

中棉所 45 对亚洲玉米螟存活和生长的影响

黄东林¹, 杨翠梅¹, 史晓利¹, 孙亚萍¹, 刘汉勤¹, 陈 军¹, 柏立新²

(1. 扬州大学农学院植物保护系, 扬州 225009; 2. 江苏省农业科学院植物保护研究所, 南京 210014)

摘 要:以常规棉中棉所 23 为对照, 采用饲喂法, 测定了转双价(Bt+CpTI)基因抗虫棉中棉所 45 不同器官对亚洲玉米螟幼虫的杀虫活性和对幼虫的生长抑制作用, 调查了田间罩笼试验和自然为害的结果。结果表明:中棉所 45 对亚洲玉米螟幼虫都具有较高的抗性。室内饲喂结果还表明, 对一代的抗性>二代>三代; 对 1 龄抗性>3 龄; 对 3 龄幼虫的抑制生长作用显著。

关键词:亚洲玉米螟; 中棉所 45; 杀虫性; 抑制作用

中图分类号:S435.62 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2007)01-0042-05

Influence of CCRI 45 on Survival and Growth of *Ostrinia furnacalis*

HUANG Dong-lin¹, YANG Cui-mei¹, SHI Xiao-li¹, SUN Ya-ping¹, LIU Han-qin¹, Chen Jun¹, BAI Li-xin²

(1. Department of Plant Protection, Agricultural College, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract: A transgenic Bt+CpTI cotton, CCRI 45, was used to test the insecticidal activity and inhibition of different organs to larvae of *O. furnacalis* using feeding bioassay. Bioassays in lab and with cages in fields were conducted, and field population and the damage of *O. furnacalis* were surveyed. The results of Bioassay in lab showed that the mortality of *O. furnacalis* of three generations feeding on different organs of CCRI 45 was higher than those feeding with CCRI 23, the resistance to the first generation of *O. furnacalis* was higher than that to the second. The resistance to the third generation was the lowest. The resistance to the first generation instar was higher than that to the third. The inhibition to the growth of third generation instar larvae of *O. furnacalis* feeding with different organs of CCRI 45 was significant. Adjusted decreasing rate of larvae weight of *O. furnacalis* from first to third generation were 57.58%, 49.58%, 31.65%, respectively. The result of cages experiments in fields showed that the numbers of holes in stem, buds and bolls of each CCRI 23 plant damaged by the second generation of *O. furnacalis* were 9.60, 1.00, 5.40, respectively, and larval survival rate of *O. furnacalis* was 16.00%. The numbers of holes in stem and bolls of each CCRI 23 plant damaged by the third generation of *O. furnacalis* were 2.00, 4.00, respectively, and larval survival rate of *O. furnacalis* was 11.43%.

No damage and no insect of *O. furnacalis* of any stages were found in CCRI 45. The result of field population and the damage of *O. furnacalis* showed that the number of larvae per plant and the rate of damaged plants of CCRI 23 were 0.4, 40.00, respectively. Our experiments clearly demonstrated that, the resistance of the bi-valent cotton CCRI 45 to larvae of *O. furnacalis* was higher than CCRI 23.

Key words: *Ostrinia furnacalis*; transgenic cotton CCRI 45; resistance; inhibition

收稿日期: 2006-03-23 作者简介: 黄东林(1957-), 男, 副教授, yzudlh@126.com

基金项目: 国家“十五”攻关(2001BA509B05)及江苏省“十五”攻关(BE2001342)

亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) (以下简称玉米螟)是我国玉米棉花混作区为害棉花的重要钻蛀性害虫。长期以来,对棉花害虫的防治基本依赖于化学农药,从而导致“3R”问题,严重影响了棉花的可持续发展。1996 年转 Bt 基因棉开始在国内外推广应用,取得了较好的经济和社会效益,在棉花害虫的综合治理中发挥了重要作用。为防止棉花害虫对转 Bt 基因棉产生抗性,延长转基因棉的使用年限,我国培育出中棉所 41、sGK321 及中棉所 45 等转双价抗虫基因棉新品种^[1-3]。至今,转双价基因棉对棉铃虫、小地老虎、棉蚜及其两种天敌的影响等研究已有报道^[4-7],而对玉米螟抗性表达的时空动态的系统研究报道尚不多见。为此作者就转双价基因抗虫棉中棉所 45 对玉米螟的抗性进行了研究,以为生产上抗虫棉品种的进一步提供应用科学依据。

