

· 研究简报 ·

# 树干注药对柳树叶片几种生理指标的影响

唐光辉<sup>1,3</sup>, 田鹏鹏<sup>1</sup>, 冯俊涛<sup>1,2</sup>, 陈安良<sup>1,2\*</sup>, 张兴<sup>1,2</sup>

(1. 西北农林科技大学 无公害农药研究服务中心, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省生物农药工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100; 3. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 研究了 4 种注干液剂(吡虫啉、啉虫脒、吡虫啉·敌敌畏和敌敌畏·氧乐果)树干注射后对垂柳叶片内几种生理指标的影响。结果表明: 4 种药剂树干注药后均可导致垂柳叶片内可溶性总糖及纤维素含量下降, 下降程度与药剂种类及注药后时间长短有关。吡虫啉对可溶性总糖含量影响最显著, 药后 6 d 下降了 28.31%; 敌敌畏·氧乐果对纤维素含量影响最显著, 药后 6 d 下降了 19.16%。4 种药剂注药后短期内均可导致叶绿素、可溶性蛋白和淀粉含量下降, 但随处理时间延长其含量又明显上升。其中吡虫啉对叶绿素含量影响最显著, 药后 15 d 升高了 21.31%; 敌敌畏·氧乐果对可溶性蛋白、淀粉含量影响最显著, 药后 15 d 分别上升 24.94% 和 20.32%。

**关键词:** 树干注药; 杀虫剂; 柳树; 生理指标

中图分类号: S763.3 Q945

文献标识码: A

文章编号: 1008-7303(2006)04-0383-04

## Effects of Pesticides on Some Physiological Indices of Willow Leaves by Trunk Injection

TANG Guang-hui<sup>1,3</sup>, TIAN Peng-peng<sup>1</sup>, FENG Jun-tao<sup>1,2</sup>, CHEN An-liang<sup>1,2\*</sup>, ZHANG Xing<sup>1,2</sup>

(1. Research and Development Center of Biorational Pesticide, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Shaanxi Research Center of Biopesticide Technology and Engineering, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract** The effects of 4 liquid formulations (imidacloprid, acetamiprid, imidacloprid + DDVP and DDVP + omethoate) on some physiological indices in weeping willow (*Salix babylonica* Linn) leaves by trunk injection were reported. The results showed that all of the 4 pesticides caused the decreasing of the amount of total soluble sugar and cellulose in willow leaves after treatments. The decreasing degree varied with the type of pesticides and the time after treatment. Among 4 pesticides, imidacloprid seriously effected on the content of total soluble sugar; the content was reduced 28.31% at 6 d after trunk injection; DDVP + omethoate seriously effected on the content of cellulose; the content was reduced 19.16% at 6 d after trunk injection. All of the 4 pesticides caused the decreasing of the amount of chlorophyll, soluble protein and starch in willow leaves in a short time after treatments, but the amount was increased along with the time. Among 4 pesticides, imidacloprid seriously effected on the content of chlorophyll; the content was increased 19.70% at 15 d after trunk injection; DDVP +

收稿日期: 2006-07-07; 修回日期: 2006-10-08.

作者简介: 唐光辉 (1970-), 男, 讲师, 在职博士研究生, 主要从事树木保护技术研究; \* 通讯作者: 陈安良 (1963-), 男, 博士, 副教授, 主要从事农药化学研究. 联系电话: 029-87091884; E-mail: anlichen@126.com

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30371145).

omethoate seriously effected on the content of soluble protein and starch, the content was increased 24.94% and 20.32% at 15 d after trunk injection

