한국농약과학회지 제4권 제4호(2000)
The Korean Journal of Pesticide Science
Vol. 4, No. 4, pp.87~92(2000)

# 제주지역에서 귤응애에 대한 Petroleum Spray Oil의 방제효과 및 식물독성

김동환 · 김광식 · 현재욱 · 강시용[1] · 송정흡[2] · 류기중[1]*

농촌진흥청 제주농업시험장 감귤시험장, [1]제주대학교 아열대원예산업연구센터, [2]제주도 농업기술원

**요약** : 인축독성 및 잔효성이 낮은 환경친화적인 Petroleum spray oil(PSO; DC-Tron Plus®)의 살포에 따른 귤응애에 대한 방제효과 및 약해발생에 관하여 포장조건하에서 검토하였다. PSO를 0.25%,0.33%, 0.5% 및 1%를 처리한 결과, 귤응애에 대한 방제효과는 모든 농도에서 대조약제(tebufenpyrad, bifenazate, sun spray oil)와 비교하여 비슷하거나 뛰어났으며, 약효도 40일 이상 장기간 지속되는 경향을 나타냈다. 그런데 PSO 0.5% 이상 처리시에는 감귤잎에 유침상 증상이 일부 나타났으나 2개월후에 거의 사라졌으며, 낙엽율과 낙과율은 다소 증가하는 경향이었다. 그리고 PSO 1%를 감귤 더뎅이병 및 검은점무늬병의 적용약제와 각각 혼용처리한 결과, 더뎅이병 방제약제인 Fluazinam 수화제와 혼용한 경우 일부 신초가 타거나 일부 신엽에 흑점이 발생하였다. 이러한 약효와 약해 결과를 고려해 볼 때 귤응애 방제를 위한 하절기 PSO 적정 살포농도는 0.25% 또는 0.33% 정도일 것으로 판단된다.(2000년 11월 9일 접수, 2000년 12월 20일 수리)

Key words : Citrus, D-C-Tron Plus®, efficacy, red mite, petroleum spray oil(PSO), phytotoxicity.

## 서 론

Petroleum spray oils (PSOs)이란 병해충 방제용으로 살포되는 석유 유래의 제제를 말하는데, petroleum 대신에 mineral을 쓰기도 한다 (Agnello, 1999). 초보적인 PSO는 이미 1800년대 말부터 감귤의 깍지벌레와 진딧물 등의 방제에 이용되어 왔으나 1940년대부터 약효가 높은 유기합성 농약이 개발되어 널리 이용되고 식물독성 등의 문제때문에 그 이용은 제한되었다 (Riehl, 1969). 그러나 1970년대 들어 유기합성 농약의 남용 문제가 대두되고 석유화학의 발달에 따른 약효는 증대시키고 약해를 경감시킨 PSO가 개발되면서부터 PSO의 유용성이 재평가되기 시작했다 (Beattie와 Smith, 1996; Larew와 Locke, 1990). 특히 인축 및 천적 (기생자, 포식자)에 대한 독성이 낮고 해충에 저항성을 유발시키지 않으면서도, 해충에 대한 직접적인 살충효과 이외에도 기피작용이 발견되어 호주, 미국 등에서는 오렌지, 목화 및 포도 등의 병해충종합관리(IPM) 체계에서 중요하게 이용되고 있다(Herron 등, 1995; Smith 등, 1997; Zwick과 Westigard, 1978). 또한 PSO는 제초제, 살충제 및 고엽제 등의 보조제(유화제)로써도 이용성이 유망하다 (Nalewaja, 1999). 지금까지 외국에서 PSO의 방제효과가 인정된 해충으로는 응애, 총채벌레, 온실가루이, 나방류(알), 진딧물, 깍지벌레 등이며, 병해 중에서도 흰가루병, 황반증, 잎곰팡이병, 잿빛곰팡이병의 방제 효과도 보고되어 있다. 그리고 PSO적용 대상작목도 감귤류 뿐만아니라 목화, 장미, 포도, 토마토, 바나나, 오이, 양배추 및 관상수 등으로 확대되어 가고 있다(Beattie 등, 1995; Beattie와 Smith 1996; Rae 등, 1996a, b, 1997).