1 材料和方法

1.1 供试棉花

供试棉花选用转双价基因(Bt+CpTI)棉中棉所 45 和对照中棉所 23(常规棉),于 2004 年(室内抗性测定)和 2005 年(田间罩笼试验及田间自然危害调查)4 月中旬直播,试验田设在扬州大学试验场,棉花生长期不使用杀虫剂,不打顶,其它按常规管理。

1.2 虫源准备

1~3 代玉米螟供试虫源均采自野外玉米上的卵和成虫,带回室内孵化后和产卵孵化后用于试验。

1.3 室内测定方法

1.3.1 第一代。玉米螟 1、3 龄幼虫用棉花顶端展开的第 2 张叶片(简称 2 叶),单头在直径 4.5 cm、高 6.0 cm 饲喂器中饲喂直至羽化。每个饲喂器顶端用白布盖住,并用牛皮筋扎紧,集中放置,幼虫期用黑布覆盖。每处理 10 头,6 个重复。每天更换一次饲料。3 龄幼虫处理前用人工饲料

饲喂^[8],处理当天和处理后第 3 d 用万分之一电子天平称重,并记录虫重。成虫羽化后雌、雄配对饲喂于罐头瓶中,瓶内四周放蜡纸,供成虫产卵,顶端覆盖窗纱,用牛皮筋扎紧,每天两次用蘸有 10% 的蜜糖水的脱脂棉放在窗纱上供成虫补充营养。每天观察记载幼虫死亡、化蛹、羽化等情况。试验在室内常温下进行。

1.3.2 第二、三代。玉米螟 1、3 龄幼虫用棉花的顶端展开的第 2 叶、中蕾、花、小铃饲喂。小铃柄的基部用湿脱脂棉保湿,外用塑料纸扎紧,以防水外溢,影响幼虫存活。3 龄幼虫在处理当天和处理后第 4 d 称重。每处理 4 个重复,其它处理及记载方法同第一代。

1.3.3 幼虫体重增加倍数和校正虫重减退率的计算

虫重增加倍数=处理后虫重/处理前虫重。

校正虫重减退率(%)=[(对照虫重增加倍数-处理虫重增加倍数)/对照虫重增加倍数]×100。

1.4 田间罩笼试验

罩笼规格设计为 0.6 m×0.6 m×1.5 m,每罩笼 1 株棉花,每一品种罩 5 株(5 个重复),共 10 株。每株棉花分别于 7 月 19 日(第二代)和 8 月 19 日(第三代)接 35 头 1 龄幼虫,接虫部位为棉株的第 4 果枝的第 4 果节叶。接虫前清除被罩株和地面上的天敌及害虫,处理后 15d 检查棉株被害状和活虫数。

1.5 田间自然危害调查

田间危害调查于第三代玉米螟危害定型后的 9 月 3 日进行,采用 5 点取样法,每一品种每点调查 2 株。记载被害状和活虫数。

2 结果与分析

2.1 中棉所 45 对玉米螟室内饲喂幼虫存活的影响

2.1.1 第一代玉米螟。中棉所 45 顶端第 2 叶饲喂 1 龄幼虫第 2 d、4 d 和 6 d 的死亡率,饲喂 3 龄幼虫第 6 d 的死亡率极显著高于中棉所 23(表 1)。

表 1 中棉所 45 顶端第 2 展开叶对第一代玉米螟幼虫存活率的影响

Table 1 The mortality of the newly hatched and third larvae of the first generation of *O. furnacalis* that were fed with the second leaves from top of CCRI 45

