

## 약제 관주처리에 의한 양액재배 토마토의 역병 방제 및 농약잔류 특성

임양빈\* · 이중섭<sup>1</sup> · 경기성 · 김찬섭 · 오경석<sup>2</sup> · 진용덕 · 이병무

농업과학기술원 농약안전성과, <sup>1</sup>원예연구소 원예환경과, <sup>2</sup>농촌진흥청

**요약** : 양액재배 토마토에 심각한 피해를 주는 역병균에 대한 효과적인 방제방법을 조사하였다. 역병 방제용으로 사용되고 있는 3종의 약제를 선정하여 실내 스크리닝을 통하여 역병균에 대한 높은 방제효과를 나타낸 metalaxyl · copper oxychloride 수화제(15% metalaxyl+35% copper oxychloride) 및 dimethomorph · dithianon 수화제(8% dimethomorph+30% dithianon) 2 종을 선발하고, 유묘검정을 통하여 이들 약제의 최적처리농도를 5,000배액으로 정하였다. 약제처리 시험은 토마토를 암면에 정식하고 40일 후에 역병균을 접종하였으며, 역병처리 5일 후 선발된 약제를 5,000배액으로 희석하여 암면당 약 0.5 L씩 1회~3회 살포하였다. 약제살포 후 15일에 토마토 및 양액을 각각 채취하여 잔류농약을 분석한 결과 metalaxyl과 dithianon은 토마토에서 검출되지 않았고 dimethomorph는 2회와 3회 처리구의 토마토에서 각각 0.001과 0.003 mg/kg 검출되었으나 토마토의 잔류허용기준(1.0 mg/kg)에는 크게 미달하였다. 또한, 양액시료중 농약잔류량은 토마토 수확 당일 3회 처리구에서 metalaxyl 1.242 mg/kg, dimethomorph 0.726 mg/kg, dithianon 2.875 mg/kg이 각각 검출되었다. 역병 방제효과시험에서 약제를 1회 및 2회 처리시 metalaxyl · copper oxychloride 수화제 처리구에서 발병율은 30.5~50%이었으며, dimethomorph · dithianon 수화제 처리구에서는 16.7%~25%의 발병율을 나타내었다. 그러나 3회 처리구에서는 역병이 전혀 발병되지 않았으며, 모든 처리구에서 약해는 관찰되지 않았다. 따라서, 양액재배 토마토의 역병 방제를 위해서는 metalaxyl · copper oxychloride 수화제 또는 dimethomorph · dithianon 수화제를 각각 5,000배로 조제하여 암면에 15일 간격으로 3회 관주처리(약 0.5 L/회/주) 하는 것이 방제효과와 생산물의 안전성 측면에서도 만족스러운 것으로 확인되었다.(2002년 11월 1일 접수, 2002년 12월 13일 수리)

**Key words** : tomato, *Phytophthora* root rot, metalaxyl · copper oxychloride, dimethomorph · dithianon, hydroponic culture, pesticide residue

### 서론

우리 나라의 토마토 재배면적은 5,000 ha 정도이며 그 중 수경재배 면적은 259 ha로 전체 5.2%를 차지하고 있다(작물통계, 2001). 양액재배는 역병이나 시들음병 같은 토양 전염성 병해 발생을 방지하고 연작장해를 극복하기에 가장 효과적인 방법으로 알려졌으나 최근에는 양액재배에서도 역병이 발생되어 커다란 피해를 나타내고 있는 실정이다(전 등, 2000). *Phytophthora* 속 균에 의해 발생하는 모든 식물병해를 역병이라 하며, 역병균은 편모를 가지고 물 속에서 능동적으로 이동하기 때문에 양액재배에서 일단 발병

