

파라핀유와 혼용 살포에 의한 만코제브 수화제의 감귤 검은점무늬병 방제 효과 증진

Improvement of Control Efficacy of Mancozeb Wettable Powder against Citrus Melanose by Mixing with Paraffin Oil

이평호 · 현재욱* · 황록연 · 김광식

국립원예특작과학원 감귤시험장

***Corresponding author**

Tel : +82-64-730-4109
Fax: +82-64-733-9564
E-mail: hyunjaewook@korea.kr

Pyoung-Ho Yi, Jae-Wook Hyun*, Rok-Yeon Hwang and Kwang-Sik Kim

Citrus Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Jeju 697-943, Korea

Received July 9, 2014
Revised September 2, 2014
Accepted September 3, 2014

This study was carried out to determine the effect of mixing with paraffin oil on rainfastness of mancozeb on citrus fruits and assay the improvement of control effect of mancozeb against citrus melanose by mixing with paraffin oil. In artificial rainfall condition (7.2 mm/hr), the attached contents of mancozeb on detached fruits were the most in treatment of mancozeb 0.2% + paraffin oil 0.1% as the contents was 7.43 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ after treatment of rainfall for 10 hr. In open field condition, the contents of attached mancozeb on fruits were significantly more in treatment of mancozeb 0.2% + paraffin oil 0.1% or 0.25% than the other treatments 1, 15 and 25 days after treatment 2009 and 2010 seasons. The disease incidence was significantly lower in treatment of mancozeb 0.2% + paraffin oil 0.1% or 0.25% than treatment of mancozeb 0.2% only 2009, 2010 and 2011 seasons. Based on this study, it was suggested that the control effect of mancozeb against citrus melanose can be improved by mixing with paraffin oil.

Keywords : Control efficacy, Mancozeb, Melanose, Mixing spray, Paraffin oil, Rainfastness

서 론

우리나라 노지에서 재배되는 감귤들 중 약 8.5%가 검은점무늬병(*Diaporthe citri*)에 걸려 비상품이 되는데, 이는 다른 병이나 해충에 의한 피해보다 훨씬 많은 수준이다(Hyun 등, 2013). 감귤 검은점무늬병은 재배 과원에서 감귤의 죽은 가지에 생성된 병자각으로부터 전염원인 병포자가 생성되어 전염이 되며, 주 생성 시기는 6월 하순부터 8월 상중순 경이라고 보고되었다(Hyun 등, 2013). 따라서 감귤 검은점무늬병 방제시기도 6월 중순경부터 8월 하순 또는 9월 중순까지이며 2012년 일반 농가의 경우 평균 6.2회 정도 방제를 하고 있고 만코제브 수화제가

주로 사용되고 있다. 하지만 이 시기는 장마기여서 죽은 가지에서 전염원이 대량 생성되어 병 발생이 최대화되지만 강우가 지속되어 농약살포 시기를 종종 놓치는 경우가 많다. 또한 살포된 농약도 빗물에 쉽게 씻겨 내려서 약효가 제대로 발휘되지 않는 경우가 있다. 따라서 장마기 방제 효율 증대를 위해서는 농약의 유효성분이 빗물에 쉽게 씻기거나 햇볕에 쉽게 분해되지 않고 유효성분의 전착성을 증가시키며 내우성을 강화시켜 장마기, 또는 강우 일수가 많을 경우 그 효과를 오래 연장시켜 줄 뿐 아니라 환경에도 영향을 적은 환경 친화적인 보조제의 개발 및 활용이 필요한 실정이다.

살포되고 식물체 표면에 부착된 농약의 유효성분들이 빗물에 씻기는 정도는 강우의 세기, 강우량, 살포 후 건조 시간 등에 영향을 받는다고 알려져 있으며(Bruhn 등, 1982; Eife 등, 2002; Hunsche 등, 2007; van Bruggen 등, 1986) 또한 만코제브 등의 농약에 오일이나 라텍스 등의 보조제를 혼용하여 살포하

면 내우성이 훨씬 증가한다고 보고되었다(Bruhn 등, 1982; Eife 등, 2002; Kudsk 등, 1991; van Bruggen 등, 1986). 기계유 유제는 기계유에 유화제를 배합하여 만든 살충제로서 감귤에는 주로 응애류와 깍지벌레 방제용으로 등록되어 있다(Korean Crop Protection Association, 2014). 특히 보르도액을 포함한 구리제에 기계유 유제를 혼용하여 살포하면 그 방제 효과도 증진되며 구리제 살포 피해도 경감시킬 수 있다고 보고되었다(Hyun 등, 2005).

