

# 杀虫剂对柑桔叶表皮穿透性的研究\*

曾鑫年 赵善欢

(华南农业大学植保系, 广州, 510642)

**摘要** 采用杀虫剂残留量分析法研究了烟碱和氰戊菊酯对柑桔叶表皮的穿透性及叶片气孔、表面活性剂、温度等因素对其穿透率的影响。结果表明, 二种杀虫剂由于理化性上的差异其穿透性能不同, 而叶片气孔、表面活性剂、温度等对其穿透作用有一定的促进影响。

**关键词** 烟碱; 氰戊菊酯; 柑桔叶表皮; 穿透性

**中图分类号** S48

对于内吸性杀虫剂或用于防治潜叶性害虫的杀虫剂, 它首先必须穿透叶片表皮进入叶内才能发挥其杀虫活性。潜叶虫是昆虫中的一个大大类群, 估计在 700 种以上, 其中有些是对农林作物有重要危害的害虫 (Hespenheide, 1991)。柑桔潜叶蛾则是严重危害我国柑桔的潜叶害虫, 其幼虫蛀入叶表皮内取食叶肉细胞, 整个幼虫期受到叶表皮的保护, 使杀虫剂药效的发挥受到影响 (刘秀琼, 1952)。研究杀虫剂对柑桔叶表皮的穿透性对指导生产上柑桔潜叶蛾及其它潜叶性害虫的防治实践有重大意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试药剂

80% 氰戊菊酯 (Fenvalerate) 原油, 广东石岐农药厂提供; 98% 烟碱 (Nicotine) 纯油, 德国产, 市售; 宁乳 0204C, 南京钟山化工厂生产; 农乳 600#, 南京钟山化工厂生产; 2201, 菊酯类专用乳化剂, 广东石岐农药厂提供; 吐温 80, 日本产, 广州医药公司提供; GFLP 粉剂, 广州油脂化工公司生产; 果胶酶, 上海产, 市售。

### 1.2 试验方法

1.2.1 柑桔叶表皮的分离 参照 Walker(1988) 方法。先用细砂纸将采回的新鲜嫩叶不需要的面磨去, 然后用打孔器从上面打出  $d1.8\text{ cm}$  的叶碟, 完好面朝上放入烧杯中。以每叶碟大约  $2\text{ mL}$  的量加入 3% 果胶酶液 (用  $0.1\text{ mol/L}$  醋酸缓冲液配制), 然后放入水浴摇床中 ( $35^{\circ}\text{C}$ ,  $100\text{ r/min}$ ) 温育。约经  $24\text{ h}$ , 叶表皮即与叶肉分离。将处理叶片取出后, 放于盛有  $0.02\text{ mol/L}$  硼砂液的培养皿中, 用镊子或小毛管小心去除叶肉细胞碎片。分离出的叶表皮外面朝上靠张力浮于干净硼砂液上保存、备用。

1.2.2 穿透量的测定方法 将溶解的琼脂液滴在干净的载玻片上, 形成直径约  $2\text{ cm}$  的琼脂斑。用玻片捞片法将制备好的叶表皮贴于琼脂斑上, 外面朝外。用微量点滴仪将定量的药液均匀地点滴于叶表皮上, 计时。经一定时间后, 分别回收叶表皮和琼脂斑于  $20\text{ mL}$  试管中。根据不同的药剂用丙酮或蒸馏水振荡提取, 定容。去除杂质后, 测定药剂含量。用新鲜叶

1995-03-20 收稿

\* 本文为参加 1995 年中国植保学会农药专业委员会“农药科学使用”学术讨论会论文。

片测定时,则将定量药液点滴于叶片上,经一定时间后用适量丙酮或蒸馏水冲洗回收。浓缩、定容后测定回收量。

试验所有过程均参照杀虫剂残留量的测定步骤进行处理。

1.2.3 烟碱的测定 取被测液 10 mL,加入 0.1 mol/L 硫酸液 5 mL。用硫酸液作参比,在 7201 型分光光度计(上海分析仪器厂产品)260 nm 紫外光下比色,记录消光值。在工作曲线上查出被测液浓度,计算烟碱含量。

1.2.4 氰戊菊酯的测定 取被测液 10 mL,加入 2 匙无水硫酸钠脱水。用外标法按下述条件进行气相色谱测定(SP-502 型气相色谱仪,山东鲁南化工仪器厂产品)。

气相色谱测定条件:  $d$  3 mm $\times$ 1 m $\sim$ 2 m 玻璃柱,2%OV-101/Chromosorb W AW DMCS 担体(80 $\sim$ 100 目),柱温 256 $^{\circ}$ C,检测温 290 $^{\circ}$ C,汽化温 220 $^{\circ}$ C,载气为高纯 N<sub>2</sub>气,保留时间 2.5 min。

