

棉铃虫对拟除虫菊酯抗性稳定性研究

吴益东 沈晋良 谭福杰 尤子平

(南京农业大学植保系 南京 210095)

摘要 研究棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner) 对三种拟除虫菊酯(氰戊菊酯、溴氰菊酯、功夫菊酯)的抗性稳定性及敏感性恢复表明, 即使棉铃虫对氰戊菊酯的抗性达到 3 166.3 倍以上, 抗性仍不稳定, 经 14 代室内饲养后抗性下降为 61.4 倍; 对一系列田间抗性种群的抗性稳定性研究后发现, 棉铃虫对这三种拟除虫菊酯的抗性不稳定, 在没有杀虫剂选择的情况下, 开始几代抗性下降较快, 当下降到一定水平(2~9 倍)后, 抗性比较稳定, 很难完全恢复对拟除虫菊酯的敏感性。

关键词 棉铃虫, 拟除虫菊酯, 抗性稳定性

害虫对杀虫剂抗药性的形成是由于杀虫剂的选择作用, 从理论上讲停止用药后抗性就不会再发展, 甚至可以下降以至消失^[1]。昆虫对一种杀虫剂产生了抗药性后, 最常用的措施就是停用该种杀虫剂而换用其它的不具交互抗性的杀虫剂。已产生抗药性的药剂停用后, 其抗性的稳定性及衰退情况直接影响到该药剂能否重新使用, 以及需要经多长时间的停用才能重新被启用。

国内外大量研究表明, 有些害虫对某种杀虫剂产生抗性后, 其抗性水平比较稳定, 在停止用药后抗性衰退缓慢。如微小牛虻 *Boophilus microplus* (G.) 对 DDT^[2], 苹果蠹蛾 *Carpocapsa pomonella* (L.) 对 DTT^[3], 家蝇 *Musca domestica* (L.) 对异索威(Isolan)^[4], 丹麦家蝇对 DDT 和环戊二烯类杀虫剂^[5], 三化螟 *Tryporyza incertulas* (W.) 对六六六^[6]。有些害虫对某种杀虫剂产生抗药性后, 抗性不太稳定, 停止用药一段时间后, 抗性水平就会下降。如家蝇对异丙威^[4], 桃赤蚜 *Myzus persicae* (S.) 对有机磷杀虫剂^[7], 桃赤蚜对对硫磷和硫丹^[8], 小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.) 对溴氰菊酯^[9]。

本文分别研究了室内培育的棉铃虫抗性品系和 1990 年、1991 年、1992 年采自山东阳谷的棉铃虫抗性种群对拟除虫菊酯抗性的稳定性, 探讨棉铃虫对拟除虫菊酯杀虫剂抗性衰退的规律, 旨在为棉铃虫抗性治理策略中药剂轮用和确定药剂停用时间提供依据。

1 材料和方法

1.1 供试昆虫

Fen-R 品系: 室内用氰戊菊酯选育而成的抗性品系。

阳谷 901、阳谷 912、阳谷 924 棉铃虫种群分别为采自山东省阳谷县棉田 1990 年第一代、1991 年第二代、1992 年第四代的棉铃虫。

1.2 抗性稳定性研究方法

将抗性品系(Fen-R)和采自棉田的棉铃虫抗性种群于室内用人工饲料隔离饲养,不接触任何杀虫剂,然后在适当的代别测定棉铃虫对氰戊菊酯、溴氰菊酯和功夫菊酯的毒力回归线,再分别与各自的敏感基线相比较,按 LD_{50} 值计算出抗性倍数。根据室内饲养后棉铃虫对这三种药剂抗性倍数的变化来确定其抗性稳定性。棉铃虫对氰戊菊酯和溴氰菊酯的敏感基线由 1983 年采自江苏东台的棉铃虫测得,对功夫菊酯的敏感基线由 1989 年采自河南黄泛区农场的棉铃虫测得。

