

살균제의 벼 육묘상 처리에 의한 도열병 방제 효과

강범관 · 민지영 · 김윤식 · Nguyen Van Bach · 정해연 · 조인준 · 김흥태*
충북대학교 농과대학 식물외과 식물진균병학실험실

The Effect of Fungicides against Rice Blast by the Nursery Treatment at Rice Seedling

Beum Kwan Kang, Ji Young Min, Yun-Sik Kim, Nguyen Van Bach, Hae Yeon Jung,
In Joon Cho and Heung Tae Kim*

Laboratory of Plant Fungal Disease, Department of Plant Medicine, College of Agriculture,
Chungbuk National University, Cheongju Chungbuk 361-763, Korea

(Received on February 3, 2004)

The control activity of isoprothiolane and tricyclazole mixed with carbosulfan, and probenazole by the nursery treatment was performed against rice leaf and neck blast caused by *Magnaporthe grisea*. In the paddy field, three fungicides showed good activities against leaf blast 3 months after nursery treatment. Especially the activity of tricyclazole against leaf blast gradually increased by the laps of time to 85.5%, which was assessed at 6 September, 2003. Although the control value of isoprotholane and tricyclazole mixed with carbosulfan against neck blast was 47.5% and 61.1%, respectively, probenazole showed a very high activity against not only leaf blast but also neck blast, of which that was 91.2%. No phytotoxicity was observed in all the treatments after transplanting rice seedling in the paddy field. Based on these results, three systemic fungicides tested in this study showed such a good potential that they might be used to formulate the nursery treating granule.

Keywords : Fungicidal activity, Nursery box treatment, Rice blast

농산물은 식물병에 의해서 전 세계적으로 11.8%가 손실되기 때문에, 생산량을 증진시키기 위해서는 식물병을 반드시 방제하여야 한다(日本植物防疫協會, 1998). 현재 우리 나라는 농지와 농업인구가 계속적으로 감소하는 문제를 안고 있다. 특히 농업 인구는 1990년의 국민 전체 인구가 4천3백만에서 2002년에는 4천8백만으로 증가하였는데도 불구하고, 6백7십만명에서 3백6십만명으로 감소하였다. 더욱 심각한 것은 농업에 종사하는 50세 이상의 인구가 차지하는 비율이 전체 농업인구의 34.5%에 해당하던 1990년에 비하여 2002년에는 52.4%로 증가하여 젊은 층의 농업 인구가 상대적으로 크게 감소하고 있다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 유효 농업 인구의 감소는 각 농가에서 여러 가지의 농작업의 수행에 어려움을 야기하

므로 작물 보호를 위해 농약을 처리할 때 노동력의 부족을 실감하게 한다. 따라서 노령의 적은 노동력으로도 살균제의 처리가 가능하며, 병 방제 효과도 우수한 살균제의 제형 연구가 필요하게 되었다.

1960년대 후반부터 carboxin, benomyl 등 침투성 효과를 보이는 살균제가 개발되면서, 새로운 처리 방법이 제안되게 되었다. 일본의 이와타현 농업시험장에서는 벼 도열병을 방제하는 Kasumin SL을 토양에 관주 처리하여 잎도열병의 방제에 성공하였다(Kurahashi와 Hänbler, 1998). 또한 침투이행성을 지닌 iprobenfos가 1970년에 벼 도열병의 방제를 위하여 수면처리제로 등록되었다(Kosaka와 Okamoto, 1971). 수면처리한 iprobenfos는 잎도열병뿐만 아니라 목도열병까지도 방제할 수 있었지만, 처리하는 약량이 5.1 kg a.i./ha로 많은 편이었으며, 분얼기에 처리한 후 곧바로 출수기에 다시 처리해야 하였기 때문에 처리에 번거로운 점이 있었다. 특히 살균제를 수면 처리할 경우에는 깊이 10-15 cm가 되는 답수 상태의 논에 균일하

*Corresponding author
Phone)+82-43-261-2556, Fax)+82-43-271-4414
E-mail)htkim@cbnu.ac.kr

