

文章编号: 1000-5692(2003)02-0151-04

苏云金杆菌与农药混配及杀虫效果的初步研究

马良进^{1,2}, 张立斌³, 崔永三⁴, 冯炎龙²

(1. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 浙江林学院 生命科学学院, 浙江 临安 311300;
3. 浙江省平阳县林业局, 浙江 平阳 325400); 4. 国家林业局 森林病虫害防治总站, 辽宁 沈阳 110034)

摘要: 在用 5 种农药的不同浓度处理后的马铃薯+蛋白胨+葡萄糖+琼脂 (PPDA) 培养基上培养苏云金杆菌 *Bacillus thuringiensis*, 结果表明在农药稀释 5 000 倍时, 对苏云金杆菌的生长没有影响。而苏云金杆菌与 5 种农药按 1:1 和 3:1 比例混配后的杀虫效果试验表明, 苏云金杆菌菌体浓度为 10^{12} 个 \cdot L $^{-1}$ 与绿植 (稀释浓度 5 000 倍) 或虫螨杀星 (稀释浓度 5 000 倍) 的混配杀虫效果最好。表 2 参 5

关键词: 苏云金杆菌; 农药; 混配; 杀虫效果

中图分类号: S763.30; S481⁺.9 **文献标识码:** A

高效、安全、经济和使用方便是农药追求的目标和发展方向, 符合健康环保和可持续发展概念的农药开发成为当今及今后农药研究的主题。生物农药对人畜低危险性, 环境兼容性好, 不易产生抗性, 生产开发费用低, 必将成为我国农药发展的重点和热点。苏云金杆菌 *Bacillus thuringiensis* (简称 Bt) 是生物农药中最常用的一种。但是, 苏云金杆菌活性和稳定性易受环境因素的影响, 且杀虫速度较慢, 杀虫范围比较窄^[1,2]。近年来, 国内对苏云金杆菌与化学农药混配等方面作了较多研究, 发现与杀虫剂的合理混用, 不仅能有效地延缓害虫抗药性的发展进程, 同时还能提高药效, 减少用药量, 降低成本, 有利于生态环境的保护^[3,4]。但是, 苏云金杆菌与生物源农药的混配试验研究并不多见。本试验就苏云金杆菌与 5 种农药 (其中 2 种为生物源农药) 混配的合理浓度与比例及混配后的杀虫效果进行了初步的试验。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

苏云金杆菌菌种由扬州农科所生产, 菌液由浙江林学院生命科学学院森林病理实验室在马铃薯+蛋白胨+葡萄糖+琼脂 (PPDA) 培养基 (马铃薯 200 g, 葡萄糖 20 g, 蛋白胨 10 g, 琼脂 20 g 上培养后, 加无菌水制备而成, 菌体数为 10^{12} 个 \cdot L $^{-1}$ 。

供试昆虫为小菜蛾 *Plutella xylostella*, 其卵由浙江大学昆虫实验室提供。由实验室孵化出幼虫, 在温度 25 ℃, 相对湿度 80% 的条件下, 在盆栽青菜上饲养。

5 种农药由市场购买。分别为: 90% 敌百虫 (原粉), 10% 吡虫啉 (可湿性粉剂), 4.5% 氯氰菊酯 (乳油), 0.36% 绿植 (苦参碱水剂), 1.8% 虫螨杀星 (阿维菌素乳油)。

收稿日期: 2002-11-04; 修回日期: 2003-01-09

基金项目: 浙江省教育厅资助项目 (20010267)

作者简介: 马良进 (1962-), 男, 浙江东阳人, 讲师, 从事森林病虫害防治研究。

1.2 试验方法

1.2.1 5种农药对苏云金杆菌生长影响的测定 5种农药对苏云金杆菌的活性可能有一定的影响, 农药浓度过高可能抑制或杀死苏云金杆菌, 同时高浓度农药本身就可以杀死全部害虫, 再与苏云金杆菌混配, 等于浪费生物农药, 另一方面, 农药浓度过低起不到混配增效的效果。因此选择适合的浓度与苏云金杆菌混配, 才能起到增效的效果, 又能够降低用药成本。

先在灭菌培养皿中加入 1 mL 稀释的农药, 再在每个培养皿中加入 9 mL PPDA 培养基, 摇匀, 凝固后, 用接种环在每个培养皿中接上 2 个苏云金杆菌的菌环。加无菌水 1 mL 的培养基作空白对照。每个处理重复 3 次。置 25 °C 下培养, 每隔 24 h 测量记录菌落直径, 共计 4 次, 并进行方差分析。