제주지역의 감귤 병해충 방제에서는 PSO의 일종이라 할 수 있는 기계유유제가 동계에 제한적으로 이용되고 있으나, 대부분 유기합성 농약에 의존하고 있어 병해충의 약제저항성 증가와 천적의 감소를 초래하여 결국 농약사용량을 증가시키는 악순환에 빠져있다. 농약의 과다 사용은 영농비 증가에 그치지 않고 과실의 농약잔류 문제를 야기하여 소비자의 건강을 위협할 뿐만 아니라 수출의 걸림돌이 되고 있다. 특히 제주도는 관광과 감귤 산업 육성차원에서 청정한 환경유지 및 농산물 생산이 다른 어느 지역보다도 필요하기 때문에 IPM에 의한 유기합성 농약 사용량의 절감은 매우 중요하다.

저자들은 호주 및 미국 등의 감귤 IPM에서 천적과 함께 중요하게 이용되고 있는 PSO를 이용하여 유기합성 농약의 사용량을 줄이기 위한 제주지역의 감귤 IPM 체계를 확립하고자 일련의 연구를 진행중에 있다. 본 연구는 우선 제주 감귤의 주요 해충인 귤응애 방제시의 PSO 적정 사용농도와 타약제와의 혼용시 약해에 관하여 구명하는데 주목적을 두었다.

## 재료 및 방법

### PSO 처리농도별 귤응애 방제효과 및 식물독성

PSO의 귤응애 방제시험은 1998년과 1999년도에 서귀포시 소재 제주감귤시험장의 온주밀감(품종명: 궁천조생, 10년생) 포장에서 실시하였다.

1998년도에는 PSO 적정처리 농도시험으로 PSO D-C-Tron Plus®(Ampol Caltex Oil Co., Australia)를 1%, 0.5%, 0.25% 농도별로 배무식 분무기를 이용하여 살포하였다. 본 실험에서 검토한 PSO의 주성분은 평균 탄소수가 24인 paraffinic oil 98%이며, 나머지는 유화제, 소포제 및 자외선 등에 의한 식물독성을 경감시킬수 있는 safener가 첨가되어있는데, 이것보다 탄소수가 적은 paraffinic oil 보다 약효는 증대시키면서 식물독성은 경감된 제제로 알려져 있다 (Rae 등, 1996a; Hodgkinson 등, 1998). 감귤의 생육시

*연락저자

기별 약효를 구명하기 위하여 1차는 5월 20일에 귤응애가 감귤잎당 1~2마리 발생시에 처리하였으며, 2차는 9월 8일에 처리하였는데 이 시기의 귤응애 발생밀도는 낮았다.

대조약제로는 tebufenpyrad를 표준사용농도(농업공업협회, 1999)로 처리하였다. 그리고 처리 1일전 및 처리후 10일 간격으로 귤잎의 귤응애 밀도를 조사하였다. 시험구 배치는 난괴법으로 1주를 처리단위로 하여 5반복으로 실시하였다. PSO처리에 따른 약해 조사는 PSO 농도 1%, 0.5%, 0.25%를 5월 20일에 처리하여 3일, 40일, 60일 후에 유침상 발생엽율을 조사하고, 7월 31일에 낙엽율 및 낙과율을 조사하였다.

1999년도 PSO 귤응애 방제시험은 1998년도의 약효 및 약해 시험 결과를 기초로 하여, PSO 살포농도를 0.33%로 설정하여 단독처리구와 함께 대조약제로써 bifenazate(EC), sun spray oil, tebufenpyrad(EC)를 각각 표준사용농도(농약공업협회, 1999)를 처리하였으며, 처리 전후의 생충수 변화를 경시적으로 조사하였다. 시험구 배치는 난괴법으로 1주를 처리단위로 하여 3반복으로 실시하였다.