본 연구는 만코제브 수화제의 내우성 증대와 검은점무늬병에 대한 방제효과 증진에 대한 기계유 유제의 혼용 효과를 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

만코제브 함량 측정. 감귤의 표면에 부착된 만코제브 성분을 분석하기 위하여 만코제브 분자량의 17%를 차지하는 망간의 함량을 분석하여 사용하였다(Hunsche 등, 2007). 즉, 만코제브(Mancozeb 87.4%, Mn 17%) 0.0, 3.13, 6.25, 12.50, 15.00, 50.00, 100.00 $\mu\text{g/ml}$ 를 각각 3N 염산(HCl) 10 ml에 녹인 후 제조 회사에서 제공된 매뉴얼에 따라 Inductively coupled plasma(ICP, GBC scientific AU/Integra XL)를 이용하여 망간 함량을 측정하였고 용해된 만코제브 양과 분석된 망간의 함량을 이용하여 standard curve를 작성하고 만코제브 함량 분석에 사용하였다.

사용 자재. 본 연구에서 사용한 자재로써 감귤 검은점무늬병 방제 약제로 등록되어 있는 만코제브 수화제(75%, 다이센 엠-45, 경농), 감귤에서 응애 방제 목적으로 등록된 파라핀유(삼공기계유, 한국삼공), 그리고 보조제인 전착제(polyoxy ethylene alkyl aryl ether 10%, sodium sulfonate 20%, 영일케미컬)를 사용하였다.

인공강우 조건에서 만코제브 성분의 고착성 증진 효과 구명. 수확한 과실에 스프레이 분무기를 이용하여 만코제브 수화제 0.2%(500배, w/v), 만코제브 수화제 0.2% + 파라핀유 0.1%, 만코제브 수화제 0.2% + 전착제 0.05%(2000배, v/v)를 각각 처리 당 4반복, 반복 당 10개 과실에 충분히 살포한 다음 1일 동안 자연 건조시킨 후 0, 5, 10시간 인공강우 처리(7.2 mm/hr)를 하였다. 인공 강우 처리는 플라스틱 필름 하우스 내 스프링클러 시스템에 자체 제작한 rain simulator를 2 m 높이에 연결하여 사용하였으며 수압을 조절하여 강우량을 조정하였다. 처리된 과실은 자연 건조 후 과실 표면에 남아 있는 만코제브 잔류량을 분석하기 위하여 반복 당 10개씩 비닐 지퍼백(25 × 30 cm)에 넣은 후 0.3 N HCl 500 ml을 3회에 걸쳐 넣고 충분히 과실 표면을 씻어냈다. 씻어낸 용액은 여

과지(ADVANTEC NO. 1. 110 mm)로 여과한 후 ICP(Inductively coupled plasma)를 이용하여 망간 함량을 분석하였다. 망간 함량을 분석한 후 이 함량을 바탕으로 만코제브 함량을 측정하였고 처리된 과실의 과피를 벗긴 후에 엽면적 측정기(LI-3100 AREA METER, Li-COR)를 이용하여 과피 면적을 측정하고 면적 당 부착된 만코제브 함량($\mu\text{g/cm}^2$)을 측정하였다.

노지 감귤 포장에서 파라핀유 첨가에 의한 만코제브 성분의 고착성 증진 효과 검정. 파라핀유 첨가에 의한 만코제브의 고착성 증진 효과를 구명하기 위하여 만코제브 수화제 0.2%, 만코제브 수화제 0.2% + 파라핀유 0.1%, 만코제브 수화제 0.2% + 파라핀유 0.25%, 대조구로 만코제브 수화제 0.2% + 전착제 0.05%(2000배, v/v)를 2009년 8월 25일, 2010년 7월 27일에 각각 제주특별자치도 서귀포시 남원읍 하례리에 있는 국립원예특작과학원 감귤시험장 노지 포장에서 재배되고 있는 약 25년생 조생 온주 밀감에 골고루 살포하고 살포 1일 후, 15일 후, 25일 후 각 나무의 상단부에 있는 과실 20개씩을 채취하여 3N HCl 500 ml로 2일간 3회에 걸쳐 비닐 지퍼백(25 × 30 cm) 안에서 세척하고 그 용액은 여과지로 여과한 후 ICP를 이용하여 망간 함량을 측정하였다. 망간 함량을 바탕으로 위에서 만들어진 standard curve를 이용하여 만코제브 성분을 조사하였다. 처리 간 3반복을 완전임의배치법으로 배치하여 실시하였으며 반복 간 1개 나무를 사용하였다.

