

밀 잎집눈무늬병의 발생에 파종량이 미치는 영향과 방제 약제 선발

박종철* · 이은숙¹ · 조광민 · 이미자 · 강천식 · 최재성

국립농업과학원 맥류사료작물과, ¹한국삼공(주) 생물팀

Effects of Different Seeding Rates on Disease Incidences of Wheat Sharp Eyespot and Selection of Fungicides

Jong-Chul Park*, Eun-Sook Lee¹, Kwang-Min Cho, Mi-Ja Lee, Chun-Sik Kang and Jae-Seong Choi

Department of Rice and Winter Cereal Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Iksan 570-080, Korea

¹Biological Research Team, Agricultural Research Center, Hankook Samgong Co. Ltd., Kimje 576-942, Korea

(Received on August 8, 2011; Revised on January 27, 2012; Accepted on February 28, 2012)

This study was conducted to examine the effects of the seeding rate on the disease incidence of sharp eyespot (*Rhizoctonia cerealis*) on three different varieties and to select effective chemicals to control the disease. When the seeds were sown twice as many as the recommendation, the disease incidence increased by approximately 13%. However, the susceptible variety 'Jopummil' alone showed the significantly enhanced disease incidence at a two-fold seeding rate. Two chemicals such as Hexaconazole EC and Tebuconazole EC highly inhibited the fungal growth on agar medium. However, two strobilurin fungicides such as Pyraclostrobin EC and Trifloxystrobin SC were relatively weak. The fungicides tested displayed the similar *in vivo* antifungal activities as *in vitro* activities. Hexaconazole EC and Tebuconazole EC showed the strongest both protective and curative activities and the protective activities of the chemicals were generally higher than the curative activities. Hexaconazole EC and Tebuconazole EC controlled the disease by 64% and 73%, respectively, and the two chemicals reduced the disease by 45% and 39%, respectively, when they were applied one day after pathogen inoculation. These results indicate that both Hexaconazole EC and Tebuconazole EC could be used to control sharp eyespot on wheat.

Keywords : Chemical control, Seeding rate, Sharp eyespot, Wheat

서 론

밀은 Gramineae(Poaceae)과 Triticum속으로, 전 세계적으로 분포하고 있으며 대부분의 유럽과 아프리카의 매우 주요한 식량작물이다. 국내에서도 밀은 쌀과 더불어 영양과 에너지의 주요 공급원으로 이용되어져 왔으며, 최근 밀의 이용량 증가에 따라 자급율 제고를 위한 정책적 목표와 더불어 재배면적과 생산량이 급격히 증가하고 있는 추세이다. 우리나라에서 밀에 발생하는 곰팡이성 병해로는 흰가루병, 붉은곰팡이병, 녹병류, 잎집눈무늬병, 꺾부

기병류 등을 비롯하여 현재 17종이 보고(The Korean Society of Plant Pathology, 2009)되어 있으나, 발생과 방제 연구는 미흡한 실정이다.

이 중 잎집눈무늬병(Sharp eyespot, *Rhizoctonia cerealis*)은 Kim 등(1991)에 의해 보고된 이후 국내에서 뿐만 아니라(Kim 등, 1992). 세계적으로 보리, 밀 등 화본과 작물에 피해를 일으키는 것으로 알려져 있다(Daamen 등, 1990). 온난한 지역에서 주로 발생하며(Lipps 등, 1982), 병원균은 포자를 형성하지 않고 작물의 잔재물이나 토양에서 균사체 또는 저항성을 갖는 구조체로 살아가다 기주에 침입하여 병을 일으키게 된다. 또한 차갑고 습한 조건에서 발병이 잘 일어나며 광과 양호한 배수 토양상태에서 병반의 진전이 확대된다(Cromey 등, 2002). *R. cerealis*의 감염은 지체부의 변색 반점이 부패되어 수분 이동의

*Corresponding author

Phone) +82-63-840-2243, Fax) +82-63-840-2116

E-mail) pacc43@korea.kr

저해로 잎이 황화되고, 도복 발생과 줄기 고사와 종실의 등숙에도 영향을 주게 되어 수량 감소 피해를 일으키게 된다(Cromey 등, 2005). 수량 감소는 병 발생 정도와 차이가 있으나 심한 경우 한 개체에서 18%(Cromey 등, 2002), 영국과 웨일즈에서는 평균 26%가 보고(Clarkson과 Cook, 1983)되었다. 중국에서는 2005년에서 2008년까지 밀 재배지의 6백만 ha 이상이 피해를 입어 십조 위엔(¥) 이상의 경제적 피해가 보고(Chen 등, 2008)되었다.

