第3卷 第5期
1990年10月

林业科学研究
FOREST RESEARCH

Vol. 3, No.5
Oct., 1990

三种新型微胶囊防治桑天牛成虫的试验研究*

朱正昌 闵水法
（南京林业大学）

摘要 桑天牛是杨树黑杨派无性系树种的重要蛀干害虫之一，成虫必须在桑、构树上进行补充营养才能完成其生活史。研制溴氰菊酯、氰戊菊酯及杀螟松等三种微胶囊剂在成虫羽化期喷洒于桑、构树上毒杀成虫，雨季残效均在15天以上；无雨时溴氰菊酯、氰戊菊酯微胶囊长达30天以上，杀螟松微胶囊可达15天，均比相应的乳油要好。

关键词 桑天牛；微胶囊；杨树

黑杨派无性系在杨树栽培中占有重要地位，是世界中纬度地区栽植面积最大、木材产量最高的速生用材树种。近年来桑天牛的危害给黑杨派无性系的发展带来严重威胁。幼虫蛀食后，林木生长不良，树势早衰，严重降低了木材的利用价值；被害严重的林木易遭风折，甚至整株枯死。经调查江苏新沂县杨树平均受害率达44 %。章士美等[1]对此虫的危害情况及生物学特性作过研究，但对成虫防治研究较少。目前对幼虫仍采用药物堵孔、药液注射和毒签熏蒸等方法，不能适应大面积防治的需要。为此，笔者根据成虫在桑、构树上补充营养的特性，经试验，研制出以触杀、胃毒为主的几种新型长效微胶囊剂，喷药于桑、构树上，在成虫补充营养时，将其杀死，为生产上防治蛀干害虫探索新的途径。

一、材料与方法

（一）供试农药微胶囊的研制

用98 %溴氰菊酯原粉（法国进口，扬州农药厂）、80 %氰戊菊酯原油（江苏省激素研究所）、88 %杀螟松原油（浙江宁波农药厂）三种农药研制微胶囊。

1. 5 %溴氰菊酯微胶囊 ①在反应器中加入分散剂——0.5 %聚乙烯醇110 ml，置于恒温水浴中；使搅拌器转速控制在250 r/min，倒入60 ml含溴氰菊酯的二甲苯溶液，调整转速至450 r/min，搅拌20 min；②用57 ml水溶解明胶15 g和阿拉伯树胶5 g，倒入上述搅拌的容器中，继续搅拌30 min后，加30 ml甲醛溶液以坚固囊皮，转速调至300～350 r/min，再搅拌15 min；倒出反应物即为5 %溴氰菊酯微胶囊，镜检可见平均直径11 μm的圆

本文于1989年7月3日收到。

*参加研究工作的还有江苏省新沂县多管局孙文康、江生荣、王光其。徐州市多管局高级工程师秦且仁同志给予大力支持和协助，深表谢意。

球形颗粒。

2. 8 %氰戊菊酯微胶囊　①向置于恒温水浴的反应器中加入 200 ml 0.5 %聚乙烯醇水溶液，调整转速为100 r/min；将50 g 80%氰戊菊酯原油溶于100 ml 丙酮中，并加入25 ml 的甲苯二异氰酸酯(TDI)，充分混溶后加入反应器中，转速调至400 r/min；②在15 min 内，将30 ml 的无水乙二胺(可先加20 ml 水稀释)，用漏斗以细流加入反应器中，上述转速搅拌30 min 后加入 2 g Na_2CO_3 溶液和10 ml 消泡剂，将转速降到300 r/min，继续搅拌1 h；③调节 pH为 6，减速搅拌20 min；静置后定容成含量为 8 %氰戊菊酯微胶囊剂，镜检略呈球形，平均直径为27 μm，胶囊皮为聚脲。

3. 20 %杀螟松微胶囊　①置 0.5 %聚乙烯醇400 ml 于反应器中，转速 100 r/min，搅拌 2 min；60 ml 杀螟松原油与 7 ml TDI 相混后加入反应器中，转速调至400 r/min，搅拌10 min；②在 30 s 内，由漏斗细流加入14 ml 乙二醇，并将转速调至 450 r/min，搅拌 10 min 后降至200 r/min，再搅拌10～20 min；调节 pH 为 6，静置后定容成含量为20 %杀螟松微胶囊，略呈球形，平均直径为27 μm，囊皮为聚酯。