龄期	品种	死亡率 / %		
		2 d	4 d	6 d
1 龄	中棉所 45	(63.33±25.82) _{aA}	(85.00±17.61) _{aA}	(100±0) _{aA}
	中棉所 23	(15.00±15.57) _{bB}	(36.67±22.51) _{bB}	(50.00±15.49) _{bB}
3 龄	中棉所 45	(5.00±8.37) _a	(11.67±4.08) _a	(68.33±9.83) _{aA}
	中棉所 23	(5.00±5.48) _a	(11.67±9.83) _a	(26.67±15.06) _{bB}

注:表中大、小写字母分别表示 1% 与 5% 差异显著性,下同。

中棉所 45 饲喂 1 龄、3 龄幼虫的校正死亡率分别于第 6 d、第 9 d 达 100%。中棉所 23 饲喂 1 龄幼虫第 6 d 的死亡率为 50.00%，其化蛹率、幼虫成蛾率均为 5.00%；饲喂 3 龄幼虫第 9 d 的死亡率为 40%，饲喂至第 30 d 才全部死亡。

表 2 中棉所 45 不同器官处理对第二、三代玉米螟幼虫存活率的影响

Table 2 The resistances of different organs of CCRI 45 to the newly hatched larvae and third larvae of the second and the third generation of *O. furnacalis* respectively

代 次	龄 期	品 种	器 官	死亡率 / %					
				2 d	4 d	6 d			
代 二	1	中棉所 45	2 叶	(42.50±15.00)abA		(90.00±11.55)abAB		(97.50±5.00)a	
			蕾	(65.00±20.82)aΛ	48.13	(100±0)aΛ	90.00		
			花	(35.00±5.77)bΛ	aΛ	(80.00±8.16)bB	aΛ	(95.00±5.77)a	98.13
			铃	(50.00±14.14)abA		(90.00±8.16)abAB		(100±0)a	aΛ
	2	中棉所 23	2 叶	7.50±15.00		12.50±12.58		15.00±10.00	
			蕾	10.00±11.55	13.13	20.00±18.26	28.13	22.50±15.00	39.38
			花	25.00±12.91	bB	45.00±12.91	bB	52.50±15.00	bB
			铃	10.00±8.16		35.00±10.00		67.50±17.08	
	3	中棉所 45	2 叶	(5.00±5.77)a		(55.00±20.82)aΛ		(90.00±14.14)aΛ	
			蕾	(7.50±9.57)a	6.88	(37.50±9.57)abΛ	38.13	(85.00±12.91)aΛ	67.50
			花	(5.00±5.77)a	aA	(32.50±9.57)bA	aA	(57.50±12.58)bB	aA
			铃	(10.00±8.16)a		(27.50±9.57)bA		(37.50±9.57)cB	
代 三	1	中棉所 45	2 叶	(40.00±11.55)aA		(80.00±8.16)aAB		(90.00±8.16)abAB	
			蕾	(42.50±17.08)aΛ	35.00	(87.50±12.58)aΛ	77.50	(92.50±15.00)aAB	89.38
			花	(15.00±5.77)bΛ	aΛ	(60.00±14.14)bB	aΛ	(72.50±5.00)bB	aΛ
			铃	(42.50±15.00)aA		(82.50±9.57)aAB		(97.50±5.00)aA	
	2	中棉所 23	2 叶	5.00±5.77		7.50±5.00		12.50±5.00	
			蕾	2.50±5.00	3.75	32.50±9.57	16.88	32.50±9.57	30.00
			花	2.50±5.00	bB	17.50±9.57	bB	32.50±9.57	bB
			铃	5.00±5.77		10.00±14.14		42.50±17.08	
	3	中棉所 45	2 叶	(7.50±5.00)a		(62.50±17.08)aΛ		(100±0)aΛ	
			蕾	(5.00±5.77)a	6.88	(57.50±12.58)abAB	48.75	(95.00±5.77)aA	80
			花	(7.50±5.00)a	aA	(42.50±9.57)bcAB	aA	(70.00±14.14)bB	aA
			铃	(7.50±9.57)a		(32.50±9.57)cB		(55.00±5.77)cB	
3	中棉所 23	2 叶	0±0		15.00±17.32		25.00±5.77		
		蕾	0±0	0	42.50±9.57	25	80.00±8.16	41.88	
		花	0±0	bB	27.50±12.50	bB	42.50±9.57	bB	
		铃	0±0		15.00±12.91		20.00±8.16		

