

·研究简报·

甜菜夜蛾对虫酰肼的抗药性研究初报

黄琳瑞, 王成菊, 郑明奇, 李学锋, 邱立红*

(农业部农药化学与应用技术重点开放实验室, 中国农业大学 理学院, 北京 100094)

摘要:在室内用虫酰肼对甜菜夜蛾幼虫进行抗药性选育, 经过 12 代汰选, 甜菜夜蛾对虫酰肼产生了 5.47 倍的抗性, 抗性发展缓慢。该种群对甲氧虫酰肼有一定交互抗性, 对有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯类等多种杀虫剂都不存在交互抗性, 抗性比值在 0.83~1.63 倍之间。

关键词:甜菜夜蛾; 抗药性; 虫酰肼; 交互抗性

中图分类号: S481.4

文献标识码: A

文章编号: 1008-7303 (2005) 04-0376-03

Preliminary Study on Resistance of *Spodoptera exigua* to Tebufenozide

HUANG Lin-rui, WANG Cheng-ju, ZHENG Ming-qi, LI Xue-feng, QIU Li-hong*

(Key Laboratory of Pesticide Chemistry & Application Technology, College of Science,
China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: After selection for 12 generations in the laboratory, *Spodoptera exigua* (Hübner) showed 5.47-fold resistance to tebufenozide. The resistance strain showed low cross-resistance to methoxyfenozide, but it showed no cross-resistance to cyhalothrin, deltamethrin, beta-cypermethrin, phoxim, chlorpyrifos, methomyl, emamectin, fipronil and chlorfluazuron, with resistance ratios ranged from 0.83- to 1.63-fold.

Key words: *Spodoptera exigua* (Hübner); resistance; tebufenozide; cross-resistance

甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* (Hübner) 属于鳞翅目夜蛾科, 是一种世界性农业害虫, 食性杂, 寄主范围广。国内外对甜菜夜蛾的控制目前仍以化学药剂防治为主, 由于一直过分依赖化学防治, 使甜菜夜蛾的抗药性不论从农药品种上还是抗性强度上都有显著增加, 因而在许多地区都有猖獗成灾的趋势^[1]。虫酰肼 (tebufenozide) 是美国罗姆-哈斯 (Rohm-Hass) 公司于 20 世纪 80 年代合成并商品化的非甾醇双酰肼类蜕皮激素激活剂, 它对鳞翅目害虫表现出高度的选择性, 对哺乳动物、鸟、鱼类及其他脊椎动物和各种天敌无毒害作用, 是害虫综合防治的优选药剂^[2]。

有关甜菜夜蛾对虫酰肼的抗药性发展国内未见有报道, 国外的报道也很少, 主要侧重于虫酰肼的作用方式及机理的研究^[2]。笔者在室内用虫酰肼对甜菜夜蛾幼虫进行抗药性逐代选育, 并测定了抗性种群的交互抗性谱, 以了解该害虫对虫酰肼产生抗药性的风险性。结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 供试甜菜夜蛾

相对敏感种群 (SS): 1999 年 8 月中下旬从河北邯郸田间采回甜菜夜蛾幼虫, 在室内 (温度

收稿日期: 2005-07-29; 修回日期: 2005-10-19.

作者简介: 黄琳瑞 (1979-), 男, 江西临川人, 硕士; *通讯作者: 邱立红 (1969-), 女, 壮族, 广西武鸣人, 博士, 副教授, 主要研究方向为农药毒理与使用技术原理。联系电话: 010-62733924; E-mail: qilihong@hotmail.com

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30400293); 国家“十五”科技攻关项目 (2001BA509B08); 农业部高毒农药替代示范工程项目; 农业部农药化学与应用技术重点开放实验室资助项目。

27 ±1 ,相对湿度 70%左右,光周期 L D = 12 h 12 h)不接触药剂条件下,用人工饲料正常继代饲养而得。

抗性种群 (RR):由相对敏感种群 (SS)在室内用虫酰肼以浸渍法逐代选育而得。经 12代汰选,虫酰肼对该种群的 LC_{50} 值为 47. 06 mg/L,与相对敏感种群相比,抗性倍数达 5. 47倍。

