

细胞质雄性不育陆地棉与海岛棉间杂种优势初步研究

张小全, 王学德*

(浙江大学农业与生物技术学院, 杭州 310029)

摘要:利用棉花细胞质雄性不育系及其恢复系, 配制海岛棉与陆地棉种间杂种和陆地棉与陆地棉种内杂种, 并以常规棉品种作为对照, 比较和研究了两类组合的优势表现。结果表明, 利用细胞质雄性不育的海陆种间杂种在株高、果枝数、果节数、单株结铃数和不孕子率上显著地高于陆地棉种内杂种, 但单铃重和衣分则显著地低于陆地棉种内杂种, 单铃重前者最高为 3.3 g, 后者最低也有 4.7 g。一般地, 海陆种间杂种的小区皮棉产量显著低于陆陆种内杂种, 但也有个别组合, 如海陆 1 号的皮棉产量, 与陆地棉品种中棉所 12 和陆陆种内杂种浙杂 166 没有显著差异。在品质性状方面, 海陆种间杂种在长度、整齐度、比强度、伸长率和麦克隆值都显著地好于陆陆种内杂种, 尤其是长度、比强度和伸长率最高分别达到 35.3 mm、43.6 cN·tex⁻¹ 和 7.8%。

关键词:棉花; 种间杂种; 细胞质雄性不育

中图分类号: S562.035.1 文献标识码: A

文章编号: 1002-7807(2005)02-0079-05

Preliminary Study on Heterosis of Interspecific Hybrid Cotton (*Gossypium hirsutum* × *G. barbadense*) Based on Cytoplasmic Male-sterility System

ZHANG Xiao-quan, WANG Xue-de*

(College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: Study was made on the performance of interspecific (*Gossypium hirsutum* × *G. barbadense*) and intraspecific (*G. hirsutum* × *G. hirsutum*) hybrid cotton based on cytoplasmic male-sterility system, compared with inbred cultivars. Data showed that interspecific hybrids were significantly higher than intraspecific hybrids and inbred cultivars in height, number of fruit branches, number of fruit nodes, number of bolls and percentage of aborted seeds. However, boll weight and lint percentage were significantly lower, especially for boll weight, the maximum was only 3.3 g for interspecific hybrids, but for intraspecific hybrids, the minimum reached 4.7 g. Generally, lint yield of interspecific hybrids was significantly lower than intraspecific hybrids, but a few of interspecific hybrids presented an acceptable lint yield, for example, there was no significant difference between Hailu No. 1 (an interspecific hybrid) and CCRI 12 (a commercial cultivar) or Zheza 166 (an intraspecific hybrid). For fiber properties, interspecific hybrids were significantly better, especially in fiber length, strength and elongation span, the maximum of that was 35.3 mm, 43.6 cN·tex⁻¹ and 7.8%, respectively.

Key words: cotton; interspecific hybrid; cytoplasmic male sterility

我国棉花当家品种的纤维品质中等, 纤维强度偏低, 品质单一, 纺高支纱的优质棉仍需大量进口^[1]。因而, 在提高棉花纤维产量的同时, 改良棉

花的纤维品质已成为棉花遗传育种的主要目标。海岛棉具有优良的纤维品质, 但产量较低; 相反, 陆地棉产量较高, 但品质较差。由于海陆种间杂

收稿日期: 2004-04-28

作者简介: 张小全(1980-), 男, 在读博士研究生; * : 通讯作者, xdwang@zju.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金(30170058)、国家“863”计划(2001AA212081)和国家教育部科研基金(重大 0114)

种自交衰退现象很明显^[2],而且随着自交代数的增加,植株表型大多倾向于亲本类型^[3]。因此,利用传统的杂交育种方法,尚难选育出综合海岛棉的优质性状和陆地棉的丰产性状于一体的品种。Weaver、Marni等的研究认为,海陆种间杂种的皮棉产量显著高于海岛棉,低于或与陆地棉相当;纤维长度比海岛棉长或相当,纤维强度一般居中,麦克隆值低于双亲^[4-5];杂种一代高抗黄萎病^[8]。刁光中^[6]、曲健木^[7]、华兴雁^[8]、浙江农业大学^[9-10]等对陆地棉与海岛棉种间杂种也进行了深入细致的研究,并且还就海陆杂种在生产上应用进行许多有益的探索。陆地棉与海岛棉种间的杂种一代,可综合双亲的优良性状,利用其杂种优势,在保持高产的同时,可提高纤维品质,被认为是一条可行的途径。