5 %溴氰菊酯成品为乳白色半固态，8 %氰戊菊酯和20 %杀螟松成品均为水剂，静置后微胶囊颗粒下沉，使用时充分振荡混匀后加需要量的水稀释，作喷雾使用。三种微胶囊成品在50± 1 ℃热贮藏两周，经测定分解率分别为0.41%、0.38 %和0.88 %；加水稀释成 30 倍，分别置于恒温水浴中经25～100 ℃温度处理(每递增10 ℃，保持30 min，测定)，微胶囊直径几乎不变，稳定性能良好。

(二) 试验方法

1. 试验地和喷药株　试验地两块，设在江苏省新沂县蚕种场附近的桑园内。①1987年 6 月26日，在湖桑桑园内选30 m × 30 m的试验地，从中设120株标准株(枝叶为当年萌发的)，每处理设20株。喷药后采枝接虫并作残留分析。②同年 7 月 11 日，在乔木桑桑园内选30 m × 30 m的试验地，从中选60株，每处理10株。喷药后搭棚，如遇下雨时，盖上塑料薄膜，天晴时揭去薄膜。喷药后采枝接虫并作残留分析。

2. 药剂品种、剂型和浓度　将三种农药原药配成相应浓度的乳油，并与三种微胶囊用水稀释成相同的浓度(表 1)，均用背负式喷雾器分别进行常规喷雾，以叶面和枝干略湿润为宜。

表 1　农药剂型、浓度和代号

药剂与浓度	喷雾时稀释浓度 (ppm)	剂型	
		微胶囊代号	乳油代号
5 %溴氰菊酯	25	Ⅰ	Ⅲ
8 %氰戊菊酯	200	Ⅱ	Ⅳ
20 %杀螟松	500	Ⅴ	Ⅵ

3. 采枝与接虫　在喷药的桑树上，每隔一定天数随机采取枝条若干，将其中一部分插入盛有清水的容器中，按不同药剂代号分别接上桑天牛成虫20只(雌雄各半)，用铁纱网罩好，每天更换新鲜喷药枝条，定时统计死、活虫数。其余枝条从中剥取100～200 g 嫩皮，切碎，以四分法秤取其中25 g，备作气相色谱分析用，并设重复。另用未喷药的枝条饲养，作空白对照。

二、药效与残留

（一）药效试验

在湖桑试验地，按Ⅰ～Ⅵ代号的农药及所稀释的浓度分别对20株试验株喷药，定时采样接虫并进行残留分析(表2)。在乔木桑试验地用同样方法进行喷药处理(表3)。

表2 防治桑天牛药效及残留量

（湖桑试验地，6·26～8·1）

喷后天数(d)	农药编号	Ⅰ		Ⅱ		Ⅲ		Ⅳ		Ⅴ		Ⅵ	
	检查时间(h) / 药效与残留	48	72	48	72	48	72	48	72	48	72	48	72
1	药效 (%)	100		100		100		100		100		80	100
	残留 (ppm)	3.29		3.565		11.71		11.46		22.54		19.84	
7	药效	100		60		100		80		100		70	70
	残留	1.50		1.194		9.993		5.562		2.297		0.249	
15	药效	50	75	10	40	40	75	30	50	30	65	0	30
	残留	0.681		0.556		2.854		2.256		1.25		0.186	
22	药效	40	50	0	40	30	30	20	30	40	40	0	30
	残留	0.202		0.151		1.846		1.468		0.468		0.159	
30	药效	26.3	44.4	0	10	10	33.3	10	22.2	0	0	0	10
	残留	0.109		0.046		1.233		0.620		0.099		0.143	
36	药效	10	10			30	30						
	残留	0.156				0.930		0.584		0.0151			

注：1.药效均指校正死亡率(%)，每组处理虫20只，72 h最终检查，对照无死虫(设20只，喷清水)。 2.江苏新沂县6月26日～8月1日，雨日14天，降雨量212.4 mm，平均温度25.5 ℃，相对湿度85 %。 3.施药桑树不作遮雨处理。

（二）色谱残留分析

为验证微胶囊及乳油对桑天牛的药效及持效作用，在采枝接虫的同时，采样作气相色谱残留分析。

1. 采样、提取及净化 将上述按四分法所得的样品以丙酮提取。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ号样品提取液加2 %食盐水溶液，用石油醚(60～90 ℃)萃取三次，石油醚层经无水硫酸钠柱脱水后浓缩至2 ml。再以弗罗里硅土层析净化，用5 %乙酸乙酯—石油醚淋洗，淋洗液经浓缩后进行色谱测定[2,3]。Ⅴ、Ⅵ号样品提取液加水后，以二氯甲烷萃取三次，萃取液用无水硫酸钠柱脱水后浓缩至2～5 ml待测[4,6]。

