

文章编号: 1001-1498(2001)02-0141-07

马尾松毛虫抗药性监测及增效磷 与 3 种菊酯混配的增效作用*

温小遂¹, 彭龙慧², 万雪民¹, 龙 炜¹, 罗俊根¹, 张 武¹

(1. 江西省森林病虫害防治站, 江西 南昌 330006; 2 江西农业大学, 江西 南昌 330045)

摘要: 对江西高安等 16 个县、市林区的马尾松毛虫用溴氰菊酯、氰戊菊酯和氯氰菊酯用点滴法进行毒力测定, 结果表明, 江西林区马尾松毛虫对溴氰菊酯的耐药力有明显提高, 其中高安、贵溪林区马尾松毛虫的抗性指数达到了低抗水平。马尾松毛虫对氰戊菊酯和氯氰菊酯尚未产生抗性。室内用以上 3 种拟除虫菊酯与增效磷(SV₁)按 1 0.5, 1 1, 1 3, 1 5 和 1 10 的比例混配, 用点滴法对马尾松毛虫进行毒力测定, 结果表明, 增效磷与拟除虫菊酯混配有明显的增效作用, 并且随着 SV₁ 比例的提高, 增效作用增强。用 4 种拟除虫菊酯杀虫剂(2.5% 溴氰菊酯, 20% 氰戊菊酯, 2.5% 三氟氯氰菊酯和 10% 氯氰菊酯)加增效磷按不同混配比进行林间防治马尾松毛虫试验, 结果表明, 增效磷与拟除虫菊酯杀虫剂混配有极显著的增效作用。林间防治松毛虫以溴氰菊酯+ SV₁(1 5)、氰戊菊酯+ SV₁(1 3~ 1 5)、三氟氯氰菊酯+ SV₁(1 3~ 1 5)以及氯氰菊酯+ SV₁(1 5)稀释 8 000 倍效果最佳。

关键词: 马尾松毛虫; 溴氰菊酯; 氰戊菊酯; 三氟氯氰菊酯; 抗药性; 增效磷; 增效作用
中图分类号: S763.42⁺ 1.067 **文献标识码:** A

80 年代初, 我国林区开始广泛使用拟除虫菊酯杀虫剂, 至今浙江、安徽等省的马尾松毛虫(*Dendrolimus punctatus* Walker)对拟除虫菊酯的耐药性已有所提高^[1,2]。江西省是马尾松毛虫的常发区, 近年来已发现拟除虫菊酯的用药量明显增加, 杀虫效果普遍降低。因此, 开展马尾松毛虫抗药性监测, 确定其对拟除虫菊酯杀虫剂的敏感水平, 采取措施延缓抗性的发展是生产上亟待解决的问题。

使用增效剂是克服或延缓害虫抗药性的常用方法之一。增效磷是目前生产上应用较广的一种增效剂, 已证实其作用机制是抑制了昆虫体内多功能氧化酶和羧酸酯酶的活性^[3~5]。冯国蕾等^[6]报道了增效磷与有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯混配防治棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)有明显的增效作用, 李周直^[7]也报道了增效磷与拟除虫菊酯混配防治马尾松毛虫有明显的增效作用。为此, 作者对江西省马尾松毛虫的抗药性监测以及增效磷对拟除虫菊酯的增效作用进行了研究, 旨在为克服和延缓马尾松毛虫的抗药性提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试昆虫 1996~ 1999 年在赣东北、赣中和赣南 3 块马尾松毛虫常发区有代表性地

收稿日期: 1999-09-28

基金项目: 江西省科委重点项目

作者简介: 温小遂(1954-), 男, 江西上犹人, 高级工程师

* 课题组程淳姬、李红征、刘飞彪、匡元玉参加了试验工作, 特此致谢

选择贵溪、月湖、余江、余干、波阳、万年、东乡、高安、新建、奉新、临川、进贤、金溪、兴国、赣县和瑞金等县、市,从林区采集第1代松毛虫卵,孵化后饲养至第4龄,选择虫体大小基本一致的幼虫为试虫。

1.1.2 供试药剂 (1)毒力测定中,溴氰菊酯为法国罗素·优克福公司产品,原药含量为97.5%;氰戊菊酯为日本住友公司产品,原药含量为95%;氯氰菊酯为扬州农药厂产品,原药含量为90%;增效磷(SV₁)为江西轻化研究所产品,原药含量为89%。

