

印楝素与鱼藤酮及其复配混剂 对斜纹夜蛾的毒效研究*

朱家颖¹, 肖春^{1**}, 柯贤江¹, 叶敏¹, 袁盛勇¹,
李正跃¹, 杨丽², 陆进², 朱文禄²

(1. 云南农业大学植物保护学院, 云南昆明 650201; 2. 云南省蒙自县植检植保站, 云南蒙自 661100)

摘要: 用印楝素和鱼藤酮及其复配混剂对斜纹夜蛾3龄幼虫进行毒力测定。结果表明, 印楝素和鱼藤酮单剂的毒力作用为一种剂量依赖关系; 其复配混剂的触杀最佳配比为2:6, 此时印楝素和鱼藤酮浓度分别为200 μg/mL和100 μg/mL, 共毒系数为423.15; 其复配混剂的拒食最佳配比为3:5, 此时AFC₅₀为1.2 mg/L, 发育抑制率达90%以上只需35 mg/L。

关键词: 印楝素; 鱼藤酮; 斜纹夜蛾; 复配; 配比

中图分类号: S 476.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X(2006)03-0315-05

Study on Toxicity of Azadirachtin and Rotenoid and Their Admixture Against *Spodoptera litura* F.

ZHU Jia-ying¹, XIAO Chun¹, KE Xian-jiang¹, YE Min¹, YUAN Sheng-yong¹,
LI Zheng-yue¹, YANG Li¹, LU Jin², ZHU Wen-lu²

(1. College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;
2. Mengzhi Station of Quarantine and Plant Protection, Mengzhi 661100, China)

Abstract: The toxicity of azadirachtin and rotenone and their admixture against the 3rd-instar larvae of *Spodoptera litura* F. were conducted in laboratory. The results showed that azadirachtin and rotenone enhanced their toxicity with increase of the dosage. For the admixture, the optimum proportion for contact toxicity was 2:6 when azadirachtin and rotenone concentration was 200 μg/mL and 100 μg/mL respectively. On this condition the co-toxicity coefficient was up to 423.15. The admixture produced a maximum anti-feeding effect and the AFC₅₀ was 1.2 mg/L when the admixture was blended with azadirachtin and rotenone at the ratio of 3:5. The admixture at 35 mg/L could inhibit the larvae growth by more than 90%.

Key words: Azadirachtin; Rotenoid; *Spodoptera litura* F.; admixture; proportion

斜纹夜蛾(*Spodoptera litura* F.)属鳞翅目,夜蛾科,又名莲纹夜蛾、莲纹夜盗蛾,在云南是一种杂食性、暴食性的蔬菜作物害虫,虫量大,可多次暴发成灾,对作物危害严重,分布很广,主要蔬菜寄主范围为十字花科、茄科、葫芦科、豆科等^[1-4]。幼虫食

叶片、花蕾及果实。在甘蓝、白菜上可蛀入叶球、心叶,并排泄粪便,造成污染和腐烂。随农业结构调整,随着无公害蔬菜生产基地的发展,云南蔬菜作物种植面积上升,此虫危害加重,严重影响蔬菜的品质和质量,是一种十分难防治的害虫。

收稿日期: 2005-10-02

* 基金项目: 云南省科技重点攻关项目(2001NG57)

** 通讯作者

作者简介: 朱家颖(1981-),男,云南宣威人,在读硕士,主要从事昆虫害理学研究。

目前,大量单一使用化学农药,致使斜纹夜蛾对化学杀虫剂产生了抗性,且抗药性不断增强^[5]。

常规防治化学农药品种,由于长期大面积使用,此虫已对其产生很高的抗药性,防治效果下降,环境污染日益严重,阻碍了无公害蔬菜标准化生产的发展,给人们健康带来极大威胁。在害虫防治的实践中,通过农药混用以达到有效治理是人们最感兴趣的问题。如合理混用,它能充分发挥农药经济效益、保证农业丰收,它在增加防效、克服抗性、减少施药量、降低成本方面越来越受到重视。农药混用后对生物的联合作用有 3 种:加合作用、增效或增毒作用、拮抗作用。要准确评价这 3 种作用,就必须进行毒力测定。印楝素(Azadirachtin)和鱼藤酮(rotenone)是世界公认的理想植物性杀虫剂,具有高效、低毒、低残留、害虫不易产生抗药性等优点。如果两者混用,它能在能提高防治效果、减少用药量、降低成本、兼治多种害虫、扩大防治范围、延缓害虫抗药性产生等^[6,7]方面对比化学药剂产生良好的防治效果。本试验通过印楝素与鱼藤酮的复配对斜纹夜蛾进行了室内生物活性测定,为蔬菜害虫的田间防治寻找新的途径,并为此两种药剂的田间应用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料