2. 色谱测定 均采用岛津GC-9A气相色谱仪。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ号样品用Ni^{63}电子俘

表3　防治桑天牛药效及残留量

（乔木桑试验地，7·11～8·20）

喷后天数(d)	农药编号	Ⅰ			Ⅱ			Ⅲ			Ⅳ			Ⅴ			Ⅵ		
	检查时间(h) / 药效与残留	24	48	72	24	48	72	24	48	72	24	48	72	24	48	72	24	48	72
2(h)	残留(ppm)	6.208			6.603			13.56			13.09			49.107			48.67		
1	药效(%)	100			100			100			80	100		100			60	80	100
7	药效	100			100			100			100			40	80	90	10	70	70
14	药效	100			60	80	90	65	100		50	70	80	20	30	60	27.3	27.3	45.5
	残留	5.432			1.301			11.66			3.613			7.681			5.633		
21	药效	90	100		25	63.2	77.7	76.2	84.9	95	35	36.8	72.2	10	29.8	33.3	0	0	11.1
28	药效	50	80	100	30	30	47.4	40	100		20	40	47.4	10	10	11.1	0	0	0
35	药效	70	90	90	20	40	44.4	70	90	90	0	20	22.2						
	残留	3.492												2.097					
40	药效	60	70	88.8															

注：1.药效指校正死亡率(%)，处理组与对照组(喷清水，无死虫)设虫20只。　2.新沂县7月11日～8月20日，雨日17天，降雨量273 mm，平均温度28.5 ℃，相对湿度86 %。　3.施药桑下雨时作遮雨处理，但盖棚不及时，有少量雨淋。

获检测器测定；色谱柱：φ3.2 mm×1.6m；玻璃柱：内涂 2%OV-101/Chromosorb W(AW-DMCS)60～80目。Ⅴ、Ⅵ号样品用 FPD 检测器(526 nm 滤光片)测定；色谱柱：φ3.2 mm ×1.6 m；玻璃柱：内涂5 %OV-101/Gas Chrom Q100～160目[3,6]。

上述均采用外标法定量，残留分析结果见表 2 、表 3 。

3. 回收率试验　采未施药的桑树皮，切碎后取其中25 g，分别加入一定量的三种农药标准品，不同类农药采用上述不同的提取、净化方法并进行同样的气相色谱测定，所得的添加回收率测定(表 4)表明，残留测定所得结果是符合试验要求的，测定的方法是可行的。

表4　三种农药的回收率

标准品	添加浓度 (Ppm)	添加量 (μg)	实测值 (μg)	回收率 (%)	平均回收率 (%)
溴氰菊酯	0.16	4	4.048	101.2	99.8
	1.60	40	39.32	98.3	
氰戊菊酯	0.22	5.56	5.012	90.1	91.9
	2.20	55.6	52.125	93.7	
杀螟松	0.06	1.5	1.523	101.5	100.1
	0.30	7.5	7.403	98.7	

三、结果分析

Ⅰ、Ⅲ号微胶囊较相应的Ⅱ、Ⅳ号乳油击倒作用快，药效高；而Ⅴ号微胶囊和Ⅵ号乳油击倒作用慢，待桑天牛成虫取食后才起作用。经观察，喷药1天后接虫2 h，Ⅰ～Ⅵ号对成虫的击倒率分别为100 %、70 %、60 %、50 %、0、0。8 h Ⅰ～Ⅵ号击倒率分别为100 %、100 %、100 %、80 %、50 %、20 %。相同浓度药剂喷药后，三种微胶囊较相应的乳油药效高，残效长(表2，表3)。微胶囊颗粒在生物表面间距虽较大，但局部浓度高，昆虫在喷洒的表面上行走时，很难不接触到微胶囊；乳油药滴在生物表面的间距虽较小，但局部浓度低，加之没有胶囊保护，药剂易分解失效，因而药效及残效都不及微胶囊[7]。