### 살균제와 혼용시의 약해

PSO와 타농약(살균제)과의 혼용시 약해정도를 알아보기 위하여 두 가지의 시험을 실시하였다. 첫째로 1999년 5월 20일에 PSO 1%와 감귤 더뎅이병 방제약제인 benomyl(WP), thiophanate-methyl(WP), imibenconazole(WP), fluazianam (WP)의 각각의 사용표준 농도(농약공업협회, 1999)를 혼합하여 처리한 구와 PSO 1%처리구 및 무처리구를 설정하여, 7월 31일에 낙엽율 및 신초에 나타나는 약해 증상을 조사하였다. 둘째로 PSO와 감귤 검은점무늬병 방제약과의 혼용시 약해 여부를 알아보기 위하여 5월 19일에 PSO 1%와 propineb(WP) 표준농도의 혼용처리구를, 그리고 5월25일에는 PSO 1%에 mancozeb(WP)와 dithianon(WP) 표준농도의 혼용처리구를 각각 설정하고 7월 31일에 낙엽율 및 신초의 약해 증상을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### PSO의 귤응애 방제효과 및 약해

PSO 1차 처리후 40일까지(6월 29일)의 10잎당 귤응애 생충율은 PSO 0.5% 및 1.0% 농도에서 대조약제 tebufenpyrad 처리시보다 낮았으며, PSO 0.25% 처리시의 생충율은 처리 10일후에는 약 20%이었으나 처리후 20일 및 40일째는 tebufenpyrad와 비슷하게 낮았다(표 1). 그리고 PSO 2차처리(9월 8일)후의 생충율은 처리전의 생충수가 10잎당 5마리 이하로써 정확한 약효판단에는 어려움이 있으나, PSO 및 tebufenpyrad 처리구의 생충율이 처리 20일후까지 무처리에 비교하여 현저하게 낮았다, 이 경우 PSO 1.0% 처리가 PSO 0.25% 및 0.5% 처리시보다 생충율이 높게 나온 것은 1.0% 처리구의 처리전 귤응애 밀도가 현저히 낮았기 때문에 역시 정확한 약효판단에 어려움이 있었다

**Table 1. Effect of PSO concentration treatments against citrus red mite(*Panonychus citri*) in first spraying in 1998**

| Treatment | Investigation date by first spraying on May 20 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | May 19 | May 29 | June8 | June 29 | July 20 |
| | mite no. per 10 leaves | ---------- living mite rate (%)[a)] ---------- | | | |
| PSO 1% | 21.4± 9.2 a[b)] | 1.1± 2.5 b | 17.5± 6.9 b | 0.0± 0.0 b | 24.0±30.5 a |
| PSO 0.5% | 18.4± 3.7 a | 1.0± 2.2 b | 8.4± 4.7 b | 3.7± 5.6 b | 5.6± 3.7 a |
| PSO 0.25% | 21.4± 7.2 a | 19.7±17.3 b | 30.6± 7.7 b | 9.5± 9.0 b | 5.2± 7.2 a |
| Tebufenpyrad | 26.8±11.0 a | 0.6± 1.3 b | 25.3± 9.9 b | 21.7±15.6 b | 4.4± 4.1 a |
| Unspray | 21.0± 5.7 a | 129.5±43.7a | 297.3±74.6 a | 134.5±44.9 a | 12.5±11.8 a |

[a)]Percent of living mite density versus the density of pre-treatment.
[b)]Mean±standard deviation (n=5) followed by the different letters are significantly different at 5% level by DMRT.

**Table 2. Effect of PSO concentration treatments against citrus red mite(*Panonychus citri*) in second spraying in 1998**

| Treatment | Investigation date by second spraying on Sept. 8 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Sep. 7 | Sep. 18 | Sep. 28 | Oct. 8 |
| | mite no. per 10 leaves | ---------- living mite rate (%)[a)] ---------- | | |
| PSO 1% | 0.4 ±0.9 b[b)] | 25.0 b | 250.0 b | 225.0 c |
| PSO 0.5% | 2.3 ±1.8ab | 4.3 b | 56.5 b | 47.8 c |
| PSO 0.25% | 2.2 ±2.8ab | 22.7 b | 100.0 b | 122.7 c |
| Tebufenpyrad | 4.0 ±4.5ab | 19.5 b | 287.8 b | 514.6 b |
| Unspray | 5.9 ±7.3 a | 122.4 a | 813.6 a | 744.1 a |

[a)]Percent of living mite density versus the density of pre-treatment.
[b)]Mean±standard deviation (n=5) followed by the different letters are significantly different at 5% level by DMRT.