(2)防治试验中,2.5%溴氰菊酯乳油为法国罗素·优克福公司产品;20%氰戊菊酯乳油为上海中西药厂产品;2.5%三氟氯氰菊酯乳油为英国捷利康有限公司产品;10%氯氰菊酯乳油为苏州富美实植物保护剂有限公司产品。

1.2 试验方法

1.2.1 毒力测定 将每种药剂溶解于丙酮并稀释成7个稀释倍数,用毛细管点滴器(体积为1 μL)将药液点滴在试虫胸部背板。每个稀释倍数处理20~30头,重复3次,以丙酮处理为对照。处理后24 h检查结果。将结果输入计算机,按机率值分析法计算毒力回归式和LD₅₀等有关数据。测定增效作用时,用药剂加增效磷(SV₁)按1:0.5:1:1:1:3:1:5:1:10的比例混配成母液,其它方法同上,结果与药剂单用的LD₅₀比较算出增效倍数。抗性测定以江苏东进林场、江苏下蜀林场和安徽太湖分别对溴氰菊酯、氰戊菊酯和氯氰菊酯的毒力回归线为相对敏感毒力基线进行比较,溴氰菊酯LD₅₀为 $1.278 \times 10^{-3} \mu\text{g} \cdot \text{头}^{-1}$,氰戊菊酯 $2.218 \times 10^{-2} \mu\text{g} \cdot \text{头}^{-1}$,氯氰菊酯 $1.14 \times 10^{-2} \mu\text{g} \cdot \text{头}^{-1}$ [2,6]。

1.2.2 林间防治试验 于1997年3月和1998年3月分别在江西省高安市进行。经室内生物测定,该林区马尾松毛虫品系对溴氰菊酯产生了抗药性。

试验地为8年生马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)纯林,树高2~3 m,郁闭度0.4~0.5,松毛虫以4龄幼虫为主,少数5龄,有虫株率90%~95%。试验地设置3块样地,第1次试验每块样地设4个小区,第2次试验设18个小区,每小区面积约为1 hm²。第1次试验用溴氰菊酯+SV₁混配成4种不同比例,第2次试验用氰戊菊酯、三氟氯氰菊酯和氯氰菊酯分别与SV₁混配成6种不同比例,均随机分布在3块样地的每个小区里。前次试验4个处理,后次试验18个处理,重复3次。另设清水对照。每小区随机抽取12株为样树,施药前调查记载虫数,并作好标记,施药后分别于24 h、48 h后检查各小区的样株死、活虫数。

2 结果与分析

2.1 江西省马尾松毛虫对拟除虫菊酯的抗药性监测

不同林区的马尾松毛虫对3种拟除虫菊酯杀虫剂的抗性监测结果列于表1。从表中可以看出,高安、贵溪、月湖、兴国、赣县、新建等地的马尾松毛虫对溴氰菊酯的耐药力水平有明显提高,其中高安和贵溪林区的马尾松毛虫抗性水平分别为敏感种群的7.0和5.71倍。根据李周直^[2]建议的马尾松毛虫抗药性程度划分等级,高安、贵溪林区的马尾松毛虫抗性倍数大于5小于10,已上升为低抗水平,兴国、月湖、赣县和新建等林区的抗性倍数分别为4.93、4.74、4.38、4.23,接近低抗水平,余江、余干、波阳、东乡、进贤、临川、奉新和瑞金等地林区的抗性倍数均有不同程度的提高,但仍属耐药性差异。马尾松毛虫对氯氰菊酯的抗性倍数在1.09~3.58之间波动,对氰戊菊酯的抗性倍数在1.09~3.12之间波动,均属于耐药性差异。从实际情况来看,江西省使用的拟除虫菊酯以溴氰菊酯为主,在80年代开始使用溴氰菊酯时,用量仅为0.10~0.13 mL·hm⁻²,到90年代末,用量增至0.40~0.53 mL·hm⁻²,有的林区甚至用到0.67~1.00 mL·hm⁻²,这说明江西省使用溴氰菊酯防治马尾松毛虫的用药水平与我们室内抗性测