게 처리해야하는데 자연 환경의 영향에 따라 담수된 물이 이동하기 때문에 살균제를 균일하게 처리하는 것이 어려웠다. 벼 도열병 방제를 위하여 1981년에 등록된 tricyclazole은 우수한 침투이행 효과와 장기간 약효가 지속되는 성질 때문에 포장에서의 경엽 처리뿐만 아니라 벼 윽묘의 윽묘상 처리와 이앙전 침지 처리를 통하여 도열병을 방제하였다(Yoshino, 1988). 일본 바이엘아그로켄(주)에서 개발한 carpropamid 역시 윽묘상자에 직접 처리하여 이앙하거나, 벼를 이앙한 후에 수면처리하여 잎도열병과 목도열병을 방제할 수 있었다(倉橋, 1996). 이처럼 침투이행 효과를 지닌 살균제를 이용할 수 있는 다양한 제형의 개발은 식물병 방제뿐만 아니라 작물 보호를 위한 다양한 작업을 용이하게 할 수 있을 것이다. 특히 벼 윽묘상에 살균제를 처리하여 잎도열병 뿐만 아니라 목도열병까지도 방제가 가능하다면 논에서의 도열병 방제 작업에 소요되는 노동력과 시간을 절약할 수 있을 것으로 생각한다.

그래서 본 시험에서는 도열병 방제용 살균제를 윽묘 상자에 처리하고, 처리한 당일에 이앙한 후 잎도열병과 목도열병에 대한 방제 효과를 조사함으로써 윽묘상 처리제의 효과를 검증하였다.

재료 및 방법

벼 품종 및 포장 설계. 벼 도열병균에 대하여 감수성으로 알려진 일품벼를 사용하여 포장에서 살균제의 효과를 조사하였다. 온실에서 윽묘한 일품벼는 2003년 5월 30일에 포장에 이앙하여 관행 방법으로 재배하였다. 포장에서의 시험은 난괴법 3반복으로 수행하였다.

살균제 및 약제 처리. 벼 도열병 방제용 살균제로 등록되어 있는 isoprothiolane, tricyclazole, probenazole을 윽묘상에 처리하여 잎도열병 및 목도열병에 대한 방제 효과를 조사하였다. 시험에 사용한 isoprothiolane과 tricyclazole은 carbosulfan과 합제로 제제화한 12%와 4% 입제를 동부정밀과 영일화학에서 분양받아 시험에 사용하였고, probenazole은 6% 입제를 사용하였다.

Isoprothiolane과 tricyclazole은 이앙하는 당일에 상자 당 50 g을, probenazole은 30 g을 고르게 처리하였고, 벼 잎에 묻은 약제도 붓으로 털어 윽묘상자의 토양에 균일하게 처리될 수 있게 하였다.

병 발생 조사. 각 처리구당 150주씩 잎도열병과 목도열병에 대한 발병 정도를 조사하였다. 잎도열병의 발병은 벼 포기 전체의 이병정도를 조사하여 농촌진흥청에서 정한 「농업과학기술 연구조사 분석기준」의 병반면적을 조사 방법에 따라서 7월 26일부터 2주 간격으로 4회 조

사하였다(농촌진흥청 농약공업협회, 2003). 목도열병의 발생은 10월 14일에 각 처리구의 이병수율을 조사하였다.

결 과

잎도열병에 대한 도열병 방제제의 윽묘상자 처리 효과. 잎도열병은 7월 26일에 조사하였을 때 무처리구에서 하위엽에서 2-3개 정도의 병반이 관찰되었다. 8월을 지나면서 무처리구에서의 잎도열병의 발생은 급격히 증가하였는데, 9월 6일에는 병반면적율이 5.85%로 식물체 전체에 대형 병반이 산재하며 하위엽의 일부는 고사하였다. 그러나 isoprothiolane, tricyclazole, probenazole 등의 살균제 처리구에서의 발병율은 9월 6일에 조사하였을 때도 0.9, 0.85, 0.53%로 무처리구에 비하여 낮았으며, 시기별로 조사한 발병율에 있어서도 그 증가 속도가 낮았다(Fig.

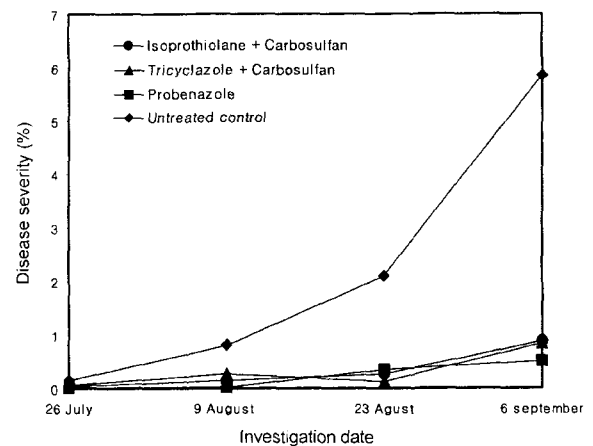


Fig. 1. Disease progress curves of rice blast for each fungicide treatments by nursery box application in the field. Rice seedlings were transplanted in the paddy field at 30 May, 2003. Each fungicide was applied in nursery box of rice seedling at booting period. Disease severity was investigated from 26 July to 6 September at two week intervals, according to the assessment key on diseased leaf areas in whole plants.