최근 월동 후 저온, 강우 등 잦은 이상 기상과 함께 밀 면적의 확대, 지속적인 재배에 따라 국내에서도 병의 발생과 피해 증가가 예상된다. 또한, 잡초방제를 위한 친환경 재배 목적과 수량성 제고를 위해 권장 과종량에 비해 높은 밀식재배를 함으로 이에 따른 병 발생의 증가 우려도 나타나고 있다. 그러나 국내에는 아직 병의 방제법과 관련한 연구는 보고되어 있지 않으며 방제 약제도 등록되어 있지 않은 실정이다. 따라서 본 시험에서는 이 병의 피해 방제 기술 개발을 위해 과종량에 따른 병 발생 정도와 화학적 방제를 위한 적정 약제 선발, 처리 방법 등에 대한 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

과종량에 따른 발병정도. 재배법에 따른 발병 정도를 확인하기 위해 과종기와 과종량에 따른 발병 정도를 조사하였다. 시험재료는 품종별 저항성 차이를 보이는(Lee 등, 2011) 안백밀(중도저항성), 탑동밀(중도감수성), 조품밀(감수성)을 이용하였다. 과종량은 농가 권장량 160 kg/ha를 기준으로, 기준량 대비 1.5배, 2배, 3배량 수준으로 처리하였다. 과종은 일반 포장에 10월 20일경 과종한 후 병원균 접종 및 관리 등을 위해 3월 상순경에 포트(50×33×23 cm³)로 이식하여 온실내에서 재배하였다. 접종은 뿌리 활착을 위해 이식 2주 후에 실시하였으며, 접종원은 Lee 등(1995)이 보고한 oat-meal 모래배지(Lee 등, 1995)의 양과 조성을 변형하여 만든 밀기울모래배지(밀기울:모래:물=3:10:6)를 이전 보고(2011)와 같은 방법으로 제조하여 균사가 자란 밀기울을 잘게 부수어 토양 중에 고르게 접종하였다. 접종량은 40 g의 접종원을 처리하고 3일간 비닐을 덮어 습도 조절을 통한 발병을 유도하였다. 발병정도는 접종 한 달 후에 전체 줄기에 대한 발병 줄기수의 비율로 조사하였다.

배지내 약제 반응. *Rhizoctonia* spp.에 의한 병 가운데 벼잎집눈무늬마름병, 인삼갈름병, 잔디라이족토니아마름병 등의 방제 약제로 국내 등록되어 있는 20종을 1차 선발하였다(Table 1). 배지내 병원균 억제 반응을 검토하여(테

Table 1. List of the chemicals selected and used in this test

No	Common name ^a	Active ingredient (%)	Selection ^b
1	Hexaconazole EC	10	○
2	Pyraclostrobin EC	22	○
3	Fenbuconazole+Thiifluzamide SC	4	○
4	Validamycin SP	10	
5	Pencycuron WP	25	○
6	Polyoxin-D WP	2.25	
7	Flutolanil EC	15	
8	Azoxystrobin WP	10	
9	Difenoconazole+propiconazole EC	26	
10	Carbendazim+iprodione SC	8	
11	Thiifluzamide SC	7	
12	Pencycuron+Tebuconazole SC	24	○
13	Tebuconazole EC	25	○
14	Trifloxystrobin WG	50	○
15	Metconazole SC	20	
16	Cyproconazole WG	38	
17	Propoconazole EC	25	
18	Iprodion+Thiophanate-metyl WP	70	
19	Etridiazole+Hexaconazole EC	23	
20	Difenoconazole+polyoxin-D WP	6.5	

^aEC: Emulsifiable Concentrate, SC: Suspension Concentrate, SP: Water Soluble Powder, WP: Wettable Powder, WG: Water Dispersible Granule.

