

陆地棉核不育株扦插繁殖与宿生保持及杂种优势利用

张新,周瑞阳*

(广西大学农学院,南宁 530005)

摘要:利用广西南宁冬季无霜冻的气候特点,对陆地棉(*Gossypium hirsutum* L.)洞 A 细胞核雄性不育扦插株与宿生株及其杂交一代进行比较研究。结果表明:(1) 1 a 生扦插株开花较早,茎粗、主茎节间长度、铃重、子指 4 个性状显著好于实生株,但扦插株的种子产量显著低于实生株,其原因是果枝扦插形成的僵苗占扦插株的 23.04%,而且扦插株全为不育株,实生株中则有 50% 左右的可育株;(2) 2 a 生扦插株性状与实生株无显著差异;(3) 由扦插繁殖的不育株和种子繁殖的不育株配制的杂交 F₁ 代的产量与纤维品质无显著差异。因此认为,扦插繁殖陆地棉核不育株用于多年杂交制种是可行的,选择营养枝扦插是陆地棉核不育株扦插繁殖需要注意的关键问题。

关键词:陆地棉; 多年生; 细胞核雄性不育系; 扦插; 杂种优势

中图分类号: S562.043

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2009)05-0489-05

Cutting Propagation and Perennial Cultivation of Genic Male Sterile Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and Its Heterosis Utilization

ZHANG Xin, ZHOU Rui-yang*

(College of Agronomy, Guangxi University, Nanning 530005, China)

Abstract: On the basis of frostless climate characteristic in winter of Nanning, Guangxi Province, the cutting propagation and perennial cultivation of genic male sterile upland cotton (*Gossypium hirsutum* L. 'Dong A'), and its heterosis utilization were studied, including growth, development, yield and fiber quality. The results showed that 1-year-old cutting plants flowered earlier and were significantly better at stem diameter, internode length of main stem, boll weight and seed index, than that of the seeding plants, however, the seed yield of the cutting plants were significantly lower than that of the seeding plants, because 23.04% cutting plants derived from boll-bearing branches produced stunted plants, and the cutting plants were all male sterile plants, while the seeding plants were about 50%. There were no significant differences between 2-year-old cutting plants and seeding plants in all the investigated characters, also in yield and fibre quality of F₁ hybrids. It suggested that cutting genic male sterile cotton and perennial cultivation used for producing hybrid seeds were feasible, but it must select the vegetative branches for cutting plants.

Key words: Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.); Perennial; Genic male sterile lines; Cutting; Heterosis

目前,我国杂交棉占全国棉田面积的 20% 以上,棉花杂交制种主要有人工去雄授粉制种和核雄性不育制种两种体系,正在探索棉花杂种优势利用的新途径^[1-5]。利用细胞核雄性不育系制种,可省

去人工去雄授粉,降低制种成本,提高制种效率。由于洞 A 细胞核雄性不育系具有不育性稳定、易于恢复^[6-8]和配制的杂交种子纯度高等优点,在四川等地得到广泛应用;但制种田的母本区要在始花期

拔除50%左右的可育株,影响了制种产量且费工费时^[6],即使是改进的二级法也存在制种程序复杂且MB自身繁育比较困难的问题^[5]。

针对棉花杂交制种这一难题,可以利用无性繁殖法繁殖棉花核不育系,以省略不育系繁殖时对可育株费工、费时的鉴别和拔除,且棉花在热带、亚热带地区可以多年生,因此可考虑在热带、亚热带地区制种,其它地区种植的方案^[9-12]。据报道,在海南三亚地区棉花枝条“无叶露天”扦插成活率可达30%~90%^[13]。但由于海南夏季多台风,且又远离棉花主产区,因此在海南进行棉花核不育系的多年生杂交制种存在风险大、成本高等问题。

通过多年研究发现,部分棉花品种(系)在广西南宁可以安全越冬^[10-12],且广西土地成本较低,交通方便,夏季基本无台风,具备棉花多年生栽培的有利条件,因而开展棉花扦插繁殖与宿生栽培研究。本文对陆地棉细胞核雄性不育系在广西南部扦插繁殖与多年生栽培及其杂交后代的性状进行了比较分析,为建立宿生陆地棉细胞核雄性不育系杂交制种技术体系提供参考。