파라핀유 첨가에 의한 만코제브의 검은점무늬병 방제 효과 증진 효과 검정. 파라핀유 첨가가 만코제브 수화제의 감귤 검은점무늬병 방제 효과 증진 여부를 조사하기 위하여 2009년의 경우 만코제브 수화제 정량 살포 농도인 0.2%(w/v, 500배)를 6회 살포한 구를 대조로 하여 만코제브 수화제 0.2%에 파라핀유 0.1%, 0.25%, 그리고 전착제 0.05% 각각 혼용하여 5회 살포한 감귤에서의 검은점무늬병 발생 정도를 비교하였다. 2009년 처리 시기는 6회 살포인 경우 6월 10일, 6월 25일, 7월 10일, 7월 30일, 8월 13일, 8월 29일이었으며 5회 살포인 경우는 7월 10일 살포를 생략하였다. 2010년의 경우 2009년과 동일하게 처리하였으나 다만 살포횟수를 조정하여 6월 10일, 6월 23일, 7월 7일, 7월 29일 그리고 8월 13일 총 5회를 살포하였으며 4회 살포는 7월 29일 살포를 생략하였다. 2011년의 경우 만코제브 수화제 0.2%와 만코제브 수화제 0.2%에 파라핀유 0.1%를 혼용하여 6월 8일, 7월 1일, 7월 15일, 8월 1일, 8월 17일 총 5회 처리한 구에서 조사하였다(Fig. 1). 처리 간 3반복을 완전임의배치법으로 배치하여 실시하였으며 반복 간 1개 나무를 사용하였다. 조사 시기는 2009년의 경우 11월 24일, 2010년은 11월 16일, 그리고 2011년은 11월 7일이며 주당 200과에 대해서 검은점무늬병 과실 발병도를 조사하였다. 발병도는 다음과 같은 기준으로 조사하였다(Hyun 등, 2013).

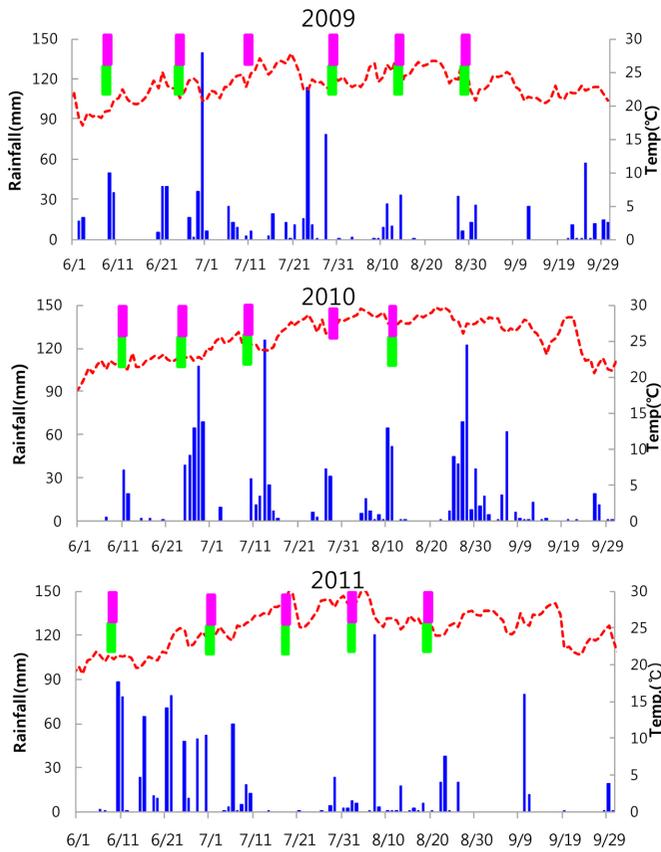


Fig. 1. Spray time and weather conditions (—■—: Rainfall, - - - : average temperature, ■ and ■ : spray time).

$$\text{발병도}(\%) = [(1A + 3B + 5C + 7D + 9E) / 9 \times \text{표본수}] \times 100$$

(0: 병반 면적율 0, A: 병반 면적율 < 1%, B: 병반 면적율 1–5%, C: 병반 면적율 6–25%, D: 병반 면적율 26–50%, E: 병반 면적율 51–100%)

결과 및 고찰

만코제브 함량 측정. 만코제브 양과 분석된 망간의 양을 이용하여 $y = 5.8824x - 0.0043$, $R^2 = 1$ (y = 만코제브 유효성분량, x = 망간 함량)의 standard curve를 작성하였다(Fig. 2).

