

中棉与纳尔逊氏棉 (*G. nelsonii* Fryx) 种间杂种 F₁ 的研究*

周宝良 黄骏麒 彭跃进 徐英俊 钱思颖

(江苏省农业科学院经济作物研究所, 江苏南京, 210014)

提 要

本文研究了中棉 (*Gossypium arboreum* race *sinense*) 与纳尔逊氏棉 (*G. nelsonii* Fryx) 种间杂种 F₁ 的一些形态性状的遗传变异及花粉母细胞减数分裂的染色体行为。杂种一代呈筒形, 全株密集如毡的绒毛, 叶片缺刻浅, 似纳尔逊氏棉。除第一朵花为闭花外, 其余均为开放花, 呈玫瑰红色。少数花药退化成托叶状。减数分裂中期 I 的染色体平均构型为 6.14I+9.35II+0.05III+0.24IV, 这一结果表明, 中棉 A₂ 染色体组与纳尔逊氏棉的染色体组存在结构上的差异。讨论了在育种中利用纳尔逊氏棉的途径及技术问题。

关键词 中棉, 纳尔逊氏棉, 形态, 细胞学

纳尔逊氏棉 (*Gossypium nelsonii* Fryx) 原产澳大利亚, 染色体数 $2n=2x=26$, 发现于 Alice 泉西北 20—25 英里一座山北面的岩石坡上。由于其分布于人迹罕到、交通很不便利的狭小地带, 难以被人们所发现与收集。同时又由于澳洲独特的气候条件, 它对那里的生态环境形成了独特的适应性, 引种到其它地方后, 通常很难栽培管理, 即使栽培成活了, 通常是闭花授粉, 很少有开放花。难以对它进行必要的研究, 更谈不上用来转育其优良性状改良栽培棉。因此, 到目前为止, 该棉种其染色体组的归属尚未最终确定, 有关该种与栽培种或野生种杂交进行研究的文献报道尚未见到, 还存在许多空白有待探讨。

纳尔逊氏棉在南京种植, 表现生长势强, 不但能闭花授粉结实, 而且有部分开放花可供作种间杂交利用。全株密被茸毛, 抗虫性强。同时其腺体延迟发生, 即种胚不见腺体, 无棉酚, 但种胚里带有油腺的分生细胞, 只有种子开始发芽后, 才有棉酚的沉积, 出苗后油腺发育完全, 含有棉酚, 尤其蒴果、果壳高含棉酚。本文旨在通过中棉与纳尔逊氏棉种间杂种 F₁, 研究中棉的 A₂ 染色体组与纳尔逊氏棉的染色体组间的亲缘关系, 同时利用陆地棉、中棉、海岛棉等与 F₁ 杂交 (回交), 试图获得多元杂种, 为棉花育种提供中间材料。

1 材 料 与 方 法

以中棉品种青阳小籽为母本, 纳尔逊氏棉为父本。取当天开的母本花, 用镊子去雄, 并用自来水彻底冲洗 (但不能损伤柱头), 以破坏母本自身花粉, 确保去雄彻底。俟干后再授以父本纳尔逊氏棉的花粉。授粉后苞叶内外点滴 50ppm 的赤霉素保铃。

杂种种子于 1991 年 5 月采用种子剥壳、浸种、营养钵育苗, 待长至 6 片真叶时移入

* 本项目为国家自然科学基金资助课题。

本文于 1992 年 2 月 14 日收到, 1992 年 8 月 19 日终审完毕。

钵。

(青阳小籽 × 纳尔逊氏棉) F_1 与中棉、陆地棉、海岛棉回交(杂交), 在 F_1 铃柄基部用毛笔涂 50ppm 赤霉素保铃。同时进行杂种一代的遗传变异研究, 在开花期调查植株的形态性状, 现蕾后每天早晨取花蕾固定, 丙酸洋红染色制片。

2 结 果

1990 年在南京本所配制中棉与纳尔逊氏棉的杂交组合, 当年得到 3 粒种子。1991 年 5 月播种, 2 粒发芽, 其中 1 株幼苗在子叶期夭折, 后来仅得青阳小籽 × 纳尔逊氏棉的杂种 F_1 1 株, 该株自交可以部分结铃, 与中棉回交、与陆地棉和海岛棉杂交铃都可以结住, 但均为空铃。表明其雌配子高度不育。

2.1 杂种 F_1 植株主要性状的遗传变异 (见表 1 及图版 I-1, 2, 3, 4)