定的结果基本一致。

表 1 不同林区马尾松毛虫对 3 种菊酯的抗性测定

药剂	林区	毒力回归方程	LD ₅₀ /($\mu\text{g} \cdot \text{头}^{-1}$)	95% 置信区间	抗性倍数
溴 氰 菊 酯	余江	$Y = 8.339 + 1.439X$	4.79×10^{-3}	$[3.43 \times 10^{-3}, 6.68 \times 10^{-3}]$	3.75
	余干	$Y = 8.510 + 1.515X$	4.80×10^{-3}	$[3.80 \times 10^{-3}, 6.10 \times 10^{-3}]$	3.76
	波阳	$Y = 8.807 + 1.595X$	4.10×10^{-3}	$[3.30 \times 10^{-3}, 5.10 \times 10^{-3}]$	3.21
	贵溪	$Y = 9.266 + 1.997X$	7.30×10^{-3}	$[5.77 \times 10^{-3}, 9.24 \times 10^{-3}]$	5.71
	月湖	$Y = 8.713 + 1.675X$	6.06×10^{-3}	$[4.37 \times 10^{-3}, 8.40 \times 10^{-2}]$	4.74
	东乡	$Y = 9.476 + 1.918X$	4.60×10^{-3}	$[3.80 \times 10^{-3}, 5.60 \times 10^{-3}]$	3.60
	高安	$Y = 7.272 + 1.109X$	8.90×10^{-3}	$[6.70 \times 10^{-3}, 1.19 \times 10^{-2}]$	7.00
	新建	$Y = 8.453 + 1.524X$	5.40×10^{-3}	$[4.30 \times 10^{-3}, 6.90 \times 10^{-3}]$	4.23
	奉新	$Y = 8.992 + 1.638X$	3.70×10^{-3}	$[3.00 \times 10^{-3}, 4.50 \times 10^{-3}]$	2.90
	进贤	$Y = 7.723 + 1.103X$	3.40×10^{-3}	$[2.50 \times 10^{-3}, 4.60 \times 10^{-3}]$	2.66
	临川	$Y = 7.243 + 0.911X$	3.40×10^{-3}	$[2.20 \times 10^{-3}, 5.40 \times 10^{-3}]$	2.66
	瑞金	$Y = 7.082 + 0.841X$	3.30×10^{-3}	$[1.90 \times 10^{-3}, 5.80 \times 10^{-3}]$	2.58
	兴国	$Y = 8.324 + 1.512X$	6.30×10^{-3}	$[5.10 \times 10^{-3}, 7.90 \times 10^{-3}]$	4.93
	赣县	$Y = 9.255 + 1.890X$	5.60×10^{-3}	$[4.60 \times 10^{-3}, 6.80 \times 10^{-3}]$	4.38
氯 氰 菊 酯	贵溪	$Y = 6.499 + 1.070X$	3.98×10^{-2}	$[2.72 \times 10^{-2}, 5.82 \times 10^{-2}]$	3.49
	万年	$Y = 6.561 + 1.034X$	3.10×10^{-2}	$[2.22 \times 10^{-2}, 4.32 \times 10^{-2}]$	2.72
	波阳	$Y = 6.664 + 1.001X$	2.18×10^{-2}	$[1.58 \times 10^{-2}, 2.99 \times 10^{-2}]$	1.91