인공강우 조건에서 만코제브 성분의 고착성 증진 효과. 살포 직후에는 만코제브 만을 처리한 구에서 가장 많은 부착량을 보였고 5시간 강우 처리한 구에서는 만코제브 처리구와 만코제브 + 파라핀유 0.1%를 혼용하여 처리한 구에서 가장 많은 부착량이 남아 있었으며, 강우 처리 10시간 후에는 만코제브에 파라핀유 0.1%를 혼용 처리한 구에서 과실 표면에 부착된 만코제브 함량이 $7.43 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 가장 많았다(Table 1).

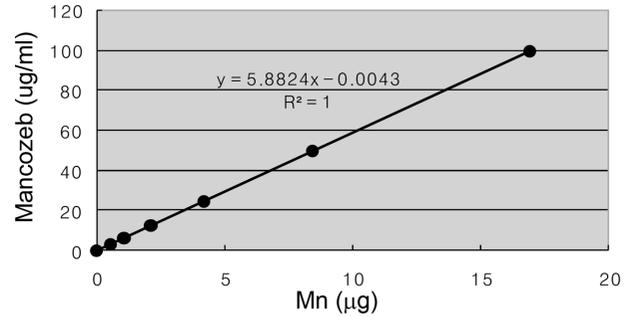


Fig. 2. Standard curve for determination of mancozeb quantity using Mn quantity

Table 1. Mancozeb content on citrus fruit surface after treatment of artificial rain

Treatment ^y	Mancozeb ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) on fruit according to the time of artificial rain		
	0 h	5 h	10 h
Mancozeb 0.2% + PO 0.1%	11.09 b ^z	8.58 a	7.43 a
Mancozeb 0.2% + Sticker 0.05%	7.71 c	2.70 b	1.59 c
Mancozeb 0.2%	16.24 a	7.93 a	5.72 b

^yMancozeb: mancozeb 75% WP, “Dithane M-45” made by Dongbu Farm Hannong, Korea.
 PO: “Machine oil” registered for miticide and insecticide made by HANKOOKSAMGONG CO., LTD.
 Sticker: polyoxy ethylene alkyl aryl ether 10%, sodium sulfonate 20%, made by Youngll Chemical.
^zNumbers within a column followed by different letters are significantly different ($p = 0.05$) according to Duncan’s multiple range test.

Table 2. Mancozeb content on citrus fruit surface after treatment in open citrus field

Year	Treatment ^y	Mancozeb ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) after treatment		
		1 day	15 days	25 days
2009	Mancozeb 0.2%	10.1 b ^z	5.0 b	3.0 b
	Mancozeb 0.2% + PO 0.1%	19.3 a	6.9 a	5.3 a
	Mancozeb 0.2% + PO 0.25%	18.0 a	6.4 ab	4.6 a
	Mancozeb 0.2% + Sticker 0.05%	11.2 b	3.3 c	2.0 c
	No treatment	0.4	0.2	0.1
2010	Mancozeb 0.2%	8.8 b	1.3 b	0.4 b
	Mancozeb 0.2% + PO 0.1%	12.8 a	3.7 a	1.9 a
	Mancozeb 0.2% + PO 0.25%	14.1 a	4.0 a	1.7 a
	Mancozeb 0.2% + Sticker 0.05%	7.0 b	1.5 b	0.4 b
	No treatment	0.3	0.3	0.2

^ySpraying day: Aug. 25, 2009 and July 27, 2010.
^yMancozeb: mancozeb 75% WP, “Dithane M-45” made by Dongbu Farm Hannong, Korea.
 PO: “Machine oil” registered for miticides and insecticides made by HANKOOKSAMGONG CO., LTD.
 Sticker: polyoxy ethylene alkyl aryl ether 10%, sodium sulfonate 20%, made by Youngll Chemical.
^zNumbers within a column followed by different letters are significantly different ($p = 0.05$) according to Duncan’s multiple range test.