采用“人工去雄授粉法”生产海陆杂种种子,效率低,成本高,加之 F_2 代的自交衰退很大,也不

能像陆地棉种内杂种那样利用其 F_2 代,使大面积利用海陆杂种优势尚有困难。对基于细胞质雄性不育的陆地棉与海岛棉种间杂种进行了初步的研究,旨在为用“三系法”生产杂种种子并发挥其杂种优势的育种提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

试验材料由3个常规棉品种(系)和6个三系杂交棉组合(F_1)组成(表1)。在3个常规品种(系)中,海R是对哈克尼西棉细胞质雄性不育具有恢复能力的海岛棉恢复系;在6个组合中,标杂1号和标杂2号是鸡脚叶不育系与正常叶恢复系,或正常叶不育系与鸡脚叶恢复系的陆地棉杂种,即具有鸡脚叶标记的种内杂种。

表1 材料名称和类型

Table 1 Cotton materials and species

名称	类型	不育系(母本)	恢复系(父本)	备注
海R	I 海岛棉			恢复系
Pima S-4	I 海岛棉			保持系
中棉所12	II 陆地棉			保持系
海陆1号	III 陆海杂种	IA-1	海R	正常叶
海陆2号	III 陆海杂种	IA-2	海R	正常叶
海陆3号	III 陆海杂种	抗A	海R	正常叶
标杂1号	IV 陆陆杂种	鸡A	浙大强恢	中鸡脚叶
标杂2号	IV 陆陆杂种	抗A	鸡R	中鸡脚叶
浙杂166	IV 陆陆杂种	抗A	浙大强恢	正常叶

1.2 方法

将上述9个材料,于2003年夏,在浙江大学华家池实验农场进行三次重复的随机区组比较实验。4月15日营养钵育苗,5月9日移栽,双行区,行长16m,株距0.4m,常规田间管理。

在棉花成熟期,每小区随机选取10株调查株高、单株果枝数、单株铃数等性状;吐絮期分次收花测产,并取中部铃50个测单铃重、衣分和不孕子率等性状;纤维品质由农业部棉花品质监督检验测试中心测定。

2 结果与分析

2.1 产量和产量构成性状的表现和比较分析

用细胞质雄性不育,配制的陆地棉与海岛棉种间杂种,简称为海陆种间杂种(III型);陆地棉与

陆地棉种内杂种,称为陆陆种内杂种(IV型),以便与常规陆地棉品种(系)(II型)和海岛棉(I型)有所区别。从表2的结果中可以看出:海陆种间杂种除海陆1号的皮棉产量与中棉所12和浙杂166相当外,其余皆显著地低于陆地棉类型材料(II型和IV型)。III型较II型和IV型产量低的原因,从其产量构成上来看,虽然铃数上III型总体上多于II型和IV型,但是单铃重和衣分却都低于II型和IV型,特别是铃重显著地低于陆地棉类型,这样综合起来产量就不如陆地棉类型;从环境适应性上看,III型亲本(海R)和海岛棉Pima S-4的产量在杭州也很低;同时,受不育细胞质效应的影响,III型的不孕子率显著地高于其它类型(表3),而用转GST基因的陆地棉恢复系浙大强恢所配的IV型,则在很大程度上克服了不育细胞质效

应的影响。III型中海陆1号较2号和3号铃数有所减少,铃重有所增加,虽然衣分稍低,仍得到了与中棉所12和浙杂166相当的产量。受其亲

本和海岛棉本身特性影响,在单铃重方面,虽然表现了270%的超亲优势,但与陆地棉类型相比相差仍然显著。

表2 产量和产量构成性状的表现

Table 2 Performance of yield and yield components

名称	类型	单株铃数/个	单铃重/g	衣分/%	小区皮棉产量/g
海陆3号	III	19.90 A	3.10 C	37.97 CD	453.69 D
海陆1号	III	18.43 AB	3.27 C	36.91 D	564.82 C
海陆2号	III	15.33 CD	2.67 D	38.41 BCD	387.92 D
标杂2号	IV	13.33 DE	4.67 B	42.24 ABC	719.99 AB
浙杂166	IV	13.17 DE	4.80 B	43.34 AB	646.33 BC
标杂1号	IV	12.63 E	5.23 A	46.60 A	806.56 A
海R	I	8.67 F	1.21 E	42.87 ABC	115.75 F
Pima S-4	I	14.80 CDE	2.37 D	29.38 E	296.30 DE
中棉所12	II	16.37 BC	4.77 B	41.27 BCD	634.19 BC
CV%		8.99	6.32	7.58	11.20
LSD _{0.05}		2.29	0.39	5.23	99.66