**Table 3. Effects of PSO treatment and other chemicals against citrus red mite (*Panonychus citri*) in 1999**

| Treatment | Mite density one day before treatment | Days after treatment | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 7 | 14 | 21 | 30 | 40 | 50 |
| | no. 10 leaves$^{-1}$ | living mite rate (%)[a] | | | | | | |
| PSO 0.33% | 45.3±5.4 a[b] | 2.8±3.0 a | 11.8±2.6 a | 7.9±3.8 a | 2.9±3.5 a | 19.1±14.6 a | 13.1±3.6 a | 12.7±13.1a |
| Bifenazate | 46.7±3.8 a | 2.8±1.0 a | 5.0±2.5 a | 6.5±2.4 a | 6.5±4.6 a | 13.1±6.2 a | 23.7±22.8a | 8.0±5.0 a |
| Sun spray oil | 51.0±7.5 a | 18.9±5.3 b | 38.4±4.3 b | 46.4±5.8 b | 49.0±14.8b | 115.3±37.3c | 256.7±73.6c | 172.7±43.2b |
| Tebufenpyrad | 50.3±2.9 a | 9.8±2.8 a | 32.8±8.2 b | 37.4±7.8 b | 62.1±12.7b | 85.0±16.1b | 273.2±48.3c | 427.9±44.8c |
| Unspray | 52.0±4.9 a | 114.3±7.4c | 214.2±24.7c | 246.7±33.4c | 168.5±30.5c | 145.6±47.1c | 174.7±47.3b | 145.7±33.6b |

[a]Percent of living mite density versus the density of pre-treatment.
[b]Mean±standard deviation (n=3) followed by the different letters are significantly different at 5% level by DMRT.

(표 2). 그리고 1999년도에는 PSO의 약효와 약해발생(표 4)을 고려하여 0.33%를 처리하여 타적용약제와의 약효를 비교하였다(표 3). 그 결과 PSO 0.33%처리시의 방제가는 sun spray oil과 tebufenpyrad보다 높았으며, bifenazate와 유사하게 처리후 50일까지 90% 이상의 방제가를 나타냈다. 이러한 결과는 직접적인 PSO의 귤응애 살충력이 우수할 뿐만아니라, 기피 및 산란저해 작용(Cen 등, 1999)의 효과도 있어 살포후 상당한 기간 동안 귤응애 밀도를 억제하는 것으로 보여진다.

PSO를 처리했을 때 우려되는 것이 식물체에 대한 악영향이다. PSO는 유제로써 보통 물에 0.5~3% 희석액으로 살포하며, 대상 해충에 피막을 형성하기 위해서 0.35~5%의 친화성 유화제 성분을 포함하여 만들어진다. 그 유화제는 일반적으로 빨리 파괴되기 때문에 많은 양의 살포가 권장되는데, PSO 1%를 6,000 ℓ/ha 살포하면 잎표면에 50~500 ㎎/㎠의 기름피막을 형성하며 다량의 물성분은 경엽에서 흘러 떨어지게 된다(Hodgkinson, 1998).

5월 20일에 PSO처리에 따른 유침상 증상은 0.25%에서는 거의 발생하지 않았으나 0.5%이상 농도에서 증가하는 경향이었다(표4). PSO 처리하여 생긴 이 유침상은 2개월후에는 거의 사라져 문제가 없는 것으로 보여진다. 꽃이 지는 시기인 5월 20일에 PSO를 처리한 결과, 표 5와 같이 PSO 0.5% 이상 농도에서는 20일후의 낙엽율과 낙과율이 높았으며, 40일후에는 1%에서 현저히 높은 수치를 나타냈다. 그리고 낙과율도 PSO 0.5% 농도 이상에서 20일후에 약간 높은 경향을 나타냈다. 그런데 이 조사시기는 생리적인 낙엽·낙과 시기이므로 PSO 처리에 의한 낙과 및 낙엽이 품질이나 생산량에 큰 영향을 주지 않을 것으로 생각되나, PSO 0.5%이상 농도처리는 삼가하거나 주의할 필요가 있을 것으로 보인다.