할 경우 심각한 피해를 주는 병원균으로 알려져 있다(지 등, 2000). 국내 양액재배 시설에서 역병을 일으키는 병원균으로는 *Phytophthora drechsleri*, *P. infestans*, *P. nicotianae*, *P. capsici* 등 4종이 알려져 있으며, 토마토에서는 *P. capsici*가 주로 발생하여 피해를 준다(지 등, 1998; 지 등, 2000). 특히, 양액재배에서 역병균에 의해 피해가 크게 나타나는 이유는 병원균이 반수생균으로 작물의 뿌리가 항상 양액에 담겨져 있거나, 양액이 계속 공급되기 때문에 전파가 용이하고, 증식하는데 적당하기 때문이다. 일반적인 토양재배에서는 역병을 방제하기 위하여 metalaxyl 및 metalaxyl · 동제를 역병균이 존재하는 뿌리 부위에 직접 관주처리하는 것이 효과적이라고 알려져 있다(Papavizas와 Bowers, 1981; 성과 황, 1988). 그러나, 양액재배에서는

\*연락처자

농약이 다량 관주처리될 경우 침투 이행성이 큰 약제는 뿌리를 통해 작물체내로 흡수가 계속되어 열매나 잎 등에 축적되어 약해를 일으킬 가능성이 매우 높으며, 수확 후 가식부위에 잔류농약이 과다하게 존재할 가능성이 매우 높다(이와 김, 1997; 이, 1997).

따라서, 본 시험은 양액재배 토마토의 주요 역병균으로 알려진 *P. capsici*를 효과적으로 방제할 수 있도록 역병균에 효과가 높은 것으로 알려진 약제들을 대상으로 실내 검정법을 실시하여 방제효과가 높은 약제를 선발하고, 그 약제의 적정 처리농도를 구하였다. 토양관주처리와 유사하게 암면에 관주방법으로 약제를 처리하고, 역병에 대한 방제효과, 약해 및 과실중 잔류농약을 분석하여 방제방법의 안전성을 종합적으로 평가하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시험약제 및 표준품

양액재배 토마토에 발생하는 역병(*P. capsici*)에 대한 효과적인 방제약제를 선발하기 위하여 역병 방제용으로 널리 알려진 oxadixyl · copper hydroxide 수화제(8% oxadixyl+62% copper hydroxide), metalaxyl · copper oxychloride 수화제(15% metalaxyl+35% copper oxychloride) 및 dimethomorph · dithianon 수화제(8% dimethomorph+30% dithianon) 3종의 약제를 시판상에서 구입하여 사용하였다. 잔류분석 시험에 사용한 표준품은 농약회사로부터 분양 받아 사용하였으며, 순도는 94% 이상이었다.

### 역병방제용 농약선발

Oxadixyl · copper hydroxide 수화제, metalaxyl · copper oxychloride 및 dimethomorph · dithianon 3종을 대상으로 그림 1과 같이 저지원법을 이용하여 병원균의 균사생육 억제효과가 큰 약제를 시험약제로 선발하였다. 3종의 시험 약제가 각각 10,000, 15,000, 20,000 및 25,000배로 첨가된 감자한천배지(PDA)에 배양한 역병균의 균총(직경 1 cm)을 접종한 후 28°C에서 5일간 배양한 균총의 직경을 측정하였다.

### 시험토마토

본 시험에 사용한 토마토는 농가에서 널리 재배되고 있는 다니엘라 품종을 사용하였다. 토마토 종자

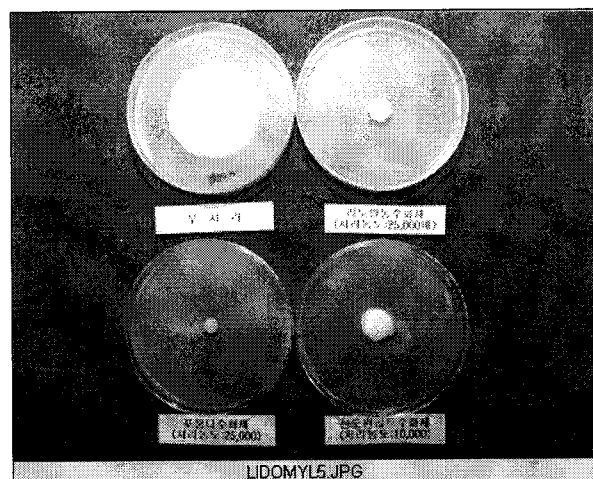


Fig. 1. Inhibitory effect of three pesticides to *Phytophthora capsici* 5 days after inoculation. Upper left; control, upper right; metalaxyl · copper oxychloride WP(×25,000), lower left; dimethomorph · dithianon WP(×25,000), and lower right; oxadixyl copper hydroxide WP(×10,000).

