

浙江省马尾松毛虫抗药性研究*

吴 鸿

黄国洋

(浙江林学院林业系, 临安 311300)

(浙江省植物保护总站)

吕晓平

赵品龙

(浙江省丽水市森林病虫害防治站)

(浙江省义乌市林业局)

摘 要 利用微细管局部点滴方法测定了溴氰菊酯和敌百虫对浙江省马尾松毛虫的触杀毒力。结果表明: 马尾松毛虫在浙江省一些地区已经产生了抗性。建议停止使用敌百虫, 溴氰菊酯则应减少使用。最后提出了马尾松毛虫抗性测定的标准。

关键词 马尾松毛虫; 抗药性; 拟除虫菊酯; 毒力测定

中图分类号 S763.42

马尾松毛虫 (*Dendrolimus punctatus*) 是我国重要的历史性大害虫, 浙江省是其重要分布区之一。全省有 50 个县(市) 发生危害, 其中严重受害的有 23 个县(市)^[1]。随着新造纯松林面积的扩大, 近 10 a 来每年发生 4~ 7 万 hm^2 , 猖獗年度达 13~ 20 万 hm^2 。损失木材 40~ 50 万 m^3 , 松枝 50 万 t。浙江省使用化学农药防治马尾松毛虫已有 40 a 以上的历史。50 年代中期开始使用有机氯农药, 60 年代末期普遍反映该类农药的效果明显下降。70 年代广泛使用敌百虫和敌敌畏等有机磷农药防治, 随后各地亦反映这类农药对防治马尾松毛虫效果很差。80 年代初开始使用拟除虫菊酯类农药进行防治。这类农药具有高效、低毒、低成本、广谱等优点, 但害虫比较容易产生抗药性, 导致用药量的不断增加^[2]。

害虫的抗药性问题长期以来一直严重影响着化学农药优势的发挥, 已引起全球性的高度重视。联合国粮农组织和世界卫生组织先后针对不同害虫制定和推荐了一系列抗药性的测定方法, 并建立测定网^[3]。目前, 拟除虫菊酯类农药是防治马尾松毛虫的比较理想的化学药剂, 对松毛虫的种群数量起着一定的控制作用。保证松毛虫防治工作的有效开展和拟除虫菊酯类农药在松林中的使用寿命, 及时掌握不同种群松毛虫对几种常用农药的抗药性, 对指导浙江省化学防治具有重要的意义。为此, 我们自 1993~ 1995 年在浙江省有一定代表性的 6 个县

收稿日期: 1996-07-09

* 浙江省科学技术委员会资助项目

第 1 作者简介: 吴鸿, 男, 1960 年生, 副教授, 博士生

(市)对马尾松毛虫不同用药水平进行了抗药性监测。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料

1.1.1 虫源的采集及饲养 采自马尾松林间的越冬代 4龄幼虫,在实验室内用新鲜马尾松针叶饲养至 5龄中期幼虫,供测试用。林间采虫时,应注意虫群的分布情况,避免在一块林地内取虫,同时要避免虫体损伤。采虫应在日平均气温稳定超过 10°C 时的晴天进行。此时越冬幼虫刚刚结束越冬,开始取食。

饲养条件:温度, $(26 \pm 1)^{\circ}\text{C}$;相对湿度, 70%~80%;光周期, 12~13 h光照及 11~12 h黑暗。每天换新鲜马尾松针叶 2次,并清除原残存的针叶、粪便。

1.1.2 用具和设备 恒温养虫室,冰箱,分析天平(感量 $1/10\,000\text{ g}$), 25 mL及 10 mL容量瓶, 1, 2, 5 mL移液管;气相色谱上用的微量进样器作点滴器,每支容量为 $1.00\mu\text{L}$,最小容积为 $0.01\mu\text{L}$,误差小于 5%; 15 cm直径培养皿及养虫用具。

1.2 处理的方法和步骤

1.2.1 测试幼虫的标准 供试的 5龄幼虫选用体重幅度是 $240\sim 350\text{ mg}\cdot\text{头}^{-1}$,置于温度为 $(26 \pm 1)^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 70%~80%的环境中,用新鲜马尾松针叶饲养 48 h以上。

1.2.2 配制测试的杀虫剂母液 药剂要求统一纯度有 90%以上,市场出售的商品杀虫剂(加工品)不能用作抗药性测定。本研究所用的药剂为:98%溴氰菊酯原粉,由法国 Roussel-Uclaf 公司生产,浙江农业大学提供;90%敌百虫原粉,杭州农药厂生产,浙江省农业厅提供;丙酮分析纯。药剂和溶剂以质量/容量配制。