(青阳小籽 × 纳尔逊氏棉) F_1 , 株高 165cm, 明显高于中棉 (115cm), 但矮于纳尔逊氏棉 (200 cm), 杂种一代株型象中棉, 呈筒形。全株密被如毡的绒毛, 似纳尔逊氏棉, 呈灰白色, 淡于纳尔逊氏棉。趋向父本的性状还有: 叶裂片顶端钝圆, 叶蜜腺较大, 由红变黑, 3 个总苞叶蜜腺呈红至褐色; 油腺多; 萼齿长 6.85mm, 苞叶戟形, 有稀毛; 第一朵为闭花, 其余均为开放花。似中棉的性状有: 花药金黄色, 有少量花粉呈黄色。超过双亲的性状有: 花大、花冠颜色深, 花心大, 有 2—13 个基部花药退化为微型花瓣状 (或托叶状), 呈红色, 卷曲, 内有极少量花粉, 这一现象以前未发现过。铃形为长圆形。

2.2 花粉母细胞减数分裂中期 I 的染色体行为 (见表 2)

发现二价体 6—13 个, 其中 9 个以上的有 60 个细胞, 占 71.5%; 单价体 0—12 个, 其中 6 个以下的细胞 52 个, 占 62.0%, 7 个以上单价体的细胞 32 个, 占 38.0%; 有的细胞二价体数虽少, 但出现一个三价体或四价体 (见图版 I-5, 6)。每个细胞平均有单价体 6.14 个, 二价体 9.35 个, 三价体 0.05 个, 四价体 0.24 个。具有三价体或四价体的细胞共 24 个, 占 28.5%。

3 讨 论

3.1 中棉与纳尔逊氏棉染色体的亲缘性

本试验结果表明, 中棉的 A_2 染色体与纳尔逊氏棉的染色体有较高的同质性, 二价体数达 9.35 个, 单价体数仅 6.14 个, 而且较多的四价体存在, 表明中棉和纳尔逊氏棉间, 染色体存在结构上的差异。这一结果与 Skovsted (1937) 观察的中棉 × 斯托提棉 (*G. sturtianum*) F_1 的结果基本一致。从细胞学角度, 似乎纳尔逊氏棉应归属于 C 染色体组。同时, 本试验结果与中棉 × 长须棉 (*G. barbosanum*) F_1 的结果亦较相似 (周宝良等, 1992), 同时中棉与长须棉亦存在染色体结构上的差异。两者不同的是, 中棉 × 长须棉 F_1 不论自交或回交都可以部分结实, 而中棉 × 纳尔逊氏棉 F_1 却是雌配子高度不育。前者的二价体数仅比后者多 2 对左右, 其结实性却如此不同, 表明中棉与长须棉的亲缘关系较之与纳尔逊氏棉更近, 即 A_2 染色体与 B 染色体的亲缘关系较之与 C 染色体更近。这一结果与前人的研究较为一致。

表 1 中棉 × 纳尔逊氏棉的杂种 F₁ 及其亲本的花器官性状比较
 Table 1 Main flower characters of interspecific F₁ hybrid between *G. arboreum* × *G. nelsonii*

性 状 Characters	中棉♀ <i>G. arboreum</i>	纳尔逊氏棉♂ <i>G. nelsonii</i>	F ₁
花朵 Flower			
大 小 Size	中 等 Middle	中 等 Middle	大于双亲 Larger than its parents
形状(当日花) Appearance (at the flowering day)	漏斗状 Funnel	漏斗状 Funnel	筒状 Tube
花冠颜色 Crown color	金 黄 Golden	粉 红 Pink	鲜玫瑰红 Rose red
花瓣长度 cm Petal length	3.75 (3.5-4.0)*	3.32 (3.2-3.4)	4.76 (4.3-5.9)
花瓣上缘宽 cm Petal width	4.00 (3.9-4.4)	3.36 (3.1-3.6)	5.02 (4.3-6.0)
斑点颜色 Spot color	紫 红 Purple	粉 红 Pink	深紫红 Dark purple
斑点宽 / 长 cm Spot width/length	1.4/1.6 (1.3-1.4/1.5-1.6)	0.8/1.2 (0.7-0.8/1.2-1.3)	1.55/1.70 (1.4-1.9/1.6-2.1)
花柱长度 mm Style length	8 (7.8-8.3)	19 (15-24)	24.4 (23-27)
柱头长度 mm Stigma length	7 (6.5-7.6)	7 (5-9)	9.2 (8-12)
柱头形状 Stigma shape	棒状 Bar	棒状三分叉, 有腺体 Glanded bar with three tips	棒状略弯曲, 米黄色, 油腺少, 色深 Twist bar, lightly yellow
花丝颜色 Filament color	紫 红 Purple	深 红 Dark red	浅紫红 Lightly purple
花药颜色 Anther color	金 黄 Golden	红 色 Red	金 黄 Golden
花药数 Anther number	87 (85-88)	79 (65-85)	49.8 (2-13 个) 退化成托叶状 (43-56) a few retrograde to stipule-shape
花粉量 Pollen number	大量 A great quantity	多 Many	少到中等 A few to many
花粉颜色 Pollen color	金 黄 Golden	米 黄 Light-yellow	金 黄 Golden
花萼 Calyx			
萼齿长短 Calyx teeth length	短, 4mm Short (3.6-4.7)	长, 7.2 Long (6.8-7.5)	长, 6.85mm Long (6.5-6.9)
蜜腺数 Nectary number	0	3	1-3
苞叶 Bract			
形状 Appearance	心形 Heart	戟形 Arrow	戟形 Arrow
联合与分离 United or separated	分离 Separated	分离 Separated	分离 Separated
长相 Appearance	紧抱 Tightly covered	松抱 Loosen-covered	紧抱 Tightly covered
齿数 Calyx teeth number	7-8	0	2-3

