

文章编号:1674-7054(2010)04-0386-04

树干注药法的研究现状与趋势

王丽^{1,2}, 范志伟¹

(1. 中国热带农业科学院 环境与植物保护研究所, 农业部热带农林有害生物入侵监测与控制重点实验室, 海南省热带农业有害生物检测监控重点实验室, 海南 儋州 571737; 2. 海南大学 环境与植物保护学院, 海南 儋州 571737)

摘要: 综述了树干注药法的操作技术、方法及其使用的药剂种类和应用树干注药法的优缺点, 针对目前树干注药法的使用情况, 提出树干注药法今后的研究方向。

关键词: 树干注药法; 注干液剂; 优缺点

中图分类号: S 475.9

文献标志码: A

随着人们环保意识的提高, 人们通过选择环境友好型的农药品种、制剂, 不断进行高效、低毒、低残留农药的筛选, 同时科学合理的农药使用技术已日益成为农药发展的必然选择。树干注药法是将药剂注入到深达树干木质部位置的施药方法, 大多采用树干钻孔方式施药, 也有利用害虫侵害形成的虫孔施药。树干注药法多用于防治在高大林木、果树上的蚜虫、介壳虫、竹螟等刺吸性或咀嚼性害虫和天牛、木蠹蛾、竹象虫、松梢螟、柳瘿蚊、栗剪枝象甲等钻蛀性害虫, 还用于矫治缺素症等生理性病害和调节树体生长发育等, 是一种高效、高选择性的无公害精准施药技术^[1]。林木害虫的传统防治方法主要是喷雾法和烟雾法, 这2种施药方法对一些林木害虫有较好的防治效果, 但对严重危害树木的蛀干害虫如松墨天牛、光肩星天牛、红脂大小蠹、桑天牛、松纵坑切梢小蠹等防效较差, 且污染环境严重, 易杀伤天敌, 施药人员易中毒等缺点。采用树干注药法, 药剂直接进入树体内, 不与周围环境发生接触, 可避免漂移对环境的污染及对人畜和其他有益生物的伤害^[2], 因此, 树干注药法是具有非常理想的环境相容性的无公害施药技术^[3]。

1 树干注药法的技术与方法

1926年美国首先开发出树木注药机械, 此后各国科研人员相继开发出了各式各样新型打孔注药机械^[4]。从国内外已发表的树干注药法的相关文章来看, 可依据是否在树干上打孔, 将树干注药法分为打孔注药法和虫孔注药法两大类, 其中打孔注药法是应用较多的方法。

1.1 打孔注药法 打孔注药法就是在树木的相应位置应用不同的方法开孔, 然后将药液注入孔内的一种施药方法。根据药液输入方式的不同可分为高压注射法和自流式注入法。

1.1.1 高压注射法 用机械泵或手压泵产生压力将药液通过针管强行注入树体并迅速存于木质部中, 之后随蒸腾作用被传输到树木的各个部位, 充分被吸收。此方法一般采用高浓度、低剂量进行施药, 施药后药液能迅速均匀地分布到树体的各个部位, 施药10 d后药效明显, 且具有利用率高、有效期长等优点, 如用于治疗果树缺素症, 药效期长达2~3 a^[1]。目前国内的注药机械主要有XH轻型高压树干注入器、J2-3型手压式树干注射机、锦源牌6HZ·D系列树木注药机等, 其中6HZ·D系列注药机械是将设定的注射剂量分为若干份, 通过脉冲式注射方式分次分量将药剂压入树体内^[5-6]。

在使用高压注射机的时候要注意2点: (1) 注意木质部与注射针头的密封性要好, 否则可能导致药液外流; (2) 密封好时, 要注意注入速度不宜过快, 过快会使树木发生爆裂, 一般以1~5 mL·s⁻¹的注入量对

收稿日期: 2010-10-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30871653); 国家科技支撑计划项目(2007BAD48B04-001); 教育部留学回国人员科研启动费; 本院科技基金科研启动费资助项目(2006hzhs1J001)

