

보리 붉은곰팡이병 검정법과 저항성 품종 선발

한옥규[†] · 김정곤

작물과학원 호남농업연구소

Establishment of Artificial Screening Methods and Evaluation of Barley Germplasm for Resistance to *Fusarium* Head Blight

Ouk-Kyu Han[†] and Jung-Gon Kim

Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

ABSTRACT: *Fusarium* head blight (FHB) is a severe disease problem that affects the quality and yield of barley grain. The evaluation of FHB resistance is difficult because environmental conditions greatly influence FHB infection and development. The objectives of this study were to: 1) establish an efficient screening method for selecting resistant barley to FHB, 2) compare FHB severity between the cut-spike method and pot-plant method for development of mass screening, and 3) estimate FHB resistance for barley germplasm. Barley cultivars and lines were evaluated for reaction to FHB in controlled-greenhouse condition. Spikes were spray-inoculated with a suspension (5.0×10^5 macroconidia mL⁻¹) of *Fusarium graminearum* SCK-O4 strain, and then kept in a greenhouse at 18-25 °C with 80-100% relative humidity. Inoculation were employed at 3 different heading growth stages (heading date, three days after heading, and five days after heading). The inoculation was performed in 2 consecutive days in order to avoid escapes. The inoculated plants were maintained in the greenhouse at 4 different free moisture periods (1, 3, 5, and 7 days). The percentage of FHB severity was scored from 0 to 9 according to the rate of infected kernels per spike, and three spikes were evaluated per replication with 3 replicates. There were significant differences of FHB severity depending on the different free moisture periods, but not by the inoculation at different heading stages. The optimum evaluation point of FHB severity in the greenhouse condition was on the 7th day under free moisture condition after inoculation at the heading date. Infection level in cut-spike method highly correlated with that in pot-plant method. This suggested that cut-spike method is useful in evaluating of FHB resistance in barley. Six cultivars, such as Jinkwang, Buheung, Atahualpha 92, Chevron-b, Gobernadora-d, and MNBrite-c, were selected as resistant varieties to FHB. Correlation coefficient for the FHB severity evaluated by the pot-plant method between two

seasons was 0.794, indicating the stability and accuracy of the screening method.

Keywords: barley, fusarium head blight, resistance, screening

붉은곰팡이병(*Fusarium* Head Blight, FHB, Scab)은 *Fusarium graminearum* Schwabe (완전세대 *Gibberella zeae* Petch)에 의해(Bai & Shaner, 2004), 밀·보리·옥수수·콩 및 벼에서 발생하는 병해이다(小泉 등, 1993, Xu & Chen, 1993). 특히 이 병은 맥류에서 많이 발생하는데 수량과 품질을 떨어뜨리고(Argyris *et al.*, 2003), 독성이 강한 독소(mycotoxin)를 생성하기 때문에 경제적 손실뿐만 아니라 식품 위생상으로도 인체에 심각한 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Legzdina & Buerstmayr, 2004).

작물에서 발생하는 붉은곰팡이병은 생물학적, 경제적, 화학적 및 유전적인 방법에 의해 어느 정도 발생을 경감시킬 수 있다(Steffenson, 1998). 그 중에서도 저항성 품종의 이용이 붉은곰팡이병의 억제에 가장 경제적이고 친환경적인 수단이다(Martin & Johnson, 1982; Schroeder & Christensen, 1963; Steffenson, 1998) 그러나 아직까지 붉은곰팡이병에 강한 저항성을 보이는 품종은 육성되고 있지 않다.

저항성 육종소재로서 유용한 교배모본의 탐색은 재료에 대한 정밀한 검정으로부터 출발한다. *F. graminearum*은 출수·개화기에 도달한 맥류의 이삭에 온도 25 °C, 습도 100% 조건에서 가장 왕성하게 감염되는데(Campbell & Lipps, 1998; 吉田 등, 2003), 습도 및 온도조건의 차이에 의해 발병 정도가 크게 영향을 받는다(Bai & Shaner, 1994; 小泉 등, 1993; Parry *et al.*, 1995). 그러므로 이 병에 대한 저항성 평가는 균일한 최적 발병 환경을 제공하는 것이 가장 중요하다.