를 25°C에서 12시간 최아시킨 후 받아들인 종자를 50공 플러그 포트에 파종하였다. 파종후 25°C로 조절된 온실에서 28일간 육묘후 묘의 크기가 12~13 cm 되는 건강한 묘를 1.5 cm 구멍이 있는 사각형 암면큐브(9 × 9 cm)에 이식하였다. 양액재배용 베드를 사용하여 펄라이트를 적당량 채운 후 육묘용 암면큐브를 그 위에 올려 재배하였다. 그 밖의 토마토 양액 재배방법은 원예연구소 및 농가의 표준 경종법에 준하여 재배하였다.

### 역병 방제효과

역병방제 효과검정은 순환식 양액재배 시설이 갖추어진 유리온실에서 실시하였다. 시험구의 크기는 4.5 m<sup>2</sup>였으며, 시험구당 토마토 재식주수는 16주였다. 약제살포회수에 따라 1, 2, 3회 약제 처리구를 두고, 난괴법 3반복으로 시험하였다. 재배기간 중 양액은 생장단계에 따라 매일 10분씩 6~10회까지 공급하였으며, 시험기간 중 총 3회에 걸쳐서 양액을 교환하였다. 토마토 정식 40일 후 역병균(*P. capsici*) 배양액(유주자 농 약 25 개/mL)을 주당 4 mL씩 접종하고, 병원균 접종 5일 후에 각 약제의 5,000배 희석액을 소형 동력 분무기를 이용하여 주당 약 0.5 L씩 15일 간격으로 1~3회 관주처리하였다. 역병 발병율은 각 약제의 처리구별로 이병률을 조사하여 구하였으며, 최종 약제

처리 15일에 토마토와 양액을 채취하였다.

**잔류농약 분석 및 회수율 시험**

Metalaxyl의 잔류량은 토마토 시료 50 g을 100 mL acetone을 넣고 마쇄하여 흡인여과하고 여액에 50 mL 포화식염수, 450 mL 증류수 및 50 mL dichloromethane을 넣고 2회 분배추출한 다음 Florisil column chromatography 정제 후 GLC/NPD를 이용하여 정량 분석하였으며, 양액중 잔류량은 양액시료 500 mL에 50 mL의 dichloromethane으로 2회 분배 후 정량 분석하였다. 분석에 사용된 컬럼은 HP-5(5% phenyl methyl siloxane, 길이 30 m×내경 0.25 mm×필름두께 0.25 um)이었으며, 분석온도는 분리관의 경우 150℃에서 분당 10℃씩 올려 230℃에서 5분간 유지시켰으며, 주입구는 250℃, 검출기의 온도는 270℃이었다.

Dithianon의 잔류량 분석은 토마토 시료 50 g에 4N-HCl 용액을 10 ml를 첨가하여 산성으로 전환시킨 후 150 mL acetone을 첨가하여 마쇄 추출하고, 50 mL chloroform으로 2회 분배추출한 후 silica gel을 이용하여 정제하였다. Dithianon의 분석은 LiChrocart RP-18 (길이 25 cm×내경 4 mm, 입자크기 0.5 um) 컬럼이 장착된 HPLC(HP-1050)를 사용하였으며, 이동상으로 혼합용매액(acetonitrile : water = 80 : 20 v/v)을 사용하여 파장 254 nm에서 정량분석하였다. 양액중 dithianon의 잔류량도 토마토와 동일한 과정으로 정량하였다(박 등, 1993). 토마토 중 dimethomorph의 분석은 acetone 100 mL로 마쇄추출한 후 여액을 50 mL dichloromethane으로 2회 분배추출하여 Florisil로 정제한 후 dithianon과 동일한 분석기기와 컬럼을 사용하였으며, 이동상으로 혼합용매액(acetonitrile : water = 50 : 50 v/v)을 사용하여 파장 240 nm에서 정량분석하였고, 양액중 잔류량은 토마토와 동일한 과정으로 분

석하였다.

