

DPC 与 DTA-6 复配对转基因抗虫棉产量及品质的影响

范希峰¹, 周 勇², 田晓莉^{1*}, 段留生¹, 何钟佩¹, 李召虎¹

(1. 中国农业大学农学与生物技术学院作物化学控制研究中心, 北京 100094;

2. 山东省夏津县农业局 253200)

摘要:2004—2005 年在河北吴桥试验站研究了缩节胺单独使用(DPC)与 DTA-6 复配使用(DPC+)对转基因抗虫棉产量、产量构成因素和纤维品质的影响。结果表明,与对照相比,DPC 与 DPC+均可提高成铃数、铃重和皮棉产量,但 DPC+增产效果更明显;两处理对转基因抗虫棉纤维主要品质指标影响不显著。

关键词:DPC;DTA-6;复配;抗虫棉;产量;纤维品质

中图分类号:S562.01 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2008)03-0198-05

Effects of Mixture of DPC and DTA-6 on Yield, Yield Components and Lint Quality of Transgenic Bt Cotton

FAN Xi-feng¹, ZHOU Yong², TIAN Xiao-li^{1*}, DUAN Liu-sheng¹, HE Zhong-pei¹, LI Zhao-hu¹

(1. *Center of Crop Chemical Control, College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China*; 2. *Xiajin Agricultural Bureau of Shandong Province, Xiajin, shandong 253200, China*)

Abstract: This experiment was conducted in Wuqiao experimental station (located in Hebei Province) of China Agricultural University from 2004 to 2005, to investigate the effects of single application of mepiquat chloride (DPC) or in mixture with DTA-6(DPC+) on the yield, yield components and lint quality in transgenic Bt cotton with Xinza 2 (XZ DPC2, hybrid Bt cotton) and Guokang 12 (GK 12, conventional Bt cotton). The results indicated that DPC increased the lint yield by 4.7% in 2004 and 12.1% in 2005, respectively, whereas DPC+ increased boll numbers and boll weight more than single application of DPC, and therefore resulted 14.5% higher lint yield averaged across varieties and years. Among lint quality parameters, only micronaire value was significantly but slightly increased by DPC (except for that of GK 12 in 2005). Taken together, DPC+ is more advantageous in increasing the yield of transgenic Bt cotton compared with DPC, which enables its practical application in current cotton production in China.

Key words: DPC;DTA-6;mixture;transgenic insect-resistant cotton;yield; lint quality

植物生长延缓剂缩节胺(DPC,1,1-二甲基哌啶鎓氯化物)能有效抑制棉株主茎和果枝的纵向和横向生长,并能增强根系活力、改善成铃结构、延缓叶片衰老^[1-4]。DPC 化学调控作为棉花栽培的关键技术措施,为我国棉花高产、优质、高效发挥了积极的作用^[5]。

自 1996 年开始商品化以来,转基因抗虫棉在

我国持续快速发展,2006 年已占全国棉花播种面积的 64.5%^[6],其中国产转基因抗虫棉的面积占我国抗虫棉总面积的 80%以上^[7]。由于外源基因、受体材料转化以及选育过程等方面的影响,早期获得的抗虫棉大都具有前期长势弱、后期易早衰的特点^[8-11]。虽然近几年育成的一些抗虫棉品种的长势已明显增强,但仍有较多品种前期长势

收稿日期:2007-10-19 作者简介:范希峰(1979-),男,在读博士;* 通讯作者,tian_xiaoli@163.com

基金项目:国家 863 计划(2001AA246062,2003AA246060),农业结构调整重大专项(04-07-01A)

偏弱^[11-12]。如将常规棉的缩节胺系统化控技术照搬到转基因抗虫棉,会进一步延缓抗虫棉前期弱生长势的转换进程,并导致中后期结铃减少^[14-16]。因此,开发新的适用于抗虫棉的调节剂,具有重要的现实意义^[17]。

