

# 机油乳剂防治柑桔害虫的研究进展\*

岑伊静<sup>1</sup> 徐长宝<sup>2</sup> 田明义<sup>1</sup>

(1 华南农业大学昆虫生态室, 广州, 510642; 2 广东省杨村华侨柑桔场)

**摘要** 机油乳剂对柑桔螨类、蚧类、粉虱类、蚜虫类、木虱、潜叶蛾等多种害虫具有理想的防治效果, 而对天敌则较安全。旧式的、宽馏程范围的机油乳剂若使用不当易产生药害。随着配方的不断改进, 机油乳剂对害虫的防治效果更好而对植物更为安全, 在柑桔害虫综合防治中发挥着越来越重要的作用。中澳合作研究的结果表明, 机油乳剂在中国具有广阔的应用前景。

**关键词** 机油乳剂; 柑桔; 害虫; 防治

**中图分类号** S 482.1

石油作为农用杀虫剂已有悠久的历史, 美国早在 1860 年就开始使用(Riehl, 1969)。1906 年后美国改用机油乳剂, 日本也于 1926 年开始使用机油乳剂(陈道茂, 1988)。但二战后人们的注意力从机油乳剂转移到了化学杀虫剂。随着化学杀虫剂对农业和环境公害的不断增长以及害虫产生抗药性等问题出现, 70 年代人们重新把兴趣转移到了机油乳剂。70 年代至今对机油乳剂的研究进展最快, 种类不断更新, 配方不断改进, 对害虫更有效而对作物更为安全(Davidson et al, 1991), 使机油乳剂在柑桔害虫综合防治中发挥了越来越重要的作用。目前在美国, 机油乳剂是大部分柑桔主要害虫的首选农药。澳大利亚从 1970 年至今, 通过实施以机油乳剂和天敌为主的柑桔害虫综合防治, 已减少了 90% 广谱性农药的使用并减少了 50%~90% 的防治费用(Beattie et al, 1996)。

## 1 机油乳剂的杀虫机理和优点

机油乳剂是用机油加入乳化剂乳化而成的。其作用机理主要是物理的封闭作用, 阻塞昆虫气门削弱其得到氧气的的能力并阻碍新陈代谢的气体交换, 机油乳剂渗透到昆虫体内也会削弱其生理过程。近年对柑桔木虱、潜叶蛾以及一些非柑桔害虫的研究结果表明, 机油乳剂对防止害虫侵入的行为影响可同等或重要于其致死作用(Beattie et al, 1996)。机油乳剂可阻碍昆虫的产卵和取食, 同时对害虫具有拒避作用。

除了单独使用防治害虫外, 机油乳剂还经常作为杀虫剂的展着剂, 与化学的、植物的、微生物的杀虫剂混合, 提高这些杀虫剂在植物和虫体上的粘着力, 从而提高杀虫效果。机油乳剂的应用特性使其具有杀虫谱广、害虫不会产生抗药性、对天敌的影响小、对人畜及环境安全等优点。这些优点使其成为一种理想的、适合于害虫综合防治策略的药剂。