**Key words** trunk injection; pesticide; willow; physiological indices

农药使用后对非靶标植物的影响已引起人们的关注,叶面喷雾对植物生理生化的影响也已有报道<sup>[1-3]</sup>。吴进才等研究发现,药剂处理可导致水稻体内叶绿素含量下降,光合速率受抑制,使水稻抗逆性下降<sup>[4,5]</sup>。树干注药由于对危害树木的多种蛀干、食叶、枝梢害虫具有良好的防治作用,在林木害虫防治中得到了广泛应用,尤其是在蛀干害虫天牛的防治中发挥了重要作用<sup>[6-9]</sup>。选择合适的注干药剂及剂型是取得良好防效的关键——首先要考虑药剂对树木的药害情况,其次还要求药剂能够在树体中传导。传统观念认为注干药剂应具有一定的内吸性,而笔者的研究结果却表明,一些传统的内吸性药剂如吡啶丹、涕灭威等注干使用后效果并不好,而无内吸作用的药剂如敌敌畏、烟碱、阿维菌素等注干使用后却表现出很高的活性<sup>[9,10]</sup>,表明注干用药剂并不等同于内吸性药剂。与常规的叶面喷雾相比,树干注药时药剂通过树干直接进入并分布于树体内,其对树体的影响比其他施药技术更为直接<sup>[11]</sup>。笔者采用4种对林木害虫具有良好防效的注干药剂<sup>[10,12]</sup>,研究了其经树干注药后对柳树叶片内叶绿素等几种基础生理指标含量的影响,以期深入了解树干注药对树木生理代谢的影响,为注干药剂的选择及树干注药技术对树木的安全性评价提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试药剂

有效成分质量分数为4.5%的吡虫啉(imidacloprid)注干液剂、5%的啶虫脒(acetamiprid)注干液剂和14%的吡虫啉·敌敌畏(imidacloprid+DDVP)注干液剂(内含质量分数为4%的吡虫啉和10%的敌敌畏),均由西北农林科技大学无公害农药研究服务中心提供。除有效成分外,3种注干液剂中均还含有溶剂甲醇、乳化剂OP-10及助溶剂等。30%的敌畏·氧乐(DDVP+omethoate)注干液剂由杨凌农药化工有限公司生产。

### 1.2 供试树木

垂柳 *Salix babylonica* Linn 于陕西杨凌农业高

新产业示范区公路苗圃柳树幼林地内选择树龄4年、树高4~5 m、胸径5 cm左右、生长良好、树势均一的垂柳供试。

### 1.3 注药及采样

采用自流式树干注药技术施药<sup>[9]</sup>。注药前将4.5%吡虫啉、5%啶虫脒和14%吡虫啉·敌敌畏注干液剂装入自流式注药器(西北农林科技大学无公害农药研究服务中心提供)中备用。用可充电式电钻在树干基部距地面20 cm处斜向下45°打一直径0.4 cm、深3~4 cm的小孔。用小刀将自流式注药器尖端削开,用针将盲口捅破后插入孔内,待药液完全进入树体后收回注药器。注药量为8 mL/树,每处理重复3次。

注药时间为2005年4月15日,于注药后3、6、15、30 d采样。叶片采集方法:分别在树冠中部的东、南、西、北4个方位采样,然后将所采集的每一处理的样品混合(叶片总数不少于100片)。用毛刷刷去叶片表面的污物,并用蒸馏水洗净、擦干,保存于-20℃冰箱中备用。

### 1.4 生理指标测定方法

将待测的植物样品于105℃下杀青,80℃下烘干、称重,经研磨粉碎后,采用浸提法测定叶绿素含量<sup>[13]</sup>,考马斯亮蓝G-250法测定可溶性蛋白含量<sup>[13]</sup>,可溶性总糖、淀粉及纤维素提取按文献[14]中的分级提取法进行,用蒽酮-硫酸法测定其含量。

### 1.5 数据分析

试验数据采用SAS软件、Duncan法进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 对叶绿素含量的影响

树干注药对垂柳叶片内叶绿素含量具有显著影响。从表1可以看出,处理3 d时各药剂均可导致叶绿素含量下降,其中敌畏·氧乐处理叶绿素含量降低最多(9.69%);但处理6 d后各药剂又均可引起叶绿素含量呈不同程度升高,其中以吡虫啉的刺激作用最为显著,15 d时叶绿素含量比