1.1.1 药剂

15.2% 印楝素和 98% 鱼藤酮均由华南农业大学昆虫毒理室提供。

1.1.2 供试昆虫

斜纹夜蛾从云南蒙自市郊芋头 [*Colocasia esoulenta* (L.) Scott, 天南星科: Araceae] 叶上采回卵块,在室温(25 ± 1) °C、光周期 L:D = 14:10 和相对湿度 RH = 70% 的条件下用芋头叶饲养至 3 龄幼虫,挑选发育整齐一致的供试。

1.2 方法

1.2.1 供试药剂浓度及最佳配比筛选

参照陈立等(2000)法^[8]。供试药剂用丙酮溶解并稀释成一系列浓度,印楝素(A)为 800,400,200,100,50 μg/mL,鱼藤酮(R)为 400,200,100,50,25 μg/mL。印楝素和鱼藤酮间设 7 个配比梯度,分别为 7:1,6:2,5:3,4:4,3:5,2:6,1:7,再按

体积比(A:R)7:1,6:2,5:3,4:4,3:5,2:6,1:7 混合即得不同配比混剂药液。

1.2.2 触杀作用

采用点滴法。在印楝素和鱼藤酮的 7 个配比(A:R)中每个配比做 5 个浓度,分别用(1),(2),(3),(4),(5)表示[如:(A:R)7:1 (1)为 A 800 取 7 份,R 400 取 1 份;7:1 (3)为 A 200 取 7 份,(R) 100 取 1 份;5:3 (4)为 A 50 取 5 份,R 25 取 3 份],一个浓度做 5 个重复,印楝素和鱼藤酮两个单剂也是每个浓度做 5 个重复,用丙酮处理做对照,用微量注射器点滴以上药液于 3 龄幼虫胸部背板,每个重复处理斜纹夜蛾 3 龄幼虫 10 头,4 d 后检查记录死亡情况。

对于有浓度梯度设置的那些单剂或混剂处理,将浓度转化成对数,校正死亡率转换成机率值进行线性回归,并计算 ED₅₀、毒力回归方程和共毒系数^[9]。共毒系数显著大于 100 时为增效作用,接近或略小于 100 为相加作用,显著小于 100 时为拮抗作用。

1.2.3 拒食作用

筛选出印楝素和鱼藤酮的最佳配比,采用叶碟法评价评价最佳配比的拒食活性,并计算拒食率、拒食中浓度(AFC₅₀)和发育抑制率^[10,11]。

2 结果与分析

2.1 单剂毒力测定结果

单剂毒力测定结果表明(见表 1),印楝素和鱼藤酮两单剂对斜纹夜蛾 3 龄幼虫的毒力存在较大差异,它们的毒力作用为一种剂量依赖关系,致死作用随浓度的增大而增强,印楝素比鱼藤酮的致死作用强。

2.2 室内药剂筛选

从印楝素和鱼藤酮的 35 个复配方案中发现(表 2),共毒系数小于 100 的有 3 个配比,其中 5:3 (1),4:4(5),的共毒系数分别为 78.32,65.24,无增效作用,反而有拮抗作用;共毒系数大于 350 的有 4 个配比,依次为 2:6(2),2:6(1),3:5(1),3:5 (2),共毒系数分别为 423.15,398.65,357.45,351.30,增效作用最明显;共毒系数在 100~350 之间的有 28 个配比,其中 6:2(1),6:2(3),6:2(4)共毒系数分别为 108.23,107.36,96.30,为相加作用,其余的有增效作用。