1. 2 供试药剂

50%辛硫磷乳油 (phoxin, 50% EC,连云港第二农药厂); 95%毒死蜱原粉 (chlorpyrifos, 95% TC,苏州化工集团); 97. 2%灭多威原药 (methomyl, 97. 2% TC,济宁化工实验厂); 97. 2%高效氯氟氰菊酯原药 (lambda-cyhalothrin, 97. 2% TC,英国捷利康公司); 97. 5%溴氰菊酯原粉 (deltamethrin, 97. 5% TC,农业部农药检定所); 95%高效氯氟菊酯原药 (beta-cypermethrin, 95% TC,北京顺义农药厂); 1%甲胺基阿维菌素乳油 (emamectin, 1% EC), 5%氟虫腈乳油 (fipronil, 5% EC) (北京华戎激素厂); 96. 77%虫酰肼原粉 (tebufenozide, 96. 77% TC), 20%虫酰肼悬浮剂 (tebufenozide, 20% SC), 24%甲氧虫酰肼悬浮剂 (methoxyfenozide, 24% SC) (美国罗姆 哈斯公司); 5%定虫隆乳油 (chlorfluzuron, 5% EC,日本石原产业株式会社)。

1. 3 试验方法

1. 3. 1 抗性种群的选育 将虫酰肼原粉用丙酮配制成一定浓度母液 (含质量分数 5%的 0201乳化剂),用水将母液稀释成系列浓度。将甜菜夜蛾

敏感种群 3龄幼虫在药液中浸渍 10 s,然后放入装有人工饲料的 10孔盒内正常饲养, 48 h后检查结果,以不能正常爬行为死亡。每浓度重复 2次,每重复 20头试虫,用机率值法计算 LC_{50} 值。根据毒力回归曲线求出幼虫死亡率为 50% ~ 70%时所对应的剂量,用此剂量对约 1 500头幼虫进行汰选, 96 h后将存活幼虫转入装有人工饲料的养虫管中饲养。

1. 3. 2 抗药性测定 用浸渍法分别测定甜菜夜蛾相对敏感种群及抗性种群对虫酰肼及其他药剂的 LC_{50} 值。待测药剂如为原药 (粉),其配制方法同 1. 3. 1;如为制剂,则直接将其用水稀释成不同浓度。每个药剂设 5 ~ 6个浓度,每浓度测 30头 3龄幼虫,重复 3次。用机率值法计算 LC_{50} (或 LC_{90})值,并据此计算抗性或交互抗性倍数。

抗性倍数 = $\frac{F_n \text{代 } LC_{50} \text{ (或 } LC_{90}) \text{ 值}}{F_0 \text{代 } LC_{50} \text{ (或 } LC_{90}) \text{ 值}}$

式中 n 表示汰选代数。

交互抗性倍数 = $\frac{RR \text{种群 } LC_{50} \text{ 值}}{SS \text{种群 } LC_{50} \text{ 值}}$

2 结果与分析

2. 1 虫酰肼对甜菜夜蛾的抗性选育

从表 1的抗性选育数据可以看出,甜菜夜蛾对虫酰肼的抗药性发展较慢,经过 12代选育,该试虫对虫酰肼的 LC_{50} 值相对 F_0 代增长至 5. 47倍, LC_{90} 值则相对增长至 5. 21倍。

