

陆地棉、亚洲棉与比克氏棉杂种 F_1 及回交后代的育性研究

孙黛珍, 王曙光, 李炳林

(山西农业大学 农学系, 山西太谷 030801)

摘要: 三元杂种[(亚洲棉 \times 比克氏棉) \times 陆地棉]及其反交的回交后代在性状上发生疯狂分离, 在育性上分离出 3 种类型: 可育型、不完全可育型、不育型。对这 3 种类型及三元杂种 F_1 减数分裂及其花粉的形成过程观察表明, 三元杂种 F_1 及回交后代的不育型, 不育的根本原因在于减数分裂中期染色体不能正常配对, 引起部分染色体滞后及染色体不均等分配, 从而产生多分孢子和微核, 最终导致不育花粉的产生; 不完全可育型, 大部分染色体联合配对成二价体, 仅个别为单价体, 这些单价体在后期随机向两极分离, 产生的二分孢子有的正常, 有的不正常, 进而形成的花粉粒仅个别正常; 可育株染色体配对正常, 因而形成的花粉粒可育。

关键词: 棉花; 三元杂种; 育性; 回交

中图分类号: S562.035.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2001)01-0038-06

为了将原产澳大利亚的野生二倍体比克氏棉(*G. bickii*)的腺体延缓形成特性转育到栽培棉上, 李炳林教授^[1,2]等用亚洲棉(*G. arboreum*)与比克氏棉杂交, 得到杂种 F_1 , 并用秋水仙碱对杂种枝条进行染色体加倍后, 得到具有比克氏棉子叶腺体延缓发生特性的新棉种——亚比棉。后又将亚比棉与陆地棉杂交合成异源四倍体三元杂种[(亚洲棉 \times 比克氏棉) \times 陆地棉]及反交, 但杂种 F_1 不育^[3]。近几年来, 采用回交结合重复授粉并在苞叶基部点滴 50mg/kg 赤霉素和 320mg/kg 萘乙酸的方法, 使得部分杂种育性得以恢复。本试验对回交后代 BC_4F_1 群体的育性进行了分析, 并且对不育的原因进行了探讨。

1 材料和方法

1.1 试验材料

(亚洲棉 \times 比克氏棉) F_1 双二倍体, 陆地棉品种中 16, [陆地棉 \times (亚洲棉 \times 比克氏棉) F_1 双二倍体]和反交及回交 BC_2 , BC_3 , BC_4 等后代。

1.2 试验方法

1.2.1 花粉生活力的染色鉴定 取当天开放的花朵, 将花粉粒撒落在载玻片上, 加 1~2 滴联苯胺-一甲萘酚试剂, 再加 1 滴 0.3% 过氧化氢, 盖上盖玻片, 5 min 后置于显微镜下观察, 凡被染成红色的则生活力强, 淡红的次之, 无色的为没有生活力。

1. 2. 2 减数分裂的观察 当花蕾与花瓣等长时^[5], 取花蕾先用饱和的对二氯苯溶液预处理 2 h, 然后清水冲洗, 再转入卡诺氏固定液里固定 2~ 24 h, 再制片观察。

2 结果与分析

2. 1 三元杂种后代的育性分析

用陆地棉与亚比棉配制的三元杂种, 其后代的结铃率都相当差, 授粉后大部分脱落, 偶尔成 1 铃, 也仅一两颗种子, 经过几年的重复授粉, 回交转育, 其育性不断提高, 有的育性已完全恢复, 通过对回交后代 BC_4F_1 群体的育性调查, 可将其按育性恢复状况分为 3 种:

①育性恢复株: 这一类型的植株不论自交、天然授粉或继续回交, 结铃性都相当好, 有的棉铃大于母本陆地棉, 单铃种子数达 26 粒, 从表 1 可知, 可育株平均每株结铃 7. 42 个, 平均每铃种子数 16. 31 粒, 而且饱满, 纤维白色较长, 约 28 mm, 这类植株总共占 34. 48%。

