

사과나무 흰날개무늬병과 자주날개무늬병의 약제 방제

이상범* · 정봉구¹ · 김기홍 · 최용문
원예연구소 원예환경과, ¹충북대학교 농생물학과

Chemical Control of White and Violet Root Rot Caused by *Rosellinia necatrix* and *Helicobasidium mompa* on Apple Tree

Sang Bum Lee*, Bong Koo Chung¹, Kee Hong Kim, Yong Mun Choi

*Horticultural Environment Division, National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 410-440, Korea
¹Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Chungbuk National University, Cheongju 360-763, Korea

ABSTRACT : This study was carried out to select effective fungicides against white and violet root rot caused by *Rosellinia necatrix* and *Helicobasidium mompa* with nine fungicides including thiophanate-methyl from 1993 to 1994. Through laboratory, greenhouse and field trials on inhibitory effect of mycelial growth and disease incidence against the two fungal pathogens, 5 fungicides have been selected finally. Thiophanate-methyl, benomyl, iminocladine-triacetate and isoprothiolane were proven to have high control effect against *R. necatrix*. In addition to thiophanate-methyl and benomyl, tolclofos-methyl has been selected for effective control of *H. mompa*, since it showed prominent control effect in field trial than in laboratory or green house test.

Key words : *Rosellinia necatrix*, *Helicobasidium mompa*, apple, chemical control.

우리나라에서 사과가 재배되기 시작한 것은 100여년전으로 추정되고 있으며(11) 재배면적은 매년 증가하여 1994년 현재 5만 2천 ha로 전체 과수 재배면적의 1/5을 차지하는 가장 중요한 과종이다(15). 지금까지 사과재배의 성패 및 생산량에 절대적으로 작용한 중요한 병은 60년대의 부란병, 70년대 탄저병, 80년대의 겹무늬썩음병 등이었다(2). 따라서 현재에는 이들 병에 대해서는 효과적인 방제 방법이나 수단이 개발되어 있다. 그러나 최근들어 왜화 및 밀식 재배의 보급에 따라 토양병의 발생이 증가하는 추세에 있다. 사과나무에 발생하는 중요한 토양병해는 흰날개무늬병과 자주날개무늬병으로 이 두가지 병해에 의한 피해가 적지 않으며 발병이 계속적으로 증가하고 있다. 특히 사과나무가 이들 병에 감염되었다하더라도 처음 2-3년간은 의견상 정상적으로 보여지며 또한 병의 진행 속도가 몹시 느리고 병징의 발현이 뚜렷하지 않기 때문에 발병을 확인하기가 쉽지 않아(7,8) 피해 정도가 점차 확대되고 있는 실정이다. 그러나 아직까지 우리나라에서의 과수 토양병해에

대한 연구는 활발히 이루어지지 않고 있으며, 방제를 위하여 고시 등록된 약제가 전혀 없으므로 약제의 선발 및 방제 대책 마련이 시급한 실정이다. 본 연구는 사과나무 흰날개무늬병과 자주날개무늬병에 대한 방제 대책 수립을 위하여 약제 선발 및 약제방제 가능성을 검토코자 1993년부터 1994년까지 2년간에 걸쳐 수행하였다.

재료 및 방법

공시약제. 날개무늬병균의 방제 약제 선발을 위하여 총 9종의 약제를 공시하였다 (Table 1).

약제의 실내검정. 흰날개무늬병균과 자주날개무늬병균에 대한 균사 생육억제 효과를 검정하기 위하여 PDA배지에서 두 병원균을 15일간 배양한 다음, 균사절편(6mm)을 떼어내어 공시약제의 1,000배 희석액에 10분간 각각 침지한 후 농약이 첨가되지 않은 PDA배지에 접종하여 균사생육을 측정하는 방법과, 멸균한 PDA배지를 60℃ 정도까지 식힌 다음 분주직전에 각각의 공시약제를 1,000배 농도로 첨가하여 조제된 농약첨가 배지상에 균사절편

* Corresponding author

Table 1. Fungicides tested for control of *Rosellinia necatrix* and *Helicobasidium mompa*