用 10 mL容量瓶在分析天平上准确称取杀虫剂样品,溴氰菊酯 10.0 mg,敌百虫 100.0 mg,加丙酮至刻度配成测试药剂的母液,放入 5°C 冰箱保存备用。

1.2.3 预备试验 由于幼虫对药剂的敏感性变化较大,所以母液配好必须进行探测浓度的预备试验。取 50~100头 5龄幼虫,在下列药剂浓度范围内选择 1~2个浓度处理幼虫,每头点滴 $1.0\mu\text{L}$;溴氰菊酯每头幼虫 $0.001\sim 0.010\mu\text{g}$;敌百虫每头 $0.010\sim 0.100\mu\text{g}$ 。处理后,将幼虫放在同样条件下喂以新鲜松针,48 h后记载死亡数。

1.2.4 配制测试的药液 根据预备试验结果,在死亡率 10%~90%的范围内设计 5~6个剂量浓度,采用等比或等差的稀释方法,准备好测试的药液。

1.2.5 点滴处理 处理前,在每天准备处理的幼虫中随机取 60头,在天平上逐一称量,求出平均数作为当天处理幼虫的体重(mg)。配制好的药液由低浓度到高浓度顺序点滴。处理时,用微量进样器准确地点滴药液在幼虫的中、后胸背面。点滴时保持使用同支微量进样器,同一人操作测定,以减少误差。每个浓度点滴 20头幼虫,重复 3次,共 60头。另外用丙酮处理 60头,作为空白对照。

1.2.6 处理后的幼虫饲养及结果检查 处理后的幼虫仍在 $(26 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 温度和 70%~80%相对湿度下用新鲜松针饲养,经 24 h,48 h记载麻痹及死亡头数,以 48 h计算死亡率。如果对照组死亡率小于 10%,用 Abbott公式计算校正死亡率;对照死亡率大于 10%,则全部处理作废。死亡的标准以触幼虫体时完全不动为准。

1.3 数据处理

1.3.1 根据微量进样器容积计算各个浓度每头幼虫点滴的剂量 ($\mu\text{g} \cdot \text{头}^{-1}$);

1.3.2 用 Abbott公式求出校正死亡率:

$$\text{校正死亡率} = \frac{\text{对照组活虫率} - \text{处理组活虫率}}{\text{对照组活虫率}} \times 100\%$$

1.3.3 查机率表, 将校正的死亡率转换为机率值, 同时将剂量 ($\mu\text{g} \cdot \text{头}^{-1}$) 转换为对数值。

1.3.4 以机率值为纵坐标, 剂量对数值为横坐标, 在方格坐标纸上绘出测定样品的毒力回归线 (毒力基线)

1.3.5 用 f_x-3600 计算机求出测定样品的直线回归方程 $y = A + bx$, 再求出方程式中的 A b 及相关系数 r 值。然后求出 LD_{50} 及 LD_{99} , 最后进一步求出抗药性倍数^[4-7]。

2 结果及分析

2.1 马尾松毛虫对溴氰菊酯的抗药性测定

3_a中, 在浙江省范围内马尾松毛虫 5龄幼虫用溴氰菊酯测定 6个点, 4龄幼虫测定 4个点。各点测定所得 b 值均较小, 可见在浙江省还未找到对溴氰菊酯极敏感的马尾松毛虫品系。根据龚坤元观点, 以袁荣兰等测定的黄岩药山马尾松毛虫结果作为敏感虫源的毒力基线^[2]。

2.1.1 对 5龄幼虫的毒力测定 测定结果见表 1 以黄岩药山马尾松毛虫的致死中量 ($LD_{50} = 1.246 \times 10^{-4} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$) 为 1, 所测定 6个点的抗性指数分别为: 兰溪上华 2.01倍, 江山塘源口 7.54倍, 金华塘雅 5.89倍, 衢县廿里 13.67倍, 缙云新碧 34.56倍, 丽水城关 17.89倍。兰溪上华和金华塘雅等地溴氰菊酯使用次数少, 用药量较合理。江山塘源口属中山区, 是马尾松毛虫的偶发地区, 用药水平很低。缙云新碧溴氰菊酯使用频率高、用药量较大。丽水城关和衢县廿里也属连续使用溴氰菊酯时间较长、用药量大的地区。但衢县廿里及其邻近地区的溴氰菊酯使用频率远高于缙云新碧, 而抗性指数却低得多。

