

# 다른 온도조건하에서의 Petroleum Spray Oil 살포가 감귤 잎의 생리적 특성에 미치는 영향

강시용<sup>1</sup>, 김판기<sup>2</sup>, 류기중<sup>1</sup>

<sup>1</sup>제주대학교 아열대원예산업연구센터, <sup>2</sup>서울대학교 농업과학공동기기센터

## Physiological Changes of Citrus Leaves as Affected by Petroleum Oil Spray under Different Air Temperature Conditions

Si-Yong Kang<sup>1\*</sup>, Pan-Gi Kim<sup>2</sup> and Key-Zung Riu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Subtropical Horticulture Research Center, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea; <sup>2</sup>NICEM, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

(Correspondence : kangsyong@hanimail.com)

### 1. 서 언

최근 호주 및 미국의 오렌지나 사과 등의 과수재배에서는 천적과 함께 석유 유래의 petroleum spray oils (PSOs)을 이용한 병해충종합관리(IPM) 체계가 적극적으로 도입되고 있다. PSO 제제는 천적, 인축 및 환경잔류 독성이 낮으며 해충에 대해서는 호흡곤란 및 기피작용에 의한 방제효과로 약제저항성을 유발시키지 않는다는 장점이 있으나 식물독성 유발의 위험성 때문에 이용의 확대가 제한되었다. 그러나, 1980년대에 들어 유기합성농약 사용에 따른 폐해가 대두되고 석유화학 기술이 발달함에 따라 식물독성을 경감시킨 새로운 PSO 제제가 개발되고 있는데, 특히 호주에서는 약효가 뛰어나면서도 식물독성의 위험성을 크게 경감시킨 새로운 PSO (Caltex D-C-Tron Plus)가 경엽처리용으로 개발되어, 오렌지 및 목화 등의 IPM 체계에서 이용되고 있다 (Beattie, 2000).

저자들은 PSO를 제주지역의 감귤생산에 적용하고자 PSO (Caltex D-C-Tron Plus)의 감귤 해충방제에 대한 효과와 IPM 프로그램 개발에 관한 연구를 진행해오고 있는데, PSO의 응애 및 진딧물등에 대한 약효는 뛰어났으며, 일부 약제와의 혼용 살포시에 약해로 보이는 증상이 나타나는 경우도 있었다 (김 등, 2000; Kim *et al.*, 2001). 따라서, 본 연구에서는 PSO 살포가 감귤 식물체에 미치는 영향을 밝혀 안정적인 PSO 사용기준 설정을 위한 기초자료로 활용하고자 다른 온도조건에서 PSO 살포에 따른 감귤 잎의 생리적 변화를 중심으로 검토하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 2.1 식물체 및 PSO

본 시험에 공시한 감귤은 은주밀감 (품종명: 궁천조생, 4년생)으로 2000년 3월에 토양을 채운 50ℓ 포트에 정식하여 생육시켜 야외에서 생육시켰다. PSO는 호주 칼텍스사에서 개발되어 LG-Caltex 정유(주)에서 생산한 제품인 D-C-Tron Plus<sup>®</sup>로, 주성분은 평균 탄소수가 C24인 paraffinic oil 98%이며, 유화제, 소포제 및 자외선 등에 의한 식물독성 경감제 등이 소량씩 첨가되어 있다. PSO의 살충효과 및 식물독성은 구성 기름분자의 분자량의 증가에 따라 증대되는데, 본 시험에 공시한 D-C-Tron Plus<sup>®</sup>는 기존의 탄소수가 적은 PSO보다 약효는 증대시키면서 식물독성은 경감된 제제로 알려져 있다 (Beattie, 2000; Rae 등, 1996).

#### 2.2 PSO 처리

온도 조건별 PSO 처리시의 감귤 잎의 생리적 영향에 관하여 밝히고자, 포트 생육의 감귤나무

를 제주대학교 감귤·화훼과학연구소의 환경제어실(phytotron)내에서 PSO 처리 5일전에 반입시켜 생육시켰다. 환경제어실의 온도는 낮/밤 온도가 34/24℃, 30/20℃ 및 28/16℃의 세 처리구를 설정하였는데, 낮과 밤 온도 처리시간대의 사이에 각각 3시간씩의 변온시간대를 두어, 낮 온도는 09:00~17:00 시간대에, 밤온도 20:00~06:00 시간대에 각각의 설정온도가 유지되도록 하였다. 또한 환경제어실의 습도는 70~85%가 유지되도록 하였으며, 자연 일장조건이 주어졌다. PSO 처리는 2000년 9월 22일에 핸드 스프레이를 이용하여 PSO 0.33% 및 1.0% 희석액을 1주당 200ml 살포하였다. PSO는 수돗물에 희석하였으며, 무처리구(대조구)는 수돗물만 200ml 살포하였다.