## 2 机油乳剂对柑桔害虫的防治效果

### 2.1 机油乳剂可防治的柑桔害虫种类

机油乳剂防治柑桔害虫传统的对象是介壳虫、螨类。国内外的研究结果都证实机油乳剂

1998-04-01 收稿 岑伊静, 女, 32 岁, 农艺师, 硕士研究生

\* 澳大利亚国际农业研究中心资助项目

对这两类害虫的多个种类具有理想的防治效果, 防效等于或优于常用的化学杀虫剂。近年的研究结果不断扩大了机油乳剂可防治的害虫种类。在美国加州, 窄馏程范围的机油乳剂被推荐用于防治该州 3 种主要柑桔害虫中的 2 种: 红圆蚧 (*Aonidiella aurantii*) 和桔全爪螨 (*Panonychus citri*) (Davidson et al, 1991)。已报道机油乳剂可有效防治的害虫还有紫蚧蚧 (*Lepidosaphes beckii*)、黄圆蚧 (*A. citrina*)、桔灰蚧 (*Coccus pseudomagnoliarum*)、褐软蚧 (*C. hesperidum*)、黑圆蚧 (*Saissetia oleae*)、矢尖蚧 (*Unaspis yanonensis*)、红蜡蚧 (*Ceroplastes rubens*)、中华蜡蚧 (*Ceroplastes sinensis*)、糠片蚧 (*Parlatoria pergandii*)、锈螨 (*Phyllocoptura oleivora*)、二点叶螨 (*Tetranychus urticae*)、太平洋叶螨 (*T. pacificus*)、桔瘿螨 (*Eriophyes sheldoni*)、侧多食跗线螨 (*Polyphagotarsonemus latus*)、黑刺粉虱 (*Aleurocanthus spiniferus*)、蚜虫、粉蚧、其它植食性螨类等体型小的害虫。

1993 年澳大利亚新南威尔士州生物与化学研究所和我国的广东省昆虫研究所合作, 实施“中国柑桔害虫综合防治”研究项目。他们用 Caltex 公司的 C21 机油乳剂、Ampol 公司的 C23 机油乳剂 (即 D-C-Tron NR) 和广东的新型机油乳剂对柑桔潜叶蛾、木虱进行了防治试验。试验结果表明,  $\varphi$  为 0.5% 机油乳剂对潜叶蛾 (*Phyllocnistis citrella*) 的防效等同于 65 g 巴丹 ( $w$  为 98% 可湿性粉剂)、24 mL 万灵水 ( $w$  为 24% 乳油)、100 ~ 200 g 灭幼脲 ( $w$  为 25% 可湿性粉剂) 的 100 L 水溶液, 3 种机油乳剂的效果无显著差异 (Rae et al, 1996)。澳大利亚的研究还显示, 在喷过机油乳剂的叶片上潜叶蛾雌成虫不产卵 (Beattie et al, 1996)。喷机油乳剂后, 木虱 (*Psylla citricola*) 成虫的产卵量显著减少, 机油乳剂的浓度越高产卵量越小, 处理后木虱的卵、若虫的成活率都很低,  $\varphi$  为 0.5% 可取得理想的防治效果, 与氧化乐果、灭幼脲的效果类同 (Rae et al, 1997)。这一研究成果无疑给柑桔黄龙病的防治带来佳音。

## 2.2 影响机油乳剂防效的因素

机油乳剂的浓度、用水量以及所用的喷雾机性能对其效果有很大的影响。等量的机油乳剂用低浓度大容量比用高浓度低容量的效果好。使用大容量 oscillating boom (OB)、中容量的 fan-assisted rotary atomiser (FARA) 和低容量的 air-blast (AB) 3 种喷雾机喷 D-C-Tron NR 机油乳剂对中华蜡蚧作防治试验结果, 最有效的喷雾机是中容量 FARA 喷雾机; 最经济有效的处理是用该喷雾机喷  $\varphi$  为 2%、3000 L/hm<sup>2</sup> (即油 60 L/hm<sup>2</sup>), 其防效相当于用 OB 喷雾机喷  $\varphi$  为 2%、10 700 L/hm<sup>2</sup> (即油 214 L/hm<sup>2</sup>) 的防效; 最无效的喷雾机是低容量 AB 喷雾机 (Beattie et al, 1991)。

## 3 机油乳剂对天敌的影响

由于机油乳剂的杀虫机理主要是物理的封闭作用而基本上无残毒作用, 因此多数学者认为, 机油乳剂对天敌种群的影响不大, 因为喷药时未接触到机油乳剂的天敌不会死亡, 而且天敌可以从喷药部位之外迁移来。在使用机油乳剂的果园中发现捕食螨、瓢虫、草蛉、寄生蜂等天敌的种群数量明显多于使用化学农药的果园 (张莲君等, 1989)。天敌受机油乳剂的影响因其活动性及其从其它位置重新迁入喷药园的能力有关。一般活动能力越强, 所受的干扰越小。Campbell (1975) 指出, 在机油乳剂与生物防治结合的柑桔园, 喷药后几天或油膜一干就可以把天敌释放到果园。