续表 1

性状 Characters	中棉♀ <i>G. arboreum</i>	纳尔逊氏棉♂ <i>G. nelsonii</i>	F ₁
苞叶蜜腺 Bract nectary			
数量 Number	0	3	3
颜色 Color	褐色 Brown	乳白 Cream	褐色 Brown
花柄 Stalk			
长度 mm Length	20.5 (17.5-23)	4 (2-5)	15.6 (14-22)
铃(蒴果) Boll			
形状 Shape	长卵圆 Long ovule	扁圆形 Short round	长卵圆 Long ovule
颜色 Color	灰绿色 Lightly green	褐色 Brown	褐色 Brown
壳面 Surface of boll	平光滑 Smooth	油腺多 Glanded	凹凸不平, 油腺多 Rough and glanded

* 括号中数据指其变幅 The number in bracket indicates its range of variation

表 2 中棉 × 纳尔逊氏棉 F₁ 花粉母细胞减数分裂中期 I 的染色体配对
Table 2 Chromosome pairing at MI in PMC meiosis of *G. arboreum* × *G. nelsonii* F₁

类型 Types	染色体构型 Chromosome configuration				细胞数 No. of cells
	I	II	III	IV	
1		13			1
2	2	12			5
3	4	11			19
4		11		1	1
5	6	10			10
6	2	10		1	2
7	8	9			11
8	5	9	1		2
9	4	9		1	9
10	10	8			11
11	6	8		1	3
12	7	8	1		1
13	12	7			3
14	8	7		1	4
15	9	7	1		1
16	10	6		1	1
总计 Total	516	785	4	20	84
平均 Average	6.14	9.35	0.05	0.24	

3.2 种子无腺体 / 植株有腺体棉花品种的选育

我国年产棉籽约 200 万吨左右, 由于其含有对人和单胃动物具有一定毒性的棉酚, 限

制了棉籽蛋白质的食用或饲用。近年来, 国内培育出了一些低酚棉品种, 其种子和植株均无腺体, 含酚量很低, 开拓了棉籽蛋白质利用的新途径。但由于无酚棉植株体内缺乏对病虫害有拮抗作用的棉酚及其衍生物, 因此最理想的就是培育种子无腺体 / 植株有腺体的棉花新品种。

原产澳大利亚的几个棉种, 如 *G. sturtianum*, *G. sturtianum* race *nandewarensis*, *G. australe*, *G. bickii*, *G. robinsonii* (Fryxell, 1965) 和 *G. nelsonii* (Valicek, 1979) 的种子中不见油腺, 无棉酚的沉积, 仅带有油腺的分生细胞, 只有当种子发芽后棉酚才迅速沉积, 出苗后腺体发育完全, 沉积很多棉酚。前人研究最多的是 *G. sturtianum*, *G. bickii*, 但前者在利用中存在遗传不稳定性, 后者存在幼苗致死基因, 而纳尔逊氏棉则不存在这些问题。

美国 Muramoto 于 1969 年获得了陆地棉品种 Acala 44-10-1 与斯托提棉的六倍体, 后与陆地棉标准系 TM-1 回交, 得到了高度不育的五倍体 BC_1 , 后经陆地棉回交借助胚珠离体培养, 得到了可育的 BC_2 植株。到 1986 年, 已得到 BC_4 , 但种子无酚这一特性仍有分离, 得到种子无酚植株的比例很低, 仅 4%。1991 年, 得到了带有斯托提棉染色体的 4 个单体附加系 $2n=53$, 研究表明斯托提棉染色体在陆地棉遗传背景下, 存在染色体的优先传递和体细胞丢失现象, 导致棉株各部分的染色体数目不等, 成嵌合体 (Rooney, 1991)。因此, 认为从这一组合中还不肯定能得到种子无酚 / 植株有酚的新品种。