Table 1. Effect of fungicides for the control of rice blast in the field, 2003

Fungicide	Control value ^a (%)	
	9 Aug.	6 Sep.
Isoprothiolane + Carbosulfan	81.7	84.6
Tricyclazole + Carbosulfan	67.1	85.5
Probenazole	97.6	90.9

^aControl value was calculated by the following formula:
Control Value (%) =

$$\left(1 - \frac{\text{Disease severity in fungicide treated plot}}{\text{Disease severity in untreated plot}}\right) \times 100$$

^bLSD was 7.8.

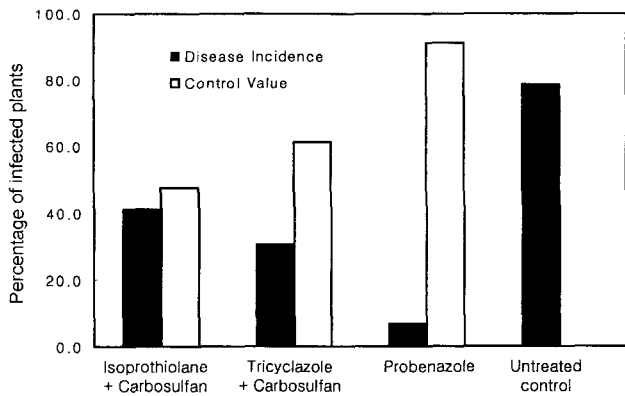


Fig. 2. Disease incidence of rice neck blast and control values of fungicides from field experiment when three fungicides were treated at nursery box of rice seedling at booting period. Disease incidence of each treatment was calculated by investigating 150 plants of rice in each plot at 14 Oct., 2003.

1). Isoprothiolane의 8월과 9월의 방제가는 81.7과 84.6%이었으며, tricyclazole의 8월과 9월의 방제가는 67.1%, 85.5%이었다(Table 1). Probenazole은 다른 두 살균제보다 잎도열병에 대한 방제 효과가 우수하였다.

목도열병에 대한 도열병약의 육묘상자 처리 효과. 무처리구에서의 목도열병 이병수율은 78.7%로 발병이 심하였다(Fig. 2). 그러나 육묘상자 당 30 g의 probenazole을 처리하고 이양한 처리구에서는 4.5개월이 지나고 조사를 하였을 때도 6.9%의 이병수율을 보여, 무처리구에 비하여 91.2%의 우수한 병 방제 효과가 인정되었다. 육묘상자 당 50 g을 처리한 isoprothiolane과 tricyclazole도 목도열병을 각각 47.5와 61.1%씩 방제하였다.

고 찰

농약은 약효를 증진시키고, 사용하기 편리하게 하기 위해서 유효성분의 물리화학적 성질에 따라 다양한 제형으로 만들어 사용되고 있다. 여러 가지의 제형 중에서 입제는 엽면 살포를 제외하고 다양한 목적으로 사용하기에 편리하며 효과적인 제형으로서, 농약의 사용량과 식물체에서의 약해를 최소화할 수도 있다(日本植物防疫協會, 1997). 하지만 지상부의 병을 방제하기 위해 살균제를 입제로 개발하기 위해서는 살균제 자체가 식물체 내로 침투한 후 지상부로 이행하여 효과를 나타낼 수 있어야 한다.

본 시험에 사용한 isoprothiolane, tricyclazole, probenazole 등은 벼 도열병 방제에 우수한 효과를 가지고 있으며, 벼 체내에서도 이행이 가능하기 때문에 이미 입제로 개발되어 본답에서 사용하고 있다. 특히 세 가지의 살균제 모두 일본에서는 이미 육묘상자 처리제로 개발되어 사용되고 있