对寄生性天敌, 澳大利亚的研究表明, 喷机油乳剂后红圆蚧的一种寄生蜂: 印巴蚜小蜂 (*Aphytis melinus*) 的成虫在 1 d 内死亡, 但 1 d 后又有成蜂重新出现在树上。这些新出现的成蜂很可能是从喷过机油乳剂的树上的红圆蚧里羽化出来而不是从附近迁移来的, 因为喷药 1d 后

检查结果表明,印巴蚜小蜂羽化率与未喷药对照相比没有差异.而室内试验证实应用低浓度机油乳剂后马上对该寄生蜂的幼虫和成虫均产生毒害作用(Campbell,1975).

对捕食性天敌,在美国加州, $\varphi$ 为5%的机油乳剂喷于杏仁树后24 d内并未显著减少西部捕食螨(*Galandromus occidentalis*)或六点蓟马(*Scolothrips sexmaculatus*)的种群数量.在柑桔上使用,用与不用机油乳剂的处理相比,捕食螨 *Eusieus stipulatus* 的繁殖力无显著差异(Morse et al,1987).

熊锦君等(1992)用 $\varphi$ 为0.5%新型机油乳剂喷后6 d,尼氏钝绥螨(*Amblyseius nicholsi*)的死亡率仅为1%,用江苏靖江产的机油乳剂为9%,而用克螨特、三氯杀螨醇分别为26%和67%.在日本曾用13种杀虫剂对江原钝绥螨(*A. eharai*)测定结果表明,仅矿物油类和优乐得对该螨低毒(陈道茂,1988).张莲君等(1979)用一种国产机油乳剂60倍处理,对江原钝绥螨杀伤率仅为22.7%,而乐杀螨、三硫磷、杀灭菊酯分别为89.8%、91.8%和100%.这3个试验结果较为一致,即机油乳剂对捕食螨的杀伤力很小.但Davidson等(1991)和Beattie等(1996)认为,当喷药时接触到机油乳剂的大部分捕食性天敌和寄生性昆虫会死亡,但喷药后进入的天敌则几乎不受影响.

## 4 机油乳剂的药害及其配方的改进

机油乳剂的主要缺点是若使用不当会产生药害.旧式、宽馏程范围的机油乳剂尤其容易产生药害.我国推广此类机油乳剂后,各地反映出现的药害有:高温期会引起日灼,干旱或低温阴雨马上使用易引起异常落叶,花蕾期使用可能引起花变畸形,生理落果期使用会加剧落果,使用量过多、浓度过高、次数过多会引起减产甚至果品质量下降,如果实变小、内含物含量下降、果皮变厚、可食部分所占比例减少,以及果皮着色不均匀,成熟期推迟等.但国外现代机油乳剂配方很少产生药害.

### 4.1 机油乳剂的质量与药害的关系

机油乳剂产生药害的原因主要是喷药后阳光照射会导致其部分物质氧化,这些物质氧化后会对植物有害.另一方面是油乳剂会阻塞植物的气孔,从而削弱植物基本的生理过程如二氧化碳的吸收、呼吸作用和蒸发作用.当油分子渗入植物膜时可能会杀死细胞,使叶子变黄或对叶子产生慢性药害.

研究发现机油乳剂的药害与机油的蒸馏温度、馏程温度范围、碳链长度、油分子量以及乳化剂性能等因素有关.一般碳链越长、分子的重重量越重、蒸馏温度越高、馏程温度范围越大则越易引起药害.Beattie(1989)用机油蒸馏一半时的温度分别为206、212、214、238℃的4种机油乳剂作药害试验,结果只有238℃油产生药害.