노지 재배 감귤에서 파라핀유 첨가에 의한 만코제브 성분 의 고착성 증진 효과. 파라핀유 첨가에 의한 만코제브의 고착성 증진 효과를 구명하기 위하여 만코제브 수화제에 파라핀유를 혼용하여 노지에서 재배되고 있는 온주밀감 나무에 살포하고 과실 표면에 부착된 만코제브 양을 조사하였다. 조사 결과 2009년의 경우 처리 1일, 15일, 25일 후 모두 만코제브 수화제 0.2% + 파라핀유 0.1% 또는 0.25% 처리구에서 과실 표면에 부착된 양이 많았다. 부착된 만코제브 양은 처리 1일 후 각각 19.3과 18.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 15일 후에는 6.9과 6.4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이었으며 25일 후에도 각각 5.3과 4.6 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 였다(Table 2). 2010년의 경우에도 다른 처리구 보다 만코제브 수화제 0.2% + 파라핀유 0.1% 또는 0.25% 처리구에서 과실 표면에 부착된 만코제브 함량이 많았으며 그 함량은 처리 1일 후에 각각 12.8과 14.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 15일 후에는 3.7과 4.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 25일 후에는 1.9과 1.7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이었고 만코제브 수화제 0.2%만 처리한 구의 경우 과실 표면에 잔류된 만코제브 함량은 0.4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이었다(Table 2).

2009년과 2010년 실험에서 연도에 따라 처리 15일, 25일 후 부착된 만코제브 함량 차이가 있었다. 2010년의 경우 과실 표면에 부착되어 남아 있었던 만코제브 함량이 2009년에 비해 상대적으로 적었는데, 이러한 원인은 2009년의 경우 8월 25일 처리 후 15일 동안 강수량이 총 77.5 mm 였으며 15일에서 25일까지는 25 mm로 처리 기간 동안 총 102.5 mm의 강우가 있었고, 2010년의 경우 7월 27일 처리 후 15일 동안 총 218.6 mm, 그리고 15일 부터 25일까지는 2.1 mm로 25일 처리 기간 동안 총 220.7 mm로 강우가 많았기 때문으로 생각된다. 이것은 식물표면에 부착된 농약 성분들은 주로 강우량이나 강우의 세기 등에 의해서 식물 표면으로부터 씻기는 정도가 다르다는 보고 (Bruhn 등, 1982; Cabras과 Angioni, 2001; Fife 등, 2002; Hunsche 등, 2007; van Bruggen 등, 1986)와 같은 맥락이라고 볼 수 있다. 또한 처리 1일 후에도 2010년 처리구에서 만코제브 함량이 적었는데 이는 2009년 처리 시기인 8월 25일에 비하여 과실 크기가 작아 동일한 면적에서도 표면 장력이 상이하기 때문인 것으로 생각된다. 또한 인공 강우 실험에서는 만코제브에 파라핀유 0.1%를 첨가한 구에서 보다 만코제브 단독으로 처리한 구에서 살포 직 후 과실 표면에 부착된 양이 많았는데 이는 노지 재배 포장과는 다르게 만코제브 단독으로 살포하였을 경우 왁스 층으로 구성된 감귤 과피 표면에 장력이 형성되어 살포된 농약이 상대적으로 큰 물방울 형태로 과실에 부착되고 그것이 그대로 건조되었기 때문인 것으로 여겨진다. 반면 2009년과 2010년 실제 노지 과원 조건에서 처리하였을 경우에는 만코제브 단독 처리구 보다 만코제브에 파라핀유를 0.1% 또는 0.25% 첨가한 구에서 더 많은 양이 부착되었는데 이는 만코제브 단독 처리의 경우 과실 표면의 왁스층 때문에 살포 후 과피에 방울 형태로 부착되는 경향이 훨씬 강하며 이 경우 초기 방울 형태로 과실에 남아 있는 농약은 바람 등에 의해서 쉽게 떨어져 버려 초기 부

Table 3. Improvement of control efficacy of mancozeb against citrus melanose by mixing with paraffin oil