Table 1 Resistance selection of Spodoptera exigua by tebufenozide

Selection generation	Regression line	LC_{50} (95% CL) /mg · L ⁻¹	Resistance ratio by LC_{50}	LC_{90} (95% CL) /mg · L ⁻¹	Resistance ratio by LC_{90}
F0	Y=1. 81x+3. 31	8. 61(6. 58 ~ 11. 27)	1. 00	43. 97(26. 78 ~ 107. 60)	1. 00
F1	Y=1. 76x+3. 31	9. 09(6. 90 ~ 11. 96)	1. 06	48. 70(28. 90 ~ 124. 60)	1. 11
F2	Y=1. 87x+3. 12	10. 10(7. 76 ~ 13. 15)	1. 17	48. 92(29. 86 ~ 119. 00)	1. 11
F3	Y=1. 85x+3. 06	11. 29(8. 64 ~ 14. 77)	1. 31	56. 03(33. 41 ~ 142. 20)	1. 27
F4	Y=1. 62x+3. 18	13. 17(9. 23 ~ 18. 78)	1. 53	81. 23(36. 51 ~ 285. 30)	1. 85
F5	Y=1. 61x+3. 05	16. 17(11. 23 ~ 23. 29)	1. 88	101. 00(42. 62 ~ 391. 70)	2. 30
F6	Y=1. 57x+3. 00	18. 78(12. 77 ~ 27. 63)	2. 18	123. 14(47. 85 ~ 543. 75)	2. 80
F7	Y=1. 48x+3. 07	20. 39(13. 41 ~ 31. 00)	2. 37	150. 95(51. 71 ~ 812. 70)	3. 43
F8	Y=1. 89x+2. 36	25. 03(18. 29 ~ 34. 26)	2. 91	159. 90(63. 72 ~ 323. 74)	3. 64
F9	Y=1. 78x+2. 38	29. 55(21. 21 ~ 41. 16)	3. 43	155. 58(75. 50 ~ 484. 62)	3. 54
F10	Y=1. 78x+2. 31	32. 68(23. 34 ~ 45. 77)	3. 80	172. 50(81. 56 ~ 559. 76)	3. 93
F11	Y=1. 90x+1. 98	39. 01(28. 02 ~ 54. 30)	4. 53	185. 07(89. 60 ~ 578. 58)	4. 21
F12	Y=1. 87x+1. 88	47. 06(34. 29 ~ 64. 60)	5. 47	229. 03(121. 96 ~ 616. 48)	5. 21

2.4 抗虫酰肼甜菜夜蛾种群与其他药剂的交互抗性

结果 (见表 2) 表明, 对虫酰肼产生 5.47 倍抗

性的甜菜夜蛾种群, 除了对所测定的甲氧虫酰肼有一定交互抗性外, 对有机磷、氨基甲酸酯、拟除虫菊酯类等多种药剂都不存在交互抗性。

Table 2 Cross-resistance of tebufenozide-selected *Spodoptera exigua* strain to other pesticides

Insecticide	LC ₅₀ of resistant strain (95% CL) /mg · L ⁻¹	LC ₅₀ of susceptible strain (95% CL) /mg · L ⁻¹	Resistance ratio RR/SS
Tebufenozide 20% SC	47.06 (34.29 ~ 64.60)	8.61 (6.58 ~ 11.27)	5.47
lambda-Cyhalothrin 97.2% TC	5.42 (4.00 ~ 7.34)	4.81 (3.57 ~ 6.46)	1.13
Deltamethrin 97.5% TC	5.01 (3.74 ~ 6.70)	5.56 (4.21 ~ 7.40)	0.90
beta-Cypermethrin 95% TC	4.66 (3.07 ~ 7.05)	3.75 (2.62 ~ 5.37)	1.24
Phoxim 50% EC	58.83 (43.91 ~ 78.82)	62.64 (46.17 ~ 84.97)	0.94
Chlorpyrifos 95% TC	90.09 (69.34 ~ 117.05)	88.07 (68.78 ~ 112.78)	1.02
Methomyl 97.2% TC	121.05 (91.85 ~ 159.53)	146.05 (110.70 ~ 192.70)	0.83
Emamectin 1% EC	2.33 (1.65 ~ 3.29)	1.43 (1.10 ~ 1.86)	1.63
Fipronil 5% EC	60.04 (49.10 ~ 80.94)	42.85 (34.12 ~ 53.82)	1.40
Chlorfluazuron 5% EC	16.80 (12.82 ~ 22.02)	12.55 (9.39 ~ 16.77)	1.34
Methoxyfenozide 24% SC	4.10 (3.10 ~ 5.42)	1.87 (1.32 ~ 2.64)	2.19