美国于60年代研制出窄馏程范围的机油乳剂并应用于落叶果树、柑桔、观赏树和灌木的生长季节,很少导致药害.80年代又进一步生产了一些不会污染空气、土壤、水的机油乳剂.在澳大利亚,Ampol公司近年研制出2种优质的机油乳剂:D-C-Tron NR和D-C-Tron Plus.这些品种在原有机油乳剂配方的基础上添加了某些成分,减少了机油乳剂在紫外光作用下的氧化和对植物的渗透从而进一步减少了药害的可能.

### 4.2 影响药害的其它因素

机油乳剂的药害除了与其质量有关外,还与其使用浓度、次数、累计用量、使用时的温湿度、树龄以及作物的物候期等因素密切相关.机油蒸馏一半时的温度为238℃的机油乳剂用

$\varphi$  为 2% 会产生药害, 而用  $\varphi$  为 1.2% 则不会产生药害 (Beattie, 1989). Beattie 等 (1996) 建议每年的累计用量不应超过  $\varphi$  为 3%.

高温达 35 °C 以上或低温至 0 °C 以下、长期低温阴雨、干旱至叶片卷曲等恶劣的气候条件以及柑桔花期、生理落果期使用都易引起药害. 在澳大利亚用机油乳剂在不同时期对伏令夏橙作药害试验结果, 在 11 月份 (约相当于我国的 5 月) 使用对产量的影响最大; 喷药时间距柑桔成熟期越近, 对果实着色及其内质的影响越大 (Furness et al, 1981; Furness, 1981). 在同等条件下, 不同柑桔品种对药害的敏感程度差异很大. 已知沙田柚、脐橙比甜橙对机油乳剂更敏感. 同一品种则幼年树比成年树敏感.

不适当的混用也会产生药害. 已知不能与机油乳剂混用的农药有: 波尔多液、西维因、胶体硫、石硫合剂及其它含硫杀菌剂.

## 5 机油乳剂在我国的研究和应用概况

我国对机油乳剂的研究起步较晚, 大约始于 70 年代末. 80 年代末开始推广江苏靖江产的机油乳剂, 但由于容易引起药害, 使我国机油乳剂在柑桔上的推广应用遭受挫折, 仅在部分产区作为其它杀虫剂或杀螨剂的增效剂使用. 据分析, 我国国产的机油乳剂还属宽馏程范围的机油乳剂, 大部分产品主要的物理、化学指标均未达到国际标准, 在柑桔上应用容易产生药害 (谭炳林等, 1992). 广东省昆虫研究所于 90 年代初研制出改良型的宽馏程范围的机油乳剂: 新型机油乳剂, 其安全性能高于国内生产的同类产品, 是目前我国推广使用的主要的机油乳剂种类.

ACIAR 项目极大地推动了机油乳剂在中国的应用研究. 1994 ~ 1996 年用 Caltex C21 机油乳剂、Ampol C23 机油乳剂和广东的新型机油乳剂在杨村华侨柑桔场和梅县扶大农场进行了 3 a 的试验, 结果证明每年用 6 ~ 8 次  $\varphi$  为 0.25% ~ 0.5% 的机油乳剂可有效防治这 2 个农场的螨类、蚧类、粉虱类、蚜虫类、木虱等主要柑桔害虫, 不影响产量和果品质量, 天敌比常规使用广谱性杀虫剂的处理丰富而喷药次数和防治成本较少. 据此 Beattie 等 (1996) 估计, 在中国 100 万  $\text{hm}^2$  的柑桔园, 以利用自然天敌和  $\varphi$  为 0.25% ~ 0.5% D-C-Tron NR 机油乳剂为基础的综合防治措施代替广谱性杀虫剂, 每年可节约超过 2 亿美元的防治费用.

致谢 承蒙澳大利亚西悉尼大学的 Beattie 博士、Rae 博士和广东省昆虫所黄明度教授提供资料, 华南农业大学昆虫生态研究室庞雄飞院士、古德就教授提出宝贵意见, 谨表致谢.