	临川	$Y = 6.892 + 1.163X$	2.36×10^{-2}	$[1.61 \times 10^{-2}, 3.46 \times 10^{-2}]$	2.07
	金溪	$Y = 6.395 + 0.732X$	1.24×10^{-2}	$[7.50 \times 10^{-3}, 2.06 \times 10^{-2}]$	1.09
	高安	$Y = 6.821 + 1.220X$	3.23×10^{-2}	$[2.48 \times 10^{-2}, 4.22 \times 10^{-2}]$	2.83
	新建	$Y = 7.087 + 1.218X$	1.93×10^{-2}	$[1.47 \times 10^{-2}, 2.54 \times 10^{-2}]$	1.69
	瑞金	$Y = 6.237 + 0.770X$	2.47×10^{-2}	$[1.47 \times 10^{-2}, 4.17 \times 10^{-2}]$	2.17
氰 戊 菊 酯	兴国	$Y = 6.172 + 0.844X$	4.08×10^{-2}	$[2.83 \times 10^{-2}, 5.90 \times 10^{-3}]$	3.58
	赣县	$Y = 6.717 + 0.483X$	3.27×10^{-2}	$[1.74 \times 10^{-2}, 6.14 \times 10^{-2}]$	2.87
	贵溪	$Y = 6.315 + 1.331X$	6.91×10^{-2}	$[3.69 \times 10^{-2}, 1.29 \times 10^{-1}]$	3.12
	万年	$Y = 6.382 + 1.051X$	4.84×10^{-2}	$[2.43 \times 10^{-2}, 9.62 \times 10^{-2}]$	2.18
	波阳	$Y = 6.913 + 1.398X$	4.28×10^{-2}	$[3.30 \times 10^{-2}, 5.55 \times 10^{-2}]$	1.93
	余干	$Y = 6.245 + 0.965X$	5.12×10^{-2}	$[3.66 \times 10^{-2}, 7.16 \times 10^{-2}]$	2.31
	东乡	$Y = 6.209 + 0.834X$	3.56×10^{-2}	$[2.16 \times 10^{-2}, 5.86 \times 10^{-2}]$	1.61
	临川	$Y = 6.217 + 0.867X$	3.95×10^{-2}	$[2.47 \times 10^{-2}, 6.32 \times 10^{-2}]$	1.78
	高安	$Y = 6.265 + 1.002X$	5.46×10^{-2}	$[3.52 \times 10^{-2}, 8.49 \times 10^{-2}]$	2.46
	新建	$Y = 6.809 + 1.371X$	4.79×10^{-2}	$[3.69 \times 10^{-2}, 6.22 \times 10^{-2}]$	2.16
	奉新	$Y = 6.761 + 1.089X$	2.41×10^{-2}	$[1.49 \times 10^{-2}, 3.92 \times 10^{-2}]$	1.09
	进贤	$Y = 6.779 + 1.157X$	2.79×10^{-2}	$[1.58 \times 10^{-2}, 4.92 \times 10^{-2}]$	1.26
兴国	$Y = 6.940 + 1.325X$	3.43×10^{-2}	$[2.65 \times 10^{-2}, 4.44 \times 10^{-2}]$	1.55	
赣县	$Y = 8.341 + 1.329X$	3.10×10^{-2}	$[2.30 \times 10^{-2}, 4.20 \times 10^{-2}]$	1.40	