②育性不完全恢复株, 这一类植株回交可以结铃, 有的结铃性较好, 有的不好, 少则 1 株结 1 铃, 里边仅 1 颗种子, 多则 1 株可结 5 个铃, 有的铃里达 8 粒种子, 但是瘪瘦种子占到 30%, 而且纤维多为浅棕色, 长约 16 mm 左右, 占 17. 24%。

③不育株: 不论自交、回交或天然杂交均不结实, 从植物学性状观察, 有以下几种特殊变异类型: 一是植株特别矮小, 从 5 月份育苗移栽到 10 月份株高仅 26 cm, 而且叶片很小似小杨树叶; 二是顶部丛生成一团, 叶片小卷曲, 开花全部脱落; 三是植株较高, 但特别细弱, 叶片发黄且特别薄, 边缘呈花边状, 不现蕾; 四是植株较高, 叶片较小发黄, 主茎细弱, 现蕾往往两个蕾对生, 花瓣大小似比克氏棉, 回交全部脱落, 总共占 48. 28%。

表 1 三元杂种回交后代 BC_4F_1 育性分析

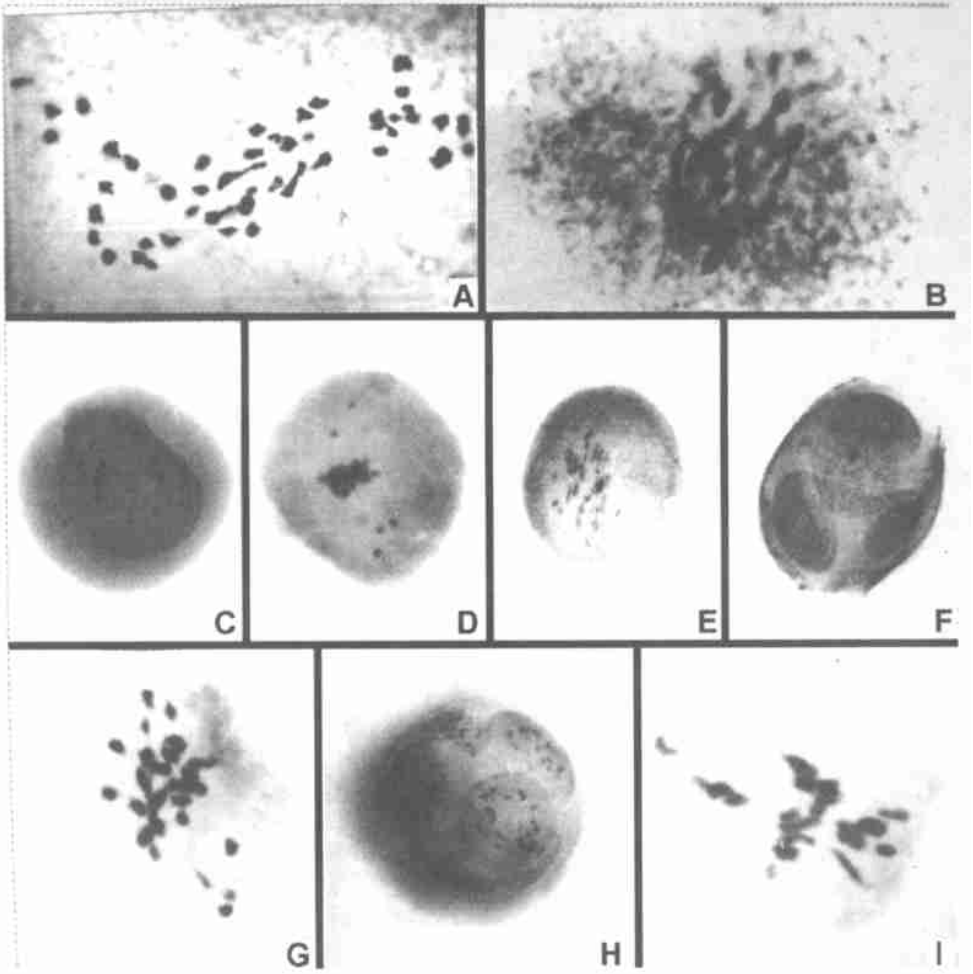
类 型	平均每株 结铃数	平均每铃 种子数	每铃种子数 变异范围	纤维长度 (mm)	纤维颜色
不完全可育株	2. 9	4. 76	1~ 8	15~ 20	浅棕色
可育性	7. 42	16. 37	10~ 26	23~ 28	白色