注：每天死亡率栏中前一列为每一品种各器官的平均值，后一列为每一品种的平均值。

蕾、花、铃饲喂 1 龄、3 龄幼虫,第 2 d、4 d 和 6 d 死亡率均极显著高于中棉所 23(表 2)。中棉所 45 不同器官饲喂 1 龄幼虫的校正死亡率第 2 d 的顺序为蕾>铃>2 叶>花,第 4 d 为蕾>第 2 叶、花>铃,第 6 d 为蕾、铃>2 叶、花。品种内方差分析表明,蕾的抗性显著(2 d)或极显著(4 d)高于花(表 2)。上述器官饲喂的幼虫校正死亡率分别于第 7 d、4 d、7 d 和 6 d 达 100%。而中棉所 23 顶端第 2 叶饲喂的幼虫死亡率于 35 d 达 100%,蕾、花和铃饲喂的化蛹率分别为 2.50%、7.50% 和 15%。花和铃饲喂的幼虫成蛾率为 5% 和 10%。饲喂 3 龄幼虫的校正死亡率第 2 d 的差异很小;第 4 d、6 d 为 2 叶>蕾>花>铃。品种内方差分析表明,第 4 d 第 2 叶的抗性显著高于花、铃,第 6 d 第 2 叶、蕾抗性极显著高于花、铃,花显著高于铃(表 2)。前 3 种器官饲喂 3 龄幼虫的校正死亡率分别于第 10 d、9 d 和 20 d 达到 100%,铃饲喂的化蛹率、幼虫成蛾率分别为 32.50%、17.50%。中棉所 23 蕾饲喂的幼虫死亡率于第 7 d 达到 100%,顶端第 2 叶、花饲喂的化蛹率为 2.50%、5.00%,幼虫成蛾率均为 2.50%;铃饲喂的化蛹率、幼虫成蛾率分别为 57.50%、50.00%。

2.1.3 第三代玉米螟。中棉所 45 顶端第 2 叶、蕾、花、铃饲喂 1 龄、3 龄幼虫第 2 d、4 d、6 d 死亡率极显著高于中棉所 23(表 2)。中棉所 45 各器官饲喂 1 龄幼虫第 2 d、4 d 的校正死亡率顺序为铃>蕾>2 叶>花,第 6 d 为铃>2 叶>蕾>花,校正死亡率达 100% 的天数分别为第 11 d、9 d、13 d 和 8 d,中棉所 23 蕾饲喂的幼虫第 14 d 全部死亡,顶端第 2 叶、花饲喂的滞育率分别为 5.00% 和 2.50%,铃饲喂的化蛹率为 17.50%,幼虫成蛾率为 12.50%。中棉所 45 各器官饲喂的 3 龄幼虫校正死亡率第 2 d 相差不大,第 4 d、6 d 为第 2 叶>蕾>铃>花,前三种器官饲喂的校正死亡率分别于第 6 d、7 d、18 d 达到 100%;铃饲喂的幼虫滞育率 2.50%、化蛹率为 5.00%,幼虫成蛾率为 5.00%。中棉所 23 顶端第 2 叶饲喂的滞育率为 5.00%,蕾饲喂的化蛹率为 2.50%,花饲喂的滞育率 7.50%、化蛹率为 2.50%,铃饲喂的化蛹率为 17.50%,蕾、铃饲喂的幼虫成蛾率分别为 2.50% 和 17.50%。