山西农业大学李炳林等于 1981 年得到亚洲棉 × 比克氏棉的杂种, 后经加倍成为异源四倍体, 发现其子叶和胚根都无腺体, 而幼苗和植株上都有腺体, 保留了比克氏棉的特性。但由于比克氏棉带有幼苗致死基因, 转育困难。经过十多年的研究, 通过化学诱导并筛选, 该异源四倍体的后代已有 50% 的种子可以生根而不致死, 但这异源四倍体与陆地棉杂交后, F_1 育性仍很低, 得到的后代种子无酚特性仍在分离 (李炳林等, 1982, 1991)。中国科学院遗传研究所梁正兰等得到了陆地棉 × 比克氏棉后代稳定的红花品系, 种子无腺体 / 植株有腺体的特性仍不稳定。

纳尔逊氏棉本身密被茸毛, 抗性较好, 与中棉杂交未发现幼苗致死现象, 因此对其利用可能要顺利些。但考虑到种子无酚 / 植株有酚可能遗传复杂, 纳尔逊氏棉与中棉的染色体尽管可以部分配对但实现重组的机会较小, 那么将其杂种 F_1 染色体加倍, 成为异源四倍体, 通过辐射诱变, 导致染色体易位, 则可增加基因重组, 这样给后代带来的不利因素可能少些; 其次, 也可以将人工异源四倍体与陆地棉的单体、端体杂交, 则可以代换某条染色体或某条染色体的一个臂到陆地棉的遗传背景上来, 把野生棉的不利基因的影响降低到最小, 但这将增加细胞学鉴定的工作量。值得进一步探讨。

参 考 文 献

- [1] 李炳林、张新润、王云, 1982, 中国棉花, (4), 15—16。
- [2] 李炳林、祝水金、王红梅等, 1991, 棉花学报, 3(1), 27—32。
- [3] 周宝良、黄骏麟、彭跃进等, 1992, 江苏农业学报, 8(1), 19—24。
- [4] Altman, D. W., D. M. Stelly and R. J. Rohel, 1987, Crop Sci., 27, 880—884.
- [5] Dilday, R. H. 1986, Crop Sci., 26, 639—641.
- [6] Fryxell, P.A., 1965, Aust. J. Bot., 13, 71—102.
- [7] Rooney, W. L. and D. M. Stelly, 1991, J. HERED., 82, 151—155.

- [8] Skovsted, A., 1937, J. Genet. 34, 97—134.
[9] Valicek, p. 1979, Cott. Fib. Trop., 39 (1), 315—319.

Cytological and Morphological Studies on the Interspecific F₁ Hybrid between *Gossypium arboreum* and *G. nelsonii*