对照提高了 21.31%, 其次分别为啶虫脒、吡虫啉·敌敌畏和敌畏·氧乐。

Table 1 Effect of pesticides on the chlorophyll content of *S. babylonica* by trunk injection

Treatment	Chlorophyll content/(mg/g DW)			
	3 d	6 d	15 d	30 d
In ilacloprid	4.55 b	5.19 a	6.32 a	6.44 a
Acetamiprid	4.53 b	5.12 ab	5.41 c	6.18 b
In ilacloprid+ DDVP	4.40 c	5.04 b	5.74 b	5.77 c
DDVP + omethoate	4.38 c	5.07 b	5.28 d	5.61 d
CK	4.85 a	4.86 c	5.21 d	5.65 d

\* Dose 8 mL/tree. Number in the same column with different letters indicate a significant difference ( $P < 0.05$ ). The same as below.

## 2.2 对可溶性蛋白含量的影响

从表 2 可以看出, 各药剂处理后 3 d 均可在一定程度上降低可溶性蛋白的含量, 其中敌畏·氧乐处理最为显著, 降低了 23.53%; 处理 6 d 后各药剂均可引起可溶性蛋白含量升高, 但随时间的不同各处理间存在一定差异。6 d 时啶虫脒处理组可溶性蛋白含量最高, 比对照升高 17.80%, 15 d 时敌畏·氧乐和吡虫啉处理组可溶性蛋白含量分别升高 24.94% 和 21.00%。其中敌畏·氧乐对可溶性蛋白含量的影响最明显, 其次分别为吡虫啉、啶虫脒和吡虫啉·敌敌畏。

Table 2 Effect of pesticides on soluble protein content of *S. babylonica* by trunk injection

Treatment	Soluble protein content/(mg/g DW)			
	3 d	6 d	15 d	30 d
In ilacloprid	3.52 c	4.53 b	5.34 a	5.88 a
Acetamiprid	3.86 b	4.83 a	5.16 b	5.06 c
In ilacloprid+ DDVP	3.78 b	4.42 b	5.04 b	5.17 c
DDVP + omethoate	3.12 cd	4.38 b	5.56 a	5.82 a
CK	4.08 a	4.10 c	4.45 c	5.48 b

## 2.3 对可溶性总糖含量的影响

各药剂处理均可降低可溶性总糖的含量, 但随时间的变化其影响存在差异 (见表 3)。吡虫啉和啶虫脒处理 6 d 时可溶性总糖含量最低, 分别比对照降低 28.31% 和 21.59%; 敌畏·氧乐处理 3 d 时对可溶性总糖含量无影响, 6 d 时下降了

13.91%, 15 d 时恢复到对照水平。各药剂中吡虫啉对可溶性总糖含量的影响最明显, 其次分别为啶虫脒、吡虫啉·敌敌畏和敌畏·氧乐。

Table 3 Effect of pesticides on the total soluble sugar content of *S. babylonica* by trunk injection

Treatment	Total soluble sugar content/(mg/g DW)			
	3 d	6 d	15 d	30 d
In ilacloprid	10.72 b	10.46 e	9.19 c	16.23 c
Acetamiprid	9.22 c	11.44 d	10.52 b	18.78 a
In ilacloprid+ DDVP	9.62 c	13.83 b	10.24 b	16.82 b
DDVP + omethoate	11.60 a	12.56 c	12.01 a	18.75 a
CK	12.05 a	14.59 a	11.74 a	18.88 a

## 2.4 对淀粉含量的影响

各药剂处理对垂柳叶片淀粉含量的影响随时间呈波动性变化 (见表 4)。前期均可在一定程度上降低淀粉含量, 但随时间延长含量升高, 15 d 时各处理组均高于对照。吡虫啉处理 3 d 时淀粉含量最低, 比对照降低 18.38%, 15 d 时升高了 6.78%, 30 d 又恢复到对照水平。

