에 대한 프로라츠와 테부코나졸의 구경썩음병 방제효과는 각각 80~92%와 84~88%로 나타나 다른 농약에 비해 월등히 높았으나 이미 병든 주에 대한 치료효과는 20% 이하로 낮았다. 베노밀을 포함한 기타 농약들의 구경썩음병 방제효과는 거의 없거나 50% 이하로 낮았으며 발병 후 치료효과는 0~20% 이하로 매우 낮았다. 본 연구의 결과로 볼 때 프로라츠와 테부코나졸을 병 발생 전에 예방적으로 적용하면 춘란구경썩음병을 효과적으로 방제할 수 있는 것으로 판단된다.

감사의 말씀

이 연구를 원활히 수행할 수 있도록 연구정보와 시험 재료를 제공해 주신 한국동양란총연합회 차익현 명예회장님(현 한양난원 대표)과 대한자생란협회 서재복 수원지회 총무님께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 1997. *Plant Pathology*. 4th ed. Academic Press. California 92101-4495, USA.
- Farr, D. F., Bills, G. F., Chamuris, G. P. and Rossman, A. Y. 1989. *Fungi on plants and plant products in the United States*. The

- American Phytopathological Society. St. Paul. MN. USA.
- Fukaya, -M., Miyagawa, -T. 1985. Protective effect of benomyl on *Cymbidium* grown in various growth media from bulb rot caused by *Fusarium oxysporum*. *Research Bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center*. 17: 306-311.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명명목록. 제 3판. 한국식물병리학회. 월드사이언스.
- 지윤환. 2000. 동양란, 입문에서 배양까지. 홍신문화사. 177 p.
- 강법선. 1992. 난과 식물의 분류방법. 난 박사. 난과생활사. 179 p.
- 이병대. 2001. 국내산 난과작물의 구경과 뿌리에 썩음병을 일으키는 *Fusarium* 속 균의 동정 및 병원성 구명. 강원대학교 석사학위논문. 57 페이지.
- Lee, B. D., Kim, W. G., Cho, W. D. and Sung, J. M. 2002. Occurrence of dry rot on *Cymbidium* orchids caused by *Fusarium* spp. in Korea. *Plant Pathol. J.* 18(3): 156-160.
- 이은종, 이영희, 조원대, 김완규, 유화영. 1989. 화훼병해원색도 감. 농촌진흥청 농업기술연구소.
- Lee, S. S. 2002. A review of orchid mycorrhizae in Korea. *Plant Pathol. J.* 18: 169-178.
- Nelson, P. E., Toussoun, T. A. and Marasas, W. F. O. 1983. *Fusarium species an illustrated manual for identification*. The Pennsylvania State University Press.
- 농약공업협회. 2002. 농약사용지침서. 농약공업협회. 911pp.
- Park, S. K., Kim, S. R. and Ohh, S. S. 1994. Stem rot of *Cymbidium* by *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani*. *Journal of Agricultural Science Research Suncheon University*. 8: 125-132.
- 일본식물병리학회. 2000. 일본식물병명명목록. 일본식물방역협회. 858 p.
- Tomlin, C. D. S. 1997. *A world compendium: The pesticide manual*. 11th ed, British Crop Protection Council. Surrey GU9 7PH, UK.
- 양성석, 김충희, 남기웅, 송요성. 2000. 시설과채류 *Fusarium*병의 발생생태에 관한 연구. 1. 토마토와 박과작물 *Fusarium*병 발생상황과 발생포장의 토양환경 실태. *식물병연구* 6(2): 59-64.