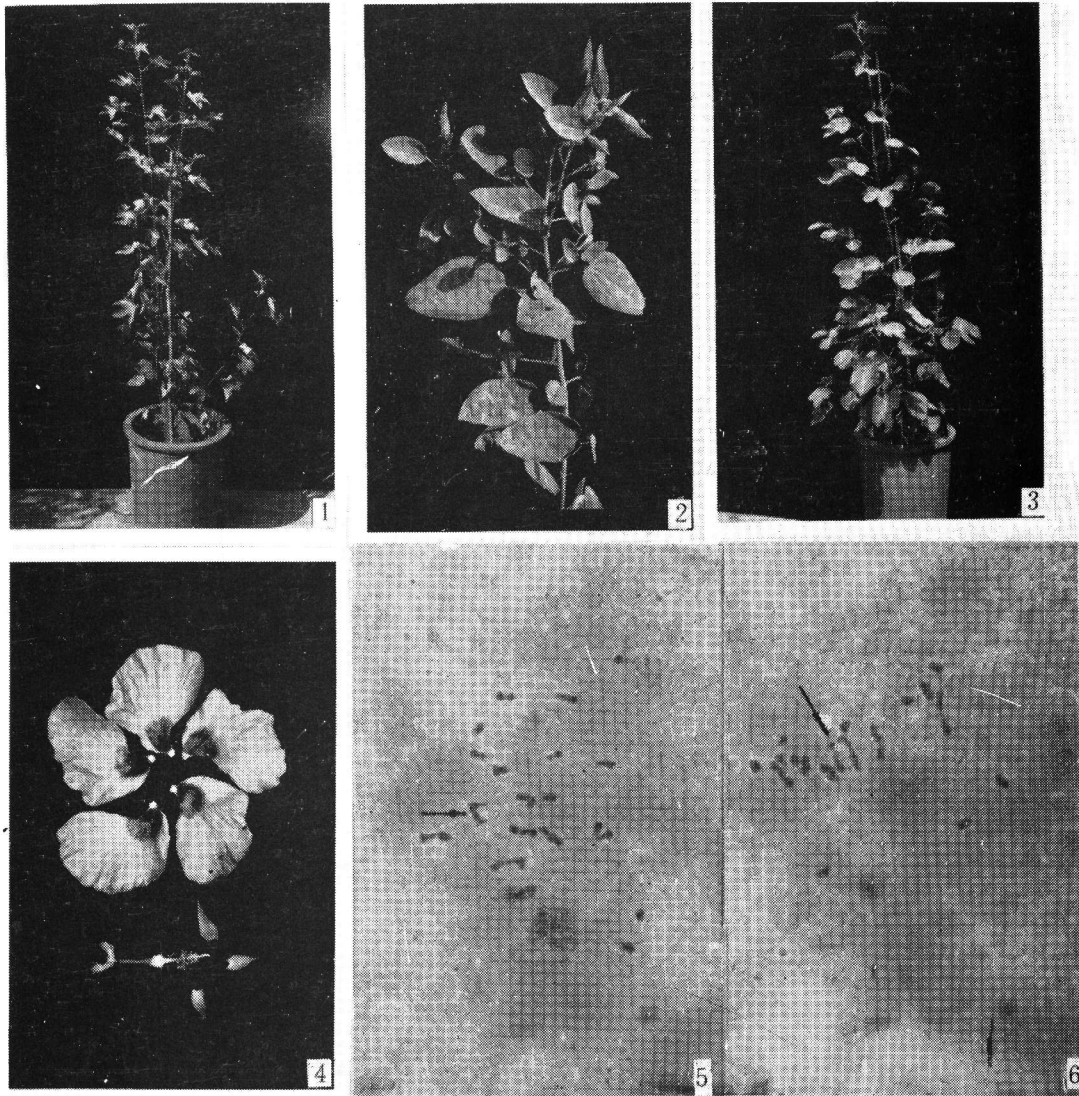
Zhou Bao-liang Huang Jun-qi Peng Yue-jin Xu Ying-jun Qian Si-ying

(*Institute of Industrial Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing, 210014*)

Abstract

Interspecific F₁ hybrid of *G. arboreum* race *sinense* ($2n=26, A_2$) × *G. nelsonii* Fryx ($2n=26$) was analysed for its chromosome behavior in the meiosis of pollen mother cells. Observation was done on the inheritance of its morphological characters at the flowering stage. It was indicated that the interspecific F₁ hybrid showed an obvious mode of transgressive inheritance and most of the F₁ characters showed intermeidiate type. There existed some characters which were lacking in their, such as stipule-shaped anther on the base of the staminal column. The average chromosome configuration at metaphase I of F₁ hybrid is $2n=26=6.14I+9.35II+0.05III+0.24IV$. The result indicated that there may be structural changes such as chromosome translocation between *G. arboreum* and *G. nelsonii*. Based on the result and Skovsted's observation on F₁ hybrid of *G. arboreum* and *G. sturtianum* (1937), it is assumed that *G. nelsonii* may be classified into the C genome. The relationship between *G. arboreum* and *G. nelsonii* is also discussed. Tentative procedures are proposed that *G. nelsonii* may be utilized for developing glandless-seed and glanded-plant upland cotton strains.

Key words *G. arboreum*, *G. nelsonii*, Interspecific F₁ hybrid, Morphology, Cytology



图版说明

图版 I-1, I-2 和 I-3 分别示中棉青阳小籽、纳尔逊氏棉和 F_1 植株 图版 I-4 示 F_1 的花 图版 I-5 和 I-6 分别为 F_1 的染色体构型 $4II + 14I + IV$ 和 $6II + 10I + IV$ 箭头示四价体

Explanation of Plate

Pla. I-1, I-2 and I-3 show the plant of *G. arboreum*, *G. nelsonii* and (*G. arboreum* × *G. nelsonii*) F_1 , respectively Pla. I-4 shows the flower of the F_1 Pla. I-5 and I-6 show the chromosome configuration of $4II + 14I + IV$ and $6II + 10I + IV$ "→" indicates tetraivalent