시험약제의 표준품을 용해도에 따라 acetone, acetonitrile에 용해하여 stock solution을 조제하고, 이들 용액을 acetone으로 희석하여 회수율 시험 및 분석에 사용하였다. 회수율 시험은 토마토의 경우는 metalaxyl은 0.2와 0.4 mg/kg, dithianon과 dimethomorph는 0.02와 0.04 mg/kg 그리고 양액의 경우는 0.02와 0.04 mg/kg 이 되도록 표준물질의 stock solution을 첨가한 후 상기 약제별 분석법과 동일한 과정으로 실시하여 회수율을 구하였다.

**결과 및 고찰**

**역병 방제용 농약선발**

사용한 약제에 대한 역병균의 균사생장 억제정도를 조사한 결과는 표 1에서 보는 바와 같다. Oxadixyl · copper hydroxide 수화제는 10,000배 농도로 처리된 배지에서 균총의 직경이 20.3 mm, 25,000배 농도에서도 균총의 직경이 49.8 mm로 대조구의 균총 직경 50.8 mm와 거의 차이가 없었다. 따라서, oxadixyl · copper hydroxide는 역병균에 대한 균사 생육억제효과가 높지 않음을 확인할 수 있었다. 그러나, metalaxyl · copper oxychloride 수화제 및 dimethomorph · dithianon 수화제가 10,000~25,000배 농도로 처리된 배지에서는 균사의 생육이 관찰되지 않아 생육 억제효과가 높음을 확인하였다. 따라서, 역병균에 대한 방제효과가 높은 metalaxyl · copper oxychloride 수화제와 dimethomorph · dithianon 수화제를 시험약제로 선발하였다. 선발된 두 약제는 가장 높은 처리농도인 10,000배액에서 모두 우수한 억제효과를 나타냈으나, 양액재배 시설에서 약제를 암면에 관주할 경우 양액에 의한 희석을 고려하여 시험한 농도수준보다 2배 높은 5,000배액을 각 약제의 처리농도로 정하였다.

Table 1. Comparison of mycelial growth of *Phytophthora capsici* on potato dextrose agar medium amended with several concentration of three pesticides

Dilution rate	Incubation period (day)	Mycelial growth (mm)		
		Oxadixyl · copper hydroxide	Metalaxyl · copper oxychloride	Dimethomorph · dithianon
Control	5	50.8	-	-
10,000	5	20.3	0.0	0.0
15,000	5	27.8	0.0	0.0
20,000	5	43.8	0.0	0.0
25,000	5	49.8	0.0	0.0

Table 2. Recoveries of three pesticides in tomato and culture solution

Pesticide	Sample	Fortification level (mg/kg)	Mean recovery (%)	LOQ <sup>a)</sup> (ppm)
Metalaxyl	Tomato	0.2	113	0.02
		0.4	113	
	Culture solution	0.02	102	0.002
		0.04	107	
Dithianon	Tomato	0.02	87	0.003
		0.04	88	
	Culture solution	0.02	99	0.003
		0.04	90	
Dimethomorph	Tomato	0.02	94	0.001
		0.04	82	
	Culture solution	0.02	99	0.001
		0.04	104	

<sup>a)</sup>Limit of Quantitation.