1 材料和方法

试验在广西大学农学院教学科研基地(22°56' N, 108° 21' E)进行,试验地为红壤。陆地棉(*Gossypium hirsutum* L.)细胞核雄性不育系洞A(引自湖北省种子集团公司,以下简称“洞A”)、抗除草剂陆地棉(湖北省种子集团公司提供)、海岛棉(南京农业大学张天真教授提供,品系不详)、抗蚜陆地棉(中国农科院棉花研究所王坤波研究员提供)为研究材料。扦插材料取自2a生洞A不育株上的新枝,实生材料为在该不育株上收获的不育株与可育株姊妹交种子。

1.1 扦插方法

2004年冬季,进行嫩枝带叶扦插的初步试验,成活率最高可达67%。2005年夏季进行遮荫小拱棚嫩枝带叶扦插^[14-15],成活率超过90%。在阴天下午采集生长健壮的、无病虫害的嫩枝作为插条。剪时一般带2~3片叶,长度15~25 cm,剪口上平下斜。插条剪好后,立即放入配好的1%~3%高锰酸钾溶液中。使用营养钵进行扦插,扦插时,首先在营养钵的土壤中打孔,深度5~8 cm,随后将插条放入孔中,用手填沙压实,使基质与插条结合紧密。扦插后淋透水,搭塑料薄膜小拱棚,以保持湿度和

防止外来真菌孢子的飘入。当温度较高时,用遮阳网遮荫;温度较低时可不用遮阳网。扦插15 d后观察,若有须根从营养杯的通气孔穿出,表明已生根,可揭开塑料薄膜练苗3~4 d,再揭开遮阳网练苗3~4 d后移植。

1.2 试验设计与栽培管理

2005年6月12日采用营养钵进行扦插,6月13日播种。扦插苗成活后移栽至试验小区,实生苗为子叶期移栽。小区面积4.0 m×5.5 m,每小区种植6×8株,3次重复。播种前,整地施肥,深挖排水沟。常规栽培管理,自由授粉。以洞A的1a生实生株、2a生实生株、1a生扦插株为母本,以抗蚜陆地棉、海岛棉、抗除草剂陆地棉为父本,组成3×3杂交,供次年比较用。

2006年春季,调查越冬存活率。借鉴栽培多年生蓖麻采用锯伐更新的管理经验^[16],于翌年2月底至3月初,越冬棉株新叶尚未萌发前,视主茎粗细进行修剪,留桩高度50~70 cm,然后修剪掉主茎上的老枝,切断面略带倾斜,剪口平滑,以免雨水注入引起腐烂。每株视主茎粗细选留3~5个壮芽。

2006年5月,进行杂交组合比较试验。采用裂区设计,3次重复,取平均值。主区为不同父本杂交组合,副区为不同繁殖方式和栽培年限。5月18日播种,5月21日出苗,5月25日移栽。采用深沟高畦宽窄行栽培,每小区20株,2行区,株行距60 cm×70 cm,小区间相邻两株间距80 cm,小区面积7.0 m×1.4 m。

栽培期间,调查僵苗率、开花期、吐絮期;各小区分别采收,每7 d采收一次,待收完最后一次棉花后,调查株高、茎粗、有效果枝数、主茎节间长度、第一果枝节位等形态指标,并统计僵苗率、成铃率、单株结铃数、僵瓣率(僵瓣重量占子棉总重量的百分比);每年9月份干旱少雨时,在每个单株中部取吐絮畅的1~2个棉桃,每小区50个,用来测定单铃重,轧花后测定衣分(皮棉重/子棉重×100%)、子指(100粒棉子重)^[17]。种子产量=子棉产量×(1-衣分)。纺织纤维品质送南宁锦虹纺织有限公司纤维检验室检测。

2 结果和分析

2.1 主要生长发育时期比较

由表1可以看出,洞A的1a生扦插株和1a生实生株从扦插(播种)至开花天数分别为60.00 d和

62.33 d,开花至吐絮天数分别为46.67 d和45.00 d,均无显著差异,但1 a生扦插株发育偏早,这是因为1 a生扦插株的生长起始阶段早于1 a生实生株,扦插时个别插条就带蕾,成活后不久即开花。

2.2 产量、产量构成因素及越冬成活率比较

由表2可以看出,洞A的1 a生扦插株茎粗为17.37 mm,极显著大于1 a生实生株(12.81 mm);主茎节间长度4.49 cm,显著长于实生株(4.19 cm),株高的差异不显著。在产量性状上表现为:扦插株的铃重4.80 g和子指8.24 g均显著高于实生株(4.41 g、7.64 g),这是因为扦插株均为雄性不育,其结实只能靠异花授粉,而种子繁殖株中有50%左右的可育株,说明异交有利于果实和种子的增大;与实生株相比,虽然扦插株的单株铃数、成铃率和衣分无显著差异,但其种子产量1217.70 kg hm⁻²却显著降