DTA-6 (2-N, N-二乙氨基乙基己酸酯)是一种植物生长促进剂,在低浓度(1~40 mg·L⁻¹)下对多种植物具有调节和促进生长的作用^[17-23], DTA-6 及其类似物可提高多种作物的根系活力^[21-23]。作者前期研究已经表明,利用 DTA-6 与 DPC 之间的互补作用,可以促进转基因抗虫棉苗期根系和地上部的协同生长,减弱 DPC 对地上部生长的延缓作用,增加功能叶叶绿体基粒类囊体的垛叠程度,提高光合作用^[17]。此外, DPC 与 DTA-6 复配较单独使用能更有效地提高转基因抗虫棉的根系活力,增强根系合成氨基酸和细胞分裂素的能力,提高根系吸收和运输 NO₃⁻ 的能力,有利于防止后期早衰^[24]。

1 材料和方法

1.1 试验地点和材料

田间试验于 2004—2005 年在中国农业大学吴桥试验站进行。供试材料为转基因抗虫杂交棉新杂 2 号(以下简称 XZ2)和转基因抗虫棉国抗 12(以下简称 GK12),种子由河北省河间市国欣农村技术服务总会提供。试验田为砂壤土,肥力中等,含碱解氮 33.1 mg·kg⁻¹、有效磷 17.3 mg·kg⁻¹、有效钾 101.5 mg·kg⁻¹、有机质 11.6 mg·kg⁻¹。

1.2 田间管理和处理

2004 年:4 月 20 日播种,6 行区,长 10.0 m,宽 4.5 m。大小行种植,大行距 1.0 m,小行距 50 cm,密度 9 万株·hm⁻²。2005 年:4 月 22 日播种,小区及行距设置同 2004 年,密度 6 万株·hm⁻²。试验设清水对照(以下简称 CK)、DPC、DPC+DTA-6(以下简称 DPC+)三个处理(表 1)。随机区组设计,重复 4 次。其它管理同大田。

表 1 调节剂处理

Table 1 Approach for application of plant growth regulators in transgenic insect-resistant cotton

处理	处理时间 播种后天数/d	有效成分剂量/(g·hm ⁻²)		药液量 /(kg·hm ⁻²)
		DPC	DTA-6	
CK	40	0	0	75
	60	0	0	150
	80	0	0	300
	100	0	0	450
DPC	40	1.5	0	75
	60	20.0	0	150
	80	40.0	0	300
	100	80.0	0	450
DPC+	40	1.5	1.5	75
	60	20.0	3.8	150
	80	40.0	7.5	300
	100	80.0	15.0	450

1.3 取样、测定和数据处理

收获时,在各小区内标记生长一致的棉株 10 株,调查其果枝数、果节数、成铃数和脱落数。标记植株的棉铃吐絮后带铃壳单铃收获,并记录其着生的果枝和节位,风干后调查室数,称量铃重和铃壳重。用皮辊轧花机轧花后,记录饱满种子数,称量纤维重并计算衣分。纤维品质由农业部棉花品质监督检验测试中心测定。

各小区中间两行实收,折合单位面积产量。

试验数据采用 SAS8.0 进行方差分析,平均数之间采用多极差检验(SNK)法进行多重比较(p<0.05)。

2 结果与分析

2.1 对转基因抗虫棉产量及产量构成因素的影响

表 2 结果表明, DPC+ 的增产幅度高于 DPC,且增产效果更稳定。2004 年, DPC 单用, XZ2 和 GK12 的皮棉产量分别较 CK 提高了 5.1% 和 4.3%; 2005 年两品种的提高幅度分别为 9.7% (XZ2) 和 14.5% (GK12), 且除 2004 年的 GK12 外, 差异均达到显著水平。 DPC+ 处理的两个品种在两年的产量均较 CK 显著提高, 而且增产幅度稳定在 14%~15% 之间。

表2 DPC与DTA-6复配对产量及产量构成因素的影响

Table 2 Effects of single application of DPC or in mixture with DTA-6 on the yield and yield components in transgenic insect-resistant cotton

年份	处理	XZ2				GK12			
		产量 (kg·hm ⁻²)	铃数 /个·株 ⁻¹	铃重 /g	衣分 /%	产量 (kg·hm ⁻²)	铃数 /个·株 ⁻¹	铃重 /g	衣分 /%
2004	CK	1213.8c	9.4b	3.61b	40.3a	1170.8b	7.6a	4.46b	39.3a
	DPC	1276.3b	9.7b	3.88ab	40.3a	1221.3b	7.3a	4.51b	39.8a
	DPC+	1389.4a	10.9a	4.01a	40.4a	1331.5a	7.7a	4.85a	39.5a
2005	CK	1532.1c	14.4b	4.46b	41.0b	1199.3b	12.7b	4.43a	37.3a
	DPC	1680.1b	15.0b	4.64b	41.0b	1373.3a	13.8a	4.57a	37.3a
	DPC+	1767.1a	16.3a	4.91a	41.6a	1375.7a	14.0a	4.56a	37.3a