Chemicals	I U P A C	ai (%)	Application method
Benomyl WP	Methyl 1-(butyl carbamoyl) benzimidazol-2-ylcarbamate	50	Drenching
Thiophanate-methyl WP	dimethyl-4-4'(O-phenylene) bis(3-thioallophanate)	70	"
Difenoconazole WP	cis,trans-3-chloro-4-[4-methyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-1,3-dioxolan-2-yl] phenyl4-chlorophenyl ether	10	"
Tolclofos-methyl WP	O-2,6-dichloro-p-tolyl-O,O-dimethyl phosphorothioate	50	"
Iminoctadine-triacetate Lq	1,1'-Iminodi(octamethylene) diguanidinium triacetate	25	"
Fluazinam D	3-chloro-N-(3-chloro-5-trifluoromethyl-2-pyridyl)- α - α - α -2,6-dinitro-p-toluidine	0.5	Soil mixing
Isoprothioane Gr	Diisopropyl 1,3-dithiolan-2-ylidene malonate	12	"
Pyroquilon Gr	1,2,5,6-tetrahydro Pyrrolo (3,2,1-ij)quinolin-4-one	2	"
IBP Gr	S-benzyl O,O-di-isopropyl phosphorothioate	17	"

(ϕ 6mm)을 접종하여 균사 생육을 조사하는 방법 등 두가지로 실시하였다. 공시 약제의 균사생육 억제효과는 28°C에서 배양하면서 5일 간격으로 5회에 걸쳐 조사하였다.

배나무 가지를 이용한 약효검정. 밀기울배지(밀기울:지오라이트 1:1 v/v)에 두 병원균을 각각 접종하여 30일 정도 충분히 배양한 접종원을 멸균된 토양과 1:1(v/v)로 혼합하여 이병토양을 조제하였다. 조제된 이병토양을 바닥에 구멍이 뚫린 원형포트(ϕ 20cm, 깊이 20cm)에 3ℓ씩 담고 이 속에 배나무 도장지(ϕ 6~10mm)를 10cm길이를 잘라 포트당 25개씩 10cm 깊이로 묻었다. 공시약제 처리는 수화제와 액제의 경우 1,000배액을 포트당 600ml씩 관주하였고 입제는 20g를 토양 혼합하였다. 처리당 3반복으로 하였고 약효 판정은 처리 40일후에 배나무 가지에 균사나 균사막의 형성 유무와 정도를 조사하여 평가하였다.

온실에서 사과나무 실생묘를 이용한 약효검정. 실내검정에서 균사생육 억제효과가 인정된 5종의 약제에 대하여 온실에서 사과나무 실생묘를 공시하여 방제효과를 검정하였다. 밀기울배지에서 배양된 각각의 병원균을 토양과 동량으로 혼합하여 조제한 이병토양을 20ℓ씩 사각포트(40×25×25cm)에 넣고 각각의 포트에 파종 후 50일 된 실생묘를 40주씩 심었다. 처리당 3반복으로 실시하였으며 공시약제중 수화제와 액제는 1,000배 희석액을 포트당 2.5ℓ씩 관주처리 하였고, 입제는 묘를 심기 전에 포트당 75g(3.75g/ℓ 토양)씩을 토양 혼합 하였다. 약효의 평가는 약제처리 후 10일 간격으로 지상부 이상증상, 고사율 및 뿌리의 감염여부를 조사하였다.