붉은곰팡이병에 대한 저항성 검정은 포장과 환경제어가 가능한 온실에서(Hall & van Stanford, 2003; Mesfin *et al.*, 2003; Steffenson, 1998), 이삭에 균을 직접 접종하는 분무접종(Mesfin *et al.*, 2003; Rudd *et al.*, 2001), 점 접종(Miedancer

[†]Corresponding author. (Phone) +82-63-840-2146 (E-mail) okhan98@rda.go.kr <Received April 25, 2005>

et al., 2003; Rudd et al., 2001) 및 주사접종(Hall & van Stanford, 2003; 西尾 등, 2000; Wingbermuehle et al., 2004) 과 이병종자를 포장에 살포하고 적당한 관개에 의해 자연발병과 가깝게 병의 감염을 유도하는 Gram spawn법(Mesfin et al., 2003; Rudd et al., 2001) 등의 간접적인 방법에 의해 이루어진다. 지금까지 이들 방법을 기본으로 해서 검정장소와 접종방법을 조합한 다양한 검정방법으로 많은 저항성 검정이 수행되어 왔지만(Gocho & Hira, 1987; Mesfin et al., 2003; Miedaner et al., 2003; Steffenson, 1998), 연구환경에 따라 다른 방법을 사용하기 때문에 규격화된 검정방법은 없는 실정이다.

따라서 이 연구의 목적은 1) 새로운 시스템의 붉은곰팡이병 검정상에 적합한 균주의 접종시기 및 접종 후 발병환경조건의 구멍을 통한 정밀 검정체계의 확립, 2) 구멍된 최적검정조건을 토대로 한 붉은곰팡이병 검정용 표준 및 저항성 품종의 선발, 그리고 3) 다량의 유전자원에 대한 저항성 평가를 위한 절단이삭검정법의 도입과 그 효율성을 검토하는 것이다.

재료 및 방법

저항성 검정조건 확립

이 실험은 온·습도 조절이 가능한 붉은곰팡이병 전용 습실 검정상에서 수행하였다(Fig 1 왼쪽) 검정상은 온실 안에 비닐하우스를 짓고 그 안에 대용량의 초음파가습기((주) 진방산업제)를 설치하여 습도의 조절이 가능하도록 설계하였다.

공시재료는 기존에 중도 저항성 품종으로 알려진 찰보리와 감수성 품종인 상록보리를 사용하였다

균주 접종은 온실에서 재배한 식물체를 각 접종시기에 도달하였을 때 검정상 내로 이동시켜 접종하는 포트검정법으로 실시하였다 균주는 붉은곰팡이병균의 국내 우점균주인 *F. graminearum* SCK-O4를 서울대학교 농업생명과학대학으로부터 분양 받아 사용하였다 접종방법은 각 실험처리 시기에 도달한 포트를 골라 SCK-O4 분생포자 현탁액 5.0×10^5

macroconidia mL^{-1} 를 5개의 이삭에 분무 접종하였다. 균의 발병을 돕기 위해서 접종은 오후 5시에 이루어졌으며, 감염이 회피된 개체의 발생을 방지하기 위해서 익일 재차 접종하였다

검정상의 온도는 일평균기온 18~25 °C, 습도는 상대습도 80~95%로 유지하였다. 발병조사는 접종 후 7일이 경과하였을 때 개체당 5개의 접종 이삭 중에서 발병이 잘된 3개만을 골라 실시하였다. 그리고 이삭의 발병 정도에 따라 0(무감염), 1(이병률 5% 이하), 2(6~10%), 3(11~20%), 4(21~30%), 5(31~50%), 6(51~60%), 7(61~70%), 8(71~90%), 9(90% 이상) 등 10개의 등급으로 나누고 3등급 미만을 저항성, 3~6등급 미만을 중도저항성, 6등급 이상을 감수성으로 판정하였다

시험구 배치는 접종시기를 3수준(출수기, 출수 후 3일, 출수 후 5일), 습실 처리기간을 4수준(1, 3, 5, 7일)으로 하는 2요인 완전임의배치법 3반복으로 하였다.

대량 검정법 개발

이 실험은 좁은 면적에서 많은 유전자원에 대한 붉은곰팡이병 저항성을 효율적으로 검정할 수 있는 방법을 개발하기 위해서 실시하였다

공시재료는 상기의 실험조건에 의해 확인된 171개의 국내의 품종·계통 중에서 저항성, 중도저항성 및 감수성을 나타낸 18개의 각 등급별 대표품종을 이용하였다