PSO 처리후 일시적인 고온에 노출되었을 경우 식물체의 영향을 알아보기 위하여 환경제어실에서 주야간 30/20℃ 온도조건으로 생육시키던 포트재배 감귤에 10월 11일 PSO 1.0%살포, PSO1.0%+ditch 수화제 2000배액 혼용살포 및 무처리구를 설정하였다. 그리고 온실내에서 고온(50±5℃)처리를 10시간 실시한 후 다시 30/20℃에서 생육시킨 고온처리구와 고온처리를 하지 않고 30/20℃에서 생육시킨 무처리구를 설정하고, PSO 처리후 3, 7, 15일후에 광합성, 기공전도도 및 증산속도 등을 측정하였다. 또한 처리전 및 처리 15일후의 각 나무당 생엽수를 조사하여 낙엽율을 구하였다.

### 2.3 측정방법

광도와 leaf chamber에 공급되는 공기의 CO<sub>2</sub>농도를 일정하게 제어할 수 있는 휴대용 광합성 측정장치(Li-6400, Li Cor, USA)를 사용하여 감귤 잎의 광합성속도, 증산속도 및 기공전도도(stomatal conductance)를 측정하였다. 측정시의 광원은 적색광과 청색광이 혼합된 LED 로 광도는 1,000 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>이며, chamber에 공급되는 공기의 CO<sub>2</sub>농도는 400 μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>air, 온도는 25℃이다. 광합성의 측정은 경화 및 녹화가 끝난 성숙엽 중에서 엽령(leaf age)이 유사한 3-4개의 잎을 대상으로 하였으며, 1처리(3주)당 10매씩을 측정하였다. 측정시간은 수목의 대사활동이 활발하게 이루어지는 11:00~14:00에 수행하였다.

엽록소형광(chlorophyll fluorescence)은 휴대용 fluorometer(OS5-FL, Opti-Sciences, USA)를 사용하여 측정하였다. 측정 잎은 광합성을 측정할 잎과 동일한 잎이며, 측정 전에 암처리용 클립으로 약 40분간 암적응시켰다. 측정된 변수중 Fv는 용기최고점(Fm)에서 용기시작점(Fo)을 뺀 값이며, Fv/Fm은 PSⅡ에서 에너지 준위의 상대적인 값이다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 온도조건에 따른 PSO 처리영향

온도별로 구획된 환경제어실에서 PSO를 농도별로 처리한 결과, 34/24℃구에서는 PSO처리구가 무처리에 비교하여 광합성속도, 기공전도도 및 증산속도가 처리전보다 저하하는 경향을 나타냈다(Table 1). 그러나 30/20℃ 및 28/16℃ 처리구에서는 PSO 처리에 따른 일정한 경향을 나타내지는 않았다.

PSO 처리후의 엽록소형광(Fv/Fm) 값은 28/16℃구에서는 별 변동이 없었으나, 30/20℃ 및 34/24℃구에서는 처리 7일후에 모든 처리에서 감소하는 경향을 보였는데, 특히 PSO 1%를 처리했을 경우 무처리구 및 PSO 0.33% 처리에 비교하여 크게 저하하였다(Fig. 1).

Table 1. Effects on photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate as affected by the spraying of petroleum spray oil under different air temperature condition.