3 讨论

Brewer 等^[3]认为, 甜菜夜蛾的抗药性由选择压引起。他们分别用氰戊菊酯和灭多威对田间甜菜夜蛾种群进行抗性选育, 结果发现其对氰戊菊酯的抗性从 7.7 倍增加到 47.0 倍, 对灭多威的抗性从 4.2 倍增加到 21.8 倍。Moar 等^[4]将苏云金芽孢杆菌 (Bt) 内毒素 (Cry1C 型) 混于人工饲料中饲喂甜菜夜蛾幼虫, 经 7 代汰选后其抗性增加 10 倍。吴世昌等^[5]报道, 氟虫脲在武汉地区连续使用 7 年之后, 至 1994 年甜菜夜蛾对该药产生了 12.92 ~ 38.81 倍的抗性。本研究采用相对敏感甜菜夜蛾种群为试虫, 经过虫酰肼 12 代的选育, 产生了 5.47 倍的抗性。与上述文献报道的其他药剂相比, 甜菜夜蛾对虫酰肼的抗性发展相对较慢。

交互抗性谱测定结果表明, 抗虫酰肼的甜菜夜蛾种群对甲氧虫酰肼有一定交互抗性, 但对所测定的其他多种杀虫剂都不存在交互抗性。据报道, 二化螟 *Chilo suppressalis* (Walker)、苹果卷叶蛾 *Choristoneura longicellana* (Walsingham) 等害虫对其他杀虫剂产生抗性后, 对虫酰肼不存在交互抗性, 罗姆·哈斯公司实验研究也表明虫酰肼和其他杀虫剂无交互抗性^[6]。虫酰肼是一种非甾醇蜕皮激素类杀虫剂, 它通过模拟昆虫蜕皮激素、尤其是 20 羟基蜕皮酮 (20E) 的作用, 使幼虫停止取食, 表皮不能正常脱落, 最终导致幼虫脱水饥饿而死^[2]。虫酰肼这种独特的作用方式使它与其他种类的杀虫剂不会产生靶标部位交互抗性。

甲氧虫酰肼属于非甾醇蜕皮激素类杀虫剂, 与虫酰肼具有相同的作用靶标, 这可能是甜菜夜蛾对虫酰肼产生抗药性后对甲氧虫酰肼也存在一定交互抗性的主要原因。这一结果提醒我们, 在田间使用非甾醇蜕皮激素类杀虫剂防治害虫时, 应注意与其他不同种类的杀虫剂轮换使用, 以降低药剂的选择压, 延长该类药剂的使用寿命。

参考文献:

- [1] MU Wei (慕卫). Studies on Resistance and Mechanism of *Spodoptera exigua* (Hübner) to Insecticides (甜菜夜蛾抗药性及其机理研究) [D]. Beijing (北京): China Agricultural University (中国农业大学), 2002.
- [2] Smagghe G, Tarlochan S D, Derycke S, et al. Action of the ecdysteroid agonist tebufenozide in susceptible and artificially selected beet armyworm [J]. Pesti Sci, 1998, 54(1): 27-34.
- [3] Brewer M J, Trumble J T. Beet armyworm resistance to fenvalerate and methomyl: resistance variation and insecticide synergism [J]. J Agric Ent, 1994, 11(4): 291-300.
- [4] Moar W J, Pusztai C M. Laboratory development of resistance to *Bacillus thuringiensis* by beet armyworm, *Spodoptera exigua*: implications for the field [A]. Proceeding Beltwide Cotton Conferences [C]. San Antonio Tx, USA, 1995, 12: 881-886.
- [5] WU Shi-chang (吴世昌), GU Yan-qi (顾言其), SHEN Zhong-liang (沈忠良), et al. 甜菜夜蛾的抗性监测及防治 [J]. Acta Phytophylacica Sinica (植物保护学报), 1995, 22(1): 95-96.
- [6] ZHOU Li-juan (周利娟). 非甾醇蜕皮激素抑制剂. IPM 和害虫抗性治理的新工具 [J]. World Pesticide (世界农药), 2000, 22(2): 40-41.

(Ed. TANG J)