低(实生株种子产量1885.40 kg hm⁻²),其原因是扦插株中存在23.04%的僵苗,结铃少,且僵瓣率也较高。说明,在扦插枝条的选择上还存在问题。据观察,僵苗是果枝扦插所致,因为其营养生长特性很弱。僵瓣率的提高可能是由于扦插株的吐絮期较早,而广西此期的雨水较多所致。扦插株的越冬成活率也较低,可能与其没有主根,且根系入土较浅有关。

2.3 纤维品质性状比较

由表3可以看出,洞A的1 a生扦插株与实生株棉花纤维的马克隆值分别为4.82、4.65,同属标准级——B级,二者在其它纤维品质性状上也均无显著差异,而且扦插株的主体长度和品质长度要好于实生株。说明棉花扦插繁殖不会导致纤维品质的降低。

表1 1 a生洞A扦插株和实生株的主要生长发育时期比较

Table 1 Comparison between cutting plants and seeding plants of 'Dong A' at growth and development stages

发育进程 Development process	繁殖方式 Propagation pattern		<i>t</i>	<i>P</i>
	扦插 Cutting	播种 Seeding		
扦插/播种至开花天数 Days from cutting/sowing to flowering	60.00 ± 2.00	62.33 ± 0.33	-1.4000	0.2965
花铃期 Flowering & boll-forming stage (d)	46.67 ± 2.33	45.00 ± 1.73	0.7143	0.5492
生育期 Growth stage (d)	106.67 ± 2.84	108.00 ± 1.53	-0.6576	0.5784

表2 1 a生洞A扦插株与实生株洞A的农艺性状比较

Table 2 Comparison on agronomy characteristics between cutting and seeding plants of 'Dong A'

农艺性状 Agronomy characteristics	繁殖方式 Propagating pattern		<i>t</i>	<i>P</i>
	扦插 Cutting	播种 Seeding		
僵苗率 Stunty plants rate (%)	23.04 ± 2.57	1.39 ± 2.41	6.1378*	0.0255
株高 Height (cm)	117.9 ± 1.8	121.8 ± 1.2	2.7764	0.1407
茎粗 Stem diameter (mm)	17.37 ± 0.08	12.81 ± 0.29	12.5170**	0.0063
僵瓣率 Dead locule rate (%)	6.45 ± 1.03	3.01 ± 0.36	4.3076*	0.0499
有效果枝 Effective fruit branches	22.03 ± 1.03	37.92 ± 2.00	-12.0604**	0.0068
主茎节间长度 Internode length of main stem (cm)	4.49 ± 0.06	4.19 ± 0.07	11.6514**	0.0073
第一果枝节位 Node order of first fruit branch	1.40 ± 0.03	7.55 ± 0.21	-26.0273**	0.0015
单株铃数 Bolls per plant	40.87 ± 2.79	46.60 ± 3.54	-1.3856	0.3002
成铃率 Adult bolls rate (%)	21.47 ± 0.40	21.62 ± 1.89	-0.1002	0.9293
铃重 Boll weight (g)	4.80 ± 0.09	4.41 ± 0.08	6.9054*	0.0203
子指 100-seed weight (g)	8.24 ± 0.12	7.64 ± 0.22	5.3809*	0.0328
衣分 Lint percentage (%)	42.99 ± 0.44	42.15 ± 0.71	0.9669	0.4356
种子产量 Yield of seed (kg hm ⁻²)	1217.70 ± 81.85	1885.40 ± 81.15	-10.0341**	0.0006
越冬成活率 Overwintering survival rate (%)	32.73 ± 22.85	57.88 ± 11.00	-3.1394	0.0882

* 和** 分别表示差异显著和极显著;所有百分数据经过平方根反正弦变换后进行*t*检验,下同。* and ** present significant difference at 0.05 and 0.01 lever, respectively. The *t*-test of all percent data was carried out after being converted by sqrt and arc sine. The same as following Tables.

