

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2013.04.005

转基因 (*Bn-csRRM2*) 高产棉花的荒地生存竞争能力

马小艳, 彭 军, 姜伟丽, 马亚杰, 马 艳*

中国农业科学院棉花研究所, 棉花生物学国家重点实验室, 河南 安阳 455000

摘要:【背景】转基因作物在商业化种植之前, 必须评价其环境安全性。其中, 荒地生存竞争能力是转基因作物环境安全性评价的重要内容之一。【方法】以转基因 (*Bn-csRRM2*) 高产棉为观察品种, 受体材料中棉所 12 及转基因 (*Bt + CpTI*) 抗虫棉中棉所 79 为对照品种, 分别于 2013 年 4 月底和 5 月底在荒地用地表撒播和 3 cm 深播 2 种方式播种, 并于 5 ~ 9 月份对棉花存活率、株高、茎直径、果枝数、蕾铃数等生长参数进行比较, 检测、评价其荒地竞争能力及杂草化风险。【结果】无论是撒播还是深播, 荒地中棉花长势均较弱, 表现为生长缓慢、植株矮小、生育期延迟。4 月底播种的棉花至 9 月底未见棉铃; 5 月底播种的棉花有个别植株能够结铃, 但铃数少且小, 无吐絮铃。【结论与意义】转基因高产棉在荒地中无竞争优势, 不能繁殖传代, 无杂草化风险。本研究为转基因棉花环境安全评价技术的完善提供了理论依据。

关键词: 转基因高产棉; 生存竞争能力; 杂草化风险

Survival competitiveness of transgenic (*Bn-csRRM2*) high-yield cotton in non-cultivated land

Xiao-yan MA, Jun PENG, Wei-li JIANG, Ya-jie MA, Yan MA*

State Key Laboratory of Cotton Biology, Institute of Cotton Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Anyang, Henan 455000, China

Abstract: 【Background】Environmental safety assessment of transgenic crop is required before its commercial cultivation. The survival competitiveness assessments of transgenic crop in non-cultivated land is one of the most important methods currently used to ensure safety once commercialized. 【Method】Three experiment materials were put in trial, including transgenic (*Bn-csRRM2*) high-yield cotton, which was the observed species, and the receptor variety CCRI 12 and transgenic (*Bt + CpTI*) insect-resistant cotton CCRI 79, which were the check test varieties. The three materials were seeded on the earth's surface and under 3 cm depth of the earth in late April and late May. We compared the growth indexes among cotton varieties for each month from April to September, including survival rate, plant height, stem diameter, sympodial branch number, and bud and boll number, in order to testing and evaluating their survival competitiveness in non-cultivated land and the risk of weediness. 【Result】Cotton growing in non-cultivated land was weak and stunted with slow and retarded growth. Plants sowing in late April were weak, and there was no boll until late September. Only a very few cottons sowing in late May could produce a few small bolls without cracked boll. 【Conclusion and significance】Transgenic high-yield cotton has no competitive advantage and reproductive capacity, and then no weediness potential. This study could make help for the assessment of environment safety of transgenic cotton.

Key words: transgenic high-yield cotton; survival competitiveness; weediness potential

作物高产是农业科技工作者长期追求的目标。前研究发现, 水稻开花控制基因 FCA 的 RNA 识别基序 (RNA recognition motif, RRM) 过量表达具有增大细胞和提高产量的功能 (Hong *et al.*, 2007); 同时, 在油菜 *Brassica napus* L. 中过量表达油菜 FCA 的第 2 个 RRM 结构域基因 (*Bn-csRRM2*) 也表现出细胞和整个植株的增大 (孙凡, 2010)。这说明 FCA-RRM2 可能参与细胞大小的调控, 同时, 其在进化过程中表现出高度的保守性。Sun *et al.* (2012) 将 *Bn-csRRM2* 基因转入棉花获得的转基因

收稿日期 (Received): 2013-08-20 接受日期 (Accepted): 2013-10-15
基金项目: 国家转基因生物新品种培育重大专项 (2013ZX08010005)
作者简介: 马小艳, 女, 副研究员, 博士。研究方向: 棉田杂草生物学、生态学和综合防治及转基因棉花环境安全评价技术。E-mail: harmani@126.com
* 通讯作者 (Author for correspondence), E-mail: mayan@cricaas.com.cn