^bSelection: According to the *in vitro* antifungal activities on agar medium in the preliminary experiment, the 7 fungicides were chosen for this study.

이터 미포함) 약효 및 농도별 시험에는 Table 1의 비고에 표시한 Hexaconazole 등 7종의 약제를 선발하여 배지내 균의 생육 억제능을 시험하였다. 7종의 약제 중 우수한 효과를 보인 두 약제를 선발하여 적정 농도 처리 선발을 위해 각각의 약제별 기준 농도 대비 1/2배, 1배, 2배 등 3처리로 시험하였다. 접종 균주는 Lee 등의 보고(2011)에 서와 같은 국내 밀 재배 포장 분리된 JS0901, JS1007, JS1022 등 3 균주를 이용하였다. 배지내 균 생육의 억제 반응 조사를 위해 Potato Dextrose Agar(PDA) 배지를 이용하였다. 배지 중앙에 paper disc를 부착시키고 각각의 약제를 10 µl씩 흡수시킨 뒤 배양한 분리 균주의 균사 선단을 5 mm cork borer로 떼어 중앙으로부터 상하좌우 4 cm 정도 간격을 두어 치상하였다. 배지는 25°C에서 5일간 배양 후 균사 생장 저지대 길이를 통해 배지 내 약제별 효

과를 확인하였다.

식물체 약효 검정. 밀 재배 상태에서의 약제 효과를 검정하기 위한 식물체 처리를 통한 시험을 수행하였다. 시험 재료는 Lee 등(2011)의 결과에서 중도저항성을 보인 알찬밀과 감수성을 보인 조품밀과 신미찰밀-1 등 3품종을 이용하였다.

품종별로 70% ethyl alcohol로 1분 30초간 종자 소독을 한 후 건조시켜 Petri-dish에서 발아시켰다. 발아된 종자는 각 20립씩 포트(6.5×6.5×9 cm³)에 심어 약 10 cm 가량 생육시킨 후 시험을 수행하였다. 처리 약제는 배지 내 약효 검정에서 우수한 것으로 선발된 Hexaconazole유제, Tebuconazole유제, Pyraclostrobin유제, Pencyuron액상수화제 등 4종을 이용하였다. 약제별 약효검정은 병원균 접종 전 약제 처리와 균 접종 후 약제를 처리하는 접종 후 처리 두 가지 처리로 수행하였다. 접종원 조제는 과종량과 동일하게 수행하였다. 접종 전 처리시험은 포트에 각 약제를 10a 당 사용 기준 희석농도에 따라 처리하고, 24시간 후 접종원을 약 2g씩 토양에 접종하고, 3일 간 비닐을 덮어 습도를 유지시켰으며 일주일 후 발병 줄기 수를 조사하였다. 접종 후 처리시험은 약 2g의 접종원을 토양 위에 먼저 접종한 후 3일 간 비닐로 덮어 습도를 유지하면서 발병 유도하였다. 그 뒤 표준희석농도로 희석한 약제를 위와 같은 양으로 관주하고 일주일 후 발병 줄기 수를 통해 약제 효과를 평가하였다.

결과 및 고찰

과종량에 따른 병 발생 정도. 과종량에 따른 병 발생 정도를 조사한 결과 처리 간 차이를 보였다. 기준 과종량에 비해 2배량까지 증가 할수록 평균 발병률은 높아지는 경향이였다(Table 2). 기준량의 평균 발병률은 약 51%였으나 2배 과종량에서는 64.2%로 조사되었다. 그러나 3배량의 과종에서는 발병률이 약 45%로 감소되는 결과를 보였다. 전체 품종들의 과종량별 평균 발병률에 대한 차이를 검정 한 결과, 기준 과종량에 비해 2배량에서 약 13% 발병률이 높아졌으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이는 본시험에 이용된 3 품종의 저항성이 각각 다른 원인인 것으로 생각된다. 품종별로 차이를 검정 한 결과에서는 조품밀에서만 과종량이 2배량까지 증가 할수록 발병률이 높아지는 유의적인 차이를 보였다. 안백밀의 경우는 2배량 과종처리에서도 기준량에 비해 발병율이 증가하지 않았으며, 3배량에서는 약 15% 감소하였다. 탑동밀과 조품밀은 2배량까지 발병률이 증가를 보였으며, 3배량에서는 감소하는 결과를 보였다. 이 결과는 국내 밀 육성 품종에 대한 검정 결과 안백밀은 중도저항성, 탑동밀과 조품밀은 각각 중도감수성과 감수성이었던 결과(Lee 등, 2011)와 같았다. 본 시험 결과 과종량은 잎집눈무늬병의 발생정도에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 조품밀처럼 감수성인 품종의 경우 발병정도가 더 증가하는 영