검정은 상기의 붉은곰팡이병 전용 검정상에서 武田·部田(1989)에 의해 제안된 절단이삭검정법을 변형하여 실시하였다(Fig. 1 오른쪽) 즉, 포장에서 출수기에 도달한 식물체에 대하여 상위 3엽이 포함되도록 이삭을 절단하였다. 그리고 실내에서 균주를 분무 접종한 후 물이 담긴 플라스틱 상자 내에 설치된 시험관대에 삽입하고 검정상에 도입하여 발병을 유도하였다 또한 동일 재료에 대하여 포트검정법으로 접종을 실시한 후 두 검정법 간의 발병 정도를 비교하였다

시험구 배치는 순위배열 3반복으로 하였으며, 기타 균주의 접종농도, 접종방법, 검정상의 환경조건 및 저항성 평가기준 등은 전술한 저항성 검정조건 실험에서 구멍된 최적검정조건

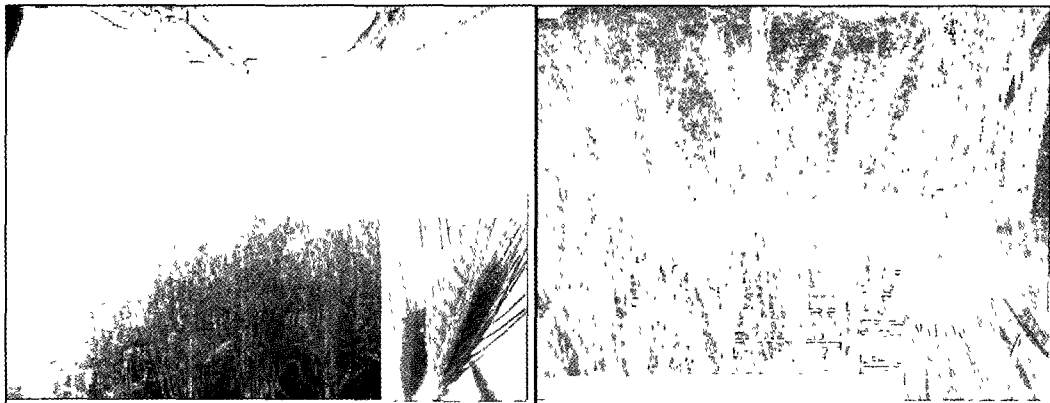


Fig. 1. Photographs of Pot-plant method (left) and Cut-spike method (right).

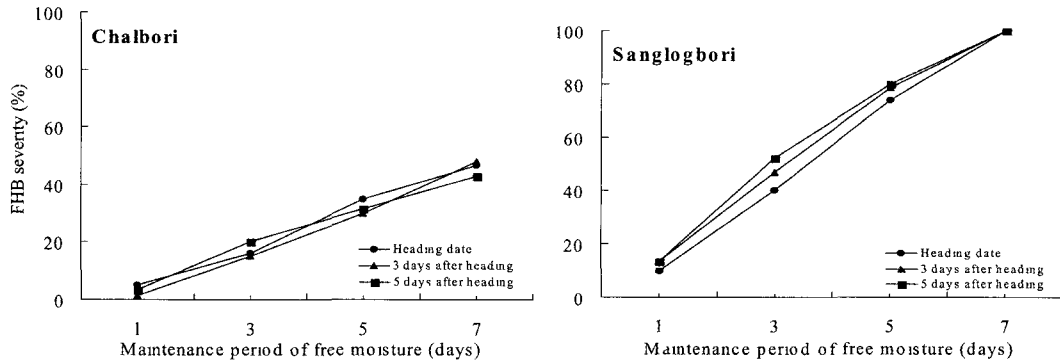


Fig. 2. Effect of inoculation times (A) and maintenance periods of free moisture (B) on percent FHB infection in barley. ^aChalbori : (A)=non significant, (B)=significant at P=0.01, LSD(.05)=0.716, A×B=non significant Sanglogbori : (A)=non significant, (B)=significant at P=0.01, LSD(.05)=1.418, A×B=non significant. ^bThe greenhouse was conditioned under 18 to 25 °C with 80 to 100% humidity

에 준하여 실시하였다.

저항성 품종 선발

보리의 붉은곰팡이병 저항성 품종은 전술한 저항성 검정상 내에서 확립된 최적검정조건 및 평가기준에 의해 선발하였다.

검정은 봄 및 가을로 나누어 실시하였는데, 봄에 171개의 국내외 품종 및 계통에 대하여 1차 검정을 한 후 그 중에서 저항성, 중도저항성 및 감수성을 나타낸 28개 품종에 대하여 가을에 다시 검정을 실시하여 저항성 표현에 대한 재현성 여부를 확인하였다.