表1 印楝素和鱼藤酮不同浓度对斜纹夜蛾3龄幼虫的致死毒力(4d)**

Tab.1 The different concentration poison of azadirachtin and rotenone against 3rd-instar larvae of *Spodoptera litura* F. (4d)

处理 treatment	毒力回归方程 toxicity regressive equation	相关系数 correlated coefficient	死亡率/% mortality
A50	$Y = 1.6988 + 2.2713X$	0.9963	66.46
A100	$Y = 0.7839 + 2.5189X$	0.9772	80.87
A200	$Y = 0.9164 + 2.4917X$	0.9485	82.37
A400	$Y = 2.4524 + 3.0367X$	0.9830	84.26
A800	$Y = 5.5193 + 4.3408X$	0.9608	94.31
R25	$Y = 1.9830 + 1.5631X$	0.9968	32.63
R50	$Y = 1.7887 + 1.6261X$	0.9795	38.89
R100	$Y = 2.3548 + 2.1235X$	0.9856	46.72
R200	$Y = 0.8946 + 2.5304X$	0.9763	50.53
R400	$Y = 1.3591 + 2.6937X$	0.9921	56.68

** A50 表示印楝素(Azadirachtin)50 $\mu\text{g}/\text{mL}$, R25 表示鱼藤酮(Rotenoid)25 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 下同。

表2 印楝素和鱼藤酮不同配比对斜纹夜蛾3龄幼虫的触杀试验

Tab.2 The contact test of different proportion of azadirachtin and rotenone against 3rd-instar larvae of *Spodoptera litura* F.

配比(A:R) ratio	毒力回归方程 toxicity regressive equation	相关系数 correlated coefficient	ED ₅₀ / ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	共毒系数 Co-toxicity coefficient
7:1(1)	$Y = 4.8855 + 0.8812X$	0.9249	0.6845	136.99
7:1(2)	$Y = 5.9811 + 2.0480X$	0.9683	0.4235	201.34
7:1(3)	$Y = 5.3473 + 0.5813X$	0.9999	0.7684	135.23
7:1(4)	$Y = 4.8292 + 0.4848X$	0.9746	0.2543	198.56
7:1(5)	$Y = 4.2672 + 0.5311X$	0.9222	0.9858	123.52
6:2(1)	$Y = 3.9640 + 1.0416X$	0.9605	1.2596	108.23
6:2(2)	$Y = 4.8269 + 0.4737X$	0.9048	0.2566	198.25
6:2(3)	$Y = 4.9897 + 0.7800X$	0.9755	1.2316	107.36
6:2(4)	$Y = 5.9381 + 1.5337X$	0.9530	2.5637	96.30
6:2(5)	$Y = 5.6501 + 1.1003X$	0.9761	0.3124	188.87
5:3(1)	$Y = 5.3832 + 1.4152X$	0.9614	6.2578	78.32
5:3(2)	$Y = 4.9064 + 1.0819X$	0.9788	0.9632	123.56
5:3(3)	$Y = 4.9706 + 0.4050X$	0.9054	0.8543	152.34
5:3(4)	$Y = 5.8716 + 2.0150X$	0.9889	0.4562	178.65
5:3(5)	$Y = 1.5632 + 2.3590X$	0.9758	0.6873	158.69
4:4(1)	$Y = 3.4804 + 1.3971X$	0.9969	0.9758	135.78
4:4(2)	$Y = 5.0418 + 1.0915X$	0.9690	0.6521	145.39
4:4(3)	$Y = 4.3114 + 1.0614X$	0.9876	1.1259	127.65
4:4(4)	$Y = 3.9640 + 1.0416X$	0.9605	1.0236	134.73
4:4(5)	$Y = 4.0732 + 0.9626X$	0.9309	8.2561	65.24
3:5(1)	$Y = 4.7931 + 0.8976X$	0.9551	0.2845	357.45
3:5(2)	$Y = 5.2285 + 1.4997X$	0.9385	0.2910	351.30
3:5(3)	$Y = 4.3310 + 1.0289X$	0.9513	0.2612	214.58
3:5(4)	$Y = 4.8875 + 1.0412X$	0.9653	0.2598	205.34
3:5(5)	$Y = 4.8654 + 1.0245X$	0.9812	0.2514	228.69
2:6(1)	$Y = 2.3564 + 0.4562X$	0.9321	0.2631	398.65
2:6(2)	$Y = 3.2456 + 1.5623X$	0.9852	0.2526	423.15
2:6(3)	$Y = 4.5689 + 0.8954X$	0.9356	0.4238	178.69