表 3 1 a 生洞 A 扦插株与实生株的纤维品质比较

Table 3 Comparison on fiber quality between cutting and seeding plants of 'Dong A'

纤维品质 Fibre quality	繁殖方式 Propagating pattern		<i>t</i>	<i>P</i>
	扦插 Cutting	播种 Seeding		
成熟度 Maturity index	1.84 ± 0.05	1.80 ± 0.03	0.9608	0.4380
马克隆值 Micronaire	4.82 ± 0.07	4.65 ± 0.10	1.0153	0.4168
公制支数 Metric count (Nm)	5356.67 ± 53.64	5360.00 ± 10.00	-0.0640	0.9548
断裂强力 Breaking force (cN)	4.71 ± 0.24	5.07 ± 0.08	-1.9401	0.1919
主体长度 Modal length (mm)	28.10 ± 0.49	27.94 ± 0.08	0.2953	0.7956
品质长度 Quartile length (mm)	30.53 ± 0.53	30.19 ± 0.12	0.6324	0.5918
基数 Radix (%)	51.00 ± 1.53	51.33 ± 2.03	-0.2757	0.8087
均匀度 Uniformity	1433.00 ± 46.00	1434.33 ± 58.32	-0.0216	0.9847
短绒率 Short fiber content (%)	8.02 ± 0.65	9.23 ± 1.28	-0.6326	0.5917

表 4 2 a 生洞 A 扦插株与实生株的性状比较

Table 4 Comparison on characteristics between cutting and seeding plants of 'Dong A'

性状 Characteristics	繁殖方式 Propagating pattern		<i>F</i>	<i>F</i> _{0.05}
	扦插 Cutting	播种 Seeding		
单株铃数 Bolls per plant	96.90	103.94	0.14	3.94
铃重 Boll weight (g)	3.89	3.72	0.51	10.10
子指 100-seed weight (g)	8.64	8.54	1.18	4.96
衣分 Lint percentage (%)	41.67	39.05	12.24	18.50

2.4 产量性状比较

由表 4 可以看出,扦插繁殖的与种子繁殖的 2 a 生洞 A 的单株铃数、铃重、衣分和子指均无显著差异。由于小区材料均为部分越冬,故未调查小区产量。

2.5 扦插繁殖与宿生栽培对杂交后代的效应

以洞 A 在 1 a 生实生株、2 a 生实生株、1 a 生扦插株为母本,以抗蚜陆地棉、海岛棉、抗除草剂陆地棉为父本,组成 3 × 3 杂交,将同一母本所产生的 3 个杂交组合的平均值列于表 5。可以看出,由 1 a 生扦插不育株、1 a 生实生不育株和 2 a 生实生不育株配制的杂交种的产量与品质性状十分接近,差异不显著,说明杂交后代的产量及纤维品质表现与亲

本的遗传组成有关,而与亲本的繁殖方式和宿生年限无关。

3 讨论

采用扦插法繁殖细胞核雄性不育株,结合华南南部棉花的多年生习性,进行世代锁定^[18],进行多年生杂交种子生产,可有效解决棉花细胞核雄性不育系难以保持的问题,还可以避免利用种子繁殖核不育系过程中,因连续多代姊妹交引起雄性不育不良修饰基因的表达所造成的不育度降低的问题。利用扦插法繁殖棉花核不育株,在杂交制种中具有不需拔除可育株、制种纯度有保证且开花较早等优点。据报道^[19],新疆康地种业有限公司利用核雄性

表 5 扦插繁殖与宿生栽培对 F₁ 代的性状影响Table 5 Effects of cutting and perennial cultivation on characteristics of F₁

不育母本 Sterile femals	铃重 Boll weight (g)	子指 100-seed weight (g)	衣分 Lint percentage	单株铃数 Bolls per plant	子棉产量 Yield of seed cotton (kg hm ⁻²)	绒长 Fibre length (mm)	断裂强力 Breaking force (cN)	公制支数 Metric count (Nm)	马克隆值 Micronaire
1 a 生实生株 1-year-old seedlings	4.03a	9.55a	36.19a	69.31a	3887.80a	29.23a	5.18a	5951.11a	4.28a
2 a 生实生株 2-year-old seedlings	4.03a	9.38a	36.19a	68.11a	3669.85a	29.81a	4.97a	6017.78a	4.22a
1 a 生扦插株 1-year-old stecklings	3.91a	9.20a	35.65a	65.81a	3747.95a	30.03a	4.82a	6273.33a	4.06a

不育“一系两用法”制种,每公顷种子产量1 300 kg,与本实验中扦插株种子产量相当,但每公顷拔出可育株需增加用工8~15个,而且制种纯度受人工鉴别不育株、可育株可靠性程度的制约。