봄에는 4월 초순에 포장에서 생육 중인 식물체를 포트에 이식하여 재배하고, 가을에는 온실에서 포트 재배하면서 각 집중시기에 도달하였을 때 검정상 내로 이동시켜 집중한 후 각 품종의 저항성을 평가하였다

결 과

붉은곰팡이병 저항성의 검정조건 확립

붉은곰팡이병의 습실 검정상 검정시 최적의 집중시기와 습실처리기간을 구명하고자 실험한 결과는 Fig. 2와 같다.

출수기, 출수 후 3일 및 출수 후 5일 집중 등 3개의 집중시기에 따른 품종별 발병률은 중도 저항성인 찰보리와 감수성인 상록보리 모두에서 유의한 차이를 보이지 않았다 그러나 각 집중시기별로 균주를 집중한 후 1, 3, 5, 7일간 검정상 내에서 붉은곰팡이를 발병시키고 집중에서 판정까지의 총일수가 7일에 도달할 때까지 검정상 내 및 실외에서 유지·평가한 습실 처리기간에 따른 발병률은 유의한 차이를 나타내었다. 즉, 붉은곰팡이병 균을 습실 내에서 1일간 처리하여 번식을 조장한 후 습실 외에서 재배하여 7일째 판정한 처리구에서는 어느 집중시기에서도 거의 발병이 이루어지지 않았다. 그러나 각 시기별로 균주를 집중한 후 습실 내에서 3일 경과시킨 처리구부터 발병률이 급격히 증가하였는데, 7일 이상 습실 처리시 감수성

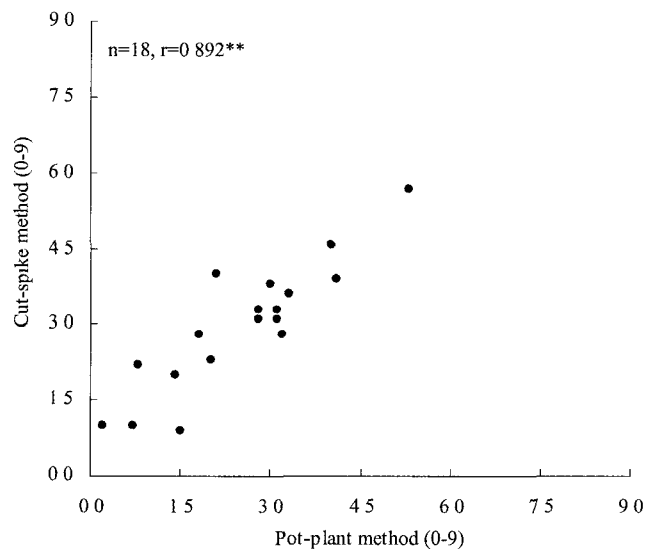


Fig. 3. Correlation between pot-plant method and cut-spike method on FHB severity under greenhouse condition. ^aThe greenhouse was conditioned under 18 to 25 °C with 80 to 100% humidity. ^bFHB severity was evaluated on the 7th day after inoculation.

인 상록보리는 최대에 도달하였으나 중도 저항성인 찰보리는 발병률이 약 50% 수준으로 머물러 그 차이를 나타내었다. 한편, 검정상 내에서 집중한 재료를 10일 이상 경과시킬 때에는 심하게 이병화되어 저항성과 감수성 품종을 구분할 수 없었다.

대량저항성 검정법 개발

제한된 공간 내에서 대량의 재료를 정확하게 검정하는 기술을 개발하고자 18개의 국내외 품종 및 계통에 대하여 포트검정법과 절단이삭검정법으로 각각 집중하여 비교·검토한 결과는 Fig. 3과 같다

집중 후 7일째 평가한 포트검정법과 이삭절단검정법의 이병 정도는 고도로 유의한 정의 상관(r=0.892**)을 보였다. 따라서

Table 1. Mean FHB severity of barley cultivars selected in this study.

Cultivar	Origin	Spike type	Hull type	FHB severity ^a (0-9)		Susceptible/ resistant
				Spring test	Fall test	
Jinkwangbori	Korea	2-Row	Covered	0.8	1.7	Resistant
Buheung	Korea	6-Row	Covered	2.2	2.8	Resistant
Jejubori	Korea	2-Row	Covered	4.5	4.9	Medium
Kangbori	Korea	6-Row	Covered	5.5	5.8	Medium
Daebegbori	Korea	6-Row	Covered	5.5	5.7	Medium
Paldobori	Korea	6-Row	Covered	9.0	9.0	Susceptible
Sanglogbori	Korea	6-Row	Covered	9.0	9.0	Susceptible
MNBrite-c	USA	6-Row	Covered	0.9	2.7	Resistant
Gobernadora-d	Mexico	2-Row	Covered	0.7	1.6	Resistant
Atahualpha92	Ecuador	2-Row	Hull-less	2.0	2.5	Resistant
Chevron-b	Switzerland	6-Row	Covered	2.1	2.3	Resistant