포장에서의 약효검정. 온실검정에서 약효가 월등하고 개발가능한 약제에 대해서는 포장에서 사과나무(3년생, 후지/M26)를 이용하여 약

효검정을 실시하였다. 약제처리의 효율성 및 약제의 정밀한 검토를 위하여 격리된 이병포장을 조성하였다. 포장의 규모는 구당 4m²(2×2m)로 하였고 처리구의 완전한 격리를 위하여 땅속 60cm 깊이까지 시멘트 벽돌로 완전히 차단하였다. 이병토양을 만들기 위해서 처리구당 밀기울 배지에서 충분히 배양된 각각의 병원균 1.5kg씩을 표토 10cm 흙과 잘 혼합하였다. 구당 1주(3년생)씩 4월 상순에 정식하였으며 약제처리는 정식 60일 후에 실시하였다. 약제처리량은 처리구당 수화제와 액제는 40ℓ씩을 토양관주하였고, 입제는 1kg씩을 뿌리부위의 토양과 잘 혼합한 후 다시 복토하였다. 구당 1주씩 3반복으로 실시하였으며 약제처리 90일 후에 1차 지상부의 병징 발현 유무를 조사하였고, 1년 후에 2차로 지상부의 신초생장량 및 지하부의 신근발생량과 동시에 감염정도를 조사하였다.

결과

약제의 실내검정. 흰날개무늬병과 자주날개무늬병에 대한 균사생육 억제효과를 조사하기 위하여 공시약제의 1,000배 희석액에 균사편(φ6mm)을 10분간 침지한 다음 살균제가 첨가되지 않은 PDA배지에 접종하여 20일간 배양

한 후 균사생육을 측정한 결과는 Fig. 1A과 같다. iminoctadine-triacetate는 자주날개무늬병균과 흰날개무늬병균의 균사생육을 완전히 억제했다. 그러나 나머지의 약제는 효과가 인정되지 않았다. 반면에 공시약제를 1,000배로 희석하여 배지내에 첨가한 후 병원균을 접종하였을 때 thiophanate-methyl, benomyl, iminoctadine-triacetate 등은 두 균의 균사생육을 완전히 억제하였다. 한편 isoprothiolane은 흰날개무늬병균의 균사생육을 억제하였을뿐, 자주날개무늬병균의 균사생육 억제효과는 미약하였다(Fig. 1B). 두 병원균에 대하여 균사생육 억제효과를 농도별로 재조사를 실시한 결과는 Fig. 2A과 Fig. 2B에서 보는 바와 같다. thiophanate-methyl과 benomyl은 권장농도보다 훨씬 낮은 62.5μg/ml의 농도에서도 두 병원균의 균사생육을 완전히 억제하였고, iminoctadine-triacetate 액제는 62.5μg/ml의 농도에서 흰날개무늬병균의 생육은 완전히 억제하였으나 자주날개무늬병균의 균사생육을 완전히 억제하지 못했다. 또한 isoprothiolane과 fluazinam은 흰날개무늬병균의 균사생육 억제효과는 뛰어났으나 자주날개무늬병균의 균사생육 억제효과는 거의 없었다. 이와같이 두 병원균은 약제에 대한 반응이 다른 것으로 조사되었다.