는 약제들이다. Yoshino(1988)는 tricyclazole과 probenazole은 처리 후 약효의 지속기간이 긴 살균제이며, isoprothiolane은 수잉기 2-3주전에 입제로 처리하여 이삭도열병을 방제할 수 있다고 하였다. 본 실험에서도 세 가지 살균제는 이양 당일에 벼 육묘의 육묘상자에 처리하고 이양한 다음, 3개월이 지난 9월 6일에 잎도열병의 발생 정도를 조사하여 보아도 무처리구에 비하여 현저히 적은 발병율을 보였으며, 80% 이상 잎도열병의 발생을 억제하였다. 특히 tricyclazole은 8월 9일의 2차 조사 때에는 67.1%의 효과를 보였지만, 4차 조사 때에는 85.5%로 그 효과가 상승하였다. Froyd 등(1976)은 tricyclazole(75%, WP)을 종자 처리와 육묘상자에 관주 처리한 후 포장에서의 잎도열병의 방제 효과를 비교하였다. 수화제를 토양에 관주 처리하고 이양 3개월 후에 잎도열병을 조사하였을 때는 약제를 관주처리하고 이양할 때까지의 시간이 tricyclazole의 효과에 영향을 미쳤다. Tricyclazole을 고농도인 5 g/상자로 처리하였을 때는 처리한 시간에 관계없이 우수한 효과를 보였지만, 육묘상자의 육묘가 황화되거나 괴사 증상이 나타났다. 그러나 상자 당 1 g의 tricyclazole을 처리하였을 때는 처리 시간에 따라서 모두 약해증상은 나타나지 않았지만 포장에서의 효과가 차이가 있었는데, Froyd 등(1976)은 tricyclazole을 관주하고 2시간 후에 이양한 경우보다는 24시간 후에 이양하였을 때가 더 우수한 효과를 보였다고 하였다. 이는 토양에 관주 처리한 tricyclazole이 식물체로 침투이행하기 위해서는 일정한 시간이 필요하다는 것을 보여준다. 그러나 본 시험에서는 새로운 제형인 tricyclazole 입제(4%)를 처리하고 즉시 이양하였음에도 불구하고 육묘에서 약해가 나타나지 않았을 뿐만 아니라, 3개월 후에 85.5%의 잎도열병 방제 효과를 보인 것은 입제에서 누출되는 원제의 양이 적정하게 조절되어 도열병 방제에 충분한 정도의 tricyclazole이 벼 체내로 이행되었기 때문으로 생각한다. Froyd 등(1976)은 tricyclazole을 처리하고 2개월 후보다는 3개월 후에 효과가 더 우수하였다. 이러한 결과는 본 실험 결과(Table 1)에서도 동일하게 나타났는데, tricyclazole이 다른 살균제에 비하여 식물체 내부에서의 침투이행 효과가 떨어지기 때문에 나타난 결과라고 생각한다. 그러나 isoprothiolane과 probenazole은 약제 처리 2개월 후부터 그 효과가 지속적으로 유지되는 것을 알 수 있었다. 잎도열병에 대하여 좋은 효과를 보이던 isoprothiolane은 목도열병에 대한 방제 효과가 47.5%로 다른 살균제보다 낮았다. Isoprothiolane이 침투이행성 살균제이면서 이삭도열병 방제를 위해서 수잉기 2-3주전에 입제를 처리해야하는 것을 보면, 육묘 상태에 처리한 약제의 이행과 집적 부위 그리고 약제 효과의 지속 기간

에 한계가 있는 것으로 생각된다(Yoshino, 1988).

Probenazole은 1974년 일본에서 개발된 살균제로서, 처리한 벼에서 병원체에 대한 병 저항성을 유도하는 것으로 알려져 있다. Watanabe 등(1979)은 probenazole을 200 µg/m² 농도로 예방적으로 처리하였을 때 우수한 효과를 보이지만, 확실한 방제 효과는 probenazole을 근권에 처리하였을 때라고 보고하였다. 그들은 0.6 kg/10a의 약량을 처리하였을 때 육묘 침지와 담수 처리에서 90% 이상의 도열병 방제 효과를 볼 수 있었다. 토양에 관주 처리할 때는 조금 높은 0.8 kg/10a에서 90% 이상의 효과가 있었다고 보고하였다. 본 시험에서는 육묘 상자당 30 g의 probenazole 처리로 잎도열병에 대하여 90% 이상의 방제 효과를 얻어, Watanabe 등의 결과보다도 약제 처리 효과가 우수하였다. 이러한 효과의 상승은 포장에 처리하는 제형이 다양화되고 기술 개발이 크게 발전한데 이유가 있을 것으로 생각한다. 특히 probenazole의 경우는 잎도열병뿐만 아니라 목도열병에 대한 방제 효과도 우수하였다. 이는 벼에 처리된 probenazole이 벼의 다양한 병 저항성 기구를 자극하여 벼 성체에서 전신희독 저항성이 유도되며, 그 효과가 장기간 지속되기 때문이라고 생각한다 (Sekizawa와 Watanabe, 1981).