由细胞核雄性不育系洞A的扦插不育株和2 a生实生不育株配制的杂交种与1 a生实生不育株配制的杂交种不存在显著差异。由此可见,棉花细胞核雄性不育系的扦插繁殖与宿生保持在杂种优势利用上有较高的利用价值。

但采用扦插法繁殖细胞核雄性不育株,需要注意两个问题:第一,要选择营养枝扦插,因为果枝生活力较弱,易形成僵苗(小老苗),不能正常生长发育,产量极低。在本试验中,若扣除23.04%的僵苗,则扦插区的种子产量比种子繁殖区可增产6.86%。第二,由于扦插株的越冬成活率比实生株低,因此,在不采取越冬保护措施的条件下,扦插繁殖洞A核不育株与多年生栽培的地区应该南移。关于如何提高棉花的越冬抗寒性,是值得进一步研究的重要问题。

参考文献

- [1] Xing Y H(邢以华). Development course of Chinese hybrid cotton stepping into production [J]. China Cotton(中国棉花), 2007, 34(12): 7-10.(in Chinese)
- [2] Li J F(李剑峰). Research on Chinese cotton hybrid vigor utilization [J]. Jiangxi Cottons(江西棉花), 2005, 27(1): 3-7.(in Chinese)
- [3] Zhang J Z(张进忠). Research progress of male sterile heterosis utilization in cotton [J]. China Cotton(中国棉花), 2005, 32(8): 6-8.(in Chinese)
- [4] Lu X J(路曦结), He T J(何困结), Wu D X(吴德祥), et al. Utilization of cotton hybrid vigor and its industrial practices [J]. Jiangxi Cottons(江西棉花), 2004, 24(5): 3-9.(in Chinese)
- [5] 刘爱玉, 陈金湘, 李瑞莲, 等. 棉花雌性不育研究利用现状与展望 [J]. 中国棉花, 2005, 32(3): 5-8.
- [6] 卢庆善, 孙毅, 华泽田. 农作物杂种优势 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001: 361-391.
- [7] Feng C D(冯纯大), Zhang J F(张金发), Liu J L(刘金兰), et al. Advance in the research on cotton male sterility [J]. Acta Gossypii Sin(棉花学报), 1998, 10(4): 169-177.(in Chinese)
- [8] Wang B(王斌). Character and utilization of 'Dong A' genic male sterile germplasm [J]. China Seed Ind(中国种业), 1997(2): 29-30.(in Chinese)
- [9] Zhang T Z(张天真). Research and explore on utilization ways of plant genic male sterile lines [J]. Seed(种子), 1991(5): 38-42.(in Chinese)
- [10] Zhang X(张新), Ndarata F, Chen G P(陈国平), et al. Research on effect of perennial cultivation on 'Dong A' genic male sterile lines in upland cotton [J]. China Cotton(中国棉花), 2008, 35(9): 11-13.(in Chinese)
- [11] Chen G P(陈国平), Zhang X(张新), Zhou R Y(周瑞阳), et al. Study on economic characteristics of biennial and annual upland cotton [J]. Guihaia(广西植物), 2008, 28(5): 636-639.(in Chinese)
- [12] Zhang X(张新), Chen G P(陈国平), Zhou R Y(周瑞阳). Preliminary study on biennial cultivation of annual 'Dong A' genic male sterile lines in upland cotton [J]. SW China J Agri Sci(西南农业学报), 2008, 21(5): 1248-1252.(in Chinese)
- [13] 黎绍惠, 王坤波, 张香娣, 等. 海南冬季植棉特点 [J]. 中国棉花, 2000, 27(1): 36.
- [14] 何义发. 银杏嫩枝扦插育苗试验方法 [J]. 湖北民族学院学报: 自然科学版, 1994(2): 57-59.
- [15] 孟令选. 山茶花扦插繁育技术 [J]. 林业科技开发, 2003(3): 53-54.
- [16] 刘联仁, 刘方农. 蓖麻栽培与病虫害防治 [M]. 北京: 金盾出版社, 2002, 9: 101-105.
- [17] 王清连. 优质棉种子生产与加工 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005, 6: 37-39.
- [18] Wang K B(王坤波). On specific permanent populations and their prospected application in cotton [J]. Acta Gossypii Sin(棉花学报), 2000, 12(1): 40-44.(in Chinese)
- [19] Wang Z G(王志刚), Zhao Y G(赵永刚), Huang L Y(黄丽叶), et al. Application status of seed-production technology of cotton hybrid in Xinjiang [J]. Seed(种子), 2008, 27(7): 61-62.(in Chinese)