作者简介: 王丽(1984-)女, 四川卢洲人, 海南大学环境与植物保护学院2009级硕士研究生。

通信作者: 范志伟(1964-)男, 博士, 研究员, E-mail: fanweed@163.com

绝大多数树种是安全的。但是这些注药机械在使用的时候都有相应的缺点,更完善的树干注药机械仍有待开发。

1.1.2 自流注入法 自流注入法是依据流体力学和树木内蒸腾作用原理设计的,注入树体内的药液经树木水分输导组织中的液流流经注射针头孔部位时产生压力差作用而被吸入到输导组织中,与输导组织一同向上部输送(其特例还包括在树干上钻倾斜的孔或开一条或数条弧形的槽,孔和槽深达木质部,然后将药液灌入其中封住,即木质部埋植法)。自流注入法是目前应用比较多的一种方法,一般采用低浓度、大剂量进行施药。如可用于给树木缓慢输送植物生长调节剂,王大伟采用此法给红豆杉输送植物生长调节剂提高珍稀濒危树木红豆杉移植成活率达到100%^[7]。具体使用方法是在树干1 m高处,用10 mm的钻头倾斜45°钻深为5 cm的孔,将橡皮塞入孔中,将瓶体的尖嘴部插入橡皮塞孔中3~4 cm处,以液体不漏出树体外为准,并在瓶底部打1个针眼孔^[1]。用自流注入法矫治缺素症注药时间在春天发芽后最好^[8]。江建国等以自流注入法注入 $\varphi=1\%$ 的阿维菌素可溶性液剂防治石楠盘粉虱,防效达到96.81%^[9]。

1.2 虫孔注射法 虫孔注射法无需在树干上钻孔,可用医用或兽用注射器把药液直接注入有虫的虫孔内,再用泥土封堵孔洞。如发现虫孔中淌出新鲜锯屑,说明虫孔内有天牛幼虫存在,可用 $\varphi=40\%$ 氧化乐果5~10倍液,给每个虫孔中注射1~2 mL,然后用烂泥封口,以免药液挥发掉,防效可达98%以上^[1]。虫孔注射法将药液直接作用于受体上,所以药效发挥快。

2 适用于树干注药法的药剂种类

树干注药法中用于防治病虫害的农药制剂和调节生长的植物生长调节剂称作注干液剂。它是一类按农药使用方法分类的农药制剂,应具有良好的冷、热贮稳定性,较小的粘度及合格的稀释稳定性,注入树干后对树木不产生药害。应用于树干注射的药物相当广泛,有杀虫剂、杀菌剂、除草剂、植物生长调节剂、微量元素、化肥等;树干注药适宜树种也非常广泛,从乔木到灌木甚至到草本都可用树干注药,且多数效果较好,只有极少数发现药害^[4]。

杀虫剂是在树干注药法上应用最多的一类,特别是应用传统内吸性药剂的报道最多^[10],如有机磷类、氨基甲酸酯类、菊酯类、生物碱类及阿维菌素等,其中久效磷、氧化乐果、乙酰甲胺磷、甲胺磷等最多。如Doccolla等用Arbojet VIPER注药机械将设定剂量的吡虫啉连续不停地注入树体内,防治铁杉球蚜取得显著效果^[11];唐光辉等利用 $\varphi=14\%$ 吡虫啉·敌敌畏注干液剂、 $\varphi=4.5\%$ 吡虫啉注干液剂、 $\varphi=2\%$ 阿维菌素注干液剂和 $\varphi=30\%$ 敌畏·氧乐注干液剂等对危害椰树的椰心叶甲进行树干注射防治试验,试验结果表明, $\varphi=14\%$ 吡虫啉·敌敌畏注干液剂、 $\varphi=4.5\%$ 吡虫啉注干液剂和 $\varphi=30\%$ 敌畏·氧乐注干液剂对椰心叶甲均有较好的防治效果,其中 $\varphi=14\%$ 吡虫啉·敌敌畏注干液剂防效最好,注药量为 $0.7\text{ mL}\cdot\text{cm}^{-1}$,注药30 d后的防效可达95.10%^[12]。但也有一些内吸性杀虫剂因在植物体内传导性不好,而影响了防治效果。如呋喃丹在树木体内无杀虫作用,甚至和别的农药混用注入树木后,还会阻滞其他药剂的传导^[4]。一些非内吸性杀虫剂(水胺硫磷、敌敌畏、敌杀死、杀螟松等)也有很好的效果^[13],如周家华用水胺硫磷注干施药防治红蜘蛛效果达95.8%^[14]。随着农药的发展,久效磷、甲胺磷、水胺硫磷等已经被禁用,更安全的植物源农药已被应用到树干注药技术上,如McKenzie等使用印楝素叶面和注射处理防治绿杨桉树上的花曲柳窄吉丁^[15]。