综合上述结果,中棉所 45 不同器官饲喂三个代次玉米螟幼虫的死亡率都极显著或显著高于中棉所 23,且一代>二代>三代,1 龄>3 龄。不难

看出中棉所 45 对玉米螟表现出极高的抗性。

2.2 中棉所 45 对玉米螟田间罩笼幼虫存活的影响

调查结果表明,中棉所 45 棉株上未发现玉米螟及被害状。中棉所 23 第二代单株茎秆蛀孔数、被害蕾数、被害铃数分别为 9.60 个、1.00 个、5.40 个,单株幼虫数为 5.60 头,即幼虫存活率为 16.00%;第三代单株茎秆蛀孔数为 1.60 个,被害铃数为 2.00 个,单株幼虫数为 4.00 头,即幼虫存活率为 11.43%。中棉所 45 棉株上玉米螟幼虫存活率、单株茎秆蛀孔数、被害蕾铃数均极显著或显著低于中棉所 23,即表现出较高抗性。

2.3 中棉所 45 田间自然状况下玉米螟幼虫的发生危害情况

田间调查表明:中棉所 45 棉株上未发现玉米螟及被害状,中棉所 23 的单株幼虫数为 0.4 头、被害(蛀秆)株率为 40.00%。由于试验田靠近大片春夏玉米地,中棉所 23 危害并不重,但也能看出中棉所 45 对玉米螟危害的控制作用。

2.4 中棉所 45 对玉米螟幼虫生长的抑制作用

表 3 表明,中棉所 45 饲喂玉米螟 3 龄幼虫,第一代 3 d、第二、三代 4 d 的校正虫重减退率分别为 57.58%、49.58%、31.65%,即一代>二代>三代。各器官饲喂的校正虫重减退率次序第二代为花>2 叶>铃>蕾;第三代为铃>蕾>2 叶>花。三个代次幼虫的体重增加倍数均极显著低于对照棉。可见中棉所 45 对玉米螟幼虫的生长抑制效应明显。

3 讨论

研究表明,转双价基因(Bt+CpTI)抗虫棉中棉所 45 对玉米螟的抗性,随着抗虫棉生长期的延长,抗性下降,这与转 Bt 基因和转双价基因(Bt+CpTI)棉抗棉铃虫^[4,5]以及转 Bt 基因棉抗玉米螟^[10]而表现在棉花生长中、后期抗性下降的结果一致。中棉所 45 对玉米螟的抗性表现为 1 龄抗性高于 3 龄,此结果与王武刚等^[11]研究的取食转 Bt 基因棉嫩叶的棉铃虫初孵至 3 龄幼虫的死亡率龄期越大,死亡率越低的结果以及赵建周等^[12]研究的转 Bt 基因棉对棉铃虫不同龄期幼虫的杀虫结果相符。中棉所 45 饲喂玉米螟 1、3 龄幼虫比对照棉虫重增加倍数低得多,表现出与死亡率一致的抗性结果,与赵建周等^[12]研究的转 Bt 基因棉、芮昌辉等^[5]研究的转双价基因(Bt+CpTI)棉对棉铃虫不同龄期幼虫的生长抑制作用以

表 3 中棉所 45 不同器官处理对玉米螟 3 龄幼虫体重的影响

Table 3 The effects of different organs of CCR1 45 on the weight of the third larvae of *O. furnacalis*

代次	品种	器官	平均虫重增加倍数	平均校正虫重减退率/%	
一代	中棉所 45	2 叶	(0.59±0.09)aA	57.58±18.41	
	中棉所 23	2 叶	(1.68±0.88) bB		
	中棉所 45	2 叶	(1.18±0.19)aA		
		蕾	(1.07±0.19)aA		
二代	中棉所 45	花	(1.02±0.23)aA	1.52aA	49.58
		铃	(2.82±0.60)bB		
		2 叶	(2.21±0.35)aA		
		蕾	(1.79±0.24)aA		
	中棉所 23	花	(3.26±0.63)aAB	3.09bB	
		铃	(5.11±1.78)bB		
		2 叶	(1.05±0.07)aA		
		蕾	(1.10±0.28)aA		
三代	中棉所 45	花	(1.23±0.16)aA	1.41aA	31.65
		铃	(2.26±0.43)bB		
		2 叶	(1.41±0.22)aA		
		蕾	(1.49±0.11)aA		
	中棉所 23	花	(1.41±0.05)aA	2.60bB	
		铃	(6.08±0.41)bB		
		蕾	(1.05±0.07)aA		
		2 叶	(1.10±0.28)aA		