Table 2. The disease incidence of sharp eyespot according to the seeding rates^a

Seeding rates	Cultivar	No. of total stems	No. of diseased stems	Disease incidence (%) ^b	Mean (%) ^c
Recommended	Tapdongmil	100	44	44.0 ns	50.7 ns
	Anbaekmil	76	38	50.0 ns	
	Jopummil	91	53	58.2 b	
1.5-fold	Tapdongmil	140	60	42.9	57.3
	Anbaekmil	90	45	50.0	
	Jopummil	100	79	79.0 a	
2-fold	Tapdongmil	121	64	52.9	64.2
	Anbaekmil	108	53	49.1	
	Jopummil	95	86	90.5 a	
3-fold	Tapdongmil	147	67	45.6	44.5
	Anbaekmil	107	39	36.4	
	Jopummil	134	69	51.5 a	

^aRecommended seeding rate are 160 kg/ha according to general farming practice. The infection was examined one month after artificial inoculation through the typical rotten spot symptoms. All of the sample measured collected from tested pots (50×33×23 cm³) after one month growth in plastic house. Disease incidence was measured the rates of the number of infected tillers among total inoculated stem numbers.

^bDisease incidences mean differences according to each cultivars and ns and same letter within columns means no significant differences between the treatments by Duncans multiple range test ($P < 0.05$).

^cMean means the average diseased rate of the three cultivar's infection rates according to the different seeding rates and which has no significant difference on it.

향을 받는 것으로 나타났다.

잎집눈무늬병의 발생에는 기주식물체의 밀집도와 분얼정도가 관련이 있는 것으로 보고(Colbach 등, 1997)되어 있다. 기주와 병원균과의 거리가 짧을수록 균의 침입 확률이 높으며, 한편 분얼수가 많은 경우 침입되는 줄기수의 비율이 낮아지기 때문에 상대적으로 발생률은 낮게 나타나게 된다. 또한 *R. cerealis*는 다른 균에 비해 생장 속도가 늦으며(Lipps와 Herr, 1982), 기주 침입 시 오직

균사만으로 기주의 세포벽을 용해 시켜 침입하기 때문에 침입속도가 늦으며, 기주간의 간격이 아무리 좁은 환경조건을 가져도 한정되어 있는 병원균이 침입할 수 있는 기주의 적정량은 정해져 있을 것으로 생각된다. 본 시험에서 3배량에서 병 발생이 낮은 이유는 접종원의 비율이 가장 적은 이유로 생각된다. 한편 안백밀의 경우 2배량에서도 발병률이 증가하지 않았는데, 이와 관련된 품종의 저항성에 대한 연구와 포장상태에서 균의 밀도에 따른 병원균의 침입, 병 발생 기작에 대한 정밀한 연구가 더욱 필요할 것으로 보인다. 또한 병 발생 억제를 위한 경종적 방법에 대한 연구도 필요할 것으로 보인다.

배지 내 약제 반응. 잎집눈무늬병의 방제 약제 선발을 위해 1차 배지 상에서의 약제별 효과를 검정한 결과는 Fig. 1과 Table 3과 같다. 약제별 기준 처리 농도에서 균의 생육 억제 정도를 조사한 결과 Hexaconazole과 Tebuconazole 처리에서 16.5 mm와 16.2 mm의 저지대를 형성하여 7종의 약제 중 균사생장 억제에 우수한 효과를 보였다(Table 3). 반면, Pencycuron 수화제의 경우에는 1.1 mm 억제대 형성으로 효과가 없는 것으로 조사되었다. Pencycuron+Tebuconazole도 11.4 mm의 저지대 형성으로 효과를 보였으며 이는 Tebuconazole 성분이 함유된 이유로 생각된다. 그 외 나머지 3종의 약제는 효과를 나타내지 못한 것으로 조사되었다.