1.2.2 苏云金杆菌与 5 种农药不同配比混合后的杀虫效果试验 将小菜蛾 3~4 龄的幼虫移植到盆栽青菜上, 每盆青菜上为 10 条幼虫。将菌体为 10^{12} 个 $\cdot L^{-1}$ 的苏云金杆菌菌液分别与 5 种农药按 1:1 和 3:1 的比例混合。再将苏云金杆菌菌液, 稀释 5 000 倍的药液和混配好的药液分别喷到接上小菜蛾的青菜上。喷洒量以青菜叶面上洒满药液, 但不形成水珠掉落为标准。同样, 设一空白对照, 在接上小菜蛾的青菜上洒些无菌水。每个处理重复 3 次。每隔 24 h 检查记录小菜蛾的死亡数, 计算出校正死亡率^[5], 并进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 5种农药的不同浓度对苏云金杆菌生长的影响

结果见表 1。

表 1 5 种农药的不同浓度下苏云金杆菌的菌落直径

Table 1 The diameters of Bt colony under different concentrations of five pesticides

农药种类	稀释倍数	菌落直径平均值/mm			5%显著水平
		48 h	72 h	96 h	
绿植	1 000	15.82	17.41	19.60	a
	2 500	15.81	17.12	19.50	a
	5 000	12.83	18.92	20.85	a
	7 500	9.24	12.93	13.25	b
	10 000	10.29	13.53	14.70	b
敌百虫	1 000	9.74	10.32	11.71	c
	2 500	10.46	16.93	17.80	b
	5 000	9.92	16.01	19.68	a
	7 500	10.23	14.04	15.52	c
	10 000	11.86	16.53	19.57	a
氯氰菊酯	1 000	12.50	16.65	17.58	b
	2 500	17.62	18.35	18.93	b
	5 000	15.90	17.59	20.92	a
	7 500	16.21	17.85	20.95	a
	10 000	17.36	19.45	21.92	a
虫螨杀星	1 000	0	0	0	e
	2 500	6.62	7.54	11.35	cd
	5 000	14.63	16.77	17.48	b
	7 500	9.15	11.60	15.14	bc
	10 000	8.66	8.87	10.32	d
吡虫啉	1 000	14.44	17.12	19.78	a
	2 500	12.98	13.65	16.86	b
	5 000	14.55	16.45	20.13	a
	7 500	11.82	12.04	12.65	c
	10 000	15.85	18.22	22.50	a
无菌水(对照)		17.40	20.31	21.42	a

说明: 无菌水用字母 a 表示, b, c, d, e 等字母代表显著水平差异, 差异大小按字母顺序表示

由表 1 可知, 5 种农药对苏云金杆菌生长的影响是不同的, 其中虫螨杀星对苏云金杆菌生长的影响最大, 稀释 1 000 倍, 苏云金杆菌不能生长, 而稀释到 5 000 倍时则影响不大。敌百虫在 1 000 倍浓度下, 对 Bt 生长有明显影响。其他几种农药不同浓度下对苏云金杆菌的生长影响不大, 而且绿植、敌百虫、氯氰菊酯和吡虫啉在 5 000 倍的浓度下, 苏云金杆菌的菌落直径与无菌水对照的菌落直径没有差异, 虫螨杀星在 5 000 倍的浓度下, 苏云金杆菌的菌落直径与无菌水对照的菌落直径有一定的差异, 但也较为接近。这说明 5 种农药在 5 000 倍浓度下对苏云金杆菌的生长几乎没有什么影响, 因此混配时我们选择稀释 5 000 倍的比例。

2.2 苏云金杆菌与 5 种农药不同配比混合后的杀虫效果

结果见表 2。

表 2 苏云金杆菌与 5 种农药混配后的杀虫率
Table 2 The insecticidal effects of the mixtures of Bt and five pesticides

混配类型	小菜蛾死亡数/条				校正死亡率/%				5%显著水平
	24 h	48 h	72 h	96 h	24 h	48 h	72 h	96 h	
Bt 与绿植 1:1	23	26	28	30	74.07	85.15	92.92	100.0	a
Bt 与绿植 3:1	18	24	26	27	55.56	77.78	85.15	88.89	ab
绿植	20	21	24	26	62.96	66.67	77.78	85.15	ab
Bt 与敌百虫 1:1	15	18	22	24	44.44	55.56	70.37	77.78	abcd
Bt 与敌百虫 3:1	14	15	18	20	40.74	44.44	55.56	62.96	bcd
敌百虫	11	23	24	25	29.63	74.07	77.78	81.48	abc
Bt 与吡虫啉 1:1	12	14	15	18	33.33	40.74	44.44	55.56	cde
Bt 与吡虫啉 3:1	11	17	19	20	29.63	51.85	59.29	62.96	bcd
吡虫啉	6	12	13	14	11.11	33.33	37.04	40.74	e
Bt 与氯氰菊酯 1:1	18	21	22	23	55.56	66.67	70.37	74.07	abcd
Bt 与氯氰菊酯 3:1	12	15	18	20	33.33	44.44	55.56	62.96	bcd
氯氰菊酯	12	14	15	17	33.33	40.74	44.44	48.15	de
Bt 与虫螨杀星 1:1	17	20	26	29	51.85	62.96	85.15	96.29	a
Bt 与虫螨杀星 3:1	15	21	30	30	44.44	66.67	100.0	100.0	a
虫螨杀星	21	23	25	26	66.67	74.07	81.48	85.15	ab
Bt 菌液	10	15	20	24	25.93	44.44	62.96	77.78	abcd
无菌水 (对照)	0	2	2	3					