Treatment	Net Photosynthesis ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )			Stomatal Conductance ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )			Transpiration ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )		
	Pre-T.*	3DAT	7DAT	Pre-T.	3DAT	7DAT	Pre-T.	3DAT	7DAT
<b>34/24°C</b>									
Control	9.4±0.8	10.2±1.2	10.3±1.4	0.25±0.05	0.25±0.09	0.27±0.06	4.4±0.5	7.0±3.1	4.7±0.7
PSO 1.0%	12.0±1.5	9.9±1.3	10.7±1.6	0.27±0.07	0.17±0.04	0.19±0.09	4.5±0.8	3.0±0.5	3.4±1.0
PSO0.33%	11.8±1.2	9.7±1.6	12.3±1.5	0.22±0.04	0.14±0.04	0.15±0.06	3.6±0.4	2.5±0.6	3.0±0.8
<b>30/20°C</b>									
Control	12.3±1.1	12.0±0.8	14.6±1.4	0.30±0.04	0.21±0.03	0.29±0.05	3.5±0.3	2.1±0.2	4.5±1.1
PSO 1.0%	10.6±1.5	9.9±1.2	13.1±1.1	0.21±0.05	0.16±0.03	0.28±0.04	2.9±0.4	1.6±0.2	4.4±0.3
PSO0.33%	10.0±1.4	9.5±1.5	13.5±1.7	0.18±0.05	0.14±0.03	0.20±0.07	2.6±0.4	1.5±0.2	2.4±0.5
<b>28/16°C</b>									
Control	10.0±0.5	10.0±1.2	12.6±1.2	0.22±0.06	0.18±0.06	0.24±0.05	2.3±0.4	1.4±0.3	2.6±0.4
PSO 1.0%	8.2±0.9	8.9±0.6	12.8±1.4	0.17±0.06	0.15±0.05	0.25±0.04	1.9±0.5	1.3±0.3	2.7±0.4
PSO0.33%	7.6±1.9	8.9±1.9	13.6±0.9	0.16±0.06	0.16±0.06	0.23±0.04	2.0±0.7	1.2±0.7	2.2±0.2

\*Pre-treatment

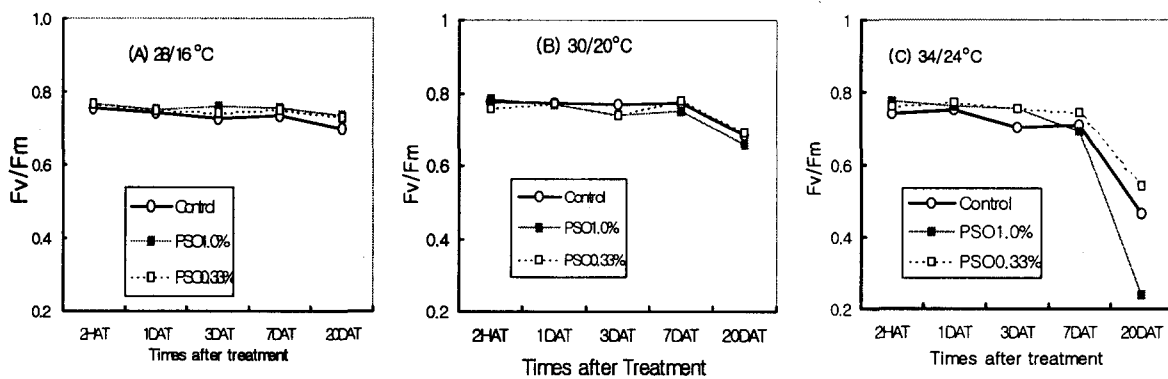


Fig. 1. Effects on chlorophyll fluorescence as affected by the spraying of petroleum spray oil under different air temperature condition.

### 3.2 PSO 살포후 고온처리에 따른 생리적 변화

PSO 처리후 인위적으로 고온(50°C, 10시간)처리를 하였을 경우, PSO1.0%+ditch 혼용구의 낙엽율이 현저하게 증가하였다. 그리고 고온처리구가 30/20°C처리구보다 처리후 3, 7, 15일에 걸쳐서 광합성속도, 기공전도도 및 증산율이 증가하는 경향을 나타냈는데, 특히 기공전도도 및 증산율은 PSO 무처리보다 PSO 1% 또는 PSO1%+ditch 혼용처리구에서 낮은 경향을 나타냈다(Fig. 2). 이것은 일시적인 고온처리에 따른 생리적인 저해로부터 회복할 경우, PSO 1.0%나 ditch 혼용시에는 생리적 형질의 저해정도가 크거나 회복정도가 느리기 때문으로 보여진다. 그리고 고온처리구의 Fv/Fm도 PSO 1.0% 및 ditch와의 혼용처리구에서 무처리구에서 높게 나타났다. 한편 30/20°C온도 처리구에서도 PSO1.0%나 ditch혼용처리구는 무처리에 비교하여 생리적형질의 저해 정도가 큰 것으로 나타났다.

PSO는 유제로써 물에 희석하여 살포되는데, 대상 해충에 피막을 형성하기 위해서 보통 0.3~5~3%의 친화성 유화제 성분을 포함하여 만들어진다. 이 유화제는 잎에도 기름 피막의 형성을 촉진하며, PSO의한 식물독성의 발생은 처리된 기름이 자외선에 의해 산화가 일어나 잎 조직의 파괴, 고사를 일으키는 것에 의한다. PSO의한 식물독성의 발생은 일반적으로 고온(>35°C), 건조,

영양결핍 등의 조건에서 잘 발생한다(Beattie, 2000).