Year	Treatment ^y	Disease incidence (%)
2009	No treatment	75.6 a ^z
	Mancozeb 0.2% (6th sprayed)	8.7 c
	Mancozeb 0.2% (5th)	18.3 bc
	Mancozeb 0.2% + PO 0.1% (5th)	8.8 c
	Mancozeb 0.2% + PO 0.25% (5th)	11.5 c
	Mancozeb 0.2% + Sticker 0.05% (5th)	29.8 bc
2010	No treatment	77.9 a
	Mancozeb 0.2% (5th sprayed)	34.8 cd
	Mancozeb 0.2% (4th)	43.8 bc
	Mancozeb 0.2% + PO 0.1% (4th)	34.2 cd
	Mancozeb 0.2% + PO 0.25% (4th)	30.9 d
	Mancozeb 0.2% + Sticker 0.05% (4th)	51.3 b
2011	No treatment	54.6 a
	Mancozeb 0.2% (5th sprayed)	26.8 b
	Mancozeb 0.2% + PO 0.1% (5th)	15.7 c

^yTreated and surveyed date described in Materials and Methods in detail.

Mancozeb: mancozeb 75% WP, "Dithane M-45" made by Dongbu Farm Hannong, Korea.

Paraffin oil: "Machine oil" registered for miticides and insecticides made by HANKOOKSAMGONG CO., LTD.

Sticker: polyoxy ethylene alkyl aryl ether 10%, sodium sulfonate 20%, made by Youngll Chemical.

^zNumbers within a column followed by different letters are significantly different ($p = 0.05$) according to Duncan's multiple range test.

착되는 양이 상대적으로 감소된 것으로 여겨진다.

파라핀유 첨가에 의한 만코제브의 검은점무늬병 방제 효율 증진. 파라핀유를 혼용하여 살포하였을 경우 만코제브 수화제의 감귤 검은점무늬병에 대한 방제 효과 증진 여부를 조사해 본 결과 2009년의 경우 만코제브 0.2%에 파라핀유 0.1% 또는 0.25%를 각각 첨가하여 5회 살포한 구에서의 발병도가 8.7와 11.5%로 만코제브 0.2%만 처리한 구나 만코제브 0.2%에 전착제를 첨가하여 5회 살포한 구에서의 발병도 18.3과 29.8% 보다 낮았으며 만코제브 0.2%만을 6회 살포한 구에서의 발병도와 통계적으로 차이가 없었다(Table 3). 2010년의 경우도 만코제브 0.2%만 4회 처리한 구보다는 만코제브 0.2%에 파라핀유 0.1% 또는 0.25% 첨가하여 4회 살포한 구에서 발병도가 낮았다(Table 3). 2011년의 경우에도 만코제브에 파라핀유 0.1%를 첨가한 구에서의 발병도가 15.7%로 만코제브만 처리한 구에서 보다 발병도가 낮았다(Table 3). 2010년도에 무처리구는 2009년도와 비슷하게 발병하였지만 2009년에 비하여 2010년도에 처리한 구에서 병이 많이 걸린 것은 살포 횟수가 1회 적었으며 또한 마지막 방제 후 8월 하순이후에 잦은 강우로 인해 병 발생이

많았던 것에 연유된 것으로 생각된다(Fig. 1). 2009년부터 2011년까지 3년간 방제 실험을 한 결과 파라핀유를 0.1%를 만코제브에 혼용하여 살포하였을 경우 그 방제 효과가 만코제브 단독으로 살포하였을 때 보다 방제 효과가 우수하였음을 알 수 있었다.

본 실험 이외에서 기계유 유제 이외에 여러 식물성 파라핀유 등을 만코제브와 혼용 처리해 본 결과, 과실 표면에 고착성이나 병 방제 효과 증진에서 기계유 유제 보다 우수한 자재는 없었다. 또한 본 실험에서 사용한 기계유 유제 0.1%를 만코제브에 혼용하여 6월 중순부터 9월 중순까지 7회 살포한 감귤에서 외관상 어떠한 기계유 유제 피해를 보이지 않았으며 착색이 지연되지도 않았다. 또한 강우상황에서 만코지 등에 보조제를 첨가하여 식물 표면에 농약 성분의 잔류량을 높임으로써 방제 효율을 증진시킨 경우들이 있었다(Kudsk 등, 1991; Thacker와 Young, 1999; Vawdrey, 2004).