방제 효과를 보인 Hexaconazole, Tebuconazole과 Fenbuconazole은 모두 triazole계 약제이다. 이 트리아졸계 약제는 대표적인 에르고스테롤 생합성 저해제(ergosterol biosynthesis inhibitor, EBI)로써, 친유성이며 에르고스테롤의 생합성 전구물질인 라노스테롤과 비슷한 형태를 가지고 있어 정상적인 생합성에 장애를 일으키게 된다(Kataria

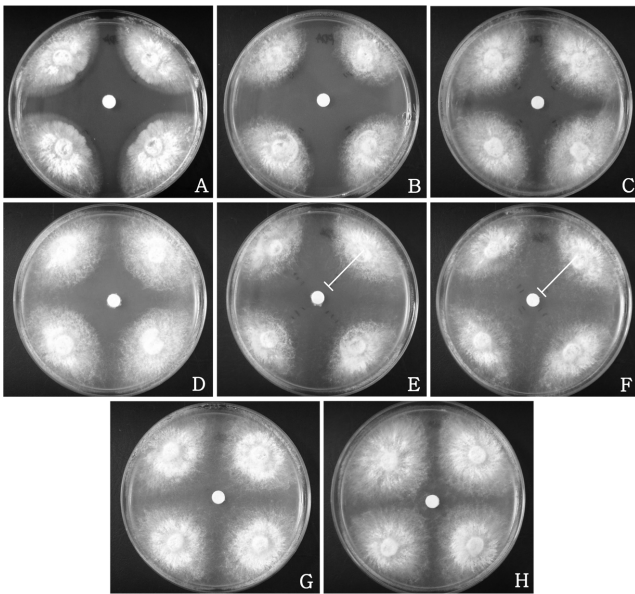


Fig. 1. Growth suppression of *Rhizoctonia cerealis* by each different chemical paper disc on PDA. **A:** Hexaconazole, **B:** Tebuconazole, **C:** Pencycuron+Tebuconazole, **D:** Fenbuconazole+Thiifluzamide, **E:** Pyraclostrobin, **F:** Trifloxystrobin, **G:** Pencycuron, **H:** control treatment with sterilized distilled water absorbed paper disc.

Table 3. Inhibitory effect of several chemicals on the growth of *Rhizoctonia cerealis* in a paper disc method

Chemicals	Formulation ^a (Active ingredient, %)	Dilution rate	Clear zone size (mm)			
			JS0901	JS1007	JS1022	Mean ^b
Hexaconazole	EC (10%)	1000	16.3	16.8	16.5	16.5a
Tebuconazole	EC (25%)	2000	16.3	16.1	16.1	16.2a
Pencycuron+Tebuconazole	SC (20+4%)	2000	10.8	11.6	11.8	11.4b
Fenbuconazole+Thiifluzamide	SC (2+2%)	1000	8.5	8.6	8.9	8.7c
Pyraclostrobin	EC (22%)	4000	7.7	6.8	6.5	7.0d
Trifloxystrobin	SC (22%)	2000	6.4	6.0	6.8	6.4d
Pencycuron	SC (20%)	4000	1.6	0.9	0.9	1.1e
Control (Distilled water)		-	0.0	0.0	0.0	0.0f

^aEC=emulsifiable concentrate, SC=suspension concentrate. Dilution rate were standard dilution concentration according to the “Guideline of pesticide using” (Korea crop protection association, 2011). Clear zone was measured by the length of the fungal growth on the potato dextrose media.

^bThe same letter within columns means no significant differences between the treatments by Duncans multiple range test ($P<0.05$).