^aFHB severity values were scored by the rate of infected kernels per spike (ranks 0, no infection; 1, below 5%; 2, 6-10%; 3, 11-20%; 4, 21-30%; 5, 31-50%; 6, 51-60%; 7, 61-70%; 8, 71-90%; 9, above 90%), and it was the means of 3 replicates; Each replicate consisted of a single pot with one plant, and three heads were scored per replicate

^bThe greenhouse was conditioned under 18 to 25 °C with 80 to 100% humidity.

^cFHB severity was evaluated on the 7th day after inoculation.

접종 후 동일한 환경에서 생육시켰을 때 두 검정방법 간에는 유사한 결과를 나타냄을 확인하였다.

절단이삭검정법은 포트에 식물체를 재배하여 습실 내에서 검정하는 포트검정법에 비해서 적은 면적이 소요되고, 보리를 출수기에 채취하여 즉시 접종함으로써 적기에 대량검정이 가능하였다 그러나 이 방법은 포트검정법과는 달리 식물체의 위조현상으로 인하여 접종 후 14일 이후에는 이병성에 대한 평가가 불확실하였다.

저항성 및 표준 품종의 선발

보리 붉은곰팡이병의 저항성 판정시 기준지표로 사용할 표준품종 및 교배 모본으로 활용할 저항성 품종을 선발하기 위해 국내 153, 외국 18개 계통 및 품종을 공시하여 습실 검정상에서 포트검정법으로 검정한 결과는 표 1과 같다.

이 실험에서 선발된 붉은곰팡이병에 대한 저항성 품종은 국내 품종에서 2조인 진광보리와 6조인 부흥 2개, 외국품종에서 2조인 Gobernadora-d, Atahualpha92와 6조인 MNBrite-c, Chevron-b 등 4개였다. 부흥은 국내 6조 걸보리 품종 중에서 처음으로 붉은곰팡이병에 저항성이 있는 품종으로 판정된 것이며, 외국품종은 이미 외국에서 저항성으로서 널리 알려진 품종들이다. 그러나 그 외의 공시재료들은 3~6등급 미만의 중도 저항성을 보인 품종 및 계통도 있으나 대부분이 7~9등급의 감수성을 나타내었다.

저항성이 강한 품종은 진광보리·부흥, 중간인 품종은 제주보리·강보리 및 대백보리, 그리고 약한 품종은 팔도보리 및 상록보리가 선발되었으며, 이들 품종은 붉은곰팡이병 저항성 판정기준이 되는 국내표준품종으로 이용할 수 있을 것으로 판단되었다. 다만, 저항성이 중간인 품종은 저항성이 강하거나 약한 품종에 비하여 저항성 평가 결과의 변동이 크기 때문에

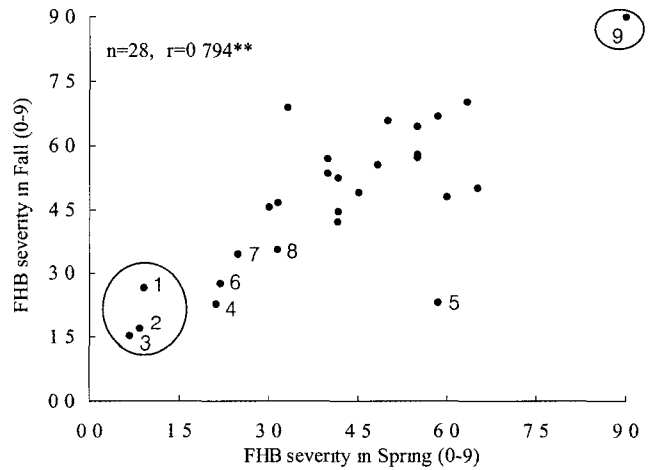


Fig. 4. Correlation between two testing periods on FHB severity under greenhouse condition. ^aThe greenhouse was conditioned under 18 to 25°C with 80 to 100% humidity. ^bFHB severity was evaluated on the 7th day after inoculation. ^cCultivar name 1 MNBrite-c, 2. Jinkwangbori; 3. Gobernadora-d; 4. Chevron-b; 5. Namhyangbori; 6. Buheung; 7. Suwon 202; 8. Suwon 208; 9. Sanglogbori and Paldobori.