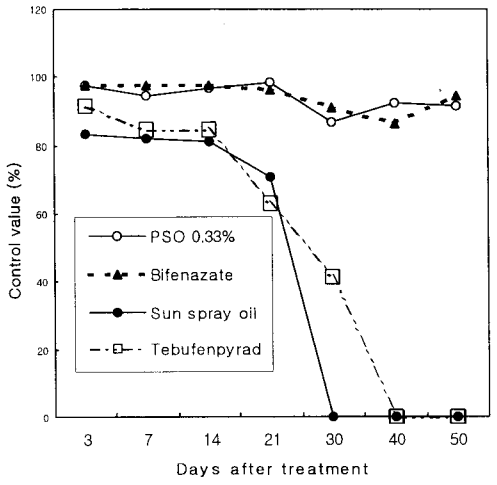


**Fig. 1. Changes of the control value of PSO and conventional pesticides for the control of the red mite in 1999.**

호주나 동남아 지역에서 감귤의 귤응애, 깍지벌레, 귤굴나방 등의 방제를 위한 PSO 살포농도는 0.3~2.0%로 되어 있다(Herron 등, 1995; Cen 등, 1999; Rae 등, 2000). 이

**Table 4. Occurrence of oil-sucked symptoms on citrus leaf as affected by PSO concentration**

| Treatment | First spraying on May 20 | | | Second spraying on Sep. 8 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 DAT[a] | 40 DAT | 60 DAT | 2 DAT | 20 DAT | 30 DAT |
| | oil-sucked leaf rate (%) | | | | | |
| PSO 1% | 34.2 | 13.8 | 11.8 | 33.3 | 30.2 | 27.0 |
| PSO 0.5% | 24.4 | 8.4 | 6.8 | 21.8 | 18.2 | 12.7 |
| PSO 0.25% | 17.8 | 1.3 | 1.0 | 7.2 | 6.5 | 1.5 |

[a]Days after treatment.

경우 PSO 살포시에 잎이나 과실 표면에 나타난 유침상 발생은 대부분 인정되나 살포후 1~2개월 후에는 대부분 사라지기 때문에 별로 문제시 되고 있지 않다고 한다(호주 Univ. of Western Sydney, Beattie 사신). 하지만 PSO 장기간 처리가 수체나 품질에 어떤 영향을 주는지 검토할 필요가 있을 것으로 보여진다.

### 살균제와 혼용시의 약해

감귤 병해충 방제시에는 병해충이 동시적으로 발생하여 피해를 주는 경우가 있기 때문에 2종 이상의 약제를 혼용하여 살포하는 경우가 있다. 따라서 본 연구에서는 PSO와 타살균제와 혼용할 경우 약해 발생에 관해서 검토하였다. PSO 농도별 처리시험 결과, PSO 0.25~0.5%에서는 약해 증상이 심하지 않았기 때문에 먼저 PSO 1%를 감귤 더뎅이병 약제로 사용되는 benomyl(WP), thiophanate-methyl (WP), imibenconazole(WP), fluazianam(WP)의 4가지 살균제와 혼용처리하였다.

그 결과 fluazianam과 혼용한 경우 일부 신초가 타는 경우가 있고 신엽의 일부에 흑점이 관찰되었고, 그 이외의 처리에서는 약해가 발생하지 않았다(표 6).

그리고, PSO 1%와 감귤 검은점무늬병 방제용 살균제인 propineb(WP), mancozeb(WP), dithianon(WP)와 혼용처리 하였을 때 어느 경우도 약해 증상이 나타나지 않았다(표 7). 또한 imibenconazole 등 일부 약제와의 혼용시에 낙엽률이 증가하는 경향이었다.

따라서 특히 fluazianam과 같은 약제와는 혼용을 피하고, 낙엽율이 큰 약제와의 혼용시에는 감귤의 생육조건 및 PSO 처리농도 등을 잘 고려해서 사용해야 할 것으로 보인다. 그런데 본 연구에서는 PSO 1%를 혼용 처리하여 잎에 나타나는 증상만 관찰하였으나, dithianon(WP)와 근접한 시기에 살포하면 일부 과실에 약해증상이 나타나는 경우도 있어(미발표 성적) 타약제와의 혼용 및 근접살포시에 과실에 나타나는 식물독성에 관해서는 앞으로 더 많은 검토가 요망된다.