注:1)DCV%变异系数;2)LSD_{0.05}为5%水平的最小显著差数;3)后面含有相同字母的各性状平均值之间没有显著差异(下同)。

2.2 其它农艺性状的表现和比较分析

从表3可看出,海陆种间杂种与陆陆种内杂种及常规陆地棉品种(系)比较,在株高、果枝数、果节数方面大部分都显著地高。这与III型生长旺盛、枝叶繁茂、开花数多、花期长、迟熟的田间表现相一致。III型的株高与其一个亲本以海R的株高较高有关,同是海岛棉类型(I型)的Pima S-4则与陆地棉相当。在单株果枝数和果节数上海陆杂种保持了海岛棉的特点,最高分别达到18.2

枝和65.5节,显著的高于陆地棉的15.0枝和45.3节。III型的不孕子率不但显著的超过了陆地棉类型(II型和IV型),还超过了海岛棉类型(II型),这与人工去雄授粉制种的海陆杂种的结果相一致,可能是种间存在的生殖障碍导致的,同时也与不育细胞质效应有关。虽然海陆种间杂种有着高产的潜力(植株高,果枝、果节、铃数多),但杂种营养生长旺盛,消耗了过多的养分,致使生殖生长养分缺乏,铃小而轻,衣分低,产量不高。

表3 其它主要农艺性状的表现

Table 3 Performance of other agronomic traits

名称	类型	株高/cm	单株果枝数	株果节数	不孕子率/%
海陆3号	III	107.83 AB	18.07 AB	107.83 AB	18.07 AB
海陆1号	III	103.43 B	17.17 AB	103.43 B	17.17 AB
海陆2号	III	110.53 AB	18.20 AB	110.53 AB	18.20 AB
标杂2号	IV	76.47 CD	14.10 C	76.47 CD	14.10 C
浙杂166	IV	75.47 CD	13.03 C	75.47 CD	13.03 C
标杂1号	IV	74.53 D	14.47 C	74.53 D	14.47 C
海R	I	116.40 A	16.63 B	116.40 A	16.63 B
Pima S-4	I	85.03 C	18.63 A	85.03 C	18.63 A
中棉所12	II	77.03 CD	13.63 C	77.03 CD	13.63 C
CV%		6.01	6.09	6.01	6.09
LSD _{0.05}		9.58	1.68	9.58	1.68

2.3 纤维品质性状的表现和比较分析

总体上,陆地棉与海岛棉种间杂种(III型)在引入纤维品质较优的海岛棉亲缘后,纤维品质较陆地棉类型材料(II型和IV型)有了显著的提高,

在长度和整齐度上还显著地超过了海岛棉亲本,表现了较大的杂种优势(表4)。在纤维长度上III型均超过了34mm,而IV型最高也只有29.3mm。整齐度最高达到88.9%,显著高于中棉所

12的86.1%。纤维比强度得到了显著地提高,最低也有 $40.5 \text{ cN} \cdot \text{tex}^{-1}$,高于中棉所12。伸长率虽然不如I型的高,但也显著地大于陆地棉类型材料(II型和IV型),最小的也达到7.3%。麦克

隆值都未超过3.5~4.9的正常范围,虽然纤维成熟度较海岛棉有了降低,却仍好于陆地棉类型材料(II型和IV型)。

表4 纤维品质性状的表现

Table 4 Performance of fiber quality characters

名称	类型	纤维长度/mm	整齐度/%	比强度/($\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$)	伸长率/%	麦克隆值
海陆3号	III	34.1 B	87.7 A	40.5 B	7.4 C	4.6 BC
海陆1号	III	34.3 B	88.9 A	42.3 AB	7.3 C	4.9 AB
海陆2号	III	35.3 A	88.9 A	43.6 A	7.8 B	4.6 AB
标杂2号	IV	29.3 D	85.8 B	29.5 C	5.8 D	4.9 AB
浙杂166	IV	29.3 D	84.7 B	29.0 C	5.5 D	4.8 AB
标杂1号	IV	27.5 E	84.6 B	25.0 D	5.7 D	5.1 AB
海R	I	32.7 C	86.2 B	41.7 AB	8.2 A	4.1 C
Pima S-4	I	33.0 C	83.4 B	31.3 C	8.1 AB	3.5 D
中棉所12	II	29.1 D	86.1 B	28.3 C	5.5 D	5.2 A
CV%		1.64	1.28	5.10	3.24	6.84
LSD _{0.05}		0.90	1.83	3.05	0.38	0.55