배나무 가지를 이용한 약효검정. 배나무 가

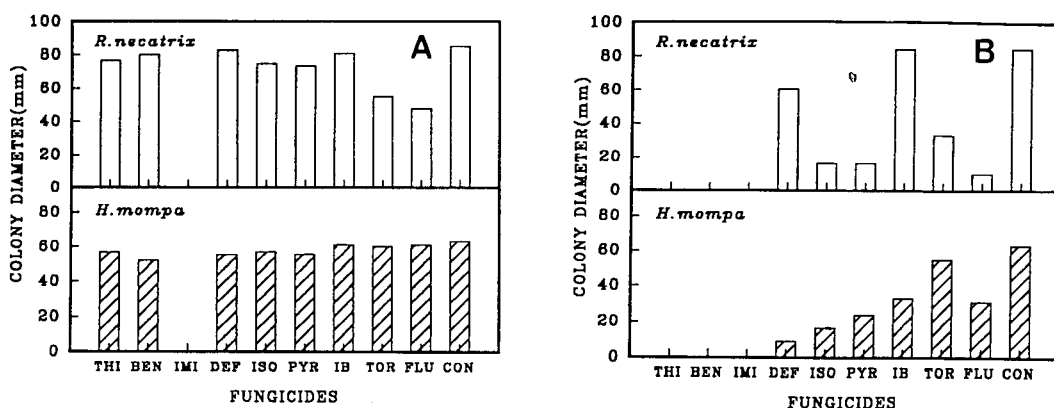


Fig. 1. Inhibitory effect of fungicides on mycelial growth of *Rosellinia necatrix* and *Helicobadium mompa* by dipping(10 minutes) method of hyphal disc of the culture(A) and by inhibition zone method(B). Each bar represents the average of 5 replications of colony diameter in 20-day-old PDA culture containing each fungicide at 1g/ℓ at 28°C. THI : Thiophanate-methyl, BEN : Benomyl, IMI : Iminoctadine-triacetate, DEF : Defenoconazole, ISO : Isoprothiolane, PYR : Pyroquilon, IB : IBP, TOR : Tolclofos-methyl, FLU : Fluazinam, CON : Control.

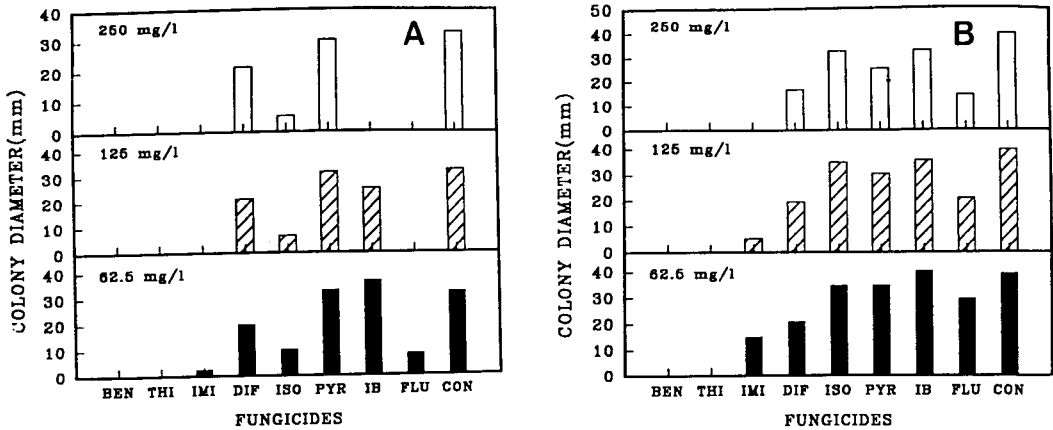


Fig. 2. Inhibitory effect of different concentrations of fungicides on mycelial growth of *Rosellinia necatrix*(A) and *Helicobadium mompa*(B). Each bar represents the average of 5 replications of colony diameter in 5 days grown on PSA at 28°C. BEN : Benomyl, THI : Thiophanate-methyl, IMI : Iminoctadine -triacetate, DEF : Defenoconazole, ISO : Isoprothiolane, PYR : Pyroquilon, IB : IBP, FLU : Fluazinam, CON : Control.

지를 포착재료로 사용하여 조사한 흰날개무늬병에 대한 약효검정 결과 무처리의 병원균 검출율이 100%인 반면, iminoctadine-triacetate가 1.3%의 낮은 병원균 검출율로 가장 효과가 좋았으며, thiophanate-methyl 과 benomyl이 각각 2.7%, isoprothiolane가 4.0%의 검출율로 높은 방제효과를 나타냈다(Table 2).

자주날개무늬병균에 대한 약효 검정에서도 흰날개무늬병의 경우와동일한 경향을 나타냈다(Table 3).

사과나무 실생묘를 이용한 약효검정. 흰날개무늬병균의 경우 무처리 이병주율이 90%를 나타냈으나 thiophanate-methyl과 isoprothiolane 처리구의 이병주율은 각각 5.0%, benomyl과 iminoctadine-triacetate 처리구는 각각 7.5%로 90%이상의 높은 방제효과를 나타냈다(Table 4). 자주날개무늬병의 경우 무처리 이병주율이 85%를 나타냈으나 thiophanate-methyl 처리구의 이병주율은 5.0%로 가장 약효가 좋은 것으로 조사 되었으며 benomyl과 isoprothiolane 처리구에서는 각각 7.5%, iminoctadine-triacetate와 tolclofos-methyl 처리구에서는 10.0%의 이병주율로 공식약제 모두 88% 이상의 방제가를 나타냈다(Table 5).