등, 1991). 또한 식물친화성과 침투이행성이 높아 예방 및 치료효과가 우수한 약제로 알려져 있다(Seo 등, 2009). Kataria 등(1991)은 *R. cerealis*의 배지상 억제능과 밀 유묘에서 모잘록병의 방제시험에서 triazole계인 Cyproconazole를 가장 우수한 약제로 보고하여 본 시험의 결과와도 같았다. 반면 효과가 좋지 않았던 Pyraclostrobin과 Trifloxystrobin은 strobilurin 계로서, 이 계통은 세포내의 전자전달계 교란을 통해 활성본체의 호흡을 억제시켜 살균작용을 나타내게 되는데, 균사생장보다는 포자발아 억제능이 높은 것으로 보고(Karadimos 등, 2005)되어 있다. 이 같은 약제의 살균 기작 차이가 본 실험에서의 균사생장 억제효과가 나타나지 않은 원인으로 생각된다. Pencycuron은 urea 계통으로 원형질막의 삼투압과 유동에 변화를 주어 살균작용을 하는 것으로 보고(Kim 등, 1996)되어 있으나, 본 시험에서 효과를 보이지 않았다. 따라서 *R. cerealis*는 생육 억제를 통한 방제에 triazole 계통이 효과적인 것으로 나타났다.

1차 검정에서 유의성있는 효과를 보인 Hexaconazole과

Tebuconazole 두 약제에 대해 농도에 따른 효과를 검정하기 위해 표준농도 대비 1/2배, 2배로 농도 처리로 균사 생육 억제 정도를 확인하였다. 그 결과 Hexaconazole은 표준(유효성분 10%)의 2배 농도(유효성분 20%)에서 가장 좋은 약효를 보였다(Table 4). Tebuconazole은 표준농도(유효성분 25%)와 2배 농도(유효성분 50%)에서 효과적인 균사 생육 억제차이를 보였다. 따라서 본 시험 결과 약제 방제시에 약제별 적정 농도에 맞게 처리하는 것이 비용과 효과면에서도 효율적인 것으로 나타났다.

식물체 약효 검정. 밀을 포트 재배하면서 배지시험 결과 선발된 4종의 약제에 대한 효과를 확인하였다. 약제 처리는 병원균 접종전과 접종 후 두 처리를 실시하였는데, 두 처리에서 모두 배지 내 시험결과와 같은 약제별 효과를 나타내었다. 접종 전 처리에서는 약제별로 14.4–38.9%로 차이를 보였다(Table 5). 배지상에서 효과를 보였던 Hexaconazole과 Tebuconazole 두 약제 처리에서 18.9%와 14.4%의 발병률로 다른 약제에 비해 유의성 있는 효과의 차이를 보였다. Pyraclostrobin과 Pencycuron 처

Table 4. Inhibitory effect of different concentration of selected two chemicals on the growth of *Rhizoctonia cerealis* in a paper disc method

Chemicals	Formulation ^a (Active ingredient, %)	Dilution rate	Clear zone size (mm)			
			JS0901	JS1007	JS1022	Mean ^c
Hexaconazole	EC (20%)	500	17.8	19.5	19.3	18.9 a
	EC (10%)	1000 ^b	16.3	16.8	16.5	16.5 b
	EC (5%)	2000	15.0	16.6	15.8	15.8 b
Tebuconazole	EC (50%)	1000	15.6	17.3	17.4	16.8 b
	EC (25%)	2000 ^b	16.3	16.1	16.1	16.2 b
	EC (12.5%)	4000	12.6	13.9	13.8	13.4 c
Control	–	–	0.0	0.0	0.00	0.0 d

^aEC=emulsifiable concentrate.

^bStandard dilution concentration according to the “Guideline of pesticide using” (Korea crop protection association, 2011).

^cThe same letter within columns means no significant differences between the treatments by Duncans multiple range test ($P<0.05$). Clear zone was measured by the length of the fungal growth on the potato dextrose media.