Table 4 Effect of pesticides on starch content of *S. babylonica* by trunk injection

Treatment	Starch content/(mg/g DW)			
	3 d	6 d	15 d	30 d
In ilacloprid	16.92 c	19.65 b	21.12 c	22.57 ab
Acetamiprid	18.96 b	18.37 d	20.27 d	22.25 b
In ilacloprid+ DDVP	17.01 c	18.66 d	22.17 b	20.96 c
DDVP + omethoate	17.06 c	19.18 c	23.80 a	20.82 c
CK	20.73 a	21.78 a	19.78 d	23.02 a

各药剂中敌畏·氧乐对淀粉含量影响最明显, 处理 15 d 时升高了 20.32%, 其次分别为吡虫啉·敌敌畏、吡虫啉和啶虫脒。

## 2.5 对纤维素含量的影响

从表 5 可看出, 各药剂处理均可在一定程度上降低纤维素的含量, 但随时间变化各处理间存在一定差异。吡虫啉和敌畏·氧乐处理前期对纤维素含量无影响, 6 d 时与对照相比分别降低了 17.18% 和 19.16%; 吡虫啉·敌敌畏处理后 3 d 对纤维素含量无影响, 15 d 时含量最低, 下降了 14.92%。敌畏·氧乐对纤维素含量影响最明显, 其次分别为吡虫啉、啶虫脒和吡虫啉·敌敌畏。

Table 5 Effect of pesticides on the cellulose content of *S. babylonica* by trunk injection

Treatment	Cellulose content/(mg/g DW)			
	3 d	6 d	15 d	30 d
Imidacloprid	115.21 a	138.76 bc	178.56 a	185.44 b
Acetamiprid	119.43 a	162.77 a	167.54 b	158.53 c
Imidacloprid + DDVP	121.54 a	148.63 b	152.41 c	165.30 c
DDVP + omethoate	124.32 a	135.44 c	181.57 a	209.41 a
CK	120.46 a	167.54 a	178.94 a	191.77 b

### 3 结论与讨论

四种注干药剂经树干注射后对柳树叶片内叶绿素、可溶性蛋白、淀粉、可溶性总糖和纤维素含量均可产生一定的影响,进而可能会对柳树的正常生理代谢产生一定的影响。4种注干药剂对可溶性总糖、纤维素含量的影响主要表现为抑制作用,对叶绿素、可溶性蛋白、淀粉含量的影响则表现为先抑制后增高。各药剂之间对这几种生理指标的影响程度存在一定的差异,敌畏·氧乐对可溶性蛋白、淀粉及纤维素含量影响最明显,吡虫啉对叶绿素、可溶性总糖含量影响最明显。

叶面喷雾法施药的一些研究表明,农药对叶绿素、可溶性蛋白等生理指标的影响主要表现为降低作用<sup>[1~4]</sup>。董英等<sup>[15]</sup>通过树干注药和叶面喷雾两种不同施药方法,比较了久效磷和杀灭菊酯对桃树生理的影响,发现树干注药可增加叶绿素含量并提高净光合速率,而叶面喷雾则造成叶绿素含量下降、净光合速率降低。本研究中也发现,药剂经树干注射后短期内可使树叶中叶绿素、可溶性蛋白和淀粉的含量降低,但随处理时间的延长,各供试药剂又均可显著提高这些指标的含量。表明树干注药与叶面喷雾这两种不同的施药方法对树体一些生理指标的影响可能存在一定的差异。有关树干注药对树体生理生化代谢的影响以及对树木生长的刺激作用等还有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] ZHENG Dong(郑东), HUANG Zhuo-lie(黄卓烈). 溴氰菊酯对黄瓜光合色素、叶绿素和氨基已酰丙酸合成酶活性的影响 [J]. *J. South China Agric Univ* (华南农业大学学报), 1997, 17(3): 75-80
- [2] FENG Xu-meng(冯绪猛), LUO Shi-shi(罗时石), HU Jian-wei(胡建伟), et al. 农药对水稻叶片丙二醛及叶绿素含量的