포장에서의 약효검정. 실내 및 온실 시험을 통하여 약효가 인정된 5종의 약제에 대한 포장에서의 방제효과를 검토하였다. 약제처리 90일 후의 1차 지상부 병정조사에서는 흰날개

무늬병과 자주날개무늬병의 무처리구에서는 잎의 황화증상이 약하게 나타났으나 약제 처리구에서는 아무런 피해증상도 관찰되지 않았다. 그러나 약제처리 1년 후에 실시한 2차 조사에서는 무처리구의 피해증상은 완전하여 고사되는 나무도 있었다. 흰날개무늬병 방제 시험의 경우 무처리구의 3주 모두 심하게 이병되어 잎이 황화되고 새순이 자라지 않으며 뿌리의 신장도 거의 없었었다. 또한 뿌리는 균사 혹은 균사속으로 덮혀 있었다. 그러나 약제처리구에서는 발병을 인정할 정도의 이상증상은 발견되지 않았다(Table 6). 자주날개무늬병 방제 시험의 경우 무처리 3주 모두에서 발병이 확인되었으나 병징의 발현 정도는 흰날개무늬병보다 약하게 나타났다. 약제를 처리한 구에서는 지상부의 뚜렷한 피해증상은 전혀 나타나지 않았고 지하부 뿌리의 굴취조사에서도 감염 및 부패조직은 관찰되지 않았다(Table 7). 따라서 thiophanate-methyl, benomyl, iminoctadine-triacetate 및 isoprothiolane을 흰날개무늬병과 자주날개무늬병의 방제 약제로 선발하였다. 한편 tolclofos-methyl 수화제는 실내검정에서 자주날개무늬병균의 생육 억제 효과는 미약했으나 포장에서의 방제 효과가 우수하여 자주날개무늬병 방제 약제로 추가 선발하였다.

Table 2. Effect of fungicides on the control of *Rosellinia necatrix* examined by baiting method with pear twig

Chemicals	Application method	No. twig ioculated	No. twig infected ^z	% ^y infection
Thiophanate-methyl	Drenching	75	2	2.7 a
Benomyl	"	"	2	2.7 a
Iminoctadine-triacetate	"	"	1	1.3 a
Isoprothiolane	Soil mixing	"	3	4.0 a
Control	-	"	75	100.0 b

^z Examined 40 days after treatment^y Same letter in the same row means no significance at P= .05 by DMRT**Table 3.** Effect of fungicides on the control of *Helicobasidium mompa* examined by baiting method with pear twig

Chemicals	Application method	No. twig ioculated	No. twig Infected ^z	% ^y infection
Thiophanate-methyl	Drenching	75	2	2.7 a
Benomyl	"	"	3	4.0 a
Iminoctadine-triacetate	"	"	4	5.3 a
Isoprothiolane	Soil mixing	"	3	2.7 a
Control	-	"	75	100.0 b

^z Examined 40 days after treatment^y Same letter in the same row means no significance at P= .05 by DMRT**Table 4.** Effect of fungicides application on the control of *Rosellinia necatrix* on apple seedlings in greenhouse

Chemicals	Application method	No. twig ioculated	No. twig Infected ^z	% ^y infection
Thiophanate-methyl	Drenching	120	6	5.0 a
Benomyl	"	"	9	7.5 a
Iminoctadine-triacetate	"	"	9	7.5 a
Isoprothiolane	Soil mixing	"	6	5.0 a
Control	-	"	108	90.0 b

^z Examined 60 days after treatment^y Same letter in the same row means no significance at P= .05 by DMRT**Table 5.** Effect of fungicides application on the control of *Helicobasidium mompa* on apple seedlings in greenhouse

Chemicals	Application method	No. twig ioculated	No. twig Infected ^z	% ^y infection
Thiophanate-methyl	Drenching	40	2	5.0 a
Benomyl	"	"	3	7.5 a
Iminoctadine-triacetate	"	"	4	10.0 a
Tolclofos-methyl	"	120	2	10.0 a
Isoprothiolane	Soil mixing	"	3	7.5 a
Control	-	"	34	85.0 b