**Table 5. Dropping leaf and fruit rate of citrus as affected by PSO spraying on May 20**

| Treatment | Dropped leaf rate | | Dropped fruit rate | |
|---|---|---|---|---|
| | June 8 | June 29 | June 8 | June 29 |
| | % | | | |
| PSO 1% | 20.9 | 52.3 | 77.9 | 78.6 |
| PSO 0.5% | 23.9 | 28.2 | 72.8 | 79.1 |
| PSO 0.25% | 2.6 | 19.3 | 62.6 | 67.5 |
| Tebufenpyrad | 1.2 | 16.6 | 44.6 | 62.1 |
| Unspray | 1.1 | 14.9 | 47.1 | 62.1 |

**Table 6. Phytotoxicity occurrence as affected by PSO mixing spraying with scab(*Elsinoe fawcettii*) fungicides**

| Treatment | Droped leaf rate (%) | Symptom on flush and leaf |
|---|---|---|
| PSO 1% + Benomyl (WP) | 18.9 ± 1.1 | None |
| PSO 1% + Thiophanate-methyl (WP) | 27.3 ±23.2 | None |
| PSO 1% + Imibenconazole (WP) | 40.2 ± 1.2 | None |
| PSO 1% + Fluazinam (WP) | 19.4 ± 5.4 | Burning of some flush and black spot on new leaves |
| PSO 1% | 30.6 ± 4.1 | None |
| No treatment | 10.1 ± 4.1 | None |

*Sprayed on May 20, investigated on July 31.

**Table 7. Phytotoxicity occurrence as affected by PSO mixed spraying with black spot(*Phoma citricarpa*) fungicides**

| Treatment | Dropped leaf rate (%) | Symptom on flush |
|---|---|---|
| PSO 1% + Propineb (WS) | 13.4 ± 3.9 | None |
| PSO 1% + Mancozeb (WS) | 24.7 ±13.8 | None |
| PSO 1% + Dithianon (WS) | 26.5 ±15.7 | None |
| PSO 1% | 30.6 ± 4.1 | None |
| No treatment | 10.1 ± 4.1 | None |

*Spraying dates : May 25 for Mancozeb and Dithianon mixing and May 20 for others.

본 연구에서 환경친화적인 PSO을 이용하여 감귤 주요 해충인 귤응애에 대한 PSO의 방제효과 및 약해 등에 관해서 검토한 결과, PSO 0.25%~1% 처리시의 귤응애 방제효과는 대조약제와 비교하여 양호하였다. 낙화기에 PSO 0.25% 처리시에는 유침상과 낙엽율 및 낙과율의 발생이 미미하였으며, 0.5% 이상농도 처리시에는 증가 경향이었으나, 유침상은 처리 2개월후에는 거의 사라졌다. 이와 같은 약효와 약해 결과를 고려할 때 하계에 귤응애 방제를 위한 PSO의 안전 살포농도는 0.25% 또는 0.33% 정도일 것으로 보여진다. PSO의 장기간 살포에 따른 감귤 식물체에 대한 영향, 환경조건에 따른 식물독성의 발현차이나 타 병해충에 대한 적용효과에 관해서는 계속 검토중에 있다.

## 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 RRC인 제주대학교 아열대원예산업연구센터(SHRC)의 산학협동 연구과제로 수행되었으며, 연구비를 지원해 주신 SHRC, LG-Caltex 정유(주) 및 Novartis-Agro Korea(주)에 감사드린다. 그리고 PSO관련 정보를 제공해주고 연구 수행상에 조언을 해준 호주 University of Western Sydney 의 R. Spooner-Hart, G.A.C. Beattie 및 D.M. Watson 박사들께 감사드린다.

## 인용문헌

Agnello, A. M. (1999) Petroleum spray oils: chemistry, history, refining and formulation. pp.10. *In* Spray Oils Beyond 2000: Sustainable pest and diseases management. G.A.C. Beattie and D.M. Watson (eds). Sydney, Australia.

Beattie, G. A. C. and D. Smith (1996) Integrated pest management: Sustainable pest control for the future based on the past. Proc. Int. Soc. Citriculture.

Beattie, G. A. C., Z.M. Liu, D.M. Watson, A.D. Clift and L. Jiang (1995) Evaluation of petroleum spray oils and polysaccharides for control of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). J. Aust. Ent. Soc. 34:349-353.

Cen, Y. J., M. Y. Tian, X. F. Pang and D. J. Rae (1999) Repellency, antifeeding effects and toxicity of a petroleum spray oil against citrus red mite (*Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae)). pp.29. *In* Spray Oils Beyond 2000: Sustainable pest and diseases management. G.A.C. Beattie and D.M. Watson (eds). Sydney, Australia.