최근에는 BTH와 carpropamid, NCI(*N*-cyanomethyl-2-chloroisonicotinamide)와 같이 식물체에 전신희독 저항성을 유도하는 새로운 개념의 살균제들이 개발되고 있다 (Friedrich 등, 1996; Kurahashi 등, 1997; Seguchi 등, 1992). 이러한 살균제들에 대한 육묘상 처리 제형의 개발은 포장에서의 농약 사용량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 부족한 농촌의 유효 노동력의 문제를 해결하며 효과적인 병 방제가 가능하게 할 것으로 본다. 또한 육묘상 처리 제형에 대한 연구가 계속해서 진행되어 살균제의 효과가 잎도열병뿐만 아니라 목도열병까지 지속될 수 있는 새로운 제품의 개발도 필요할 것으로 생각한다.

요 약

Carbosulfan과 합제로 개발한 isoprothiolane과 tricyclazole, 그리고 probenazole을 벼 육묘상자에 처리하고, 처리 당일에 분담에 이양한 후, 잎도열병과 목도열병에 대한 방제 효과를 조사하였다. 세 가지의 살균제는 모두 이양하고 3개월 후까지도 잎도열병을 방제할 수 있었다. 특히 tricyclazole 합제의 경우에는 시간이 경과하면서 그 효과가 더 상승하였으며, 9월 6일 조사 때에 85.5%의 잎도열병 방제 효과를 보였다. 목도열병에 대한 효과는 probenazole이 가장 우수하였는데, 10월 14일에 조사한 probenazole

처리구의 목도열병 이병수율은 6.9%로 78.7%의 무처리구에 비하여 91.2%의 방제 효과를 보였다. Isoprothiolane과 tricyclazole 합제는 잎도열병보다 목도열병에 대한 방제 효과가 저조하였으며, 두 처리구는 각각 47.5%와 61.1%의 효과를 보였다. 이상의 결과처럼 침투이행효과가 우수한 살균제가 벼의 육묘상 처리제로 개발이 가능해진다면 포장에서의 도열병 방제가 효과적이고 간편하게 수행될 수 있을 것이다.

감사의 글

시험에 사용한 살균제를 분양하여 주신 동부정밀과 영일화학에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

- Friedrich, L., Lawton, K., Ruess, W., Masner, P., Specker, N., Rella, M. G., Meier, B., Dincher, S., Staub, T., Uknes, S., Metraux, J., Kessmann, H. and Ryals, J. 1996. A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. *The Plant Journal* 10: 61-70.
- Froyd, J. D., Paget, C. J., Guse, L. R., Dreikorn, B. A. and Pafford, J. L. 1976. Tricyclazole: a new systemic fungicide for control of *Pyricularia oryzae* on rice. *Phytopathology* 66: 1135-1139.
- Kosaka, F. and Okamoto, D. 1971. Water surface application of pesticides. *Shokubutsu Boueki* 25(3): 85-92.
- 倉橋良雄. 1996. 新規イネいもち病防除殺菌剤ウイン(WIN[®]). *農藥研究* 42(4): 60-65.
- Kurahashi, Y. and Hänßler, G. 1998. Win[®](carpropamid) - an ideal fungicide for nursery-box treatment. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 51: 207-218.
- Kurahashi, Y., Sakawa, S., Kiabara, T., Tanaka, K. and Kagabu, S. 1997. Biological activity of carpropamid (KTU3616): a new fungicide for rice blast disease. *J. Pesticide Sci.* 22: 108-112.
- 日本植物防疫協會. 1997. *植物防疫講座*. 528pp.
- 日本植物防疫協會. 1998. *農藥概説*. 246pp.
- 농촌진흥청 농약공업협회. 2003. 농약등록시험담당자교육교재. 338pp.
- Seguchi, K., Kurotaki, M., Sekido, S. and Yamaguchi, I. 1992. Action mechanism of *N*-cyanomethyl-2-chloroisonicotinamide in controlling rice blast disease. *J. Pesticide Sci.* 17: 107-113.
- Sekizawa, Y. and Watanabe, T. 1981. On the mode of action of probenazole against rice blast. *J. Pesticide Sci.* 6: 247-255.
- Watanabe, T., Sekizawa, Y., Shimura, M., Suzuki, Y., Matsumoto, K., Iwata, K. and Mase, S. 1979. Effect of probenazole (Oryzamate[®]) on rice plants with reference to controlling rice blast. *J. Pesticide Sci.* 4: 53-59.
- Yoshino, R. 1988. Present status of occurrence and control of blast disease in Japan. *Japan Pesticide Information* 52: 3-8.