2 结果与分析

2.1 药剂的穿透性

选择脂溶性药剂氰戊菊酯(分子量 420)和水溶性的烟碱(分子量 162)测定其在不同处理时间下的穿透量。结果看出,由于杀虫剂理化特性的不同,其对柑桔叶表皮的穿透性有较大差异(图 1),烟碱的穿透性能很好,在 24h 内的穿透量可达 90% 以上;而氰戊菊酯的穿透性能相对较差,至 24h 穿透量也仅有 50% 左右。从烟碱的穿透模式来看,药剂的穿透过程呈波浪形:0 $\sim$ 4 h 透过量随时间快速增加;4 $\sim$ 8 h 透过量增加缓慢;8 $\sim$ 16 h 透过量又快速上升;此后又有一个减缓和急速增加的过程。氰戊菊酯的穿透模式似与烟碱相似,但可能由于其总体穿透量比烟碱小,则这一过程表现得不明显。

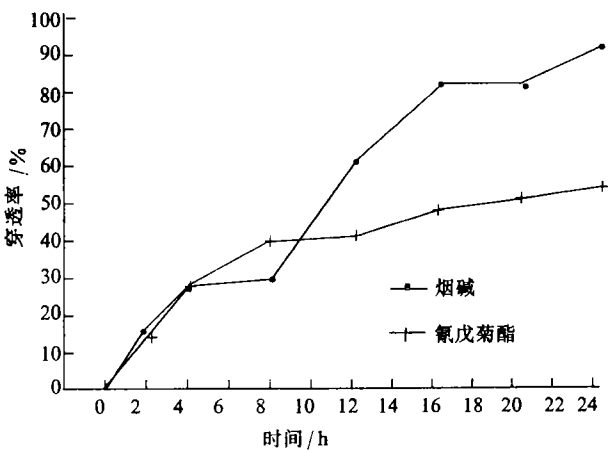


图 1 杀虫剂对柑桔叶表皮的穿透动态

2.2 叶片气孔对穿透的影响

柑桔叶片的上下表皮具有不同的结构,下表皮密布气孔,而上表皮则没有。气孔作为植物体与外界连系的重要途径对药剂进入植物体的量也会有一定的影响。测定药剂对叶片正反面表皮的穿透作用发现,氰戊菊酯对叶背表皮的穿透显著高于叶面表皮;而烟碱对叶背表皮的穿透率只略高于叶正面表皮,无显著差异(表1)。

表 1 杀虫剂对柑桔上下叶表皮穿透作用的差异<sup>(1)</sup>(1993年广州)

| 处 理 | 氰戊菊酯      |       | 烟 碱    |       |
|-----|-----------|-------|--------|-------|
|     | 峰 比       | 穿透率/% | OD 值   | 穿透率/% |
| 叶 面 | 0.711 8 b | 55.3  | 0.05 a | 87.5  |
| 叶 背 | 0.557 5 a | 65.0  | 0.03 a | 92.5  |
| CK  | 1.591 5 c |       | 0.40 b |       |

(1) 数据后字母相同者在  $P=0.05$  水平下无显著差异(DMRT);  
表 2, 表 4 同。

用具有不同气孔数量的柑桔品种的叶背表皮试验发现,药剂对各品种叶片的穿透率存在一定的差异。总的趋势是,气孔数量越多则穿透率越高。烟碱的穿透率与气孔数量间没有显著相关( $r=0.5290$ ,  $P=0.2805$ );而氰戊菊酯的穿透率与气孔数量间则有显著相关性( $r=0.8806$ ,  $P=0.0205$ )(表 2)。

表 2 杀虫剂对不同品种柑桔叶表皮的穿透作用 (1993 年广州)

| 处 理 <sup>(1)</sup> | 气孔数/个·mm <sup>-2</sup><br>$\bar{x} \pm S.D.$ | 烟 碱      |       | 氰戊菊酯      |       |
|--------------------|----------------------------------------------|----------|-------|-----------|-------|
|                    |                                              | OD 值     | 穿透率/% | 峰比值       | 穿透率/% |
| 脐 橙                | 1412.8±450.0 a                               | 0.072 a  | 15.3  | 1.060 7 a | 61.5  |
| 蕉 柑                | 1112.8±470.2 b                               | 0.076 b  | 10.6  | 1.515 1 a | 45.1  |
| 柠 檬                | 905.5±346.4 bc                               | 0.075 ab | 11.8  | 1.727 1 a | 37.4  |
| 椪 柑                | 780.0±254.7 cd                               | 0.073 ab | 14.1  | 1.700 1 a | 38.4  |
| 红江橙                | 752.8±244.9 cd                               | 0.074 ab | 12.9  | 1.734 4 a | 37.1  |
| 酸 桔                | 616.4±138.6 d                                | 0.077 b  | 9.4   | 2.547 2 b | 7.6   |
| CK                 |                                              | 0.085 c  |       | 2.757 7 b |       |