Herron, G. A., G. A. C. Beattie, R. A. Parkes and I. Barchia (1995) Potter spray tower bioassay of selected citrus pests to petroleum spray oil. J. Aus. Ent. Soc. 34:255-263.

Hodgkinson, M. C. (1998) Introduction to Horticultural Petroleum Spray Oils. Caltex. Australia.

Larew, H. G. and J. C. Locke (1990) Repellency and toxicity of horticultural oils against whiteflies on chrysanthemum. HortScience 25:1406-1407.

Nalewaja, J. D. (1999) Use of oils with herbicides. pp.25. *In* Spray Oils Beyond 2000: Sustainable pest and diseases management. G.A.C. Beattie and D.M. Watson (eds). Sydney, Australia.

Rae, D. J., G. A. C. Beattie, D. M. Watson, Z. M. Liu and L. Jiang (1996a) Effects of petroleum spray oils without and with copper fungicides on the control of citrus leafminer, Phyllocnistis citrella Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Aust. J. of Ent. 35: 247~251.

Rae, D. J., D. M. Watson, W. G. Liang, B. L. Tan, M. Li, M. D. Huang, Y. Ding, J. J. Xiong, D. P. Du, J. Tang and G. A. C. Beattie (1996b) Comparison of petroleum spray oils, abamectin, cartap, and methomyl for control of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in southern China. Hort. Ent. 89(2): 493~500.

Rae, D. J., W. G. Liang, D. M. Watson, G. A. C. Beattie and M. D. Huang (1997) Evaluation of petroleum spray oils for control of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae), in China. Int.J. of Pest Manag. 43(1):71~75.

Rae D. J., V. C. Nguen, M. D Huang, S. Leong, P. Nanta and G. A. C Beattie (2000) Integrated control of citrus pests in China and Southeast asia. Final Report of ACIAR Project CS2/96/176.

Riehl, L. A. (1969) Advances relevant to narrow-range spray oils for citrus pest control. Proc. 1st Int. Citrus Symp. 2:897~907.

Smith, D., G. A. C. Beattie and R. Broadly (1997) Citrus pests and their natural enemies: Integrated Pest Management in Australia. Desert Oak Publishing Services. p.272.

Zwick, R. W. and P. H. Westigard (1978) Prebloom petroleum spray oil applications for delaying pear psylla (Hemiptera: Psyllidae) oviposition. Can. Ent. 110:225~236.

농약공업협회 (1999) 농약사용지침서. 삼정인쇄사 p.767.

**Efficacy and phytotoxicity of a petroleum spray oil for control of citrus red mite in Jeju island**

Dong-Whan Kim, Kwang-Sik Kim, Jae-Uk Hyun, Si-Yong Kang[1], Jeong-Hueb Song[2] and Key-Zung Riu[1*]
*(Citrus Experiment Station, National Jeju Agriculture Experiment Station, RDA, Seogwipo, Jeju 699-800, Korea. [1]Subtropical Horticulture Research Center, Cheju National University, Ara-dong, Jeju 690-756, Korea, [2]Jeju-do Agricultural Research and Extension Service, Jeju 690-170, Korea)*

**Abstracts** : Recently, a new developed petroleum spray oil(PSO; D-C Tron Plus®) has been used to control key pests in integrated pest management (IPM) system of citrus orchards in Australia. The efficacy and phytotoxicity of the PSO against the citrus red mite (*Panonychus citri*) were compared with conventional pesticides (e.g.Tebufenpyrad, Bifenazate and Sun spray oil) in field condition in Jeju. And under PSO mixing spray with some fungicides, the occurrence of phytotoxic symptoms on citrus leaf was investigated. All concentrations of PSO spraying (0.25%, 0.33%, 0.5% and 1.0%) were significantly suppressed the citrus red mite to similar levels of other conventional pesticides. And the spraying of PSO levels $\geq$0.5% was induced not only occurrence of some oil-sucked symptoms on leaf, but also increase of the dropping leaf and fruit rates. As results from mixing PSO spraying test with other fungicides, little burning on new flush shoot was founded only in PSO 1% plus Fluazinam treatment. From the results of this study, with the consideration of pesticidal efficacy and phytotoxicity, 0.25% and 0.33% PSO spraying level will be recommended for the control of citrus red mite during summer season in Jeju.

*Corresponding author (Fax: +82-64-725-0989, E-mail: kzriu@cheju.cheju.ac.kr)