2.2 SV₁ 对拟除虫菊酯的增效作用

SV₁ 与 3 种拟除虫菊酯混配的增效作用见表 2。从表 2 可以看出, SV₁ 与 3 种拟除虫菊酯按 5 种比例混配, 均有明显的增效作用; 并且随着 SV₁ 比例的提高, 增效作用增强。溴氰菊酯、氯氰菊酯和氰戊菊酯与 SV₁ 按 1:5 混配, 增效倍数分别为 12.71、10.16、10.64; 按 1:10 混配, 增效倍数分别为 22.25、19.30、17.74。

表 2 增效磷(SV₁)与 3 种菊酯混配的增效作用

药剂	混配比	回归方程式	LD ₅₀ /($\mu\text{g} \cdot \text{头}^{-1}$)	95% 置信区间	增效倍数
溴氰菊酯 + SV ₁	1:0	$Y = 7.272 + 1.109X$	8.90×10^{-3}	$[6.70 \times 10^{-3}, 1.19 \times 10^{-2}]$	1.00
	1:0.5	$Y = 9.221 + 1.592X$	2.20×10^{-3}	$[1.80 \times 10^{-3}, 2.80 \times 10^{-3}]$	4.05
	1:1	$Y = 8.552 + 1.224X$	1.30×10^{-3}	$[1.00 \times 10^{-3}, 1.60 \times 10^{-3}]$	6.85
	1:3	$Y = 7.608 + 0.851X$	9.01×10^{-4}	$[1.30 \times 10^{-3}, 6.10 \times 10^{-3}]$	9.88
	1:5	$Y = 9.931 + 1.549X$	7.00×10^{-4}	$[5.00 \times 10^{-4}, 8.00 \times 10^{-4}]$	12.71
	1:10	$Y = 9.163 + 1.225X$	4.00×10^{-4}	$[3.00 \times 10^{-4}, 5.00 \times 10^{-4}]$	22.25
氯氰菊酯 + SV ₁	1:0	$Y = 7.087 + 1.218X$	1.93×10^{-2}	$[1.47 \times 10^{-2}, 2.54 \times 10^{-2}]$	1.00
	1:0.5	$Y = 8.588 + 1.721X$	8.20×10^{-3}	$[6.70 \times 10^{-3}, 1.01 \times 10^{-2}]$	2.35
	1:1	$Y = 8.079 + 1.313X$	4.50×10^{-3}	$[3.50 \times 10^{-3}, 5.80 \times 10^{-3}]$	4.29
	1:3	$Y = 8.356 + 1.386X$	3.80×10^{-3}	$[2.90 \times 10^{-3}, 4.90 \times 10^{-3}]$	5.08
	1:5	$Y = 7.865 + 1.054X$	1.90×10^{-3}	$[1.40 \times 10^{-3}, 2.60 \times 10^{-3}]$	10.16
	1:1	$Y = 9.823 + 1.602X$	1.00×10^{-3}	$[8.00 \times 10^{-4}, 1.20 \times 10^{-3}]$	19.30
氰戊菊酯 + SV ₁	1:0	$Y = 6.809 + 1.371X$	4.79×10^{-2}	$[3.69 \times 10^{-2}, 6.22 \times 10^{-2}]$	1.00
	1:0.5	$Y = 8.163 + 1.775X$	1.65×10^{-2}	$[1.36 \times 10^{-2}, 2.01 \times 10^{-2}]$	2.90
	1:1	$Y = 8.366 + 1.559X$	6.90×10^{-3}	$[5.50 \times 10^{-3}, 8.70 \times 10^{-3}]$	6.94
	1:3	$Y = 8.299 + 1.482X$	5.90×10^{-3}	$[4.80 \times 10^{-3}, 7.40 \times 10^{-3}]$	8.12
	1:5	$Y = 9.295 + 1.829X$	4.50×10^{-3}	$[3.70 \times 10^{-3}, 5.40 \times 10^{-3}]$	10.64
	1:10	$Y = 10.974 + 2.325X$	2.70×10^{-3}	$[2.30 \times 10^{-3}, 3.10 \times 10^{-3}]$	17.74

2.3 林间防治试验

SV₁ 与溴氰菊酯、氰戊菊酯、三氟氯氰菊酯和氯氰菊酯等杀虫剂混配林间防治松毛虫效果分别见表 3、表 4。为了说明不同混配比和不同浓度引起死亡率差异的原因和程度, 对表 3、表 4 中用药后 2 d 防治松毛虫的死亡率经反正弦转换, 进行方差分析, 结果表明用药后 2 d 防治马尾松毛虫各处理间差异均极显著, 而重复间无显著差异。

表 3 增效磷(SV₁)与溴氰菊酯杀虫剂混配林间防治松毛虫效果(江西高安, 1997-03)

药剂	混配比	稀释倍数	株数	幼虫数/ 头	调查时间/ d	各重复死亡率/%			平均 死亡率/%	校正 死亡率/%
						I	II	III		
2.5% 溴氰菊酯 + SV ₁	1:0	8000	36	585	1	58.29	59.76	62.05	60.03	59.40
					2	72.14	73.32	74.29	73.25	72.74
	1:1	8000	36	537	1	86.92	86.61	87.38	86.97	86.76
					2	90.53	91.38	89.51	90.47	90.29
	1:5	8000	36	764	1	94.81	95.25	95.53	95.20	95.12
					2	96.21	96.74	96.82	96.59	96.53
1:10	8000	36	452	1	94.57	94.14	95.11	94.61	94.53	
				2	96.04	97.78	97.23	97.02	96.96	
清水			30	488	1	0.97	1.15	2.56	1.56	
对照					2	1.94	1.15	2.56	1.88	

表 4 增效磷(SV₁)与氰戊菊酯、三氟氯氰菊酯、氯氰菊酯混配
林间防治马尾松毛虫效果(江西高安, 1998-03)