棉花,与受体材料相比表现出植株和多种器官体积的增大,同时棉花的产量和品质显著提高,使其在农业生产中具有重大的经济价值。

然而,转基因作物在给人类带来巨大的经济和社会效益的同时,其对人类健康和生态环境可能造成的影响越来越受到人们的关注(宋新元等,2011; Andow & Zwahlen,2006)。对转基因作物进行环境安全性评价是其商业化种植之前的一项重要评价内容,其中,转基因作物的荒地生存竞争能力,即其转变为杂草的可能性,是转基因作物环境安全性评价的重要内容之一(刘娜等,2006; James, 1996)。近年来,人们依据农业部 953 号公告(中华人民共和国农业部,2007),对多种转基因棉花的荒地生存能力进行了评价,结果表明,转双价抗黄萎病基因(*Glu + Chi*)棉、转双价抗虫基因(*cry1Ac + cry2Ab*)棉和转基因(*EPSPS + cry1Ac*)抗草甘膦抗虫棉在与杂草的竞争中均处于弱势,生长势、种子活力及越冬能力等方面与非转基因植株差别不大,不能繁殖传代,无杂草化风险(马小艳等,2013; 王振宇等,2010; 张兴华等,2011、2012)。

本文以转基因高产棉为研究对象,依据农业部 953 号公告,对其荒地生存竞争能力进行评价,以期成为转基因高产棉的推广应用及转基因棉花环境安全评价技术的完善提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为转基因(*Bn-csRRM2*)高产棉 HN9311,受体材料中棉所 12(CK₁)及当地主栽品种转基因(*Bt + CpTI*)抗虫棉中棉所 79(CK₂)为对照品种,均由中国农业科学院棉花研究所育种研究室提供。

1.2 试验处理

试验于 2013 年在河南安阳中国农业科学院棉花研究所试验农场的杂草圃中进行。试验品种和对照品种各设 4 个处理:分别于 4 月 25 日和 5 月 25 日播种,播种方式均为地表撒播和 3 cm 深度点播 2 种。每个小区播种 40 粒种子,播种后未进行任何栽培管理。每个处理设 3 次重复,随机排列,小区面积为 1.6 m×3 m。

杂草调查:棉花播种前目测每个小区内杂草的

覆盖度,即小区内全部杂草投影所覆盖小区面积的百分比。以后每隔 1 个月调查 1 次杂草覆盖度,至 9 月底结束。

棉花存活率及生长发育调查:棉花播种后每隔 1 个月详细调查各小区的棉花株数,随机测量 10 株棉花的株高、茎直径、果枝数、蕾铃数等生育指标;若小区内棉株少于 10 株,则测量所有棉花的生育指标,至 9 月底结束。

1.3 统计分析

运用 SPSS 13.0 软件对所有数据进行统计分析,采用单因素方差分析(One-way analysis, ANOVA)和 Duncan's 差异显著性分析,检验同一时期不同小区内杂草发生情况的差异,以及棉花生长参数在不同品种之间的差异。

2 结果与分析

2.1 杂草发生情况

经 Duncan's 差异显著性分析,2 种播种方式下,同一时期不同处理区间杂草的覆盖度无显著性差异(表 1),且杂草覆盖度在整个调查期内呈现逐渐增大的趋势。4 月底和 5 月底播种时,绝大多数杂草处于苗期,植株矮小,杂草平均覆盖度为 30.0%~65.0%,至 7 月底已达到 100%,最终形成以小飞蓬 *Conyza canadensis* (L.) Cronq.、狗尾草 *Setaria viridis* (L.) Beauv.、马唐 *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. 和女菀 *Turczaninowia fastigiata* (Fisch.) DC. 为绝对优势种的杂草群落。

2.2 4 月底播种竞争能力表现

2.2.1 存活率 调查结果(表 2)显示,4 月底播种,撒播方式下棉花的出苗率高于深播,但 2 种播种方式下棉花均延缓出苗,撒播方式下 5 月底仍未见棉花出苗。这主要是由于 4 月份降雨量较少,土壤干旱不利于棉花出苗,5 月底至 6 月初的降雨促进了棉花的萌发。同一播种方式下,转基因高产棉花的存活率略高于受体材料,但两者差异不显著;而转基因高产棉花的存活率显著高于当地主栽对照品种中棉所 79。上述结果表明,荒地 4 月底撒播和深播棉种,在不进行任何栽培管理的情况下,转基因高产棉花的存活率与受体材料和对照品种相比具有一定的竞争优势。