表 1 溴氰菊酯对马尾松毛虫 5龄幼虫的毒力测定

Table 1 Toxicity test of deltamethrin to the 5th instar larvae of *Dendrolimus punctatus*

地 点	测定时间	$LD_{50} (\times 10^{-4})$	抗性指数	回 归 式	x
兰溪上华	1994-04	2.502 7	2.01	$1.463 4x + 3.874 0$	0.711 4
江山塘源口	1994-04	9.399 0	7.54	$1.438 5x + 2.924 3$	4.614 7
金华塘雅	1994-04	7.337 9	5.89	$1.410 3x + 3.001 6$	0.476 5
衢县廿里	1994-04	17.038 2	13.67	$1.158 4x + 3.104 5$	0.751 0
缙云新碧	1995-04	43.071 0	34.56	$2.246 4x + 2.347 6$	4.361 6
丽水城关	1995-04	22.298 7	17.89	$2.246 4x + 2.935 9$	4.477 4

说明: 以黄岩药山 1986年 4月测定的 $LD_{50} = 1.246 \times 10^{-4} \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 的抗性指数为 1

2.1.2 对 4龄幼虫的毒力测定结果 测定了 4个点 (表 2), 除兰溪上华的 LD_{50} 大于同地点的 5龄幼虫外, 其余均小于同地点的 5龄幼虫的 LD_{50} 。各点 4龄幼虫 LD_{50} 与 5龄幼虫之比 (以 5龄幼虫为 1) 为: 兰溪市上华 1.18, 江山市塘源口 0.38, 金华县塘雅 0.70, 衢县廿里 0.45

上述研究表明, 衢县廿里、缙云新碧和丽水城关等地的马尾松毛虫对溴氰菊酯已产生明显抗药性, 其中缙云新碧的抗性指数高达 34.56倍。上述地区及其有关县 (市) 今后不宜选用溴氰菊酯来防治马尾松毛虫。包括溴氰菊酯在内的拟除虫菊酯类农药抗性发展较快, 但是

科学合理用药能延缓抗性的发展。衢县廿里的抗性指数远低于缙云新碧就是一个有力的证明。本研究还表明,4龄幼虫对溴氰菊酯的敏感性不稳定,故4龄幼虫不适宜作为测定用虫。

表 2 溴氰菊酯对马尾松毛虫 4龄幼虫的毒力测定

Table 2 Toxicity test of deltamethrin to the 4th instar larvae of *Dendrolimus punctatus*

地 点	测定时间	$LD_{50} (\times 10^{-4})$	回归式	x
兰溪上华	1994-04	2.963 6	$1.477 0x + 3.842 70.699 0$	
江山塘源口	1994-04	3.617 4	$1.322 1x + 3.827 61.174 0$	
金华塘雅	1994-04	5.139 2	$1.593 8x + 3.261 00.941 3$	
衢县廿里	1994-04	7.722 3	$1.115 3x + 3.681 40.118 8$	

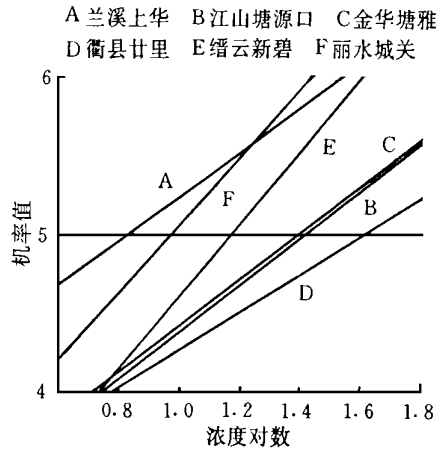


图 1 溴氰菊酯对5龄幼虫的毒力回归线
Fig. 1 LD-P-Line of deltamethrin to the 5th instar larvae

2.2 马尾松毛虫对敌百虫的抗药性测定

2.2.1 对5龄幼虫的毒力测定结果 共测定了兰溪上华、江山塘源口、金华塘雅、缙云新碧和丽水城关等5个地点(表3)。以永康桥下的致死中量($LD_{50} = 0.218 \mu g \cdot g^{-1}$)的抗性指数为1,上述5个点分别为永康桥下的50.72, 22.05, 38.29, 20.62和19.96倍。从图3的毒力回归线上可以明显看出,各地的马尾松毛虫种群对敌百虫都产生了明显的抗药性,这与各地用药量是一致的。