药剂	混配比	稀释倍数	株数	幼虫数/ 调查时间/		各重复死亡率/%			平均死亡率/%	校正死亡率/%
				头	d	I	II	III		
20% 氰戊菊酯 + SV ₁	1 0	8 000	36	512	1	78.44	80.10	77.78	78.77	78.46
					2	81.44	83.08	83.33	82.62	82.19
	1 1	8 000	36	1 012	1	87.70	90.04	89.65	89.13	88.97
					2	90.64	92.25	92.92	91.94	91.74
	1 3	8 000	36	771	1	91.16	92.00	91.94	91.70	91.58
					2	94.56	96.00	96.39	95.65	95.54
	1 5	8 000	36	676	1	95.02	95.88	96.55	95.82	95.76
					2	96.93	99.41	99.31	98.55	98.51
	1 3	10 000	36	408	1	84.89	77.98	89.38	84.08	83.84
					2	96.40	81.65	92.50	90.18	89.94
	1 5	10 000	36	344	1	88.89	89.43	89.50	89.27	89.10
					2	93.16	94.31	92.31	93.26	93.09
2.5% 三氟氯氰菊酯 + SV ₁	1 0	8 000	36	432	1	74.60	78.70	76.77	76.69	76.34
					2	80.16	82.41	81.31	81.29	80.80
	1 1	8 000	36	495	1	86.96	88.82	89.01	88.26	88.09
					2	90.68	90.13	92.86	91.22	91.00
	1 3	8 000	36	650	1	90.09	92.12	93.78	92.00	91.88
					2	93.24	95.57	96.00	94.94	94.81
	1 5	8 000	36	512	1	95.18	95.15	95.56	95.30	95.23
					2	96.99	98.18	97.33	97.50	97.44
	1 3	10 000	36	301	1	74.70	79.14	75.95	76.60	76.25
					2	83.13	84.17	83.54	83.61	83.20
	1 5	10 000	36	446	1	84.75	87.58	83.23	85.19	84.97
					2	87.29	88.20	86.83	87.44	87.13
10% 氯氰菊酯 + SV ₁	1 0	8 000	36	485	1	70.18	73.89	77.10	73.72	73.33
					2	76.32	77.07	80.37	77.92	77.37
	1 1	8 000	36	636	1	83.12	84.66	86.03	84.60	84.37
					2	84.85	85.80	89.52	86.72	86.39
	1 3	8 000	36	709	1	86.30	88.40	88.02	87.57	87.39
					2	88.36	92.00	89.82	90.06	89.81
	1 5	8 000	36	583	1	90.29	94.12	91.67	92.03	91.91
					2	92.57	96.08	94.12	94.26	94.12
	1 3	10 000	36	305	1	75.51	78.30	80.20	78.00	77.67
					2	82.65	83.96	85.15	83.92	83.52
	1 5	10 000	36	422	1	80.81	81.98	81.46	81.42	81.14
					2	84.85	86.05	87.42	86.11	85.76
清水对照			12	207	1	1.54	0	2.47	1.46	
					2	1.54	1.67	3.70	2.43	

应用新复极差测验对不同混配比和不同浓度的杀虫剂效果进行多重比较, 结果列于表 5。从表 5 可以看出, 4 种拟除虫菊酯杀虫剂与 SV₁ 混配后, 杀虫效果比单用均有显著或极显著的提高, 并且随着 SV₁ 比例的提高, 增效作用增强, 这与室内增效作用测定结果相一致。

表5 表3和表4中施药后2d的防效比较

表号	药剂	混配比	稀释倍数	平均死亡率/%	差异显著性	
					5%	1%
3	2.5% 溴氰菊酯 + SV ₁	1 10	8 000	96.96	a	A
		1 5	8 000	96.53	a	A
		1 1	8 000	90.29	b	B
		1 0	8 000	72.74	c	C
	20% 氰戊菊酯 + SV ₁	1 5	8 000	98.51	a	A
		1 3	8 000	95.54	ab	AB
		1 5	10 000	93.09	bc	AB
		1 1	8 000	91.74	bc	B
		1 3	10 000	89.94	c	B
		1 0	8 000	82.19	d	C
4	2.5% 三氟氯氰菊酯 + SV ₁	1 5	8 000	97.44	a	A
		1 3	8 000	94.81	ab	AB
		1 1	8 000	91.00	bc	BC
		1 5	10 000	87.13	cd	CD
		1 3	10 000	83.20	d	D
	1 0	8 000	80.80	e	D	
	10% 氯氰菊酯 + SV ₁	1 5	8 000	94.12	a	A
		1 3	8 000	89.81	ab	AB
		1 1	8 000	86.39	bc	BC
		1 5	10 000	85.76	bc	BC
1 3		10 000	83.52	c	C	
1 0	8 000	77.37	d	D		