표준품종으로 사용하는 것은 배제해야 하며, 또 이들 품종에 대한 저항성 평가도 반복 시행하여 정확한 값을 도출하는 것이 필요하다고 사료되었다.

습실 검정시 공시품종들의 저항성 표현에 대한 일관성 여부를 확인하기 위해서 봄에 171개의 국내외 품종·계통에 대하여 1차 검정을 한 후 그 중에서 저항성, 중도저항성 및 감수성을 나타낸 28개 품종에 대하여 가을에 다시 검정을 실시한 결과는 Fig. 4와 같다.

공시품종들의 봄 및 가을 검정, 즉 2개의 검정시기에서 발

병 정도에 대한 상관은 0.794**로서 고도로 유의한 정의 상관을 나타내었다. 따라서 붉은곰팡이병 전용 습실 검정상을 이용하여 붉은곰팡이병의 저항성을 검정할 경우 봄철에 표현된 각 품종별 저항성 정도가 가을 검정에서도 유사한 경향으로 저항성을 나타냄을 확인하였다.

고찰

붉은곰팡이병은 맥류에서 개화기 전후에 이삭에 감염해서 발병하므로, 이에 대한 저항성을 평가할 때에는 균이 감염되기 쉬운 시기인 개화기에 정확하게 접종하는 것이 무엇보다 중요하다고 알려져 있다(Rudd *et al.*, 2001; Strange & Smith, 1971) 그러나 이 실험에서는 개화기에 비해 접종시기를 판단하기 쉬운 지표인 출수기를 비롯한 3개의 다른 접종시기 간 발병 정도를 비교한 결과 접종시기간에 유의한 차이를 발견할 수 없었다(Fig. 2) 붉은곰팡이병은 성숙한 약이나 약 잔존물의 존재 하에서 발병비율이 높아지는데(Strange & Smith, 1971; 竹上, 1957), 보리는 대체로 출수와 동시에 개화가 이루어지므로(조 등, 2004), 출수기로부터 영 내에는 균의 감염급원으로서 많은 양의 성숙한 약 또는 약 잔존물이 존재하기 때문에 출수기 이후에는 접종시기별 발병률에 차이가 나타나지 않았던 것으로 사료되었다. 이러한 결과는 보리에서 붉은곰팡이병의 접종이 출수기에 접종을 해도 개화기에 접종한 결과와 유사한 결과를 나타냄을 입증하는 것이다.

맥류에서 붉은곰팡이병은 25°C, 상대습도 100%의 환경 하에서 접종 후 24시간 이상 경과하였을 때부터 감염되기 시작하며, 그보다 낮은 온도나 습도 또는 습도유지기간이 차단되면 병징이 관찰되는 시기는 현저하게 지연되고 발병률도 감소한다(Andersen, 1949; 小泉 등, 1993). 이 실험에서도 습실처리기간이 1일인 경우에는 발병이 미미하였으나 그 기간이 길수록 발병은 급격하게 증가하는 경향이었다(Fig. 2).

중도저항성인 찰보리와 감수성인 상록보리의 이병 정도, 즉 저항성과 감수성이 분명하게 구분되는 시기는 접종 후 7일경이었다. 그러나 이들 품종의 발병 정도에 대한 평가를 포장검정법에 준해서 접종 후 10일 이후에 실시(Buerstmayr *et al.*, 2004, Legzdina & Buerstmayr, 2004; Mesfin *et al.*, 2003) 하면 곰팡이병이 발병하기 적합한 조건을 가지고 있는 검정상의 특성상 발병이 지극히 심화되어 각 공시재료간 저항성 정도에 대한 차이를 구분하기 어려웠다.

상기한 환경조절이 가능한 습실 검정상 내에서의 보리 붉은곰팡이병에 대한 저항성 검정은 접종시기에 대한 오차의 배제, 발병환경 유지의 편리성, 감수성 및 저항성에 대한 정밀한 판정 등 여러 가지 조건을 고려할 때 출수기에 접종하여 습실 검정상 내에서 7일간 경과시킨 후 판정하는 것이 가장 효율적인 것으로 판단되었다.