(续表 2)

配比(A:R) ratio	毒力回归方程 toxicity regressive equation	相关系数 correlated coefficient	ED ₅₀ / ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	共毒系数 Co-toxicity coefficient
2:6(4)	$Y = 5.2312 + 0.9542X$	0.9452	0.8695	154.24
2:6(5)	$Y = 3.5671 + 1.2385X$	0.9326	0.7532	168.25
1:7(1)	$Y = 5.6328 + 1.2376X$	0.9752	0.2610	215.36
1:7(2)	$Y = 2.3534 + 0.4122X$	0.9321	0.2596	229.78
1:7(3)	$Y = 5.6328 + 1.2736X$	0.9021	0.2612	219.86
1:7(4)	$Y = 4.8813 + 0.7568X$	0.9211	0.3012	186.53
1:7(5)	$Y = 1.8957 + 0.5029X$	0.9365	0.5123	156.25

2.3 拒食活性测定

印楝素鱼藤酮的最佳配比 2:6(2), 2:6(1), 3:5(1), 3:5(2) 的 AFC_{50} 分别为 1.35 mg/L, 3.21 mg/L, 1.20 mg/L 和 5.64 mg/L。从各配比对斜纹夜蛾的生长发育抑制来看, 配比为 3:5(1) 的发育

抑制率达 90% 以上只需 35 mg/L, 配比 2:6(2) 的发育抑制率达 88% 以上只需 36 mg/L, 说明印楝素和鱼藤酮混剂对斜纹夜蛾 3 龄幼虫具有很强的生长发育抑制活性。结果详见表 3。

表 3 印楝素和鱼藤酮最佳配比对斜纹夜蛾 3 龄幼虫的拒食作用

Tab.3 Antideedant effect of the optimum proportion azadirathin and rotenone against 3th-instar larvae of *Spodoptera litura* F.

配比(A:R) ratio (A:R)	毒力回归方程 toxicity regressive equation	AFC_{50} / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	相关系数 correlated coefficient	发育抑制率/% growth inhibition rate
2:6(2)	$Y = 3.7862 + 0.9285X$	1.35	0.9906	88.5(36mg/L)
2:6(1)	$Y = 5.2285 + 1.4997X$	3.21	0.9977	80.0(50mg/L)
3:5(1)	$Y = 2.0298 + 2.0036X$	1.20	0.9941	90.2(35mg/L)
3:5(2)	$Y = 4.3310 + 1.0289X$	5.64	0.9984	73.9(80mg/L)

3 讨论

(1) 在印楝素和鱼藤酮的复配筛选中, 某些配比中近增效作用很明显, 而某些配比中增效作用又很弱, 甚至出现拮抗作用。它们的配比在 3:5~2:6 之间增效作用明显, 触杀最佳配比为 2:6, 此时印楝素和鱼藤酮浓度分别为 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 和 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 共毒系数为 423.15。在此配比之外的增效作用均很小, 在配比 5:3(1) 时共毒系数仅有 78.32, 4:4(5) 时共毒系数仅有 65.24, 表现出拮抗作用。拒食最佳配比为 3:5, 此时 AFC_{50} 为 1.2 mg/L, 发育抑制率达 90% 以上只需 35 mg/L。

(2) 化学农药对天敌益虫的破坏性较大, 且容易致使害虫产生抗药性, 因而容易引起蔬菜害虫大暴发。使用植物性杀虫剂复配农药, 能起到保护天敌益虫生存、扩大防治对象、克服和延缓抗药性、克服再猖獗等效果。结果表明, 印楝素鱼藤酮对斜纹夜蛾 3 龄虫配比为 3:5(1) 时的发育抑制率达 90%

以上只需 35 mg/L, 配比 2:6(2) 时的发育抑制率达 88% 以上只需 36 mg/L。

(3) 印楝素和鱼藤酮用于农田防治由于杀虫高效、低毒、低残留而受到欢迎, 在提倡食用无公害蔬菜以及各种蔬菜害虫对常用农药产生高抗性的情况下, 且其它化学农药价格昂贵、一些生物源农药资源较少, 印楝素和鱼藤酮复配剂的研究与应用具有现实意义, 展示着诱人的开发和利用前景。

致谢: 中国科学院上海有机研究所陈立博士在试验设计中给予帮助, 谨此致谢!