表 1 2 种播种方式下小区杂草的覆盖度
Table 1 Weed coverage in each district by two sowing patterns %

播种方式 Sowing pattern	品种 Cultivar	4 月底播种 Sown in late April						5 月底播种 Sown in late May					
		04 - 25	05 - 22	06 - 26	07 - 25	08 - 26	09 - 24	05 - 22	06 - 26	07 - 25	08 - 26	09 - 24	
地表撒播	HN9311	42.7 ± 8.7	45.0 ± 22.9	75.0 ± 21.8	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	35.3 ± 35.2	58.3 ± 34.0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	
Scattered on surface	CK ₁	65.0 ± 5.0	48.3 ± 16.1	78.3 ± 7.6	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	30.0 ± 13.2	60.0 ± 21.8	93.3 ± 11.5	100 ± 0	100 ± 0	
	CK ₂	47.0 ± 37.5	45.0 ± 13.2	76.7 ± 10.4	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	47.7 ± 33.6	80.0 ± 5.0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	
3 cm 深播	HN9311	55.0 ± 5.0	46.7 ± 10.4	78.3 ± 10.4	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	34.7 ± 23.5	63.3 ± 27.5	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	
Sown 3 cm	CK ₁	52.0 ± 14.7	49.0 ± 21.5	73.3 ± 11.5	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	38.7 ± 27.6	65.0 ± 21.8	93.3 ± 11.5	100 ± 0	100 ± 0	
deep	CK ₂	36.7 ± 27.5	43.3 ± 10.4	71.7 ± 12.6	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	45.7 ± 37.2	55.0 ± 5.0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	

HN9311:转基因(*Bn-csRRRM2*)高产棉材料;CK₁:受体材料;CK₂:转基因(*Bt + CpTI*)抗虫棉中棉所 79。数据为平均值 ± 标准差;同一播种方式下不同品种间差异不显著($P>0.05$)。

HN9311: Transgenic (*Bn-csRRM2*) high-yield cotton; CK₁: The receptor variety; CK₂: Transgenic (*Bt + CpTI*) insect-resistant cotton CCRI 79. Values are means ± SD; there is no significant difference among three cultivars under the same sowing pattern ($P>0.05$).

表 2 2 种播种方式下棉花在荒地中的存活率
Table 2 Cotton survival rates under two sowing patterns in non-cultivated land %

播种方式 Sowing pattern	品种 Cultivar	4 月底播种 Sown in late April					5 月底播种 Sown in late May				
		05 - 22	06 - 26	07 - 25	08 - 26	09 - 24	06 - 26	07 - 25	08 - 26	09 - 24	
地表撒播	HN9311	—	32.5 ± 6.6a	35.0 ± 5.0a	32.5 ± 4.3a	33.3 ± 3.8a	66.7 ± 10.1a	62.5 ± 8.7a	52.5 ± 16.4a	59.2 ± 9.5a	
Scattered on surface	CK ₁	—	24.2 ± 11.5a	24.2 ± 11.5ab	24.2 ± 11.5ab	24.2 ± 11.5b	65.0 ± 4.3a	61.7 ± 5.8a	51.7 ± 14.4a	55.8 ± 9.5a	
	CK ₂	—	12.5 ± 13.2a	10.0 ± 6.6b	9.2 ± 7.6b	7.5 ± 2.5a	44.2 ± 13.8b	44.2 ± 11.3a	35.8 ± 7.6a	35.0 ± 8.7b	
3 cm 深播	HN9311	5.0 ± 5.0ab	14.2 ± 3.8a	13.3 ± 5.2a	12.5 ± 4.3a	12.5 ± 6.6a	59.2 ± 3.8a	52.5 ± 13.2ab	35.8 ± 14.4a	42.5 ± 11.5ab	
Sown 3 cm	CK ₁	9.2 ± 1.4a	8.3 ± 2.9a	10.8 ± 6.3ab	6.7 ± 1.4ab	7.5 ± 4.3ab	68.3 ± 11.3a	65.0 ± 4.3a	52.5 ± 10.0a	57.5 ± 5.0a	
deep	CK ₂	1.7 ± 2.9b	9.2 ± 5.2a	2.5 ± 2.5b	3.3 ± 3.8b	1.7 ± 1.4b	38.3 ± 7.2b	35.8 ± 5.2b	31.7 ± 5.2a	33.3 ± 6.3b	