注:二、三代虫重增加倍数和校正虫重减退率栏中,前一列为每一品种各器官平均值,后一列为每一品种的平均值。

及张继红等^[4]研究的转双价基因(Bt+CpTI)棉对棉铃虫幼虫营养利用的影响大同小异。

芮昌辉等^[5]、范贤林等^[13]的研究表明,转双价基因棉对 Cry1Ac 产生 16 倍抗性的棉铃虫的控制效果高于单价棉。高聪芬等^[14]研究认为,转双价基因棉对抗性和敏感棉铃虫的抗虫性明显高于或稍高于转单价基因棉。可见转双价基因棉可在一定程度上延缓目标害虫对转单价 Bt 基因棉的抗性发展速度。所以,防止目标害虫对转双价基因棉产生抗性,培育以其他作用方式的两个或多个毒素基因导入棉花的新品种,显得尤为迫切。

参考文献:

- [1] 郭香墨,张永山,刘海涛.转双价基因抗虫棉新品种中棉所 41[J].中国棉花,2002,29(4):13-14.
- [2] 李付广.双价基因抗虫棉生理生化特征研究[J].棉花学报,2003,15(3):131-137.
- [3] 喻树迅,范术丽,黄祯茂.双价转基因抗虫棉中棉所 45 [J].中国棉花,2004,31(3):25-26.
- [4] 张继红,王琛柱,郭三堆.转 CpTI-Bt 基因棉和转 Bt 基因棉对棉铃虫幼虫存活、生长及营养利用的影响.昆虫学报,2004,47(2):146-151.
- [5] 芮昌辉,范贤林,郭三堆,等.双价基因(Bt+CpTI)抗虫棉对棉铃虫的杀虫活性及抑制生长作用[J].棉花学报,2001,13(6):337-341.

- [6] 崔金杰,夏敬源,马丽华,等.转双价基因(Cry1Ac+CpTI)抗虫棉(ZGK9712)对小地老虎抗虫性研究[J].棉花学报,2002,14(1):3-7.
- [7] Veklers R. M,崔金杰,夏敬源,等.中国北方棉区转基因抗虫棉对棉苗蚜及其两种天敌的影响[J].棉花学报.2002,14(3):175-179.
- [8] 黄东林,柏立新,戴燕,等.转 Bt 基因抗虫棉对亚洲玉米螟抗性的研究[J].华东昆虫学报.2003,12(2):45-50.
- [9] 陈松,吴敬音,周宝良,等.转 Bt 基因棉 Bt 毒蛋白表达量的时空变化[J].棉花学报,2000,12(4):189-193.
- [10] 黄东林,王凤,邹敏,等.GK22、苏抗 103 及其受体亲本对亚洲玉米螟的抗性比较[J].植物保护学报,2005,32(1):7-12.
- [11] 王武刚,姜永幸,杨雪梅,等.转基因棉花对棉铃虫抗性鉴定及利用研究初报[J].中国农业科学,1997,30(1):7-12.
- [12] 赵建周,卢美光,范贤林,等.转 Bt 基因棉花对棉铃虫不同龄期幼虫的杀虫活性和抑制生长作用[J].昆虫学报,1998,41(4):354-358.
- [13] 范贤林,芮昌辉,许崇任,等.转双基因抗虫棉对棉铃虫的抗性[J].昆虫学报,2001,4(4):582-586.
- [14] 高聪芬,沈晋良,须志平,等.转双价基因棉对高抗 Bt 棉棉铃虫的抗虫性[J].南京农业大学学报,2004,27(4):41-44.