[参考文献]

- [1] 徐建敏, 余健秀, 庞义. 添加剂对 Bt-ICPs 杀斜纹夜蛾效果的影响[J]. 昆虫天敌, 1998, 20(2): 49-55.
- [2] 郭世俭, 宋会鸣, 林文彩, 等. 不同种类杀虫剂对斜纹夜蛾的药效评价[J]. 中国蔬菜, 1997, (4): 1-3.
- [3] 李晓东, 陈文奎, 胡美英. 印楝素, 闹羊花素-Ⅲ对斜纹夜蛾的生物活性及作用机理的研究[J]. 华南农

业大学学报,1995,16(2):80-85.

[4] 秦厚国,叶正襄,敖秋春. 10种杀虫剂对斜纹夜蛾的防效比较[J]. 植物保护,2002,28(5):49-51.

[5] 吴世昌,顾言真,王冬生. 斜纹夜蛾的抗药性及其防治[J]. 上海农业学报,1995,11(2):39-43.

[6] 莫美华,黄彰欣. 鱼藤酮及其混剂对蔬菜害虫的毒效研究[J]. 华南农业大学学报,1994,15(4):58-62.

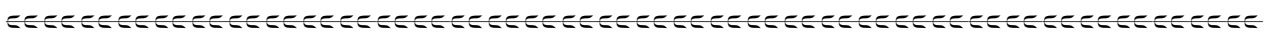
[7] 茹李军,魏岑. 农药混剂对害虫抗药性发展影响的探讨[J]. 中国农业科学,1997,30(2):65-69.

[8] 陈立,徐汉虹. 农药复配最佳增效配方筛选方法的探讨[J]. 植物保护学报,2000,27(4):349-354.

[9] SUN Y P, JOHSON E R. Analysis of action of insecticides against house flies[J]. J Econ Entomol., 1960,53(5):887-981.

[10] 陈立,徐汉虹,赵善欢. 甘蓝叶碟厚度对昆虫拒食剂拒食活性的影响[J]. 华中农业大学学报,2000,19(1):12-14.

[11] 陈立,徐汉虹. 唐古特瑞香对菜粉蝶幼虫的拒食和胃毒活性[J]. 天然产物研究与开发,2001,12(6):22-26.



(上接第306页)

[参考文献]

[1] 余昊,王登元. 春尺蠖种群空间分布型及抽样技术研究[J]. 新疆农业科学,2004,41(5):296-298.

[2] 石根生,李典漠. 马尾松毛虫空间格局的地学统计学分析[J]. 应用生态学报,1997,8(6):612-616.

[3] 周国法,徐汝梅. 生物地理统计学[M]. 北京:科学出版社,1998.

[4] RICHARD E R, DAVID J M, et al. Geostatistical Tools for Modeling and Interpreting Ecological Spatial Dependence[J]. Ecological Monographs, 1992, 62(2):277-314.

[5] MICHAEL E H, ANDREW M L, et al. Gestatistical Model for Forecasting Spatial Dynamics of Defoliation Caused by the Gypsy Moth[J]. Environmental Entomology, 1993, 2(5):1066-1075.

[6] LIEBHOLD A M, ROSSI R E, KEMP W P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology[J]. AnnuRev Entomol, 1993, 38:303-327.

[7] 王政权. 地统计学及在生态学中的应用[M]. 北京:科学出版社,1999.

[8] 王正军,程家安,史舟. 早稻二化螟一代卵块的区域性空间分布格局及动态[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2000, 26(5):465-473.

[9] 陆永跃,梁广文. 棉铃虫卵空间分布的地理统计学分析[J]. 华中农业大学学报, 2002, 21(1):13-17.

[10] 周强,张润杰,古德祥. 白背飞虱在稻田内空间结构的分析[J]. 昆虫学报, 2003, 46(2):171-177.