절단이삭검정법은 포트에 식물체를 재배하여 습실 내에서

검정하는 포트검정법이나 포장검정법에 비해서 소요면적이 적게 요구되고, 포장에서 재배되고 있는 보리를 출수기에 채취하여 적기에 대량검정이 가능하며, 포트검정법과 상관도 높기 때문에 고도의 저항성을 나타내는 품종의 선발에 매우 경제적이고 유용한 방법이었다(Fig. 1, Fig. 3). 다만, 절단이삭검정법은 절단한 이삭을 꺾꽂이와 같이 재배하여 신선도를 유지하는 방법이므로 포장이나 포트 등 토양에서 재배되는 식물체에 비하여 건전한 상태로 이삭을 유지하기가 어려운 단점이 있으므로 이에 대한 개선연구가 필요하다고 사료되었다.

이(2003)는 외국, 특히 미국·캐나다·멕시코에서 저항성인 품종이나 계통들은 우리나라에서 이병성으로 역전될 가능성이 높다고 하였다. 이 실험에서도 붉은곰팡이병에 저항성으로 알려진 많은 외국품종에 대하여 검정을 하였으나 단지 몇 개의 품종만이 저항성을 나타내었다(표 1) 이러한 원인은 우리나라에 분포하고 있는 *Fusarium graminearum* 균 집단의 병원성에 대한 변이가 크거나 강하기 때문이다(이, 2003). 하지만 이들 품종은 검정시기에 관계없이 일정한 저항성을 나타내었다(Fig. 4). 이 결과로 볼 때 본 실험에서 적용된 습실 검정상은 정확하고 안정적으로 보리 유전자원의 붉은곰팡이병에 대한 저항성 유무를 검정할 수 있으며, 우리나라의 균주인 SCK-O4에 저항성을 보인 품종들은 우리나라에서 붉은곰팡이병 저항성 품종 육성을 위한 교배 모본으로서 활용가치가 높으리라 생각되었다.

필자들은 이 실험에서 확인된 저항성 품종들을 이용하여 보리의 붉은곰팡이병 저항성 육종효율을 증진시키기 위한 붉은곰팡이병 저항성 양적유전자좌(QTLs)의 탐색 및 그와 관련된 DNA 표지인자를 개발 중이다.

적요

이 실험은 보리의 붉은곰팡이병에 대한 정밀하고 효율성이 높은 검정체계를 확립하고, 이를 토대로 저항성 품종을 선발하고자 실시하였다. 이를 위해서 온·습도 조절이 가능한 붉은곰팡이병 전용 습실 검정상을 제작하여 포트 재배한 식물체에 3개의 다른 접종시기별(출수기, 출수후 3일, 출수후 5일)로 SCK-O4균주의 분생포자 현탁액 5.0×10⁵ macroconidia mL⁻¹를 각각 접종하고 4개의 다른 기간 동안 습실처리(1, 3, 5, 7일)를 하여 각 처리별 이병 정도를 평가하였다. 또한 절단이삭검정법을 통한 대량검정법도 검토하였다.

1. 습실 검정상 내에서의 붉은곰팡이병 발병률은 접종시기에 따라 차이를 보이지 않았으나, 습실처리기간에 따라서는 유의한 차이를 보였다
2. 습실 검정상을 이용한 붉은곰팡이병의 저항성 검정은 출수기에 접종하고 습실 검정상 내에서 7일간 유지하여 판정하

는 것이 가장 효율적이었다

3. 포트검정법과 절단이삭검정법의 검정방법간 발병 정도는 고도로 유의한 정의 상관($r=0.892^{**}$)을 보였다.

4. 저항성 품종은 진광보리, 부흥, Atahualpha92, Chevron-b, Gobernadora-d 및 MNBrite-c 등이 선발되었으며, 이들 품종은 2개의 검정시기에서 일정한 저항성을 나타내었다

사 사

필자들은 이 실험을 수행하는데 있어서 붉은곰팡이병 균주를 분양해 준 서울대학교 농업생명과학대학 이인원 교수 및 한유경 박사께 감사드립니다. 이 연구는 2003년도 농촌진흥청 산학연공동연구사업 연구비(LS0202)의 지원으로 수행되었습니다