3 讨论

海岛棉具有陆地棉无法比拟的优质纤维基因组,同时还具有光合效率高、抗逆性强——耐瘠、耐旱、高抗黄萎病、抗螨等优点。这些优良的异特性状为海陆杂种棉的开发利用提供了潜在的有利条件。以往,研究者^[3-5,6-12]大都注重人工去雄授粉配制海陆杂种的研究;宋宪亮等^[13]对用陆地棉隐性核不育系与海岛棉的杂种优势进行了研究,结果与人工海陆杂种的类似;杨亚东^[14]还对用海三系杂交棉的制种进行了研究,证明是可行的。本研究结果表明,细胞质雄性不育陆地棉与海岛棉种间杂种除了有与其它类型海陆杂种在纤维品质上的优势外,只要选育得当,还是能育成高产组合的,本试验中海陆1号与中棉所12的产量就没有显著差异。考察产量低的原因,除了铃较小、衣分较低、营养生长过旺的原因外,不孕子过多也是很重要的原因。

考察水稻、油菜、玉米等主要农作物杂种优势利用的成功经验,利用细胞质雄性不育的“三系法”制种能够大大的降低成本,提高效率。为了提高制种的产量,在选育陆地棉与海岛棉种间杂种组合时,应该根据导致产量低的原因,选择适当的策略。例如:因海岛棉产量较低,为提高制种产量,一般应选择陆地棉作为不育系,海岛棉作为恢

复系;在选择农艺性状时,海岛棉亲本应早熟、铃大和衣分高,且在抗病虫性上与陆地棉互补。

细胞质雄性不育陆地棉与海岛棉种间杂种选育的关键是海岛棉恢复系的改良。为此,本研究组正在选择农艺性状较好、产量较高、早熟的海岛棉类型的新恢复系,并收到较好的选择效果。同时,将能提高恢复能力和减小不育细胞质效应的GST基因和一些抗病虫基因聚合到海岛棉恢复系中,也是必要的。目前,我们正在通过大量组合的比较,以筛选纤维品质优良,产量高,早熟的海陆杂交棉组合,并对其制种体系进行了研究。一旦取得成功,对于促进我国优质棉育种和生产的发展,具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 项时康,余楠,胡育昌,等.论我国棉花质量现状[J].棉花学报,1999,11(1):1-10.
- [2] KOHEL R J, Endrizzi J E, White T G. An evaluation of *Gossypium barbadens* L. chromosomes 6 and 17 in the *G. hirsutum* L. genome[J]. Crop Science, 1977, 17:404-406.
- [3] GALANOPOULOU-SENDOUCA S, Demetrios Roupakias. Performance of cotton F₁ hybrids and its relation to the mean yield of advanced bulk generations[J]. European Journal of Agronomy, 1999(11):53-62.

- [4] MARANI A. Inheritance of lint quality characteristics in interspecific crosses of cotton[J]. *Crop Science*, 1968, 8: 653-657.
- [5] WEAVER J B Jr, El-Marakby A M, Esmail A M. Yield, fiber and spinning performance of interspecific cotton hybrids having a common parent[J]. *Crop Science*, 1984, 24: 637-640.
- [6] 刁光中, 黄滋康. 陆地棉与海岛棉杂种优势的利用[J]. *中国农业科学*, 1961(7): 49-50.
- [7] 曲健木. 棉花种间杂种一代利用的研究[J]. *河北农业大学学报*, 1962, 1(1).
- [8] 华兴翥, 周行, 黄骏麒, 等. 海岛棉与陆地棉杂种一代优势利用的研究[J]. *作物学报*, 1963, 2(1): 1-24.
- [9] 浙江农业大学遗传选种教研组. 海岛棉和陆地棉杂种优势的利用(一)[J]. *棉花*, 1974(3): 20-23.
- [10] 浙江农业大学遗传选种教研组. 海岛棉和陆地棉杂种优势的利用(二)[J]. *棉花*, 1974(4): 24-27.
- [11] 张金发, 邓忠, 孙济中, 等. 陆地棉与海岛棉种间杂种优势和配合力分析[J]. *华中农业大学学报*, 1994, 13(1): 9-14.
- [12] RICHARD G P, Turcotte E L. Early-maturing, short-statured American Pima cotton parents improve agronomic traits of interspecific hybrids[J]. *Crop Science*, 1991, 31: 709-712.
- [13] 宋宪亮, 刘继华, 刘英欣, 等. 陆地棉隐性核不育系与海岛棉种间杂种优势研究[J]. *中国棉花*, 2000, 27(11): 13-15.
- [14] 杨亚东. 陆海三系杂交棉的配制及应用研究[J]. *新疆农垦科技*, 1995(5): 24-25. ●