防治桑天牛成虫的喷药期正值江苏霉雨季节。第一次喷药(6月26日～8月1日)后，在自然条件下雨日14天，降雨量212.4 mm，药剂受雨水的淋洗作用大，加上农药的自然降解，微胶囊和乳油在施药15天后药效明显下降，残留量也明显减少。湖桑在夏季正旺盛生长，对农药起了间接的稀释作用。采枝接虫和残留检测难免保证都是受药枝条，因而影响了杀虫效果，残留量也就低。但两种剂型相比，微胶囊仍明显高于相应的乳油(图1，A、B、C)。

第二次试验(7月11日～8月20日)，采用了适当的遮雨措施，残效普遍延长。微胶囊比相应的乳油药效好，残效长。其中溴氰菊酯和氰戊菊酯两种微胶囊喷药35天，接虫48 h检查的校正死亡率仍达90 %。相应农药的微胶囊比乳油残效期长20天以上。因此，在少雨地区使用微胶囊剂防治天牛类害虫，可减少喷药次数，大大提高防治效果和经济效益。第二次施药后微胶囊和乳油的药效和残留变化动态见图1(D、E、F)。

溴氰菊酯、氰戊菊酯微胶囊较杀螟松微胶囊效果好，残留降解亦慢(表2，表3)。杀螟松微胶囊第一次施药后第一天残留量为22.54 ppm，到第15天只有1.25 ppm，22天仅有0.47 ppm；第二次施药后2 h为49.11 ppm，到第14天只有7.68 ppm。由于桑天牛抗性较强，加上杀螟松浓度低，触杀作用远不及菊酯类农药，因此药效也低。

从图1中A、B、C、D、E、F可以看出：残留检测与药效试验是一致的。微胶囊的残留降解均较乳油慢，进一步证实了微胶囊长效的优越性。

四、初步结论与建议

1. 研制的三种微胶囊经药效试验和残留测定，证明均较相应的乳油药效高、残效长。桑天牛成虫羽化期长且不整齐，因此在少雨地区准确掌握桑天牛成虫的羽化期，研究最佳用药时间可采用喷雾防治。不仅减少喷药次数，且可提高工效，收到较理想的防治效果和经济效益。

2. 根据桑天牛成虫补充营养的特点，可在杨树林四周栽种若干桑、构树，于成虫羽化期，集中在桑、构树上喷洒微胶囊。多雨地区半月一次，少雨地区20～30天一次，直至成虫羽化结束。幼虫期则用常规方法防治(用微胶囊堵孔残效更长)，可有效地控制桑天牛的危害。以养蚕业为主的地区，能避开养蚕季节更好，一定要防治，可在面向杨树林的桑园边缘喷药。应有计划设置1～2行隔离带，且不可满桑园喷洒，并要严格控制喷雾时雾滴的飘移，确保养蚕的安全。