Table 5. Pre-treatment effects of chemicals on the disease incidences before artificial inoculation of *Rhizoctonia cerealis*

Chemicals	Disease incidence ^a (%)			
	Jopummil	Sinmichalmil-1	Alchanmil	Mean
Hexaconazole EC	13.3	23.3	20.0	18.9 a
Tebuconazole EC	13.3	16.7	13.3	14.4 a
Pyraclostrobin EC	46.7	33.3	35.0	38.3 b
Pencycuron SC	41.7	38.3	36.7	38.9 b
Control	60.0	65.0	33.3	52.8 b

^aDisease incidence: Percentage of diseased stems among the total inoculated seedlings. Inoculation method referred to Lee *et al.* (2011). The same letter within columns means no significant differences between the treatments by Duncans multiple range test ($P<0.05$). Inoculation method referred to Lee *et al.* (2011).

Table 6. Post-treatment effects of chemicals on the disease incidences after artificial inoculation of *Rhizoctonia cerealis*

Chemicals	Disease incidence ^a (%)			
	Jopummil	Sinmichalmil-1	Alchanmil	Mean ^b
Hexaconazole EC	28.3	23.3	26.7	26.1 c
Tebuconazole EC	26.7	35.0	25.0	28.9 bc
Pyraclostrobin EC	56.7	38.3	31.7	42.2 ab
Pencycuron WP	43.3	45.0	36.7	41.7 ab
Control	58.3	46.7	36.7	47.2 a

^aDisease incidence : Percentage of diseased stems among the total inoculated seedlings. Inoculation method referred to Lee *et al.* (2011).

^bThe same letter within columns means no significant differences between the treatments by Duncans multiple range test ($P < 0.05$).

리에서도 무처리에 비해 약 14%의 발병률 억제 효과를 보였으나, 유의성 있는 차이로 나타나지는 않았다. 접종 후 처리에서는 접종 전 처리에 비해 약제 처리시에도 발병률이 약간 높게 나타났으나 접종 전 처리에서와 같은 약제별 효과를 보였다(Table 6). Hexaconazole과 Tebuconazole 두 약제 처리에서 26.1%와 28.9%의 발병률을 보여 다른 약제에 비해 효과적인 것으로 나타났다. Pyraclostrobin과 Pencycuron 처리에서는 접종 전에 비해 무처리의 47% 발병률과 비슷한 약 42%의 발병률을 보여 차이가 없는 것으로 나타났다. 약제 처리 후 Tebuconazole의 경우 발병되지 않은 유묘 중 일부에서 약간의 황화 증상이 나타나 약해가 의심 되었으나 다른 처리에서는 나타나지 않았다. 본 시험 결과로 밀에서 발생하는 잎집눈무늬병의 약제 방제에는 Hexaconazole과 Tebuconazole이 효과적이었으며, 방제 시기는 발병이 예상되는 시기에 미리 처리하는 것이 방제 효과를 높이는 것으로 조사되었다. 이를 위해 병의 효율적이고 정밀한 발생 예측 기술 개발이 필요할 것으로 보인다. 한편 국내에는 잎집눈무늬병의 방제 약제가 등록되어 있지 않은 실정으로 본 시험 결과에서 나타난 우수 약제에 대한 포장 평가를 통해 방제 약제의 효과 검증과 개발을 위한 시험도 필요할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 국내 육성 밀 3품종을 이용하여 과종량과 밀 잎집눈무늬병의 발생정도를 조사하고, 이 식물병을 효과적으로 방제하기 위한 약제를 선발하기 하기 위하여 수행되었다. 과종량이 기준량의 2배로 증가할 때 발병률이 약 13% 증가하였다. 그러나 감수성인 조품질만이 2배량 과종시에 발병률이 높아지는 유의적인 차이를 보였다. 잎집눈무늬병의 방제 약제 선발을 위해 배지상에서 약제별 효과를 검증한 결과, Triazole 계통인 Hexaconazole EC과 Tebuconazole EC는 균사생장을 효과적으로 억제하였다.

하지만 strobilurin 계통의 Pyraclostrobin EC과 Trifloxystrobin SC는 균사 억제 효과가 약하였다. 식물체에 직접 처리하여 약효를 검증한 결과, *in vivo* 활성과 *in vitro* 활성은 유사하게 나타났고 예방효과가 치료효과보다 높은 것으로 나타났다. 즉, Hexaconazole EC와 Tebuconazole EC의 예방효과는 각각 64%와 73%였고, 치료효과는 각각 45%와 39%였다. 본 연구결과는 Hexaconazole EC와 Tebuconazole EC가 밀에 발생하는 잎집눈무늬병의 방제제로 이용될 수 있다는 것을 나타낸다.