### 参 考 文 献

- 陈道茂. 1988. 矿物油在柑桔害虫防治上的应用. 中国柑桔, 17(4): 29 ~ 31
- 张莲君, 徐春明, 周德荣, 等. 1989. 机油乳剂在柑桔上的应用. 浙江柑桔, (2): 33 ~ 35
- 熊锦君, 杜桐源, 谭炳林, 等. 1992. 新型机油乳剂对尼氏钝绥螨和柑桔的毒性试验. 昆虫天敌, (2): 92 ~ 95
- 谭炳林, 熊锦君, 杜桐源, 等. 1992. 新型机油乳剂对柑桔害螨的药效试验. 昆虫天敌, 14(2): 89 ~ 91
- Beattie G A C, Roberts E A, Rippon L E, et al. 1989. Phytotoxicity of petroleum spray oils to valencia orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, in New South Wales. Aust J Exp Ag, 29: 273 ~ 282
- Beattie G A C, Allender W J, Jiang L, et al. 1991. Efficacies of low-to high-volume (960 ~ 10 700 litre/ $\text{hm}^2$ ) citrus sprayers for applying petroleum spray oil to control Chinese wax scale. Pestic Sci, 32: 47 ~ 56

- Beattie G A C, Smith D. 1996. Integrated pest management; sustainable pest control for the future based on the past? Proceedings of the international Society Citriculture. Proc Int Soc Citriculture, 51 ~ 58
- Campbell M M. 1975. Duration of toxicity of residues of malathion and spray oil on citrus foliage in South Australia to adults of a California red scale parasite *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae). J Aust Ent Soc, 14: 161 ~ 164
- Davidson N A, Dibble J E, Flint M L, et al. 1991. Managing insects and mites with spray oils. CA: Division of Agriculture and Natural Resources University of California 3347 Publication, 8 ~ 20
- Furness G O, Maelzer D A. 1981. The phytotoxicity of narrow distillation range petroleum spray oils to valencia orange trees in South Australia. Part 1: The influence of distillation temperature and spray timing on yield and alternate cropping. Society of Chemical Industry, 12:593 ~ 602
- Furness G O. 1981. The phytotoxicity of narrow distillation range petroleum spray oils to valencia orange trees in South Australia. Part 2: The influence of distillation temperature and spray timing on fruit quality. Society of Chemical Industry, 12:603 ~ 608
- Riehl L A. 1969. Advances relevant to narrow-range spray oils for citrus pest control. Proceedings First International Citrus Symposium, 2:897 ~ 907
- Morse J G, Bellows T S, Gaston Jt L K, et al. 1987. Residual toxicity of acaricides to three beneficial species on California citrus. J Econ. Ent, 80:953 ~ 960
- Rae D J, Waston D M, Liang W G, et al. 1996. Comparison of petroleum spray oils, abamectin, cartap, and methomyl for control of citrus leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) in southern China. Horticultural Ent, 89:493 ~ 500
- Rae D J, Liang W G, Watson D M, et al. 1997. Evaluation of petroleum spray oils for control of the Asian citrus psylla, *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae), in China. International J of Pest Management, 43 (1):71 ~ 75

## Advances in the Use of Petroleum Spray Oils in Control of Pests in Citrus

Cen Yijing<sup>1</sup> Xu Changbao<sup>2</sup> Tian Mingyi<sup>1</sup>

(1 Lab. of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou, 510642;

2 Yangcun Overseas Chinese Citrus Farm, Huizhou)

**Abstract** Petroleum Spray Oils (PSOs) are effective against citrus mites, scales, white-flies, aphids, psylla and leafminer while they are safe to the natural enemies. The old, broad-range PSOs can easily cause phytotoxicity. With the development of oil formulations, PSOs have become more effective against pests and safer to plants. They are playing an important role in the integrated management of pests in citrus.

**Key words** petroleum spray oils; citrus; pests; control

【责任编辑 张 砾】