### 회수율 및 검출한계

잔류분석법의 신뢰성을 검증하기 위하여 실시한 잔류농약의 회수율과 검출한계를 조사한 결과는 표 2와 같다. 농약의 종류와 처리농도 및 매체에 따라서 다소의 차이는 있지만 분석방법으로서 높은 신뢰수준의 결과를 얻었다. 회수율은 82~113%로서 3종의 농약 모두 회수율이 비교적 높고 안정적이었으며, 농약 및 매체에 따른 변이도 적었다. 검출한계에 있어서는 토마토에 대한 metalaxyl의 경우 0.02 mg/kg으로서 다소 높았으나 잔류허용기준인 0.5 mg/kg의 1/25 수준이어서 안전성을 평가하는데 문제점이 없었다. 그 외의 경우에는 0.003 mg/kg 이하의 검출한계를 보여 매우 낮은 농도까지 정량이 가능하였다.

### 토마토 및 양액중 농약 잔류량

약제를 최종 관주처리한 후 토마토와 양액 중 농약 잔류량을 조사한 결과는 표 3과 같다. Metalaxyl · copper oxychloride 수화제를 처리한 경우 약제처리 회

수에 관계없이 분석성분인 metalaxyl이 토마토에서 검출한계 미만으로 검출되지 않았으나 양액에서 2회 처리구 0.663 mg/kg, 3회 처리구 1.242 mg/kg이 각각 검출되었고, 1회 처리구에서는 검출한계 미만으로 검출되지 않았다. Dimethomorph · dithianon 수화제를 처리한 경우 2회 및 3회 처리구의 토마토에서 dimethomorph 성분이 0.001 및 0.003 mg/kg, 양액에서 0.141 및 0.726 mg/kg 검출되었으나, 토마토에서 검출된 수준은 국내 잔류허용기준인 1.0 mg/kg보다 훨씬 낮아 안전성에는 문제가 없는 것으로 판단되었다(식품공전, 2001). Dithianon은 모든 처리구수준에서 토마토에 검출되지 않았으나, 2 및 3회 처리구의 양액에서 0.89~2.875 mg/kg 수준으로 검출되었다. 일반적으로 시험약제의 추천농도는 metalaxyl · copper oxychloride 수화제는 1,000배액을 담배에 주당 250 mL씩 토양관주처리하며, dimethomorph · dithianon 수화제는 500배액을 토마토에 경엽살포하도록 안전사용기준이 설정되어 있다(농약사용지침서, 2002). 본 시험의 경우 추천농도

Table 3. Pesticide residues in tomato and culture solution with different drenching times of the pesticides at the first harvest of tomato

Pesticide	Pesticide residue at drenching time(mg/kg)					
	Once		Twice		Thrice	
	Tomato	Culture solution	Tomato	Culture solution	Tomato	Culture solution
Metalaxyl	<0.02	<0.002	<0.02	0.663	<0.02	1.242
Dimethomorph	<0.001	<0.001	0.001	0.141	0.003	0.726
Dithianon	<0.003	<0.003	<0.003	0.890	<0.003	2.875

보다 5배 이상 낮은 농도인 5,000배액으로 희석된 농약을 뿌리 부근에 관주처리하여도 초기 처리약량이 추천농도에 비하여 매우 낮기 때문에 토마토에서 잔류농약이 검출되지 않거나 아주 낮은 수준으로 검출된 것으로 추정되었다. 살포약제들은 침투성 약제로 알려져 있으나 주성분 함량이 가장 낮은 dimethomorph(8%)가 토마토에서 검출된 것은 토마토의 뿌리를 통해 쉽게 흡수되어 과실까지 이동하였으며, 약제의 높은 침투이행성은 옥타놀-물 분배계수(log Kow=2.63)와 관련있는 것으로 추정되었다. 농약들의 침투이행성을 조사한 연구에 따르면 뿌리를 통한 침투이행성이 가장 큰 농약들은 log Kow가 3에 근접한 농약들로 조사되었으며, 본 시험에서 검출된 dimethomorph는 토마토 양액재배에서 뿌리를 통한 침투이행성이 높은 약제로 분류될 수 있을 것이다(Edgington, 1981; Sicbaldi 등, 1997; The Pesticide Manual, 2000).