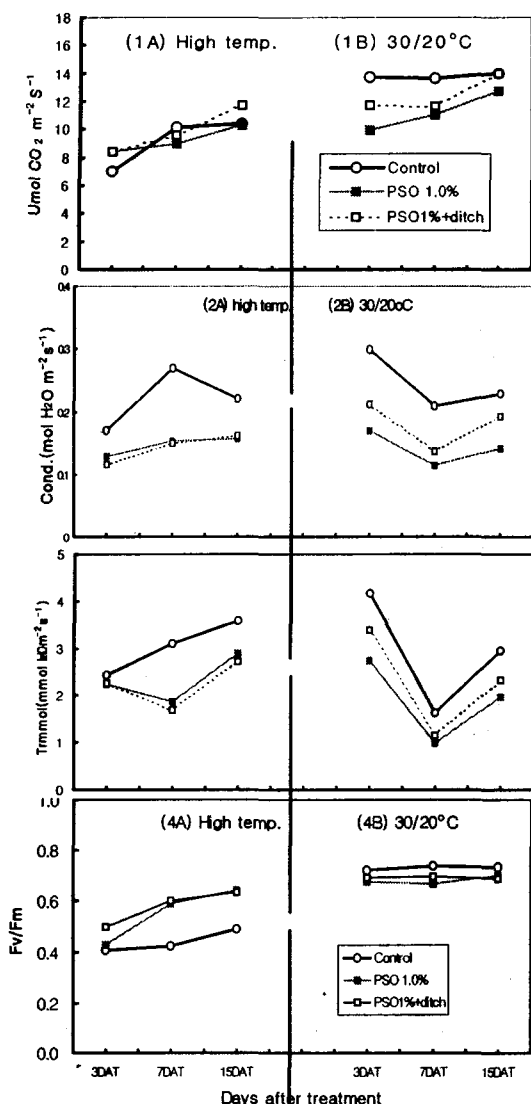


Fig. 2. Changes of physiological characteristics as affected by PSO spraying with high temperature (50°C, 10hr) and 30/20°C treatments.

본 실험에서 처리한 PSO 1.0%는 제주에서 여름철의 권장살포농도 0.33-0.5%보다 높았으나, 50°C의 이상 고온처리구에서 낙엽율이 증가하는 것 이외에는 별다른 외관상의 약해증상은 나타나지 않았다. 그러나 본 실험결과, PSO 0.33% 처리시에는 34/24°C구 이외에는 큰 생리적인 영향은 없는 것으로 보여지며, 또한 PSO 1.0%나 ditch와의 혼용처리시에는 광합성 등의 생리적인 기능의 저해가 보여졌다. 특히 PSO 처리후 일시적인 고온 처리하에서 더욱 심해지는 경향을 나타냈다. 노지 감귤재배에서 50°C이상의 기온조건이 발생할 경우는 없으나, 하우스 감귤재배의 경우는 햇볕이 강한 한낮의 경우 50°C가까이까지 기온이 상승하는 경우가 있기 때문에 이러한 경우의 PSO 살포는 주의해야 것으로 보여진다. 또한 고온기에 PSO를 ditch와 혼용 살포하는 것도 피해야 할 것으로 보인다.

#### 감사의 글

본 연구의 수행을 위해 연구비를 지원해 준 한국 과학재단 지정 제주대학교 아열대원예산업연구센터에 감사 드린다.

#### 인용문헌

- Beattie, G. A. C. 2000: A brief history of petroleum-derived spray oils and their chemistry with special reference to their use on citrus. Suppl. to Final Rep. HRDC HG/96/011. In Extending PSO-based IPM for Horticulture. Univ. of Western Sydney. p. 4-21.
- 김동환, 김광식, 현재욱, 강시용, 송정흠, 류기중. 2000: 제주지역에서 귤응애에 대한 Petroleum spray oil의 방제효과 및 식물독성. 농약과학회지 4: 87-92.
- Kim, D. W., Kang, S. Y., Kim, K. S., Hyun, J. U., Song, J. H. and Riu, K. Z. 2001: Efficacy of a petroleum spray oil for the control of citrus pests, spirea aphid (*Aphis citricola*) and two scales (*Icerya purchasi* and *Planococcus cryptus*) in Jeju island. *Korean J. Pest. Sci.* 5; 55-60.
- Rae, D. J., Beattie, G. A. C., Watson, D. M., Liu, Z. M. and Jiang, L. 1996: Effects of petroleum spray oils without and with coffer fungicides on the control of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella stainton* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Aust. J. Ent.* 36: 247-251.