

曾兆华, 王玉林, 杨广. 树干注射印楝素对柑橘全爪螨的控制作用 [J]. 福建农业学报, 2013, 28 (2): 154—157.

ZENG Z-H, WANG Y-L, YANG G. Effect of Trunk Injection of Azadirachtin on the Control of *Panonychus citri* [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2013, 28 (2): 154—157.

树干注射印楝素对柑橘全爪螨的控制作用

曾兆华¹, 王玉林², 杨 广³

(1. 福建省农业科学院植物保护研究所, 福建 福州 350013; 2. 福建农林大学生命科学学院,
福建 福州 350002; 3. 福建农林大学植物保护学院, 福建 福州 350002)

摘要: 开展树干注射印楝素对柑橘全爪螨的控制作用研究。结果表明, 每厘米胸径树干注射 1~3 mg 印楝素在药后 7 d 对柑橘全爪螨田间防治效果可达 90% 以上, 持续至 60 d 仍可达 75% 以上; 测定内吸印楝素对各螨态柑橘全爪螨的亚致死剂量, 发现其对柑橘全爪螨种群具有延长发育历期、降低繁殖力的长期控制效应。

关键词: 印楝素; 柑橘全爪螨; 树干注射; 田间防效; 亚致死效应

中图分类号: S 435

文献标识码: A

Effect of Trunk Injection of Azadirachtin on the Control of *Panonychus citri*

ZENG Zhao-hua¹, WANG Yu-lin², YANG Guang³

(1. Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China;
2. College of Life Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China;
3. College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: The control effect of azadirachtin with trunk injection at 1—3 mg per cm DBH (diameter at breast height) was above 90% on *Panonychus citri* (McGregor) 7 days after injection in the field, and remained above 75% in 60 days. The sublethal doses of azadirachtin on different developmental stages of *P. citri* were determined and their long-term effects on *P. citri* population were discovered to be the extension of developmental duration and reduced fecundity.

Key words: azadirachtin; *Panonychus citri*; trunk injection; control effect in the field; sublethal effect

树干注射施药方法和传统的农药使用方法相比具有防治效果好、不杀伤天敌、不污染环境、省工省药等优点^[1~2], 近年来在林木和果树病虫害防治领域得到了广泛的应用, 目前主要还停留在树干注射化学农药, 对绿色植保农药, 例如植物源农药注射的研究较少。印楝 *Azadirachta indica* A. Juss 是世界上最负盛名的杀虫植物, 曾被美国国家调查委员会 (National Research Council) 誉为“21世纪可以解决全球问题的一种植物”^[3]。植物对施在土壤或水中的印楝素具有内吸性, 并能通过根系吸收传导至叶片, 对害虫种群表现出较长时间的控制效应^[4]。张海兰等研究发现使用注射印楝素的构树枝条喂食桑天牛, 能显著降低桑天牛的产卵量, 并且卵孵化成幼虫后成活率也极低^[5]。张晓东采用群

落生态学和种群生态学的研究方法, 研究了树干注射印楝素对梨树生长、梨园昆虫群落的影响, 证明该方法对梨网蝽、绣线菊蚜、梨木虱等小型吸汁类害虫有较强的控制作用^[6]。王玉林等进一步研究了印楝素在植物体内的传输和富集规律, 发现树干注射印楝素的柑橘树叶片在 9~10 d 达到峰值, 注射后 56 d 叶片中仍能检出印楝素^[7]。

柑橘全爪螨 *Panonychus citri* 是世界性的柑橘害螨, 广泛分布于我国柑橘种植区, 生产上造成的损失一般可达 30%, 严重为害柑橘的生产^[8]。笔者以昆虫种群生态学理论为基础, 开展了树干注射印楝素对柑橘全爪螨田间防效、亚致死剂量及其效应的研究, 旨在为树干注射印楝素控制柑橘害螨提供依据。

收稿日期: 2012—12—06 初稿; 2013—01—28 修改稿

作者简介: 曾兆华 (1975—), 男, 助理研究员, 研究方向: 害虫综合治理 (E-mail: 719543713@qq.com)