^z Examined 60 days after treatment^y Same letter in the same row means no significance at P= .05 by DMRT

Table 6. Effect of fungicides application on the control of *Rosellinia necatrix* on apple tree in field

Chemicals	No. tree infected/tested	Color ^z of leaves	Degree ^y of shoot growth	Degree of root growth	Formation of hyphal mat
Thiophanate-methyl	0/3	N ^x	+++ ^w	+++	-
Benomyl	0/3	N	+++	++	-
Iminoctadine-triacetate	1/3	N	+++	+	-
Isoprothiolane	1/3	N	+++	+++	±
Control	3/3 ^v	Y	±	-	+++

^z Examined 90 days after treatment.^y Examined 1 year after treatment.^x N: Normal, Y: Yellow^w +++: super, ++: very good, +: good, ±: poor, -: none^v All trees were killed**Table 7.** Effect of fungicides application on the control of *Helicobasidium mompa* on apple tree in field

Chemicals	No. tree infected /tested	Color ^z of leaves	Degree ^y of shoot growth	Degree of root growth	Formation of hyphal mat
Thiophanate-methyl	0/3	N ^x	++ ^w	++	-
Benomyl	0/3	N	++	++	-
Iminoctadine-triacetate	1/3	N	++	+	-
Tolclofos-methyl	0/3	N	+++	++	-
Isoprothiolane	1/3	N	++	++	±
Control	3/3 ^v	Y	±	-	+++

^z Examined 90 days after treatment.^y Examined 1 year after treatment.^x N: Normal, Y: Yellow^w +++: super, ++: very good, +: good, ±: poor, -: none^v All trees were killed

작물의 토양병해는 일반적으로 경종적인 방제가 매우 어려운 것으로 되어 있으며 과수의 경우 더욱 그러하다. 사과나무는 영년생 작물로 한번 재식되면 경제수령이 20년이상이나 되어 1년생 초본류와 같이 윤작이나 병든 식물체의 제거가 쉽지 않기 때문이다.

과수 날개무늬병에 대한 경종적 방제연구로 전정이나 적과에 의한 수세조절 혹은 병원균의 확산을 막기위한 차단구의 설치 등 많은 연구가 진행되어 왔으나 뚜렷한 방제방법이 제시되지 못하고 있다. 이러한 이유는 날개무늬병균의 토양내 생존기간이 5년이상이나 되는 긴 생존력과 깊은 관계가 있을 것으로 추측된다(7,8).

약제 및 열처리에 의한 토양소독(1,4,9,10,13,16,18,20,23,26)방법은 근본적인 방제 방법이라 할 수 있으나 방제비용과 노동력의 투입이 막대하므로 실용성이 떨어지고 있다. 또 다른

방법으로는 묘목소독(12,24)이 있으나 이 방법 역시 약효의 지속성을 고려할때 충분한 방제효과를 얻을 수 없는 단점이 지적되고 있다. 그러므로 최근에는 이병주에 대한 집중적인 치료(6,19,22,25,)에 초점을 맞추어 연구가 진행되고 있다.

Arai(1)가 왜성사과나무의 흰날개무늬병이 병주에 대한 약제치료효과에 대하여 보고한 이후 Duan(3)등은 bavistine, benomyl, basamid수화제 500배를 토양관주한 다음 비닐로 덮어두면 방제효과가 있다고 하였다. 또한 Gupta(5)등은 bavistin, topsin-M, captan 및 aureofungin등을 토양관주하여 발병억제효과를 확인하였으며, 특히 aureofungin+copper sulfate 처리가 가장 효과적 이었다고 하였다. Murabayashi(14)등은 트리아졸계 유도체의 두 isomer중 trans-isomer가 cisisomer보다 *R. necatrix*에 대하여 더 강한 항균활성을 나타