注:小写英文字母表示差异显著性($p < 0.05$),下同。

DPC单用,2005年GK12成铃数较CK显著增加;对铃重的影响,两年两品种均不显著。DPC+处理的成铃数(除2004年的GK12外)和铃重(除2005年的GK12外)均显著高于CK,其中XZ2的铃重在2004和2005年分别较CK增加11.1%和10.1%,GK12在2004年增加8.7%。

转基因抗虫棉的衣分受调节剂的影响相对较小,除DPC+在2005年显著提高了XZ2的衣分外,其它差异均不显著。

2.2 对转基因抗虫棉果枝数、总果节数及成铃率的影响

从表3可以看出,DPC与DPC+处理均减少了棉株的果枝数和单株总果节数,虽然差异未全部达到显著水平,但这一变化趋势比较稳定(2004年GK12处理的果枝数较对照稍多,与打顶去除的叶片数和果枝数较少有关),反映了DPC和DPC+对棉株茎枝生长的延缓作用。两种处理均可以提高棉株的成铃率。其中DPC在2005年达到显著水平,DPC+作用较DPC更明显,而且除2004年的GK12外差异均达到显著水平。这是

调节剂处理增加转基因抗虫棉单株成铃数的主要原因。

2.3 对转基因抗虫棉棉铃室数、铃壳重和饱满种子数的影响

表4结果表明,DPC与DPC+处理对棉铃室数没有影响;对铃壳重和饱满种子数影响较大,但不同品种和处理在年际间的结果不一致。

DPC和DPC+处理后,XZ2铃壳重两年均显著高于CK,增加幅度在13%~20%之间;而GK12只有DPC处理在2004年较对照显著增加。作为棉铃的一部分和同化产物的中转组织,调节剂处理后铃壳重增加意味着棉铃整体库活性的增强,这对铃重的提高有积极意义。

饱满种子数与铃重存在密切的正相关^[25]。DPC处理有增加转基因抗虫棉饱满种子数的趋势,而DPC+在这方面的优势明显强于DPC。两品种两年均显著多于CK(除2004年GK12外),这对DPC+增加铃重的效果优于DPC可以做出部分解释。

表3 DPC与DPC+对单株果枝数、果节数及成铃率的影响

Table 3 Effects of single application of DPC or in mixture with DTA-6 on total sympodial fruiting branches, fruit-nodes, and the probability of fruit set in transgenic insect-resistant cotton

年份	处理	XZ2			GK12		
		果枝数 /个	果节数 /个	成铃率 /%	果枝数 /个	果节数 /个	成铃率 /%
2004	CK	13.7a	44.4a	21.2b	12.8a	43.5a	17.4a
	DPC	12.1b	40.2a	24.1ab	13.4a	41.2a	17.6a
	DPC+	13.0ab	40.9a	26.6a	13.1a	41.3a	18.6a
2005	CK	16.1a	56.4a	25.5b	17.1a	58.1a	21.8b
	DPC	15.1a	47.9b	31.3a	16.1a	52.4a	26.3a
	DPC+	15.2a	47.4b	34.3a	16.7a	51.3a	27.6a

表 4 DPC 与 DPC+对棉铃室数、铃壳重和饱满种子数的影响

Table 4 Effects of single application of DPC or in mixture with DTA-6 on some of boll components in transgenic insect-resistant cotton