- 影响 [J]. *Acta Agriculturae Nucleatae Sinica* (核农学报), 2003, 17(6): 481-484.
- [3] LI Q in(李钦), WEI Feng-qin(魏凤琴), CHEN Ji-xin(陈纪新), et al. 甲胺磷、辛硫磷对坛紫菜叶状体的生理效应 [J]. *Chin J Fisheries* (水产学报), 2004, 28(2): 221-224.
- [4] WU Jin-cai(吴进才), XU Jun-feng(徐俊峰), FENG Xu-meng(冯绪猛), et al. 稻田常用农药对水稻3个品种生理生化的影响 [J]. *Acta Agriculturae Nucleatae Sinica* (中国农业科学), 2003, 36(5): 536-541.
- [5] Wu J C, Xu J L, Yuan S Z, et al. Pesticide-induced susceptibility of rice to brown plant hopper *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) [J]. *Entomologia Experimentalis Applicata*, 2001, 100: 119-126.
- [6] XU Zhan-yi(胥占义), QIN Fei(秦飞), ZHOU Zheng-biao(周正标). 树木注射施药机械与使用技术进展 [J]. *World Forestry Research* (世界林业研究), 1998, 11(2): 38-43
- [7] ZHANG Yi(张怡), LI Gang(李刚), DAI Jian-chang(戴建昌), et al. 自流式树干注药防治杨树光肩星天牛幼虫研究 [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica* (西北农业学报), 2001, 10(2): 87-90.
- [8] GAO Rui-tong(高瑞桐), FENG Xi-li(冯秀丽), SHENG Bo(沈波), et al. 吡虫啉杀虫剂注干对4种鞘翅目害虫毒杀效果研究 [J]. *Forest Research* (林业科学研究), 2004, 17(2): 263-266.
- [9] LUO Du-qiang(罗都强), CHEN An-liang(陈安良), FENG Jun-tao(冯俊涛), et al. “注干剂”的概念及实践 [J]. *Pesticides* (农药), 2001, 40(4): 16-18.
- [10] TANG Guang-hui(唐光辉), JIANG Zhi-li(江志利), ZHANG Wen-feng(张文锋), et al. 树干注药防治椰心叶甲药效试验 [J]. *Forest Pest and Disease* (中国森林病虫), 2006, 25(4): 39-41.
- [11] TANG Guang-hui(唐光辉). The Phytotoxicity and Efficiency of 30% Dichlorvos and Omethoate Injection Pesticide in Woody Plant (30%敌畏·氧乐注干剂对木本植物的药害机理及药效研究) [D]. Shanxi Yanglin(陕西杨陵): Northwest A & F University(西北农林科技大学), 2001.
- [12] TANG Guang-hui(唐光辉), HE Jun(何军), FENG Jun-tao(冯俊涛), et al. 树干注药对柳树害虫的持续性控制研究 [J]. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica* (西北农业学报), 2006, 21(5): 117-120.
- [13] CHEN Jian-xun(陈建勋), WANG Xiaofeng(王晓峰). Instructions for Plant Physiology Experiment(植物生理学实验指导) [M]. Guangzhou(广州): South China University of Technology Press(华南理工大学出版社), 2002.
- [14] GAO Jun-feng(高俊凤). Technique for Plant Physiology Experiment(植物生理学实验技术) [M]. Xi'an(西安): World Publishing Corporation(世界图书出版公司), 2000.
- [15] DONG Ying(董英), WANG Weiyun(汪维云), WU Chundu(吴春笃), et al. 桃树茎部施药的生理基础研究 [J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery* (农业机械学报), 1999, 30(5): 76-80.

(Ed. TANG J)