植物生长调节剂和微量元素主要是用在树种移植和果树缺素症上。树木移植后在新环境下适应速度较慢,增加树木的死亡率,造成经济损失。王大伟向移植的红豆杉小苗内注入营养液,使其成活率达到了100%^[7]。

杀菌剂在枣树上可用于防治枣树枣疯病。枣疯病俗称“公枣树”,是枣树的毁灭性病害。严重时能造成枣树大量死亡甚至毁园。河北农业大学中国枣研究中心研究出了“祛疯子1号”,适用于枣疯病的治疗与康复^[16]。

除草剂可用于防治生长在高大树木上不利于人工砍除或喷药防治的寄生植物。广寄生是中国南方常见的半寄生植物,常寄生于植物的枝干上。因为广寄生适应能力极强,生长繁殖快,大量抢夺寄主营养,因此,常常对寄主造成严重的危害。范志伟等用“灭桑灵”注干施药防除橡胶树广寄生,效果达到了90%~97%^[17]。

国外较我国早开发出专门用于注干法使用的注干液剂,如美国Mauget公司登记了分别以吡虫啉、百治磷为有效成分的注干药剂,其商品名为Imicide和Injectide-B;美国Arbor Systems公司登记了以吡虫啉

为有效成份的注干药剂,其商品名为 Pointer。1999 年由西北农林科技大学无公害农药研究服务中心以杀虫剂氧化乐果和敌敌畏为有效成份,在我国首次登记了商品名为“天牛敌”的杀虫注干液剂^[4];2006 年,唐光辉等在国内申请一种以吡虫啉为有效成份的树干注液剂专利^[18]。随着科技的不断发展,专用注干液剂登记品种会越来越多。

3 树干注药法的优缺点

对于高大的树木,传统都采用喷雾法施药,农药易飘散于空气、水体及非靶标动植物上,严重污染环境,药效降低,易杀伤天敌,且施药时间受天气影响较大。喷雾法还对高大的林木、蛀干和果实内的病虫害防治困难,以及地形复杂及缺水等情况下,普通喷洒机械无法操作,达不到防治要求,且使用者操作不当易产生人畜中毒。钱传范指出,农药残留主要是由直接施药引起的,药物量并没有完全作用到受体上,造成很大的浪费和残留。张格成在《果园农药使用指南》中指出,注药法的药液利用率比常规施药方法节省 80% 左右^[6]。这也就是说传统方法施用的农药只有 20% 发挥了它真正的作用,其他的都成了浪费,并残留和污染环境。

3.1 树干注药法的优点 现代农药开发过程中,“3R”是农药剂型在开发时要考虑的关键问题,即高效、低毒、低残留、经济有效和易于接受。树干注药在这些方面都有很突出的优越性,主要表现在:(1)树干注液直接将药液注入树干体内,依靠植物的蒸腾拉力使药物在植物体内传导,进入环境的机率比较小,吸收完全,不飘移,药液完全被植株吸收,不伤害天敌。谭松波等采用经植物体内注药后的树叶对分月扇舟蛾进行饲养的过程中,收集到一种幼期寄生性姬蜂 123 头,且羽化率达 96.7%,这证明了在植物体内注射磷酸、甲胺磷、氧化乐果、杀虫双后,对天敌昆虫基本无伤害^[19]。(2)因为树干注药药效起效快,所以可以根据不同靶标选择不同的注药地点,提高利用率,减少给药次数从而降低成本。周家华采用树干注药法对柑桔树供肥治虫,用一半的药物量在 20 d 后达到了很好的效果^[20]。(3)树干注药受外界条件影响较小,不易错过最佳给药期。(4)施药人不与药物直接接触,保证了工作人员的安全。