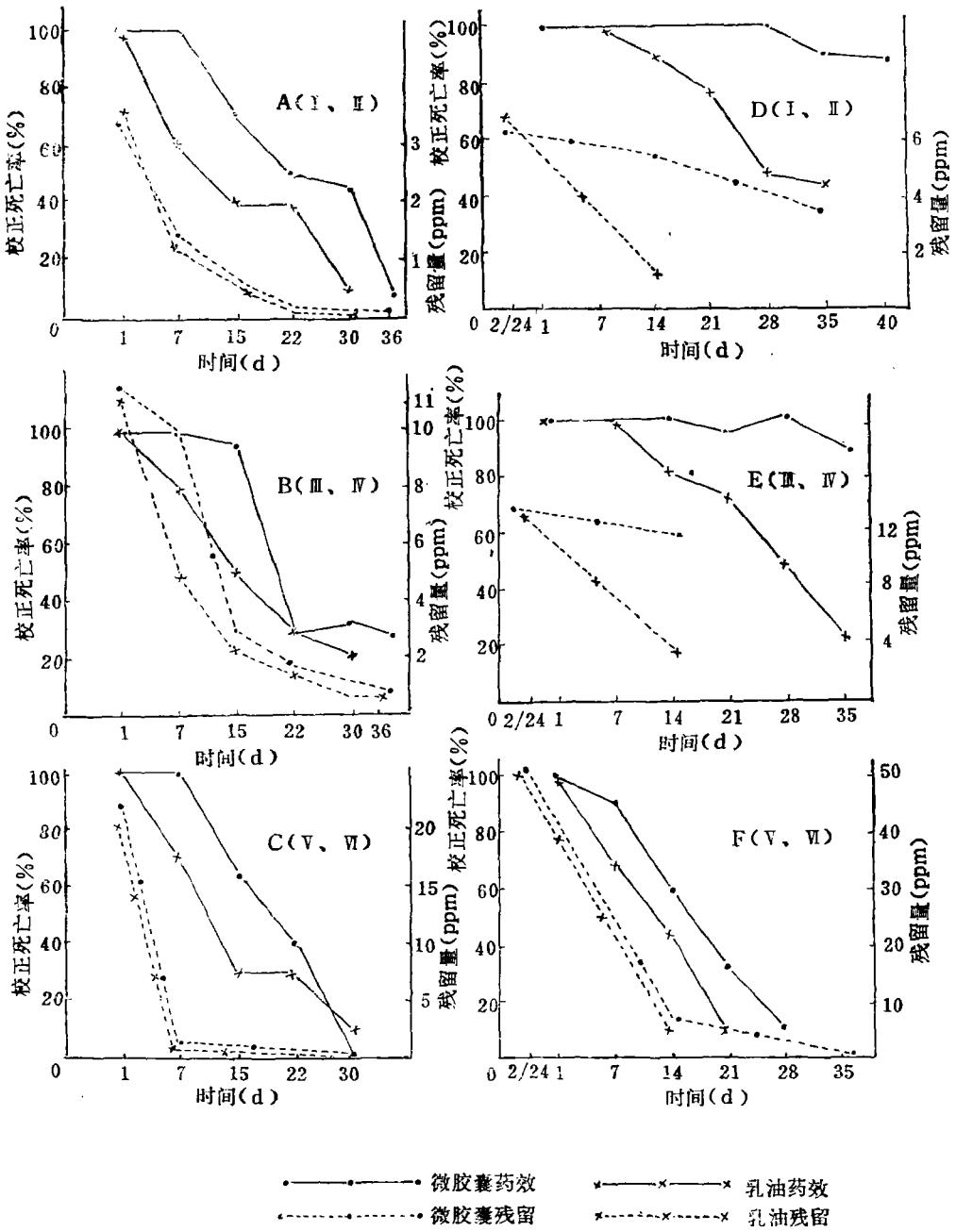

图 1　微胶囊和乳油的药效及残留变化动态

3. 微胶囊为农药加工的一种新剂型，由于缓释作用，因而具有抗光解、残效长、降低对人畜的毒性、减少对环境的污染等特点。研制的三种微胶囊剂，原料易得，加工方便。全面评价三种微胶囊，较之相应的乳油经济效益可提高 10 %～20 %，是很有发展前途的新品种。

4. 微胶囊防治蛀干害虫的研究，从理论到实践才刚刚开始。可继续扩大应用范围及基

础理论的研究。进一步探讨药效、残留、机理及加工制造，使它成为防治农林业害虫的一种好剂型。

参考文献

[1] 章士美等，1965，桑天牛的研究，昆虫知识，9(4)：209～210。
[2] 钱传范等，1985，拟除虫菊酯杀虫剂在苹果和土壤中多残留分析方法的研究，环境科学，6(1)：68～72。
[3] 徐家基，1985，速灭杀丁在苹果上的残留动态，环境科学，6(3)：24～28。
[4] 王圣田等，1987，米、土、水、饮料、蔬菜中13种有机磷农药残留的快速测定方法研究，农药，(3)：8～10。
[5] 樊德方，1982，农药残留量分析与检测，上海科技出版社，180～216。
[6] Estesen, B. J. et al., 1979, *Bull. Environm. Contam. Toxicol.*, 22(1): 245～248.
[7] 方仁慈，1986，用微胶囊控制释放农药，农药，(4)：30～35。

THREE NEW SPECIES OF MICROCAPSULATION CONTROLLING ADULTS OF *APRIONA GERMARI* (HOPE)

Zhu Zhengchang Min Shuifa

(Nanjing Forestry University)

Abstract *Apriona germari* is one of the important stem boreres of clones of the Aigeiros poplars. The biological character of the adult shows that it has to feed on the bark of branches of the mulberry or paper mulberry to complete its life cycle. Three kinds of microencapsulated Decamethrin, Fenvalerate and Sumithion had been developed to spray on the mulberries during the emergence of the adults. Their residual effects maintained more than 15 days in the rainy season. Microencapsulated Decamethrin, Fenvalerate maintained more than 30 days and Sumithion microencapsule maintained 15 days in the rainless region. The results of these microencapsules are better than their corresponding emulsions.

Key words *Apriona germari*; microencapsulates; poplar