年份	处理	XZ2			GK12		
		棉铃室数 /个·铃 ⁻¹	铃壳重 /g	饱满种子数 /粒·铃 ⁻¹	棉铃室数 /室·铃 ⁻¹	铃壳重 /g	饱满种子数 /粒·铃 ⁻¹
2004	CK	4.2 a	1.28 b	24.2 b	4.2 a	1.76 b	27.0 a
	DPC	4.2 a	1.53 a	24.4 b	4.3 a	1.95 a	27.3 a
	DPC+	4.1 a	1.52 a	25.3 a	4.2 a	1.76 b	28.0 a
2005	CK	4.1 a	1.25 b	24.6 b	4.1 a	1.29 a	26.2 b
	DPC	4.2 a	1.41 a	26.6 a	4.2 a	1.38 a	26.6 b
	DPC+	4.2 a	1.38 a	26.5 a	4.1 a	1.29 a	27.0 a

2.4 对转基因抗虫棉纤维品质的影响

表 5 结果表明,DPC 与 DPC+处理对棉纤维的平均长度、整齐度、比强度和伸长率均无显著影响。DPC 处理的麦克隆值较 CK 显著增加,但未改变其级别;DPC+处理的麦克隆值增幅不及

DPC,且与 CK 差异不显著。还可看出,2004 年两品种的麦克隆值(A 级,3.7~4.2)优于 2005 年(B 级,3.5~3.6 和 4.3~4.9),这是气候条件和种植密度的影响所致。

表 5 DPC 与 DPC+对转基因抗虫棉纤维品质的影响

Table 5 Effect of single application of DPC or in mixture with DTA-6 on the fiber qualities in transgenic insect-resistant cotton

年份	品种	处理	上半部平均 长度/mm	整齐度指 数/%	麦克隆值	断裂比强度 /(cN·tex ⁻¹)	伸长率 /%
2004	XZ2	CK	28.78 a	82.64 a	3.85 b	26.72 a	7.05 a
		DPC	29.43 a	83.37 a	4.19 a	27.54 a	6.36 a
		DPC+	30.06 a	83.36 a	3.97 ab	28.35 a	6.28 a
	GK12	CK	30.18 a	84.01 a	3.90 b	29.34 a	6.66 a
		DPC	30.36 a	84.54 a	4.20 a	30.04 a	6.01 a
		DPC+	30.66 a	83.46 a	3.97 ab	30.20 a	6.31 a
2005	XZ2	CK	29.14 a	84.09 a	4.40 b	27.44 a	5.73 a
		DPC	29.52 a	83.93 a	4.60 a	27.76 a	5.97 a
		DPC+	29.55 a	83.70 a	4.57 a	27.49 a	5.95 a
	GK12	CK	30.09 a	83.92 a	4.49 a	27.62 a	6.47 a
		DPC	30.20 a	83.72 a	4.63 a	27.70 a	6.37 a
		DPC+	30.22 a	83.65 a	4.58 a	27.45 a	6.61 a

3 讨论

试验结果表明,转基因抗虫棉的产量及其构成因素受到品种、年份和种植密度的影响(表 2)。2004 年 XZ2 的平均铃重显著低于 GK12,2005 年又显著高于 GK12。这是因为 2004 年 XZ2 在吐絮期严重早衰,叶片干枯脱落,大部分棉铃不能正常吐絮,铃重偏低。2005 年两品种的单株成铃数显著多于 2004 年,这与 2005 年的种植密度低于

2004 年有关。即使本试验中存在着这些差异,但调节剂均通过改善产量构成因素提高了棉花的产量,而且 DPC 与 DTA-6 复配在提高成铃率、增加铃数、增加饱满种子数、提高铃重等方面表现出了较 DPC 更强的优势,在生产中具有实用价值。

前期研究已经表明,DPC+既保留了 DPC 对转基因抗虫棉根系的促进效应,也在一定程度上避免了单用 DPC 对地上部生长的延缓作用;既提高了光合作用,又更有效地增强了根系的合成和

吸收能力^[17,24]。这可能是DPC+在增加铃数、提高铃重方面较单用DPC更具优势的原因。

DPC+对产量的调控效果虽然在本试验条件下具有较好的稳定性,但可看出该复配剂对棉花产量构成因素的调控强度随品种和年份而变化。因此,在生产中应用DPC+时应根据品种类型、气候条件和栽培措施适当调整用量和使用时间,并继续进行多点试验示范。

参考文献:

- [1] 何仲佩. 植物生长延缓剂 DPC 对棉叶生理功能的调节作用[J]. 北京农业大学学报, 1991, 17(增刊): 21-25.
- [2] 李丕明. 缩节胺化学控制对棉花冠层结构和生态因子的影响[J]. 棉花学报, 1986, 试刊(2): 13-16.
- [3] 李丕明, 何仲佩, 李召虎. 棉花应用缩节胺化控技术研究概况与进展[J]. 作物杂志, 1991(2): 1-3.
- [4] 田晓莉. 作物化学控制技术的增产潜力[J]. 作物杂志, 1997, 58(4): 7-9.
- [5] 毛树春. 我国棉花耕作栽培技术研究和应用[J]. 棉花学报, 2007, 19(5): 369-377.
- [6] 毛树春. 2006 年棉花增产原因浅析[EB/OL]. 2007-02-04. <http://www.ceppi.com.cn>.
- [7] 郭香墨, 范术丽, 王红梅, 等. 我国棉花育种技术的创新与成就[J]. 棉花学报, 2007, 19(5): 323-330.
- [8] 田晓莉, 杨培珠, 王保民, 等. 转 Bt 基因抗虫棉源器官的建成及其功能[J]. 棉花学报, 2003, 15(2): 91-96.
- [9] 张宝红, 丰 嵘. 棉花的抗虫性与抗虫棉[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [10] 曾献英, 李爱莲, 吕双俊, 等. 转 Bt 基因抗虫材料生长发育规律研究[J]. 中国棉花, 1999, 26(9): 12-13.
- [11] 刘生荣, 李葆求, 刘党培, 等. DPC 对转基因抗虫棉成铃与产量的影响[J]. 陕西农业科学, 2003(3): 16-17.
- [12] 张香桂, 周宝良, 陈 松, 等. 抗虫棉与常规棉主要农艺及经济性状的比较研究[J]. 中国棉花, 2004, 31(5): 14-16.
- [13] 吴征彬, 杨业华, 张 洪, 等. 抗虫棉的若干性状和利用价值研究[J]. 中国农学通报, 2004, 20(4): 26-29.
- [14] 张存信. Bt 抗虫棉生育特点与栽培技术要点[J]. 种子科技, 2001(3): 178-179.
- [15] 刘生荣, 刘党培, 贾 涛. 关中棉区抗虫棉化控技术研究[J]. 中国棉花, 2002, 29(7): 18-19.
- [16] 郭承君, 李树志, 于功立, 等. 缩节胺对转基因抗虫棉生长发育的影响研究[J]. 江西棉花, 2003, 25(2): 17-20.
- [17] 田晓莉, 谭伟明, 李召虎, 等. DPC 与 DTA-6 复配对转基因抗虫棉苗期生长发育的调控[J]. 棉花学报, 2006, 18(1): 3-7.
- [18] 陈敏资. 二烷氨基乙醇羧酸酯对紫罗兰生理活性的影响[J]. 园艺学报, 1995, 22(2): 201-202.
- [19] 梁广坚, 李芸瑛, 邵 玲. DA26 和 BR + GA3 对菠菜生长和光合速率的影响[J]. 园艺学报, 1998, 25(4): 356-360.
- [20] 吕建洲, 张 琴. 二烷氨基乙醇羧酸酯对瓜菊生长及生理活性的影响[J]. 辽宁师范大学学报: 自然科学版, 1999, 22(2): 153-157.
- [21] 徐秋曼, 陈宏, 胡义文. 二乙氨基己酸酯的柠檬酸盐浸种对小麦幼苗生长的影响[J]. 植物生理学通讯, 1998, 34(4): 261.
- [22] 张子龙, 梁 颖. DA-6 对水稻种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 西南农业大学学报, 2001, 23(3): 219-221.
- [23] 张明才, 何钟佩, 王玉琼, 等. 植物生长调节剂 DTA-6 在甜豌豆上的应用效果[J]. 农药学学报, 2001, 3(4): 53-58.
- [24] 田晓莉, 谭伟明, 李召虎, 等. DPC 与 DTA-6 复配对转基因抗虫棉根系功能的调控[J]. 棉花学报, 2006, 18(4): 218-222.
- [25] 陈旭升, 钱大顺, 狄佳春, 等. 影响抗虫杂交棉皮棉产量性状分析[J]. 中国棉花, 2000, 27(8): 16-17.