References

- Chen, L., Zhang, Z. Y., Liang, H. X., Liu, H. X., Du, L. P., Xu, H. and Xin, Z. 2008. Over expression of TiERF1 enhances resistance to sharp eyespot in transgenic wheat. *J. Exp. Bot.* 59: 4195–4204.
- Clarkson, J. D. S. and Cook, R. J. 1983. Effect of sharp eyespot (*Rhizoctonia cerealis*) on yield loss in winter wheat. *Plant Pathol.* 32: 421–428.
- Colbach, N., Lucas, P., Cavelier, N. and Cavelier, A. 1997. Influence of cropping system on sharp eyespot in winter wheat. *Crop Prot.* 15: 415–422.
- Cromey, M. G., Butler, R. C., Boddington, H. J. and Moorhead, A. R. 2002. Effects of sharp eyespot on yield of wheat (*Triticum aestivum*) in New Zealand. *New Zealand J. Crop Hort. Sci.* 30: 9–17.
- Cromey, M. G., Butler, R. C., Munro, C. A. and Shorter, S. C. 2005. Susceptibility of New Zealand wheat cultivars to sharp eyespot. *New Zealand Plant Prot.* 58: 268–272.
- Daamen, R. A. and Stol, W. 1990. Surveys of cereal diseases and pests in the Netherlands. 2. Stem-base diseases of winter wheat. *Neth. J. Plant Pathol.* 96: 251–260.
- Karadimos, D. A., Karaoglanidis, G. S. and Tzavella-Klonari, K. 2005. Biological activity and physical modes of action of the Qo inhibitor fungicides trifloxystrobin and pyraclostrobin against *Cercospora beticola*. *Crop Prot.* 24: 23–29.
- Kataria, H. R., Hugelshofer, U. and Gisi, U. 1991. Sensitivity of

- Rhizoctonia* species to different fungicides. *Plant Pathol.* 40: 203–211.
- Kim, W. G., Cho, W. D. and Lee, Y. H. 1991. Hyphal anastomosis and pathogenicity of *Rhizoctonia cerealis* isolates from four kinds of hosts. *Res. Plant Dis.* 7: 52–54. (In Korean)
- Kim, J. W., Sim, K. Y., Kim, H. J. and Lee, D. H. 1992. Identification and pathogenicity of binucleate *Rhizoctonia* isolates causing leaf blight (yellow patch) in turfgrass. *Turfgrass Soc. Korea* 6: 99–112.
- Kim, H. T., Kamakura, T. and Yamaguchi, I. 1996. Effect of pencycuron on the osmotic stability of protoplast of *Rhizoctonia solani*. *Pest. Sci. Soc. Jpn* 21: 159–163.
- Lee, D. H., Choe, Y. Y., Lee, J. H. and Kim, J. W. 1995. Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia* species isolated from turfgrasses. *Korean Soc. Mycol.* 23: 257–265.
- Lee, E. S., Lee, W. H., Kang, C. S., Kim, M. J., Kim, T. S. and Park, J. C. 2011. Cultural characteristics of *Rhizoctonia cerealis* isolated from diseased wheat fields and evaluation of resistance of Korean Winter Cereal crops. *Res. Plant Dis.* 17: 19–24. (In Korean)
- Lipps, P. E. and Herr, L. J. 1982. Etiology of *Rhizoctonia cerealis* in Sharp eyespot of wheat. *Phytopathology* 72: 1574–1577.
- Seo, S. T., Kim, K. H., Shin, C. H., Lee, S. H., Kim, Y. M., Park, J. H. and Shin, S. C. 2009. Control efficacy of fungicides on cherry witches broom caused by *Taphrina wiesneri*. *Res. Plant Dis.* 15: 13–16. (In Korean)
- The Korean Society of Plant Pathology. 2004. List of Plant Diseases in Korea. 5th ed., Seoul, Korea. 853 pp. (In Korean)