**처리구별 역병 발병율**

토마토 정식 40일 후 역병균을 접종하고, 병원균 접종 5일 후부터 15일 간격으로 선발된 2종의 농약을 각각 5,000배 희석농도로 1~3회 관주처리 후 방제효과를 조사한 결과는 그림 2와 같다. Metalaxyl · copper oxychloride 수화제의 경우 역병 발병율은 1회 처리구 50%, 2회 처리구 30.5%로 비교적 높게 발병하였으나 3회 처리구에서는 전혀 발병되지 않았다.

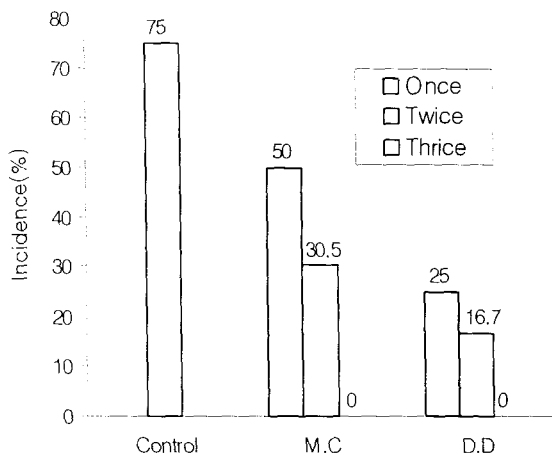


Fig. 2. Incidence of *Phytophthora* root rot in tomato inoculated with *Phytophthora capsici* at the given drenching times of two pesticides.

M · C : Metalaxyl · Copper oxychloride WP,  
D · D : Dimethomorph · Dithianon WP.

Dimethomorph · dithianon 수화제 처리구는 metalaxyl · copper oxychloride 수화제 처리구와 유사하여 역병 발병율은 1회 처리구 25.0%, 2회 처리구 16.7% 발병하였으나 3회 처리구에서는 전혀 발병되지 않았다. Dimethomorph · dithianon 수화제의 1 및 2회 처리구에서 metalaxyl · copper oxychloride 수화제에 비하여 역병 발병율이 낮은 이유는 dimethomorph · dithianon 수화제가 보호 및 치료용 살균제의 혼합제이기 때문에 역병 발병을 억제하는 효과가 높았다고 생각된다. 이러한 결과는 고추에 대한 역병방제시험에서 단제의 토양 관주처리보다 혼합제의 토양 관주처리가 효과적이었다는 보고와 일치하였다(성과 황, 1988; 이, 1997).

또한, 시험약제에 대하여 약해 유무를 조사한 결과 모든 처리구에서 약해가 발견되지 않아 선발약제의 처리농도 5,000배는 관주처리 농도로 안전하였다.

이상의 결과를 종합하면 선발된 약제인 metalaxyl · copper oxychloride 수화제와 dimethomorph · dithianon 수화제 5,000배액을 15일 간격으로 3회 암면에 관주처리하는 것이 양액재배 토마토의 역병 방제에 매우 효과적이고 안전한 약제처리방법으로 조사되었다. 선발된 약제중 metalaxyl · copper oxychloride 수화제는 토마토에 미등록 약제이나 양액재배에 대한 농약안전사용기준이 설정될 경우 약효·약해 및 잔류성에서 효과가 높고 안전하기 때문에 농약등록이 가능할 것을 판단되었다. 또한, 현재의 농약안전사용기준은 관행 재배의 방제방법에 대하여 대부분 설정되어 있으나, 양액재배지에서 식물병의 방제에 대한 기준은 설정되어 있지 않기 때문에 앞으로 재배면적의 증가가 예상되는 양액재배 작물에 대해서도 재배방법에 맞는 새로운 농약안전사용기준이 설정되어야 할 것으로 사료된다(농약사용지침서, 2002).