说明: Bt 菌液用字母 abcd 表示, a 表示最显著水平差异, ab 次之, 依次类推, 字母相同者表示无显著差异

从表 2 可以看出, 绿植、虫螨杀星与苏云金杆菌混合后, 增效非常明显。吡虫啉、氯氰菊酯与苏云金杆菌混合后, 有一定的增效作用, 而敌百虫与苏云金杆菌混合后, 并无明显增效作用。从初步的试验结果看, 苏云金杆菌 (菌体为 10^{12} 个 $\cdot L^{-1}$) 与绿植 (稀释浓度 5 000 倍) 按 1:1 比例混配, 苏云金杆菌和虫螨杀星 (稀释浓度 5 000 倍) 按 3:1 比例的混配药液对小菜蛾的毒杀增效最为显著, 杀虫效果达到 100%, 并且这 2 种都是生物源农药, 表明这是一种比较合理的混用配比。

3 讨论

目前植物源农药、生物农药与化学农药混配开发的品种有增加的趋势, 意在补充这些农药在药效上的不足, 或速效性差或效果不够理想等。从不同类型药剂间取长补短是有现实意义的, 但目前的基础工作还比较薄弱, 混剂的开发带有相当大的盲目性。因此, 应该加强相关的基础研究工作, 使混剂提高到一个新的水平。

含有不同浓度的绿植和虫螨杀星的培养基在培养苏云金杆菌时, 其菌落直径大体上是从小到大, 再从大到小的山峰状排列。从理论上讲, 浓度越高, 对苏云金杆菌抑制越明显。但实验结果与理论预期并不一致。

据王碧琴等^[4]的研究, 苏云金杆菌菌液与稀释 4 000 倍的敌百虫按 3:2 的比例混配后, 对菜青虫 *Pieris rapae* 的毒杀有明显的增效作用。而笔者用苏云金杆菌菌液与稀释 5 000 倍的敌百虫混合对小

菜蛾的毒杀并无明显增效作用。其原因用稀释倍数目标昆虫及敌百虫生产厂家的不同来解释似乎并不圆满。

参考文献:

- [1] 申继忠, 钱传范. 苏云金杆菌杀虫增效途径研究进展 [J]. 中国生物防治, 1994, 10 (3): 135-140.
- [2] 张宗炳, 曹骥. 害虫防治策略与方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1990.
- [3] 徐健, 蔡杨生, 朱锦磊, 等. 苏云金杆菌与化学杀虫剂的联合作用测定 [J]. 江苏农业科学, 2001, (2): 45-46.
- [4] 王碧琴, 闵炜, 肖忆良, 等. 苏云金杆菌菌液与化学农药混用毒杀菜青虫的增效作用 [J]. 江西农业大学学报, 1997, 19 (3): 116-120.
- [5] 黄国洋. 农药试验技术与评价方法 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.

Preliminary study of the mixture and insecticidal effect of *Bacillus thuringiensis* and pesticide

MA Liang-jin^{1,2}, ZHANG Li-bin³, CUI Yong-san⁴, FENG Yan-long²

(1. Faculty of Forestry Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 2. School of Life Sciences Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 3. Forest Enterprise of Pingyang County, Pingyang 325400, Zhejiang, China; 4. General Station of Forestry Pest Management, The State Forestry Administration of China, Shenyang 110034, Liaoning, China)

Abstract: *Bacillus thuringiensis* (Bt) is cultured in the PPDA culture medium treated with five pesticides of different concentrations. The findings show that there is no effect on the growth of Bt when the pesticide is diluted by 5 000 times. The insecticidal effects of Bt and five pesticides mixed in proportion to 1:3 and 1:1 show that the mixtures of Bt (10^{12} thallus \cdot L⁻¹) and 0.36% matrine WS (dilution concentration: 1:5 000) or 1.8% avermectin EC (dilution concentration: 1:5 000) have the best insecticidal effects. [Ch, 2 tab. 5 ref.]

Key words: *Bacillus thuringiensis*; pesticide; mixture; insecticidal effect