따라서 감귤 재배 농가에서 검은점무늬병 방제를 위하여 만코제브에 파라핀유 0.1%를 혼용하여 살포하면 훨씬 방제 효과를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 파라핀유 첨가가 감귤 과실 표면에서의 만코제브 수화제의 내구성 증대에 대한 효과와 검은점무늬병 방제 효과 증진 여부를 구명하고자 실시하였다. 인공강우를 0시간, 5시간, 10시간 처리한 후 과실표면에 부착되어 있는 만코제브 양을 분석한 결과, 강우 처리 10시간 후에는 만코제브에 파라핀유 0.1%를 혼용 처리한 구에서 과실 표면에 부착된 만코제브 함량이 $7.43 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 가장 많았다. 노지에서 재배하고 있는 온주밀감 나무에 만코제브 0.2%, 만코제브 0.2% + 파라핀유 0.1%, 만코제브 0.2% + 파라핀유 0.25% 그리고 만코제브 0.2% + 전착제를 살포하고 1일, 15일, 25일 후 과실을 채취하여 과실 표면에 부착된 만코제브 양을 조사해 본 결과, 2009년과 2010년 시험 모두 처리 1일, 15일, 25일 후 0.2% 만코제브 수화제에 파라핀유 0.1% 또는 0.25% 혼용하여 살포한 구에서 부착된 만코제브 가장 양이 많았다. 파라핀유를 혼용하여 살포하였을 경우 만코제브 수화제의 감귤 검은점무늬병에 대한 방제 효과 증진 여부를 조사해 본 결과, 2009년의 경우 만코제브 0.2%에 파라핀유 0.1% 또는 0.25%를 각각 첨가하여 5회 살포한 구에서의 발병도가 만코제브 0.2%만 처리한 구 보다 낮았으며 만코제브 0.2%를 6회 살포한 구의 발병도와 비슷하였다. 2010년, 2012년의 경우도 만코제브 0.2%만 처리한 구보다는 만코제브 0.2%에 파라핀유 0.1% 또는 0.25% 첨가한 구에서 발병도가 낮았다. 따라서 감귤 재배 농가에서 검은점무늬병 방제를 위하여 만코제브에 파라핀유 0.1%를 혼용하여 살포하면 훨씬 방제 효과를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

Acknowledgement

This work was supported by the Research Program for Horticultural Science & Technology Development (Project No. PJ008536), National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Bruhn, J. A. and Fry, W. E. 1982. A mathematical model of the spatial and temporal dynamics of chlorothalonil residues on potato foliage. *Phytopathology* 72: 1306–1312.
- Cabras, P. and Angioni, A. 2001. The effect of simulated rain of folpet and mancozeb residues on grapes and vine leaves. *J. Environ. Sci. Health B36*: 609–618.
- Fife, J. P. and Nokes, S. E. 2002. Evaluation of the effect of rainfall intensity and duration on the persistence of chlorothalonil on processing tomato foliage. *Crop Prot.* 21: 733–740.
- Hunsche, M., Damerow, L., Schmitz-Eiberger, M. and Noga, G. 2007. Mancozeb wash-off from apple seedlings by simulated rainfall as affected by drying time of fungicide deposit and rain characteristics. *Crop Prot.* 26: 768–774.
- Hyun, J. W., Ko, S. W., Kim, D. H., Han, S. G., Kim, K. S., Kwon, H. M. and Lim, H. C. 2005. Effective usage of copper fungicides for environment-friendly control of citrus diseases. *Res. Plant Dis.* 11: 115–121. (In Korean)
- Hyun, J. W., Yi, P. H., Hwang, R. Y. and Moon, K. H. 2013. Aspect of incidence of the major citrus diseases recently. *Res. Plant Dis.* 19: 1–6. (In Korean)
- Korean Crop Protection Association. 2014. Guideline for crop protective material, Seoul Korea, 427 p. (In Korean)
- Kudsk, P., Mathiassen, S. K. and Kirknel, E. 1991. Influence of formulations and adjuvants on the rainfastness of maneb and mancozeb on pea and potato. *Pest. Sci.* 33: 57–71.
- Thacker, J. R. M. and Young, R. D. F. 1999. The effects of six adjuvants on the rainfastness of chlorpyrifos formulated as an emulsifiable concentrate. *Pest. Sci.* 55: 198–200.
- van Bruggen, A. H. C., Osmeloski, J. F. and Jacobson, J. S. 1986. Effects of simulated acidic rain on wash-off of fungicides and control of late blight on potato leaves. *Phytopathology* 76: 800–804.
- Vawdrey, L. L. 2004. Evaluation of mineral oils and plant-derived spray adjuvants, mancozeb formulations and rates of application for the control of yellow Sigatoka leaf spot (caused by *Mycosphaerella musicola*) of bananas in far northern Queensland, Australis. *Aust. Plant Pathol.* 33: 379–384.