3 讨论

拟除虫菊酯目前仍然是防治马尾松毛虫的主要药剂。一旦这类杀虫剂由于抗性而失效,将会产生十分严重的后果。因此,在马尾松毛虫种群尚未产生明显抗性之前,及时采取措施延缓抗性的发展是生产上一项十分重要的任务。首先,应在马尾松毛虫常发区开展马尾松毛虫对拟除虫菊酯的抗药性监测,掌握害虫对药剂的敏感水平,为化学防治决策提供依据。其次,要合理使用拟除虫菊酯杀虫剂,严格控制该类农药的使用剂量。对溴氰菊酯已经产生了抗性的林区,如高安和贵溪等,可以采取拟除虫菊酯+SV₁、有机磷和灭幼脲等农药轮用。在尚未产生抗性的广大林区,推广拟除虫菊酯+SV₁混配,可以提高杀虫效果,降低药剂的使用量,减少农药对环境的污染,克服和延缓害虫的抗药性。

参考文献

- [1] 袁荣兰,黄国洋.浙江省马尾松毛虫抗药性监测[J].林业科学,1989,25(5):472~476
- [2] 李周直.马尾松毛虫抗药性监测[J].林业科学,1991,27(6):665~669
- [3] Brown T M, Brogdon W G. Improved detection of insecticide resistance through conventional and molecular techniques [J]. Annual Review of Entomology, 1987, 32: 145~162
- [4] 王开运,慕立义,刘峰,等.棉铃虫对氰戊菊酯等杀虫剂抗性的选育及其生化机理[J].昆虫学报,1997,10(1):23~31
- [5] 彭龙慧,温小遂,罗俊根,等.增效剂对马尾松毛虫羧酸酯酶的抑制作用[J].林业科学,1997,33(6):528~533
- [6] 冯国蕾,石俊岳,张桂林,等.增效磷对杀虫剂的增效作用及其防治棉蚜效果[J].昆虫知识,1988,22(4):167~172
- [7] 李周直.几种增效剂对拟除虫菊酯防治马尾松毛虫的联合毒性[J].农药,1991,30(2):6~7
- [8] 彭龙慧,李周直.马尾松毛虫对氰戊菊酯的耐药性研究[J].林业科学研究,1992,5(5):559~564

Monitoring the Insecticide Resistance of *Dendrolimus punctatus* and the Synergism of Pyrethroids by SV₁

WEN Xiaosui¹, PENG Longhui², WAN Xuejin¹,
LONGW ei¹, LUO Jungen¹, ZHANG Wu¹

(1. Jiangxi Forest Pest & Disease Control Station, Nanchang 330006, Jiangxi, China;

2. Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, Jiangxi, China)

Abstract: Fourth instar populations of *Dendrolimus punctatus* collected from 16 counties in Jiangxi Province were evaluated to study the susceptibility to deltamethrin, fenvalerate and cypemethrin. The results showed that the resistance of *D. punctatus* populations in Gao an and Guixi to deltamethrin was not very high. The resistance of all other populations tested to deltamethrin increased obviously. No resistance to fenvalerate or cypemethrin was observed. Binary mixture of 5 different ratios (0.5:1, 1:1, 3:1, 5:1 and 10:1) of SV₁ with deltamethrin or fenvalerate or cypemethrin was applied. Synergism was observed at any ratio of SV₁ plus the three pyrethroids. The higher the concentration of SV₁, the stronger the synergistic effect. Combinations of four pyrethroid insecticides plus SV₁ were tested in pine forest. The results showed that the combination of 2.5% deltamethrin plus SV₁ (1:5), combination of 20% fenvalerate plus SV₁ (1:3~1:5), combination of 2.5% cyhalothrin plus SV₁ (1:3~1:5) and combination of 10% cypemethrin plus SV₁ (1:5) got significant synergistic effects and could effectively bring the *D. punctatus* under control.

Key words: *Dendrolimus punctatus*; pyrethroid; insecticide resistance; SV₁; synergism