3.2 树干注药法的缺点 树干注药法的缺点是如果药物使用不当会对树体产生药害。因此在使用树干注药法时应注意:(1)防治树木病虫害时,一般树木落叶后至萌动前的休眠期不能注药,但是,防治橡胶树广寄生必须在寄主休眠期注药^[17]。(2)药物的使用剂量要适量。周家华在对柑桔的保果试验中,大剂量使用“喷施灵”增加了落果量^[21]。陈运全在对柑桔树注射高浓度营养液后使受害枝叶全部脱落^[22]。(3)要根据树木不同的病虫害,选择合适的药物。药物选择不当会对树木造成药害。(4)注药速度不宜过快,使用剂量大时注药时间较长。(5)打孔方法不当会损害树木。

4 药剂在树干组织内的代谢和残留

高等植物没有有效的循环系统,只有有限的排泄功能,酶在降解过程中起主要作用,药剂在植物体内留存时间过长,容易被转化成其他毒性更强的物质。如含硫醚结构的农药在树木体内能形成亚砷和砷类物质,使其毒性增加百倍。美加黄杉被注入甲拌磷 17 个月后,在其树皮和针叶中可检测到毒性更强的降解产物甲拌磷亚砷和甲拌磷砷^[23]。一些属于一硫代或二硫代磷酸酯类的内吸性有机磷杀虫剂在植物体内能代谢为毒性更强的化合物,且能在植物体内留存更长时间^[24]。

杀虫剂在木本植物不同部位的残留量各不相同。有一些研究过农药(大多成为禁用农药,如氧化乐果、甲胺磷等)残留动态的研究结果^[25-26]表明,一般是老叶的残留量比芽内的高,新芽内的残留量一直处于比较低的状态。许志春等^[27]测定吡虫啉在北京杨树中的持留量的结果表明,吡虫啉在树体内可持留 40 d 以上,其中叶片中的药剂持留量最高,侧枝中的持留量居中,树干中持留量最低。杨树主干韧皮部的持留量明显高于木质部的持留量,施药后吡虫啉在树干木质部中的持留量随时间而变化,施药后 5 d 左右持留量最高。

5 今后的研究趋势

树干注药法的优点使其具有广阔的开发前景,符合现代农业可持续发展的要求,世界上对它的研究也越来越多。今后在以下新的方法和领域是值得进行科学探索的。

(1)药物在树干体内传导时是否有发生转化,分别转化成什么物质,解毒还是增毒。

(2) 可否将木质部埋植法中埋入的液体改为片剂、胶囊、微胶囊或其他剂型的农药, 从而更好地控制农药的释放速度和药效持续期。

(3) 目前绝大部分农药剂型是喷施剂型, 为适应农药安全使用的需要, 应尽快研制和开发农药注干剂型。

参考文献:

- [1] 何永梅. 果树林木用药新法—树干注射法[J]. 植物医院, 2009(1): 28-29.
- [2] 罗都强, 陈安良, 冯俊涛, 等. “注干液剂”的概念及实践[J]. 农药, 2001, 40(4): 16-18.
- [3] 袁会珠, 黄启良, 杨代斌, 等. 环境相容性农药使用技术的研究进展[G]//江树人. 农药与环境安全国际会议论文集. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 52-60.
- [4] 唐光辉, 陈安良, 冯俊涛, 等. 树干注药技术研究进展[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(4): 117-120.
- [5] 胥占义, 秦飞, 周正标. 树干注射施药技术进展[J]. 林业科技, 1997, 22(5): 25-29.
- [6] 李兴, 秦飞, 周正标, 等. 树干注药机核心技术的比较研究与 6HZ·D625B 型注药机研制[J]. 林业科学, 2001, 37(1): 130-134.
- [7] 王大伟. 树干钻孔注药提高珍稀濒危树木移植成活率初探[J]. 甘肃科技, 2008, 24(4): 160-161.
- [8] 童风李, 翠兰, 郎家文. 矫正果树缺铁症的简易方法—树干木质部埋植法[J]. 植物资源, 1995, 11(3): 112-123.
- [9] 江建国, 杨旭, 江靖, 等. 几种杀虫剂防治石楠盘粉虱田间试验[J]. 中国森林病虫, 2010, 29(3): 37-39.
- [10] 秦飞, 魏玉松, 穆作文, 等. 树干注射施药技术及应用[J]. 林业科技开发, 1997(1): 20-21.
- [11] DOCCOLA J J, RAMASAMY I, CASTILLO P, et al. Efficacy of Arborjet VIPER microinjections in the management of hemlock woolly adelgid [J]. Journal of Arboriculture, 2005, 31(4): 203-206.
- [12] 唐光辉, 江志利, 张文锋, 等. 树干注药防治椰心叶甲药效试验[J]. 中国森林病虫, 2006, 25(4): 39-41.
- [13] 戴建昌, 张兴. 杀虫剂在木本植物体内传导理论研究进展[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2001, 29(4): 128-134.
- [14] 周家华. 柑桔树干注药防治红蜘蛛试验[J]. 中国柑桔, 1993, 22(4): 29.
- [15] MCKENZIE N, HELSON B, THOMPSON D, et al. Azadirachtin: An Effective Systemic Insecticide for Control of Agrilus planipennis[J]. Journal of Economic Entomology, 2010, 103(3): 707-717.
- [16] 周俊义. 树干药物滴注治疗枣疯病新技术[J]. 农村科技开发, 2003(7): 23.
- [17] 范志伟, 董兴国, 周裕芳. 橡胶树桑寄生化学防除技术研究[J]. 热带作物研究, 1993(3): 20-24.
- [18] 唐光辉, 陈安良, 冯俊涛, 等. 一种含吡虫啉的树木注干液剂: 中国, CN1729777[P], 2006-02-08.
- [19] 谭松波, 蒲永兰, 谭茜, 等. 打孔注药防治杨树分月扇舟蛾试验[J]. 昆虫知识, 1990, 27(2): 114-115.
- [20] 周家华. 柑桔树干注液供肥治虫效果好[J]. 中国柑桔, 1993, 22(2): 46.
- [21] 周家华. 柑桔树干注液保花保果试验[J]. 中国柑桔, 1993, 22(4): 29.
- [22] 陈运全. 柑桔树干注射营养液的经验[J]. 中国柑桔, 1993, 22(4): 29.
- [23] GETZIN L W, SAUNDERS J L. Translocation, distribution and metabolism of phorate in douglas-fir[J]. Forest Science, 1977, 23(3): 355-360.
- [24] 仲哲. 植物体内农业化学品的解毒和活化[J]. 农药译丛, 1995, 17(4): 41-52, 58.
- [25] 朱正昌, 闵水发. 氧化乐果在小钻杨中的输导动态[J]. 浙江林学院学报, 1991, 8(1): 80-84.
- [26] 夏民州, 唐进根, 朱正昌, 等. 甲胺磷等农药在树干内输导动态及防治试验[J]. 森林病虫通讯, 1993(4): 31-33.
- [27] 许志春, 田海燕, 陈学英, 等. 吡虫啉在杨树中持留量的动态变化研究[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(1): 62-65.

Advance in the Reasearch of Pesticide-Injection Through Trunk and Its Developmental Tred

WANG Li^{1, 2}, FAN Zhi-wei¹

(1. Environment and Plant Protection Institute, CATAS/ Ministry of Agriculture Key Laboratory of Monitoring and Control of Tropical Agricultural and Forest Invasive Alien Pests/ Hainan Key Laboratory of Pests Detection and Control for Tropical Agriculture of Hainan Province, Danzhou 571737, China; 2. Environment and Plant Protection College, Hainan University, Danzhou 571737, China)

Abstract: Trunk injection is a pollution free application way of pesticides to control pests. In this paper, the operation technique, method and the kinds of drug of trunk injection were reviewed, the advantages and disadvantages of it were discussed, and the research directions of it were proposed.

Key words: Pesticide-injection through trunk; liquid formulation for trunk injection; advantage and disadvantage