HN9311:转基因(*Bn-csRRRM2*)高产棉材料;CK₁:受体材料;CK₂:转基因(*Bt + CpTI*)抗虫棉中棉所 79。数据为平均值 ± 标准差;同一列中小写字母不同者表示差异显著($P<0.05$)。

HN9311: Transgenic (*Bn-csRRM2*) high-yield cotton; CK₁: The receptor variety; CK₂: Transgenic (*Bt + CpTI*) insect-resistant cotton CCRI 79. Values are means ± SD; different small letters in same column represent a significant difference ($P<0.05$).

2.2.2 营养生长竞争力 由表 3 可以看出,若 4 月底播种,同一播种方式下,转基因高产棉花与两对照品种相比,株高和茎直径均无显著差异。从 7 月底至 9 月底,由于杂草的荫蔽作用,棉花生长缓慢,株高和茎直径无明显增加。这说明荒地 4 月底撒播和深播棉种,在不进行任何栽培管理的情况下,转基因高产棉花的营养生长与受体材料和对照品种相比无竞争优势。在杂草的荫蔽下,3 个品种在荒地中均生长缓慢,至 9 月底,棉花平均株高仅为 9.7 ~ 32.9 cm,茎直径仅为 1.9 ~ 4.7 mm。

2.2.3 生殖生长竞争力 4 月底撒播方式下,至 8 月底,转基因高产棉花和对照品种中棉所 79 仍未见果枝和蕾铃,仅见 1 株受体材料有 3 台果枝和 3 个花蕾。至 9 月底,3 个品种的个别植株均长出果枝,但果枝数较少,仅 1 ~ 5 台,平均果枝数小于 0.3 台 · 株⁻¹;转基因高产棉花未见花蕾,仅有 1 株上见 1 个大铃;同时,两对照品种的花蕾数也较少,平均为 0.2 ~ 0.3 个 · 株⁻¹,仅有 1 株受体材料上有 1

个小铃(棉铃未出苞叶),无吐絮表现,而中棉所 79 未见棉铃(表 4)。

由表 4 可见,同一时期同一品种深播处理的棉花比撒播处理生育进程略快。至 8 月底,深播方式下,除对照品种中棉所 79 无果枝、蕾铃外,转基因高产棉花和受体材料均长出果枝和花蕾,但数量均较少,此时 3 个品种均未见棉铃。至 9 月底,中棉所 79 仍无果枝和蕾铃,而转基因高产棉花和其受体材料的部分植株长出果枝,但果枝数较少,平均果枝数小于 0.5 台 · 株⁻¹;虽然转基因高产棉花和其受体材料的蕾铃数多于撒播处理,但是仅见转基因高产棉花有 2 株棉花各有 1 个吐絮铃,且棉铃较小,直径仅 2 cm 左右,棉籽发育不成熟,不能正常发芽繁殖。

上述结果表明,4 月底撒播和深播 2 种方式下,转基因高产棉与其受体材料和当地主栽棉相比,生殖生长的竞争优势不明显,在不进行任何栽培管理的环境下,无变为杂草的可能性。

表 3 2 种播种方式下棉花的株高和茎直径
Table 3 Cotton height and stem diameter under two sowing patterns