(1)脐橙和红江橙属甜橙(*Citrus sinensis*);椪柑和酸桔属柑桔(*C. reticulata*);蕉柑为柑与甜橙的天然杂种;柠檬(*C. limon*)。

上述二个试验结果表明,叶片气孔的存在能增加药剂对表皮的穿透。对于对叶表皮穿透性能差的杀虫剂,气孔是其进入叶表皮的良好通道;而对有良好穿透性能的药剂则气孔的作用不明显。

2.3 表面活性剂对穿透的影响

表面活性剂是农药制剂中的重要辅助成分。它不仅能提高药剂在植物表面的湿展性能,而且能促进药剂对植物和虫体的穿透,提高药效。从表 3 看出,氰戊菊酯原油与制剂对柑桔潜叶蛾幼虫的毒力相差 65 倍之多,表明制剂中的添加剂对杀虫剂的药效有重大影响,其中表面活性剂占相当比例。

表 3 氰戊菊酯原药与制剂对柑桔潜叶蛾幼虫的毒力 (1992 年广州)

| 处 理                   | 回 归 式        | LC <sub>50</sub> ±S.D./mg·L <sup>-1</sup> | r       |
|-----------------------|--------------|-------------------------------------------|---------|
| 80% 原油 <sup>(1)</sup> | Y=0.94X+1.66 | 349 3.63±0.23                             | 0.957 5 |
| 20% 杀灭菊酯乳油            | Y=0.99X+3.29 | 53.35±0.09                                | 0.877 0 |

(1)用丙酮:水(1:1)液稀释后处理。

选择几种常见表面活性剂进行试验发现,所试乳化剂均能显著增加杀虫活性成分对柑桔叶表皮的穿透率,但对不同的杀虫剂促进穿透的量有不同(表 4)。对于烟碱,吐温 80 和农乳 60 0<sup>#</sup>对穿透率的促进最大,其穿透率为 37.7% 和 36.2%,显著高于无乳化剂的对照(13.0%);其次是 GFLP 粉和 2201,其穿透率为 27.5% 和 24.6%,也显著高于无乳化剂的对照。对于氰戊菊酯来说,2201 和农乳 600<sup>#</sup>对其穿透作用的促进最好,穿透率分别为 81.1% 和 69.9%,显著高于无乳化的对照;GFLP 粉和吐温 80 对氰戊菊酯也有显著的促进穿透的作用。宁乳 0204C 是针对有机磷药剂的一种混合型乳化剂,它对所试的二种药剂的穿透率都没有显著促进作用。

表4 乳化剂对杀虫剂穿透柑桔叶表皮的影响(1993年广州)

| 处 理      | 烟 碱   |         | 氰戊菊酯    |         |
|----------|-------|---------|---------|---------|
|          | OD 值  | 穿透率/%   | 峰比值     | 穿透率/%   |
| 吐温-80    | 0.043 | 37.7a   | 1.025 9 | 29.1 c  |
| 农乳 600#  | 0.044 | 36.2ab  | 0.434 9 | 69.9 ab |
| GFLP     | 0.050 | 27.5bc  | 0.989 4 | 31.6 c  |
| 2201     | 0.052 | 24.6cd  | 0.272 9 | 81.1 a  |
| 宁乳 0204C | 0.057 | 17.4 de | 1.200 5 | 17.0 d  |
| 无活性剂     | 0.060 | 13.0 e  | 1.269 8 | 12.3 d  |
| CK       | 0.069 |         | 1.447 2 |         |

## 2.4 温度对穿透的影响

温度对杀虫剂的穿透作用有很大影响。用 NK 式人工气候箱 (LH-100-RDCT 型, 日本医化器械制作所产品) 选择 25、30 和 35℃ 三个温度进行试验发现, 杀虫剂对柑桔叶表皮的穿透率与温度呈正相关, 随着温度的上升穿透率直线式增加, 温度每增加 5℃ 穿透率增加 1 倍左右 (图2)。

## 3 讨论

杀虫剂对植物叶表皮的穿透作用是植物药理学的范畴, 是近 10 多年来植物保护方面发展的一个新兴学科, 它使植物化学保护与化学、生物化学、植物生理学、生态学与环境等学科加深了联系和渗透, 在生产应用上有很好的指导作用。国外在植物药理学, 尤其是杀菌剂的植物药理学已有大量的研究。德国科学家 Müller H. 在 1986 年出版了植物