结果表明,江山塘源口、金华塘雅、缙云新碧和丽水城关等地的马尾松毛虫对敌百虫的抗性指数已接近或超过20倍,建议上述地区有关县(市)防治马尾松毛虫不用敌百虫。

A 兰溪上华 B 江山塘源口
C 金华塘雅 D 衢县廿里

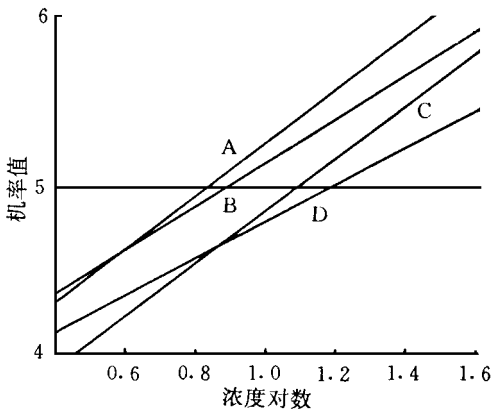


图 2 溴氰菊酯对4龄幼虫的毒力回归线
Fig. 2 LD-P-Line of deltamethrin to the 4th instar larvae

A 兰溪上华 B 江山塘源口 C 金华塘雅
D 缙云新碧 E 丽水城关

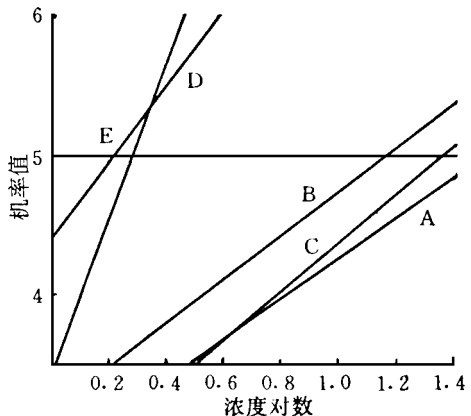


图 3 敌百虫对5龄幼虫的毒力回归线
Fig. 3 LD-P-Line of trichlorphon to the 5th instar larvae

表 3 敌百虫对马尾松毛虫 5龄幼虫的毒力测定

Table 3 Toxicity test of trichlorophon to the 5th instar larvae of *Dendrolimus punctatus*

地 点	测定时间	LD_{50}	抗性指数	回 归 式	x
兰溪上华	1994-04	11.057 8	50.72	$1.377 9x + 2.834 9$	0.341 1
江山塘源口	1994-04	4.807 6	22.05	$1.677 6x + 2.990 5$	2.147 9
金华塘雅	1994-04	8.346 5	38.29	$1.694 9x + 2.659 6$	0.310 1
缙云新碧	1995-04	4.495 2	20.62	$3.171 4x + 1.196 5$	1.398 3
丽水城关	1995-04	4.351 6	19.96	$3.414 0x + 0.871 8$	1.077 3

说明: 以永康桥下 1985年 3月测定的 $LD_{50} = 0.218^{t} g \cdot g^{-1}$ 的抗性指数为 1

表 4 敌百虫对马尾松毛虫 4龄幼虫的毒力测定

Table 4 Toxicity test of trichlorophon to the 4th instar larvae of *Dendrolimus punctatus*

地 点	测定时间	LD_{50}	回 归 式	x
兰溪上华	1994-04	9.055 1	$1.740 9x + 2.791 4$	2.058 0
江山塘源口	1994-04	4.736 2	$1.398 5x + 3.596 1$	0.323 4
金华塘雅	1994-04	8.737 9	$1.325 9x + 3.259 8$	1.653 8

2.2.2 对 4龄幼虫的毒力测定结果 测定了 3 个点(表 4), 除金华塘雅的 LD_{50} 大于同地点的 5龄幼虫外, 其余均小于同地点的 5龄幼虫的 LD_{50} 各点 4龄幼虫的 LD_{50} 值与 5龄幼虫的之比为(设各点 5龄幼虫为 1): 兰溪上华 0.82, 江山塘源口 0.99, 金华塘雅 1.05 同样说明 4龄幼虫对敌百虫的敏感性是不甚稳定的, 4龄幼虫不适宜作为测定用虫。

3 结论和建议

浙江省使用化学农药防治马尾松毛虫已有 40 a 以上的历史, 许多地区的马尾松毛虫已对多种常用农药产生了程度不同的抗药性。如对敌百虫的抗性已较普遍发生, 应基本停止使用; 对溴氰菊酯也已发生了较普遍的抗性, 应减少使用, 并注意科学合理地施药。