播种方式 Sowing pattern	品种 Cultivar	株高 Cotton height (cm)									
		4 月底播种 Sown in late April					5 月底播种 Sown in late May				
		05 – 22	06 – 26	07 – 25	08 – 26	09 – 24	06 – 26	07 – 25	08 – 26	09 – 24	
地表撒播	HN9311	–	9.5 ±1.0	15.7 ±3.2	19.5 ±6.2	19.6 ±4.9	16.5 ±9.4	35.5 ±19.6	42.6 ±19.3	50.2 ±23.0	
Scattered on surface	CK ₁	–	8.5 ±0.1	14.4 ±0.8	24.7 ±3.7	25.8 ±4.9	15.4 ±7.3	30.6 ±14.7	51.2 ±14.6	49.0 ±16.1	
	CK ₂	–	11.3 ±6.7	16.8 ±4.8	16.6 ±3.7	19.9 ±2.3	11.2 ±2.7	20.1 ±4.9	27.3 ±1.0	25.2 ±4.9	
3 cm 深播	HN9311	2.4 ±2.1	10.0 ±3.5	17.7 ±7.3	28.6 ±14.6ab	29.7 ±16.8	13.5 ±6.2	28.8 ±18.9	45.2 ±20.6	43.7 ±17.3	
Sown 3 cm	CK ₁	2.9 ±0.7	10.6 ±2.4	13.3 ±2.1	34.9 ±12.7a	32.9 ±10.4	13.4 ±6.5	24.5 ±10.3	49.5 ±19.0	41.1 ±8.9	
deep	CK ₂	0.9 ±1.6	7.9 ±0.8	9.0 ±7.8	9.3 ±8.3b	9.7 ±8.5	11.0 ±2.6	29.9 ±16.3	26.6 ±0.7	25.1 ±1.4	

播种方式 Sowing pattern	品种 Cultivar	茎直径 Stem diameter (mm)									
		4 月底播种 Sown in late April					5 月底播种 Sown in late May				
		05 – 22	06 – 26	07 – 25	08 – 26	09 – 24	06 – 26	07 – 25	08 – 26	09 – 24	
地表撒播	HN9311	–	1.7 ±0.1	1.9 ±0.0	1.9 ±0.4	3.1 ±0.6	2.3 ±0.6	3.3 ±1.2	3.7 ±1.3	4.7 ±1.7	
Scattered on surface	CK ₁	–	1.6 ±0.1	1.9 ±0.3	1.9 ±0.3	3.4 ±1.1	2.3 ±0.5	3.4 ±1.6	5.0 ±1.7	4.7 ±1.6	
	CK ₂	–	2.1 ±0.5	2.0 ±0.1	2.8 ±1.5	3.1 ±0.3	2.0 ±0.3	2.2 ±0.3	2.6 ±0.5	3.2 ±0.3	
3 cm 深播	HN9311	1.2 ±1.0	2.1 ±0.6	3.0 ±0.8	2.9 ±1.1	4.3 ±0.7ab	2.3 ±0.6	2.8 ±0.8	4.2 ±1.9	4.6 ±2.4	
Sown 3 cm	CK ₁	1.7 ±0.1	2.0 ±0.5	1.8 ±0.1	3.3 ±1.0	4.7 ±1.3a	2.3 ±0.7	2.5 ±0.6	4.2 ±1.6	4.0 ±1.0	
deep	CK ₂	0.6 ±1.0	1.6 ±0.1	1.5 ±1.4	1.2 ±1.1	1.9 ±1.6b	2.0 ±0.1	2.2 ±0.1	2.5 ±0.3	3.2 ±0.4	

HN9311:转基因 (*Bn-csRRRM2*) 高产棉材料;CK₁:受体材料;CK₂:转基因 (*Bt + CpTI*) 抗虫棉中棉所 79。数据为平均值 ± 标准差;同一列中小写字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$)。

HN9311: Transgenic (*Bn-csRRM2*) high-yield cotton; CK₁: The receptor variety; CK₂: Transgenic (*Bt + CpTI*) insect-resistant cotton CCRI 79. Values are means ± SD; different small letters in same column represent a significant difference ($P < 0.05$).

表 4 2 种播种方式下棉花的果枝数、花蕾数和铃数
Table 4 The number of sympodial branch, bud and boll under two sowing patterns