基金项目: 福建省青年科技创新基金项目 (2008F3021)

1 材料与方法

1.1 供试植株和螨

供试植株为南平市延平区易康生态农庄的柑橘树, 树龄 15 a, 树高 4~5 m, 主干胸径 15~20 cm; 供试螨源来自于该园柑橘树。

1.2 药剂与仪器

1.2.1 药剂

(1) 40% 印楝素母粉 (云南中科生物产业有限公司); (2) 印楝素的注干药剂母液由 40% 印楝素母粉、氮酮 (1%, 质量比)、95% 乙醇组成, 进行树干注射时使用纯净水稀释至相应浓度; 0.3% 爱禾 (印楝素乳油, 云南中科生物产业有限公司); (3) 90% 印楝素标准品 (云南中科生物产业有限公司)。

1.2.2 仪器 高效液相色谱仪 (日立 L-2000, 日本, 紫外检测器)。

1.3 试验方法

1.3.1 树干注射印楝素对柑橘全爪螨的田间防效

(1) 树干注射方法与注射量: 参考董嶧等^[9]的方法, 在距地面 1 m 处树干上用电钻向下倾斜 45° 钻孔, 孔深 4~5 cm。注射孔数量为 2 个, 且尽量相对。然后用自制气压式注射器定量注射药剂, 注射量为树干 1 cm 胸径 1 mL 药剂。

(2) 试验浓度梯度设置: 试验设 3、2、1 mg·cm⁻¹ 胸径 3 个浓度梯度, 同时采用叶面喷施

0.3% 印楝素 EC 500 倍液和清水作对照, 试验设 3 次重复。

1.3.2 (亚)致死剂量的测定 采用柑橘活枝条室内吸收印楝素溶液的方法, 待叶片中印楝素富集浓度达到设计要求 (4、2、1、0.5、0.25 mg·L⁻¹) 后取出待测 (采用高效液相色谱仪测定富集浓度), 用毛笔小心接螨后测试 (每枝接螨 50 头左右), 设 3 次重复; 所得数据采用 SPSS16.0 进行回归分析。

1.3.3 亚致死剂量下柑橘全爪螨的实验种群生命参数研究 选择 LC₁₀ 和 LC₂₅ 剂量作为供试浓度, 测定印楝素对柑橘全爪螨亚致死剂量下实验种群生命参数, 包括: 对各螨态发育历期的影响, 以及对产卵量的影响, 每个处理测试 20 只试螨 (卵)。

2 结果与分析

2.1 树干注射印楝素对柑橘全爪螨的田间防效

田间毒力测定结果 (表 1) 表明: 药后 3 d, 3 个浓度的印楝素注干对柑橘全爪螨均表现出一定防治效果, 但低于叶面喷施 0.3% 印楝素 EC 500 倍液, 说明树干注射印楝素控制柑橘全爪螨的速效性不如叶面喷施; 至第 7 d, 树干注射组防效均达到 92.55% 以上, 高于叶面喷施组的 79.83%, 持续至药后 60 d 仍可达到理想防效 ($\geq 75.68\%$ 以上), 其长期控制效应显著高于 0.3% 印楝素 EC 的防治水平。

表 1 树干注射印楝素对柑橘全爪螨的田间毒力

Table 1 Control effect of azadirachtin with trunk injection on *P. citri* in the field

处理	药前基数/头	3 d		7 d		15 d		30 d		60 d	
		活螨/头	防效/%	活螨/头	防效/%	活螨/头	防效/%	活螨/头	防效/%	活螨/头	防效/%
3 mg·cm ⁻¹ 注干	488	349	25.55±1.83b	12	97.76±0.52a	6	98.97±0.28a	15	97.719±0.49a	35	95.68±0.68a
2 mg·cm ⁻¹ 注干	465	385	13.86±1.01c	28	94.50±0.46b	18	96.75±0.52a	28	95.48±0.28ab	98	87.25±1.59b
1 mg·cm ⁻¹ 注干	527	491	2.85±3.18d	43	92.55±0.42b	28	95.52±0.67a	50	92.89±0.60b	212	75.68±2.15c
0.3%印楝素 EC500×喷雾	513	144	70.79±1.91a	113	79.83±1.70c	235	61.41±3.74b	397	41.92±2.12c	578	31.72±2.10d
CK	435	418		475		516		579		717	