인용문헌

- Andersen, A. L. 1949 The development of *Gibberella zeae* headblight of wheat. *Phytopathol.* 38 : 595-611
- Argyris, J., D. V. Sanford, and D. Tekrony. 2003. *Fusarium graminearum* infection during wheat seed development and its effect on seed quality *Crop Sci.* 45(3) : 1782-1788
- Bai, G-H. and G. Shaner 1994. Scab of wheat: Prospects for control. *Plant Dis* 78 : 760-766
- Bai, G-H and G. Shaner 2004. Management and resistance in wheat and barley to *Fusarium* head blight *Annu. Rev. Phytopathol.* 42 : 135-161
- Buerstmayr, H., L. Legzdina, B. Steiner, and M. Lemmens 2004. Variation for resistance to *Fusarium* head blight in spring barley *Euphytica* 137 : 279-290.
- Campbell, K. A. G. and P. E. Lipps. 1998 Allocation of resources: Sources of variation in *Fusarium* head blight screening nurseries *Phytopathol* 88(10) : 1078-1085
- 조장환, 한옥규, 이동진, 박문웅. 2004 맥류생산과학 도서출판 한림원, 서울. p. 105
- Gocho, H. and T. Hirai 1987. Varietal resistance to scab in barley *Barley Genetics V* : 625-630
- Hall, M. D. and D. A. Van Stanford 2003 Diallel analysis of *Fusarium* head blight resistance in soft winter wheat. *Crop Sci* 43 : 1663-1670.
- 小泉信三, 加藤 肇, 野嶺一, 駒田 旦, 一戸正勝, 梅原吉廣, 林 長生 1993 ムギ類赤かひ病の疫原學的・疫學的研究 農研センタ一研報 23 : 1-104.
- 이인원. 2003. 맥류 붉은곰팡이병 품종 저항성과 진균독소 생성능과의 상관관계 분석. 농촌진흥청 산학연공동연구과제 연차보고서
- Legzdina, L. and H. Buerstmayr. 2004 Comparison of infection with *Fusarium* head blight and accumulation of mycotoxins in gram of hullness and covered barley. *J. Cereal Sci.* 40 : 61-67
- Martin, R. A. and H. W. Johnson. 1982 Effects and control of *Fusarium* diseases of cereal grains in the Atlantic provinces. *Can. J. Plant. Pathol.* 4 : 210-216.
- Mesfin, A., K. P. Smith, R. Dill-Macky, C. K. Evans, R. Waugh, C. D. Gustus, and G. J. Muehlbauer. 2003 Quantitative trait loci for *Fusarium* head blight resistance in barley detected in a two-rowed by six-rowed population *Crop Sci* 43 : 307-318
- Miedancer, T., M. Moldovan, and M. Ittu 2003. Comparison of spray and point inoculation to assess resistance to *Fusarium* head blight in a multi-environment wheat trial *Phytopathol.* 93(9) : 1068-1072
- 武田和義, 部田英雄. 1989 オオムギにおける赤かひ病検定法の開發と耐病性品種の檢索. *育種學雜誌* 39 : 203-216.
- 西尾善太, 李俊明, 高田兼則, 桑原達雄, 坂 智宏. 2000 注射接種法による赤かひ病抵抗性 評價およびCIMMYT, USDA導入品種の赤かひ病抵抗性. *育種・作物學會北海道談話會報* 41 : 63-64.
- Parry, D. W., P. Jenkinson, and L. McLeod 1995. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals—a review *Plant Pathol.* 44 : 207-238.
- Rudd, J. C., R. D. Horsley, A. L. McKendry, and E. M. Elias 2001. Host plant resistance genes for *Fusarium* head blight. sources, mechanisms, and utility in conventional breeding systems *Crop Sci* 41 : 620-627
- Schroeder, H. W. and J. J. Christensis 1963 Factors affecting resistance of wheat to scab caused by *Gibberella zeae* *Phytopathol.* 58 : 831-838
- Steffenson, B. J. 1998. *Fusarium* head blight. Epidemics, impact, and breeding for resistance *Technical quality* 35(4) : 177-184
- Strange, R. N. and H. Smith 1971 A fungal growth stimulant in anthers which predisposes wheat to attack by *F. graminearum* *Physiological Plant Pathol.* 1 : 141-150.
- 竹上静夫 1957 赤かひ病對する小麥品種の抵抗性に關する研究. 第1報 赤かひ病の小麥の1小穗内の初發病穎花の位置と品種間差異及び葯骸との關係. 岡山大學農學部學術報告 10 : 33-42.
- Wingermuehle, W. J., C. Gustus, and K. P. Smith 2004. Exploiting selective genotyping to study genetic diversity of resistance to *Fusarium* head blight in barley. *Teor. Appl. Genet.* 109 : 1160-1168
- Xu, Y. G. and L. F. Chen 1993. Wheat Scab: Theory and practice on control Nanjing, China; Jiangsu Sci. -Tech. Publ. House
- 吉田めぐみ, 河田尚之, 塔野岡卓司 2003 ポット検定法による高精度赤かひ病抵抗性検定 作物年報 3 : 1-19.