播种方式 Sowing pattern	调查日期 Survey date	品种 Cultivar	4 月底播种 Sown in late April			5 月底播种 Sown in late May		
			果枝数(台)	花蕾数(个)	铃数(个)	果枝数(台)	花蕾数(个)	铃数(个)
			Sympodial branch number	Flower bud number	Boll number	Sympodial branch number	Flower bud number	Boll number
地表撒播	08 – 26	HN9311	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.00 ± 0.00	0.3 ± 0.6b	0.3 ± 0.5a	0.13 ± 0.23a
Scattered on		CK ₁	0.1 ± 0.2	0.1 ± 0.2	0.00 ± 0.00	1.8 ± 1.2a	1.1 ± 0.6a	0.40 ± 0.36a
surface		CK ₂	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.00 ± 0.00	0.1 ± 0.2b	0.1 ± 0.2b	0.00 ± 0.00b
	09 – 24	HN9311	0.1 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.03 ± 0.05	0.7 ± 0.6	0.4 ± 0.4	0.33 ± 0.29
		CK ₁	0.3 ± 0.3	0.3 ± 0.2	0.05 ± 0.08	1.1 ± 1.1	0.3 ± 0.2	0.60 ± 0.70
		CK ₂	0.2 ± 0.3	0.2 ± 0.3	0.00 ± 0.00	0.1 ± 0.2	0.1 ± 0.1	0.03 ± 0.06
3 cm 深播	08 – 26	HN9311	1.1 ± 1.3	0.7 ± 0.8	0.00 ± 0.00	0.6 ± 0.6	0.4 ± 0.2	0.17 ± 0.29
Sown 3 cm		CK ₁	1.1 ± 1.9	1.2 ± 2.1	0.00 ± 0.00	1.5 ± 1.4	1.2 ± 1.1	0.33 ± 0.31
deep		CK ₂	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.00 ± 0.00	0.03 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.03 ± 0.06
	09 – 24	HN9311	0.4 ± 0.4	0.3 ± 0.3	0.14 ± 0.25	0.3 ± 0.3	0.1 ± 0.1	0.10 ± 0.17
		CK ₁	0.5 ± 0.5	0.4 ± 0.5	0.08 ± 0.14	0.5 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.20 ± 0.20
		CK ₂	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.00 ± 0.00	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.03 ± 0.06

HN9311:转基因 (*Bn-csRRRM2*) 高产棉材料;CK₁:受体材料;CK₂:转基因 (*Bt + CpTI*) 抗虫棉中棉所 79。数据为平均值 ± 标准差;同一列中小写字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$)。

HN9311: Transgenic (*Bn-csRRM2*) high-yield cotton; CK₁: The receptor variety; CK₂: Transgenic (*Bt + CpTI*) insect-resistant cotton CCRI 79. Values are means ± SD; different small letters in same column represent a significant difference ($P < 0.05$).

2.3 5 月底播种竞争能力表现

2.3.1 存活率 5 月底播种时,降雨量较大,土壤湿度大,有利于棉花的出苗,因此,5 月底播种的棉花出苗情况好于 4 月底播种(表 2)。撒播和深播方式下,转基因高产棉花与受体材料的存活率均

(显著)高于对照品种中棉所 79。随着杂草生长对棉花的荫蔽作用,3 个品种的存活率整体略呈下降趋势,但下降程度不大,至 9 月底,2 种播种方式下,棉花的存活率仍在 50% 左右。这说明荒地 5 月底撒播和深播棉种,在不进行任何栽培管理的情况

下,与当地主栽品种相比,转基因高产棉花及其受体材料具有一定的存活竞争优势。

2.3.2 营养生长竞争力 同一时期,转基因高产棉花与受体材料的株高和茎直径相当,均大于对照品种中棉所 79,但 3 个品种间差异不显著(表 3)。这说明外源高产基因的导入并未提高受体材料营养生长的竞争力,但荒地 5 月底撒播和深播棉种,在不进行任何栽培管理的情况下,与当地主栽对照品种相比,转基因高产棉花及其受体材料具有营养生长的竞争优势。

2.3.3 生殖生长竞争力 由表 4 可见,至 8 月底,撒播和深播 2 种方式下,3 个品种均长出果枝和花蕾;但转基因高产棉花及其受体材料的果枝数和花蕾数要多于对照品种中棉所 79,但三者间差异不显著;此时除地表撒播方式下常规品种未见棉铃外,其余处理均见棉铃。至 9 月底,撒播方式下,转基因高产棉及其受体材料的棉铃数均有所增多,对照品种部分植株也长出棉铃。上述结果表明,5 月底撒播和深播 2 种方式下,转基因高产棉与其受体材料和当地主栽品种相比,生殖生长的竞争优势不明显,在不进行任何栽培管理的环境下,无变为杂草的可能性。