注: 表中数据采用 SPSS 软件中的 ANOVA 方差分析, 应用 S-N-K 多重比较检验结果的差异性, 同列数据后不同小写字母表示差异达显著水平 ($P < 0.05$)。表 4 同。

2.2 (亚)致死剂量的测定

各个浓度梯度印楝素 (叶片中含量) 下, 供试 1 龄若螨、2 龄若螨和成螨 48 h 死亡情况如表 2 所示。

各螨态毒力回归方程和 (亚) 致死剂量如表 3。结果表明, 柑橘全爪螨各螨态的亚致死剂量顺序为: 成螨 > 2 龄若螨 > 1 龄若螨。

表 2 内吸印楝素对柑橘全爪螨室内毒力(48h)
Table 2 Experimental toxicity of sucked azadirachtin on *P. citri* (单位/头)

浓度 (mg · L ⁻¹)	1 龄若螨		2 龄若螨		成螨	
	供试螨数	死亡数	供试螨数	死亡数	供试螨数	死亡数
4	48	48	49	45	52	43
2	52	48	51	45	49	38
1	49	44	52	39	51	25
0.5	51	35	49	22	48	13
0.25	50	28	50	16	53	3
0	52	0	49	0	50	0

表 3 印楝素对柑橘全爪螨各螨态室内毒力回归
Table 3 Regression between toxicity on *P. citri* in different growing stages and azadirachtin dose

螨态	毒力回归方程	回归直线斜率 (SE)	LC ₁₀ / (mg · L ⁻¹)	LC ₂₅ / (mg · L ⁻¹)	LC ₅₀ / (mg · L ⁻¹)	LC ₉₀ / (mg · L ⁻¹)
1 龄若螨	y=1.125+1.728x	0.290	0.040	0.091	0.223	1.232
2 龄若螨	y=0.541+1.73x	0.233	0.088	0.198	0.486	2.678
成螨	y=-0.072+2.078x	0.234	0.262	0.513	1.082	4.479

2.3 亚致死剂量下柑橘全爪螨的实验种群生命参数

LC₁₀ 和 LC₂₅ 剂量下柑橘全爪螨的实验种群生命参数研究结果表明：亚致死剂量印楝素对柑橘全爪螨各螨态发育历期具有显著的延迟效果（与对照

相比），且浓度越高延迟效应越明显（表 4）。进一步跟踪亚致死剂量下喂养的成螨产卵量（表 5）发现，亚致死剂量印楝素还可显著降低柑橘全爪螨的产卵量，且随着浓度的提高，减少越明显。

表 4 亚致死剂量印楝素对柑橘全爪螨发育历期的影响
Table 4 Effect of sublethal dose of azadirachtin on the developing duration of *P. citri*

处理	卵期/d	1 龄若螨期/d	2 龄若螨期/d	产卵前期/d	成螨期/d	发育历期/d
LC ₁₀	6.50±0.20a	3.45±0.11b	7.80±0.14b	3.55±0.11b	32.35±0.50b	53.65±0.59b
LC ₂₅	6.60±0.20a	4.50±0.14a	9.55±0.15a	4.05±0.09a	46.75±0.77a	71.45±0.81a
对照	6.45±0.20a	2.80±0.09c	5.50±0.11c	2.10±0.07c	24.55±0.34c	41.40±0.43c

表 5 对照组和亚致死剂量印楝素对柑橘全爪螨繁殖力比较

Table 5 Comparation of azadirachtin effect on the fecundity of *P. citri* between CK and sublethal dose treatments