낸다고 하였다. Sharma(17)등은 토양처리한 약제의 이동과 지속기간을 조사하여 carbendazim, thiabendazole 및 triforine 등은 6cm 정도, thiram은 겨우 4cm 정도 토양내에서 이동을 하며, carbendazim과 thiabendazole은 120~180일까지, triforine은 60일, thiram은 30일까지 약효가 지속된다고 보고하였다. 이와 동일한 연구를 통하여 Gupta(5)는 약효의 분해속도는 토양온도에 따라 다르며 고온에서 훨씬 빠르게 분해된다고 보고하였다. 이병 방제를 위한 생물적 방제 연구도 활발히 진행되어 왔으나(21) 아직까지 포장에서의 방제 효과에 대한 보고는 없다.

현재까지 우리나라에서는 본 병 방제를 위한 약제의 선발이 이루어진 적이 없으며 물론 등록된 약제도 전혀 없다. 한편 과수의 경우 토양 병해에 대한 방제 약제 선발 기준 및 방법도 아직 확립되어 있지 않으므로 선발 기준 및 방법이 절실히 요구되고 있다. 과수 토양 병해 약제 선발의 기준 및 방법의 설정에는 시험 포장의 확보 및 규모, 약제의 처리량과 방법, 조사 기준 및 방법 등 지상부에 발생하는 병해와는 다른 조건들이 고려되어야 할 것으로 생각된다. 흰날개무늬병과 자주날개무늬병 방제 약제를 선발하기 위하여 실내, 온실 및 포장에서의 약효 검정을 실시한 결과 균의 생육억제 효과가 높은 약제들이 포장 시험에서도 좋은 방제 효과를 나타냈다. 그러나 tolclofos-methyl은 자주무늬병균의 생육 억제는 미약하였으나 온실 및 포장에서의 방제 효과는 좋았으므로 선발하였다.

본 연구에서 선발된 5종의 약제들은 현재 고시시험 중에 있으며 앞으로 날개무늬병 방제에 유용하게 이용되어 질 것으로 생각되고 있다. 그러나 약제처리 시기, 처리 약량과 농도, 처리회수 등 추후 연구 검토되어야 할 많은 부분들이 과제로 남아 있다.

적 요

사과나무 흰날개무늬병과 자주날개무늬병 방제약제 선발을 위하여 9종의 살균제를 공시하여 균사 생육 억제 효과 검정, 배나무 가지

와 실생묘를 이용한 온실에서의 약효검정 및 포장에서의 방제효과를 1993년 부터 1994년까지 2년간에 걸쳐 수행하였다. 시험 결과 thiophanate-methyl, benomyl, iminoctadine-triacetate 및 isoprothiolane은 흰날개무늬병에 대한 효과가 우수하였다. 또한 thiophanate-methyl, benomyl 및 tolclofos-methyl은 자주날개무늬병에 대한 방제 효과가 우수하였다. 특이적으로 tolclofos-methyl 수화체는 자주날개무늬병균에 대한 실내검정에서의 약효는 낮았으나 포장에서의 방제효과가 우수하였다.

참고문헌

1. Arai,S., Fukushima,C. and Segawa,K. 1989. Studies on control of white and violet root rot diseases caused by *Rosellinia necatrix* Prillieux and *Helicobasidium mompa* Tanaka at apple trees. 1. Curative effect on fungicides on dwarf apple trees by soil treatment of root range of individual trees. Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan. No. 40, 74-76.
2. 대구사과연구소. 1993. 한국, 일본, 미국의 사과 병해충. 농촌진흥청. 142pp.
3. Duan,C.H., Tsai,W.H. and Tu,C.C. 1990. Dissemination of white root rot disease of loquat and its control. Journal of Agricultural Research of China. 39(1):47-54.
4. Freeman,S., Szejnberg,A., Shabi,E. and Katan,J. 1990. Long-term effect of soil solarization for the control of *Rosellinia necatrix* in apple. Crop-Protection. 9(4): 312-316.
5. Gupta,V.K. 1988. Effect of soil temperature on the degradation of different fungicides. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology. 18(1):70-71.
6. Gupta,V.K. and Gupta,S.K. 1992. Management of white root rot of apple with fungicide drenching. Indian-Phytopathology.