**인용문헌**

Edgington L.V. (1981) Structural requirements of systemic fungicides. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19:107~124.  
Papavizas G. C., J.H. Bowers (1981) Comparative fungitoxicity of captafol and metalaxyl to *Phytophthora capsici*. *Phytopathology* 71(2):123~128.  
Sicbaldi F., G.A. Sacchi, M. Trevisan and A.A.M. Delre (1997) Root uptake and xylem translocation of

- pesticide from different chemical classes. *Pestic. Sci.* 50:111~119.
- The Pesticide Manual (2000) British Crop Protection Council.
- 농약사용지침서 (2002) 농약공업협회.
- 박창규, 임양빈, 임건재 (1993) 약용작물에 대한 잔류 농약 분석법 확립. 농약연구소 시험연구보고서. pp. 443~452.
- 성낙규, 황병국 (1988) Metalaxyl과 metalaxyl동 혼합제의 고추역병 방제효과 비교. 한국식물병리학회지 4(3):185~196.
- 식품공전 (2001) 식품의약품안전청.
- 이영근 (1997) 고추근권토양 약제처리에 의한 역병방제효과. 안동대 농업과학기술연구소 논문집 3:81~89.
- 이중섭, 김기홍 (1997) 과채류 양액재배지 병해발생 상태 및 방제연구. 원예연구소 시험연구보고서. pp. 819~823.
- 작물통계 (2001) 농림부.
- 전홍용, 이중섭, 박종환, 한경숙 (2000) 과채류 양액재배지 역병발생상태 및 방제연구. 원예연구소 시험연구보고서. pp. 318~324.
- 지형진, 김완규, 조원대 (1998) 토마토 뿌리역병의 발생조사와 병원균의 동정. 농촌진흥청 작물보호논문집 40(1):29~37.
- 지형진, 조원대, 김충희 (2000) 한국의 식물역병. 농업과학기술원.

---

#### Control of *Phytophthora capsici* and residual characteristics by drenching of pesticides on tomato in hydroponic culture system

Yang-Bin Ihm<sup>\*</sup>, Jung-Sup Lee<sup>1</sup>, Kee-Sung Kyung, Chan-Sub Kim, Kyeong-Seok Oh<sup>2</sup>, Yong-Duk Jin, and Byung-Moo Lee (National Institute of Agricultural Science & Technology, 441-707, Suwon, Korea, <sup>1</sup>National Horticultural Research Institute, 440-310, Suwon, Korea, <sup>2</sup>Rural Development Administration, 441-707, Suwon, Korea)

**Abstract :** To establish effective and safe control method against *Phytophthora* root rot caused by *Phytophthora capsici* on tomato in hydroponic culture, three pesticides, oxadixyl · copper hydroxide 8% WP, metalaxyl · copper oxychloride 15% WP, and dimethomorph · dithianon 38% WP at 4 concentration levels were tested on potato dextrose agar medium inoculated with *Phytophthora capsici*. All pesticides inhibited mycelial growth, but two pesticides of them, metalaxyl · copper oxychloride WP and dimethomorph · dithianon WP, were selected as effective pesticides for the efficacy test in a hydroponic culture. Forty days after transplanting of tomato seedlings, 4 ml of sporangia of *P. capsici* (about 25 sporangi/ml) per plot was inoculated around tomato plant root, and then 5 days after inoculation, the pesticides diluted at 5,000 times were drenched 1, 2 or 3 times per plot on the culture cube at 15 days interval. Fifteen days after drenching, tomato fruits and hydroponic culture solution were sampled for the analysis of pesticide residues. Dimethomorph was detected 0.001 and 0.003 mg/kg in tomato of the plots sprayed 2 and 3 times with dimethomorph · dithianon WP of which detection levels were far below compared with 1.0 mg/kg of the Korean MRL of dimethomorph on tomato. Incidences of *Phytophthora* root rot were 30.5~50% in the plots drenched at 1 or 2 times with metalaxyl · copper oxychloride WP, and 16.7~25% in the plots treated with dimethomorph · dithianon WP. However, there was no incidence of *Phytophthora* root rot in the plots treated at 3 times with both of pesticides, showing no phytotoxic effect. Based on the results, the drenching of these pesticides on the culture cube could be recommended as a very safe and effective control method for *Phytophthora* root rot in tomato.

---

<sup>\*</sup>Corresponding author (Fax : +82-31-290-0521, E-mail : ybihm@rda.go.kr)