处理	每雌产卵量/粒	t 值
对照	50.78±1.31	—
LC ₁₀	32.22±1.33	9.54**
LC ₂₅	14.22±0.97	28.06**

注：表中数据采用 SPSS 软件中的成对数据 t 检验分析，** 表示差异极显著 (P<0.01)。

3 讨论与结论

印楝素是天然植物产物、暂时还无法人工合成，其成本高于一般化学农药，要实现树干注射印楝素的实际应用，其用量和成本就显得尤为关键。王玉林等^[7]研究印楝素在柑橘叶片中的富集和消解动态，采用每 cm 胸径 0.025 g (即 25 mg) 的剂量树干注射印楝素，在第 10 d 叶片中富集的印楝素含量可达 26.97 mg · L⁻¹，且残留期超过 60 d，但该剂量过大，导致成本过高。本研究田间防效部分研究结果表明：1 龄若螨、2 龄若螨和成螨的 90% 死亡浓度 (LC₉₀) 分别为 1.232、2.678 和 4.479

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 说明在实际应用中注射剂量还可减少一个数量级, 基本达到实际应用的成本需要。

董嶧等^[9]比较了树干注射吡虫啉、印楝素和乙酰甲胺磷对槐尺蠖的防治效果, 结果表明树干注射0.3%印楝素EC对槐尺蠖的48 h防治效果低于吡虫啉和乙酰甲胺磷, 且药效发挥最为缓慢, 但未能就树干注射印楝素对害虫的长期控制效应进行研究。本研究发现树干注射印楝素后3 d才表现出明显的控害效果, 这可能与本研究采用的印楝素为40%印楝素原药稀释而成有关; 长效性研究结果发现树干注射印楝素对柑橘全爪螨种群的控制效果可持续60 d以上, 这与王玉林等^[7]研究印楝素在柑橘叶片中可残留56 d以上的研究结果比较一致。

杨东升等^[10]研究发现, 印楝素可通过对家蝇生长发育和生殖能力的抑制, 使其种群增长率降低。本研究发现, 树干注射亚致死剂量印楝素除了对害螨有直接杀灭效果外, 还可通过延长发育周期、降低产卵量等方式控制害螨种群发展, 从而达到持续控害的目的。关于树干注射亚致死剂量印楝素对柑橘全爪螨田间种群的控害效果尚有待于进一步研究和明确, 以实现进一步减少注干用量, 促进该项技术的应用。

参考文献:

[1] 王自良, 李洪敬, 郑琴, 等. 树干打孔注药技术的应用及发展

- 综述 [J]. 山东林业科技, 2003, (2): 50—51.
- [2] 张秋香, 武绍波, 李文祥. 树干注射技术及其在果树上的应用 [J]. 西北农大学报, 2004, 13 (3): 154—157.
- [3] VIETMEYER N D. Neem: a tree for solving global problems: report of an ad hoc panel of the Board on Science and Technology for International Development, National Research Council, Washington DC, USA [M]. National Press, 1992: 71—72.
- [4] SUDARAM K M S, CAMPBELL R, SLOANE L, et al. Uptake, translocation, persistence and fate of azadirachtin in aspen plants (*Populus tremuloides* Michx.) and its effect on pestiferous two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) [J]. Crop Protection, 1995, 14 (5): 415—420.
- [5] 张海兰, 赵博光, 陈小平, 等. 桑天牛取食注射印楝素的构树后对其后代死亡率的影响 [J]. 辽宁林业科技, 2007, (2): 22—23, 40.
- [6] 张晓东. 树干注射印楝素对梨树—害虫—天敌的影响 [D]. 福州: 福建农林大学, 2008.
- [7] 王玉林, 曾兆华, 尤民生. 树干注射印楝素的动态研究 [J]. 华东昆虫学报, 2009, 18 (2): 88—93.
- [8] 朱志民. 螨类的捕食性天敌 [J]. 江西植保, 1982, (1): 19—20.
- [9] 董嶧, 袁会珠, 翟明利, 等. 树干注射吡虫啉、印楝素和乙酰甲胺磷防治槐尺蠖的效果比较 [J]. 植物保护, 2008, 34 (4): 146—148.
- [10] 杨东升, 张金桐, 王宁川, 等. 楝素和印楝素对家蝇生长发育及繁殖的影响 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2002, 13 (3): 185—188.

(责任编辑: 林海清)