- 45(2):239-240.
7. 北島 博. 1979. 果樹 の 病害 : 紫紋羽病. 農業 および 園藝. 54(10):1301-1305.
 8. 北島 博. 1979. 果樹 の 病害 : 白紋羽病. 農業 および 園藝. 54(11):1405-1409.
 9. Jones, A. L. and Aldwinckle, H. S. 1991. Compendium of Apple and Pear Diseases. APS press. 100pp.
 10. Kubomura, Y., Ieki, H. and Itoi, S. 1970. Soil disinfection with chloropicrin against white root rot fungus, *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl., in different soils. Bull. Sericul. Exp. Sta. 24(2):287-302.
 11. 이광연. 1981. 과수 원예 총론. 향문사. 316pp.
 12. Matuo, T. and Sakurai, Y. 1954. Hot-water-disinfection of the sapling of the mulberry tree infected by *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. and the situation of the isolation ditch preventing the development of this disease in the mulberry farm. J. Sericult. Sci. Japan. 23(5):271-277.
 13. Matuo, T. and Sakurai, Y. 1959. On the fungicidal effect of chloropicrin and other few drugs upon *Rosellinia necatrix* and *Corticium centrifugum* in the soil. J. Sericult. Sci. Japan 28:395-401.
 14. Murabayashi, A., Masuko, M., Niikawa, M., Shirane, N., Furuta, T., Hayashi, Y. and Makisumi, Y. 1991. Antifungal and plant growth inhibitory activities of stereo and optical isomers of 2-triazolylcycloalkanol derivatives. Journal of Pesticide Science. 16(3) : 419-427.
 15. 원예연구소. 1995. 원예작물 재배 현황. 농촌진흥청. 42pp.
 16. Sakuma, T., Miyagawa, H., and Koganezawa, H. 1984. Effect of chloropicrin applied mechanically for controlling *Helicobasidium mompa*, the fungus causing apple violet root rot, and its evaluation using a susceptible plant, *Medicago sativa*. Bulletin of the Fruit Tree Research Station, C Morioka, Japan. 11:39-47.
 17. Sharma, S.K. and Gupta, V.K. 1985. Movement and persistence of fungicides in apple soils. Indian Phytopathology. 38(4): 648-652.
 18. Szejnberg, A., Freeman, S., Chet, I. and Katan, J. 1987. Control of *Rosellinia necatrix* in soil and in apple orchard by solarization and *Trichoderma harzianum*. Plant Disease. 71:365-369.
 19. Tadao, U.I. 1984. Handbook of soil-borne diseases. Japan Plant Protection Association. 349pp.
 20. Tjamos, E.C. 1991. Post-plant application of soil solarization for tree crops. FAO Plant Production and Protection Paper. 109:243-252.
 21. Yasuda, M. and Komamura, K. 1993. Characteristics of fluorescent pigment-producing *Pseudomonas* strains isolated from soil of loquat and satsuma orchards, and roots of loquat trees. Bulletin of the Fruit Tree Research Station. 24:23-32.
 22. 栗田年代. 1986. 落葉果樹栽培の問題點-紋羽病を中心に. 農藥 33(1):1-32.
 23. 久保村安衛, 家城洋之, 赫丁節美. 1970. 各種土壤中の白紋羽病菌に對する クロロピクリンによる 土壤消毒. 蠶試報 24(2):287-302.
 24. 松尾卓見, 櫻井善雄. 1954. 白紋羽病 被害桑苗の 温湯消毒と 桑園に 於ける 本病遮斷溝の 位置. 日蠶雜 23:271-277.
 25. 落合政文, 林 重昭. 1974. ベノミル劑 およびチオファネートメチル劑による リンコ白紋羽病の 治療效果. (講要). 日植病報. 40:228.
 26. 渡邊文吉郎, 高木文男. 1956. クロロピクリンによる ラミー-白紋羽病の 防除. 九州農業研究 4(1):107-120.