4龄幼虫对农药的稳定性不够, 不宜作为抗性测定用虫。

经过多年试验研究, 建议此项研究方法作为马尾松毛虫抗性生测的标准: ① 试虫采自林间的

4龄越冬幼虫, 经室内饲养 1龄后, 取 5龄中期幼虫, 体重幅度在 $240 \sim 350 \text{ mg} \cdot \text{头}^{-1}$ 之间, 作为供试幼虫 ② 饲养条件: 温度 $(26 \pm 1)^\circ\text{C}$, 相对湿度 70%~80%, 光周期 12~13 h, 以

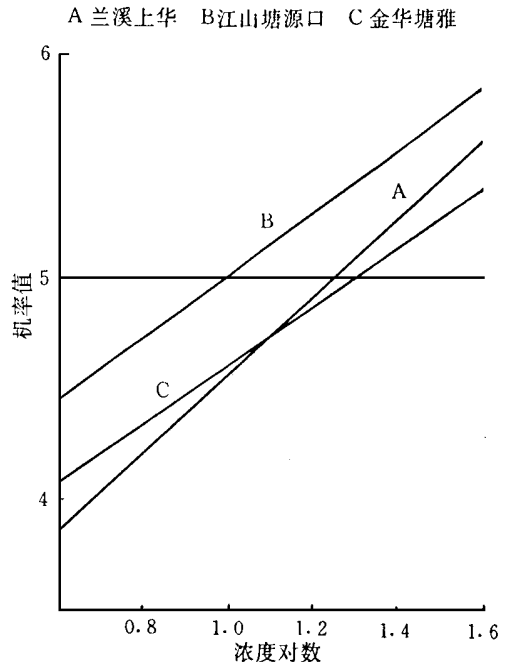


图 4 敌百虫对 4龄幼虫的毒力回归线

Fig. 4 $LD-P$ -Line of trichlorophon to the 4th instar larvae

新鲜马尾松针叶饲养。③用点滴触杀法测定,点滴工具为微量进样器(最小容积 $0.01\mu\text{L}$,误差小于 5%)④毒力测定的药剂均为纯品,用 CR 丙酮稀释,以等差等比数列设 5 个浓度,1 个对照,每个浓度处理 20 头虫,重复 3 次。⑤观察记录 12, 24, 48 h 的死亡数,死亡标准以触动虫体时完全不动为准;对照死亡率在 10% 以内为有效试验,并用 Abbott 公式校正;用机率值分析法求抗性指数。

害虫抗药性是害虫防治中的一个严重问题。菊酯类农药,因其高效低毒而在浙江省森林害虫防治中被大量广泛使用,致使害虫对菊酯类农药产生了严重的抗药性,一些品种已在许多地区丧失了防治的应用价值。因此,开展大范围的抗性监测和预报以及开展抗性治理的研究和示范是我们今后的重要课题。

致谢 本研究蒙浙江省丽水市森防站、缙云县森防站、江山市森防站、衢县森防站、兰溪市森防站和金华县森防站等单位协助采集试验用虫,浙江林学院森林保护专业 90 级吴志强、高豪春、陈先锋、刘连土,91 级杨天军等同学参加了部分研究工作。谨致谢意。

参 考 文 献

- 1 侯陶谦. 中国松毛虫. 北京: 科学出版社, 1987
- 2 袁荣兰, 黄国洋. 马尾松毛虫抗药性监测. 林业科学, 1989, 25(5): 472~ 477
- 3 FAO. Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides. *FAO Plant Production and Protection Paper*, 21: 132
- 4 唐振华. 害虫抗药性及其治理. 北京: 农业出版社, 1993
- 5 李周直. 马尾松毛虫抗药性监测. 林业科学, 1991, 27(6): 665~ 669
- 6 张宗炳. 杀虫药剂的毒力测定. 北京: 科学出版社, 1988
- 7 陈年春主编. 农药生物测定技术. 北京: 北京农业大学出版社, 1991

Wu Hong (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Huang Guoyang, Lu Xiaoping, and Zhao Pinlong. **Studies on Insecticide-resistance of *Dendrolimus punctatus*. J Zhejiang For Coll**, 1997, 14(2): 159~ 164

Abstract The contact toxicities of deltamethrin and trichlorphon to *Dendrolimus punctatus* in Zhejiang Province were tested by the method of dropping the pesticides on the part of the insect using microcapillary. The results were as follows: the resistance of *Dendrolimus punctatus* to deltamethrin and trichlorphon have appeared in some area. It was suggested that this province should not use trichlorphon and should reduce the application of deltamethrin. The standard for bioassay to resistance of *Dendrolimus punctatus* is suggested finally.

Key words *Dendrolimus punctatus*; drug resistance; synthetic pyrethroid insecticides; toxicity test