药理学的第一部专著, 对某些正在使用的主要化合物的行为作了一个概述 (江树人, 1988)。在化学药剂对植物表皮的穿透方面, 似乎还没有完整的理论。杀虫剂对植物叶表皮的穿透是涉及到多方面因素的一个复杂过程。杀虫剂活性成分本身的性质 (分子大小、分子极性等理化性质)、植物叶片的性质 (形态、结构、老嫩、气孔数、蜡质层等) 对穿透有直接影响; 而药剂添加剂 (如表面活性剂) 和气候条件 (温度、湿度、光照等) 则对穿透有间接影响 (Baker et al, 1992; Bauer et al, 1992; Price et al, 1985; Stevens et al, 1987)。本研究的试验结果也表明, 不同的杀虫剂其对柑桔叶表皮的穿透性能是不同的, 而叶片气孔、表面活性剂、温度等对其穿透作用都有一定的影响, 一般都能显著增加药剂对叶表皮的穿透率。这些结果与前人的研究结果相一致。

杀虫剂对叶表皮的穿透性与药效密切相关, 这方面的研究有助于正确地指导生产实践。由于不同的杀虫剂有不同的穿透率, 在柑桔潜叶蛾及其它潜叶性害虫防治上就应掌握适当的喷药时间, 对于穿透性差的药剂应适当提早些喷药以达到较好的防治效果。同时可有选择地添加一些表面活性剂在日间气温较高的时候喷药, 并注意将药液喷洒到叶片背面,

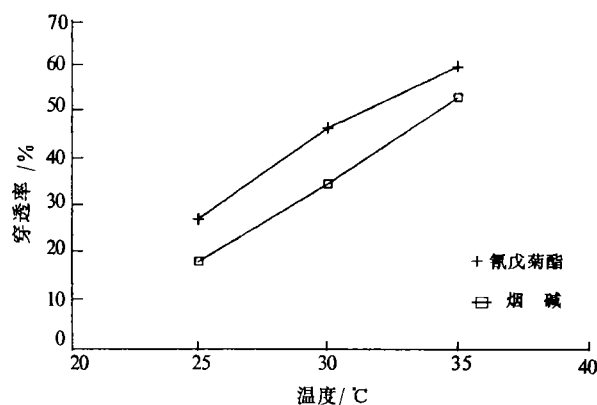


图2 温度对杀虫剂穿透率的影响

这样可能会获得更好的防治效果。但是也应注意到在使用负温度系数的杀虫剂时较高的气温未必会有较高的防效。这些均有待进一步的试验研究来证实。

#### 参 考 文 献

- 刘秀琼. 1952. 柑桔潜叶蛾的生活史及药剂防治试验. 昆虫学报, 2(3):203~218
- 江树人(译). 1988. 植物药理学. 北京: 北京农业大学出版社, 1~244
- Baker E A, Hayes A L, Butler R C. 1992. Physicochemical properties of agrochemicals: their effects on foliar penetration. Pestic Sci, 34:167~182
- Bauer H, Schonherr J. 1992. Determination of mobilities of organic compounds in plant cuticles and correlatrion with molar volumes. Pestic Sci, 35:1~11
- Hespenheide H A. 1991. Bionomics of leaf-mining insects. Ann Rev Ent, 30:535~560
- Price C E, Anderson N H. 1985. Uptake of chemicals from foliar droplets: Effects of plant species and molecular structure. Pestic Sci, 16:369~377
- Stevens P J G, Baker E A. 1987. Factors affecting the foliar absorption and redistribution of pesticides. I. properties of leaf surface and their interaction with spray droplets. Pestic Sci, 19:265~281
- Walker G P. 1988. The role of leaf cuticle in leaf age preference by bayberry whitefly on lemon. Ann Ent Soc Am, 81(2):365~36

## INVESTIGATIONS ON THE PENETRATION OF INSECTICIDES INTO THE CUTICLE OF CITRUS LEAF

Zeng Xinnian      Zhao Shanhuan\*

(Dept. of Plant Protection, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

#### Abstract

The penetration of fenvalerate and nicotine into the cuticle of citrus leaf was studied by using the insecticide residue analytical technique. It was found out that the penetrating capability of two selected insecticides differed due to the variation in their physicochemical natures. The results also showed that the stomal density, addition of surfactants and temperature had positive effect on the penetration process.

**Key words** fenvalerate; nicotine; cuticle; penetration

---

\* Chiu Shin-Foon