3 讨论

植物的“杂草化”是指自然生长或人工栽培的植物,在新的人工生境中自然繁殖其种群并表现一定的生存竞争优势,从而转变成杂草的演化过程。转基因作物因通过基因工程手段获得新性状,其环境适应能力和生存竞争力可能发生改变,从而增加了作物演化成杂草的风险(钱迎倩和马克平,1998;强胜等,2010)。评估转基因作物和相应非转基因对照品种的生存竞争能力的强弱,如生长发育和繁殖能力、传播方式和传播能力、休眠期及生态适应性等指标,是判断植物是否具有杂草化潜力的主要方法。在相同环境条件下,竞争能力强的植物较易在栖息地占据生存空间,并入侵和改变栖息地环境,最终演变为杂草。

本研究通过比较转基因高产棉花与其受体材料和当地主栽品种在同一荒地环境中的存活、生长和繁殖情况,评价转基因高产棉花的荒地生存竞争能力,进而判断转基因高产棉花的杂草化风险。从试验结果可以看出,荒地 4 月底和 5 月底撒播和深播棉种,在不进行任何栽培管理的情况下,与对照品种相比,转基因高产棉花的存活率具有一定的竞

争优势。从中后期棉花生长来看,2 种播种方式下转基因高产棉和 2 个对照品种的长势均较弱,表现为生长缓慢,植株矮小,生育期延迟,无吐絮铃。因此,不同时期不同播种方式下,转基因高产棉在荒地无竞争优势,不能繁殖传代,不存在杂草化风险。

参考文献

- 刘娜,李葱葱,徐文静,董英山. 2006. 转基因作物环境安全性研究进展. 分子植物育种, 4(1): 9-14.
- 马小艳,马艳,彭军,姜伟丽,马亚杰. 2013. 转基因抗草甘膦抗虫棉的荒地生存竞争能力. 生物安全学报, 22(2): 103-108.
- 钱迎倩,马克平. 1998. 经遗传修饰生物体的研究进展及其释放后对环境的影响. 生态学报, 18(1): 1-9.
- 强胜,宋小玲,戴伟民. 2010. 抗除草剂转基因作物面临的机遇与挑战及其发展策略. 农业生物技术学报, 18(1): 114-125.
- 宋新元,张欣芳,于壮,李新海,张明. 2011. 转基因植物环境安全评价策略. 生物安全学报, 20(1): 37-42.
- 孙凡. 2010. 水稻 OsPDC5 基因的功能研究和应用及油菜 csRRM2 结构域在棉花中的功能鉴定. 杭州: 浙江大学.
- 王振宇,蒋媛媛,马奇祥,崔小伟,娄永尚,赵辉. 2010. 转抗病基因棉花荒地生存竞争能力研究. 河南农业科学, (10): 51-52, 120.
- 张兴华,田绍仁,乔艳艳,李捷,杨兆光. 2011. 转双价抗病基因棉花在荒地生存的竞争能力研究. 江西棉花, 33(1): 42-50.
- 张兴华,田绍仁,张天玉,李捷,乔艳艳. 2012. 转 cry1Ac + cry2Ab 基因棉与转 cry1Ac + EPSPS 基因棉荒地的生存竞争能力. 生物安全学报, 21(2): 119-124.
- 中华人民共和国农业部. 2007. 农业部 953 号公告—12. 2—2007(转基因植物及其产品环境安全检测 抗虫棉花第 2 部分: 生存竞争能力). http://www.moa.gov.cn/zwillm/tzgg/gg/200801/t20080110_952066.htm.
- Andow D A and Zwahlen C. 2006. Assessing environmental risks of transgenic plants. *Ecology Letters*, 9: 196-214.
- Hong F, Attia K, Wei C, Li K, He G, Su W, Zhang Q, Qian X and Yang J. 2007. Overexpression of the rFCA RNA recognition motif affects morphologies modifications in rice (*Oryza sativa* L.). *Bioscience Reports*, 27: 225-234.
- James K. 1996. Could transgenic super crops one day breed super weeds. *Science*, 274: 180-181.
- Sun F, Liu C, Zhang C, Qi W, Zhang X, Wu Z, Kong D, Wang Q, Shang H, Qian X, Li F and Yang J. 2012. A conserved RNA recognition motif (RRM) domain of *Brassica napus* FCA improves cotton fiber quality and yield by regulating cell size. *Molecular Breeding*, 30: 93-101.