具体的饲养方法、毒力测定方法及抗性品系的筛选过程参见吴益东等^[10]。

2 结果与讨论

棉铃虫对氰戊菊酯抗性稳定性结果见表 1。从表 1 可以看出, Fen-R 抗性品系在去除氰戊菊酯选择压力后,第 1 代到第 7 代抗性从 3 166.3 下降到 726.8 倍,到第 14 代抗性又降为 61.4 倍,经过 14 代繁殖, Fen-R 品系对氰戊菊酯的抗药性由极高水平降至中等水平。阳谷 924 种群对氰戊菊酯具有 501.4 倍的抗性,经室内 6 代饲养后,抗性降至 73.3 倍。阳谷 902 种群在室内饲养第 1 代对氰戊菊酯具有 88.9 倍的抗药性,至第 7 代时抗性降为 8.1 倍,至第 8、9 代时抗性水平不再继续下降,维持在 7~9 倍。阳谷 912 种群在第 1 代对氰戊菊酯具有 40.5 倍的抗性,在室内饲养至第 20 代时,仍具有 7.6 倍的抗性。由上述对氰戊菊酯抗性衰退情况可知,棉铃虫对氰戊菊酯的抗药性从几千倍下降到几百倍,大约要在不接触药剂的环境下饲养 7 代;从几百倍降到几十倍,需 5~7 代;从几十倍降到十倍以下也需要 6~7 代的时间;当抗性下降到 10 倍以下后,就稳定在 7~9 倍,不容易完全恢复对氰戊菊酯的敏感性。

棉铃虫对溴氰菊酯和功夫菊酯的抗性衰退情况见表 2 和表 3,棉铃虫对溴氰菊酯和功夫菊酯的抗性也不稳定。阳谷 912 种群经室内 17 代饲养,对功夫菊酯的抗性由 8 倍下降到 2.4 倍,对溴氰菊酯的抗性从 F_1 代到 F_{10} 代抗性由 28.4 倍降至 3.8 倍。阳谷 924 种群经室内饲养,从 F_1 到 F_6 代,对溴氰菊酯的抗性从 16.4 倍下降到 6.6 倍,对功夫菊酯从 26.5 倍降至 5.7 倍。棉铃虫对功夫菊酯、溴氰菊酯的抗性衰退规律和氰戊菊酯相类似,由中等抗性水平(几十倍)下降到低水平抗性(几倍)需要 5~6 代左右的时间,当降至低水平抗性后,即使经过十几代也很难完全恢复敏感性。

在实验室内人工饲养条件下,去除选择压力后,抗性衰退的速度快慢主要是由抗性种群中抗性基因的纯合程序、显隐性和抗性基因型的相对适合度决定的^{[4][11]}。本文的研究发现棉铃虫氰戊菊酯高抗品系(Fen-R)对氰戊菊酯抗性仍不稳定,一方面可能是这个多因子的抗性品系还没有完全纯化,仍存在一部分杂合子;另一方面抗性个体存在繁殖不利性从而导致抗性水平的不稳定。

昆虫或螨类在产生抗性后,要完全恢复到原有的敏感度是不大可能的,当产生高水平

表 1 棉铃虫对氰戊菊酯的抗性衰退情况

品 系	室内饲养代别	毒力回归方程	LD ₅₀ (μg / 头)	抗性倍数	
Fen-R	1	$Y = 3.2552 + 1.1696 X$	31.0293	3 166.3	
	3	$Y = 2.9461 + 1.4839 X$	24.2138	2 470.8	
	7	$Y = 3.8734 + 1.3218 X$	7.1175	726.3	
	14	$Y = 5.2467 + 1.1184 X$	0.6017	61.4	
阳谷 902	1	$Y = 5.0486 + 0.8131 X$	0.8713	81.1	
	2	$Y = 5.4619 + 1.0850 X$	0.3752	38.3	
	5	$Y = 5.4832 + 0.8203 X$	0.2020	20.6	
	6	$Y = 6.0355 + 1.2270 X$	0.1432	14.6	
	7	$Y = 6.3379 + 1.2144 X$	0.0791	8.1	
	8	$Y = 6.7330 + 1.6578 X$	0.0900	9.2	
	9	$Y = 6.5639 + 1.4074 X$	0.0774	7.9	
	阳谷 912	1	$Y = 5.2775 + 0.6922 X$	0.3973	40.5
		20	$Y = 6.7469 + 1.5470 X$	0.0743	7.6
阳谷 924	1	$Y = 4.1919 + 1.1688 X$	4.9132	501.4	
	4	$Y = 4.2726 + 1.4129 X$	3.2721	333.9	
	5	$Y = 5.0289 + 1.0692 X$	0.9397	95.9	
	6	$Y = 5.1554 + 1.0803 X$	0.7181	73.3	
敏感品系		$Y = 10.1250 + 2.5515 X$	0.0098	1	

表 2 棉铃虫对溴氰菊酯的抗性衰退情况

品 系	室内饲养代别	毒力回归方程	LD ₅₀ (μg / 头)	抗性倍数
阳谷 912	1	$Y = 7.6474 + 1.5436 X$	0.0193	28.4
	19	$Y = 9.3120 + 1.6664 X$	0.0026	3.8
阳谷 924	1	$Y = 7.5639 + 1.4694 X$	0.0180	26.5
	5	$Y = 8.6962 + 1.9736 X$	0.0134	19.7
	6	$Y = 9.7804 + 1.9882 X$	0.0039	5.7
敏感品系		$Y = 11.4066 + 2.0243 X$	0.00068	1

抗性后即使药剂停用,抗性通常是部分下降,抗性基因往往处于杂合子状态,若重新启用这种药剂,则往往要不了多久抗性又会上升^[12]。目前,我国的棉铃虫对拟除虫菊酯的抗性正处于中等到高水平抗性,因此即使停用这类杀虫剂,要恢复其敏感性也可能会非

表 3 棉铃虫对功夫菊酯的抗性衰退情况

品 系	室内饲养代别	毒力回归方程	LD ₅₀ (μg / 头)	抗性倍数
阳谷 912	1	$Y = 9.6892 + 2.1733 X$	0.0070	8.0
	18	$Y = 9.7151 + 1.7548 X$	0.0021	2.4
阳谷 924	1	$Y = 8.1291 + 1.6958 X$	0.0143	16.4
	3	$Y = 8.5091 + 1.7649 X$	0.0103	11.8
	6	$Y = 10.4180 + 2.4119 X$	0.0057	6.6
敏感品系		$Y = 11.1541 + 2.0093 X$	0.00087	1

常困难, 而且重新使用又可能导致抗性的迅速上升, 因此, 在高抗棉区, 除应立即停用已产生高水平抗性的品种(如氰戊菊酯)外, 其它菊酯类品种也应及早限制使用甚至暂时停用 1 ~ 2 年, 尽量避免高水平抗性的发生。同时, 棉铃虫对拟除虫菊酯的抗性不稳定性也表明了轮用不具有交互抗性的杀虫剂作为我国棉铃虫抗药性治理的一项策略是切实可行的。

参 考 文 献

- 1 张宗炳, 曹 骥. 害虫防治: 策略和方法. 北京: 科学出版社, 1990
- 2 Stone B F. The inheritance of DDT-resistance in the cattle tick, *Boophilus microplus*. Aust. J. Agric. Res. 1962, 13: 984 ~ 1007
- 3 Barnes M M, Moffit H R. Resistance to DDT in the adult codling moth and reference curves for guthion and carbaryl. J. Econ. Entomol. 1963, 56(6): 722 ~ 725
- 4 Georghiou G P. The stability of resistance to carbamate insecticides in the housefly after cessation of selection pressure. Bull. WHO. 1964, 30: 85 ~ 90
- 5 Keiding J. Resistance in the housefly in Denmark and elsewhere. In: Watson D L, Brown A W A. eds. Pesticide Management and Insecticide Resistance. New York: Academic Press, 1977, 261 ~ 302
- 6 唐振华, 黄 刚. 农业害虫抗药性. 北京: 农业出版社, 1983
- 7 Needham P H, Sawicki R M. Diagnosis of resistance to organophosphorus insecticides in *Myzus persicae* (Sulz.). Nature, 1971, 230: 125 ~ 126
- 8 Bauernfeind R J, Chapman R K. Nonstable parathion and endosulfan resistance in green peach aphids (Homoptera: Aphididae). J. Econ. Entomol. 1985, 78: 516 ~ 522
- 9 赵建周, 朱国仁, 徐宝云等. 武汉地区小菜蛾对溴氰菊酯的抗性回复及交互抗性. 植物保护, 1993, 19(6): 13 ~ 14
- 10 吴益东, 沈晋良, 尤子平. 棉铃虫对氰戊菊酯抗性品系和敏感品系的选育. 昆虫学报, 1994, 37(2): 129 ~ 136
- 11 Georghiou G P. The evolution of resistance to pesticides. Ann. Rev. Ecol. Syst. 1972, 3: 133 ~ 168
- 12 唐振华. 昆虫抗药性及其治理. 北京: 农业出版社, 1993

STABILITY OF PYRETHROIDS RESISTANCE IN *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER)

Wu Yidong Shen Jinliang Tan Fujie You Ziping

(Department of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095)

Abstract Regression of pyrethroids resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner) following several generations of insecticide-free laboratory rearing was evaluated. Although laboratory selected Fen-R strain had extremely high level resistance to fenvalerate (3 166.3 fold), the resistance was unstable and decreased to 61.4 fold after 14 generations when selection was suspended. Studies on several field-collected cotton bollworms resistant to pyrethroids (fenvalerate, deltamethrin & cyhalothrin) showed that their resistance was also unstable; it declined rapidly without contact with the pyrethroids at first and then stabilized at a 2 ~ 9 fold level. It seemed very difficult to recover susceptibility completely to the three pyrethroids.

Key words *Helicoverpa armigera* (Hübner), pyrethroids, resistance stability