2. 2 三元杂种 F_1 和回交后代花粉母细胞减数分裂及不育花粉的形成过程

三元杂种 F_1 雌雄配子不育, 反映出它的基因系统的不协调性及染色体的配对不正常。通过压片观察, 三元杂种 F_1 花粉母细胞中, 有二价体的细胞为 58 个(图 1- A), 平均每个细胞中的二价体为 7. 4 对, 有三价体的细胞为 30 个(图 1- B), 平均每个细胞中的三价体为 1. 8 个, 还有部分细胞完全是单价体。

对三元杂种 BC_4F_1 中不同育性类型的植株的花粉母细胞进行了压片观察, 不育型的花粉母细胞减数分裂不正常, 100% 的细胞中都存在单价体, 有些细胞中还存在四体环, 由于染色体分离的不同步性, 致使后期 I 染色体分向两极的时候, 落后染色体(图 1- C) 不能正常分向两极, 或丢失或形成微核; 有的细胞进行第一次减数分裂时, 染色体就向多极分离, 这些都将导致四分孢子中染色体数目不完全而不育。不完全可育株的花粉母细胞进行减数分裂时, 大部分染色体都能联会配对, 仅个别不能(图 1- D), 在中期 I, 大多数染色体都整齐地排列在

赤道板上,但个别不能同步(图 1- E),所以当染色体分向两极时,这些染色体发生随机分离,致使形成的二分体有的正常,有的不正常,最终导致一部分花粉粒能正常散粉,一部分不能正常散粉,所以育性是不完全的。对可育型的花粉母细胞进行镜检,在终变期染色体完全配成环状二价体和棒状二价体,说明其减数分裂正常(图 1- G, I),能形成可育的花粉粒。



A, B 三元杂种 F_1 减数分裂中期 I, A 示棒状二价体, 单价体; B 示三价体; C, F, H 三元杂种回交后代不育型花粉母细胞减数分裂, C 示落后染色体, F 示不正常的四分孢子, H 示多分孢子; D, E 三元杂种回交后代不完全可育型花粉母细胞减数分裂; 示个别染色体没有配对; G, I 三元杂种回交后代可育型花粉母细胞减数分裂, 示染色体能正常配对

图 1 棉属三染色体组杂种 F_1 减数分裂图

2.3 小孢子发育时期的观察

一般减数分裂后形成四分孢子, 三元杂种由于是 3 个棉种的杂种, 染色体的同源性低, 因而花粉母细胞中有许多不能配对的单价体, 这些单价体在后期向两极随机分离, 致使染色体不能均等地分配给两个子细胞, 还有不少花粉母细胞中染色体向多极分离, 形成多分孢子(图

1- F, H)。

从表 2 知, 三元杂种 F₁ 和 BC₄F₁(不育型) 在减数分裂末期, 四分孢子仅占到 20% 和 42. 3%, 除此之外, 还有二分、三分、五分、六分孢子, 甚至有时出现个别九分、十分孢子, 而 BC₄F₁ 可育型四分孢子数占 89. 4%, 其次还有三分和五分孢子, 在观察中没有发现有其他多分孢子类型。

表 2 三元杂种 F₁ 及回交后代小孢子数的观察 %

材 料	类 型								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
三元杂种 F ₁	16. 0	14. 0	20. 0	14. 5	10. 50	8. 50	9. 50	3	4
三元杂种 BC ₄ F ₁ (可育)	0	7. 3	89. 4	3. 3	0	0	0	0	0
三元杂种 BC ₄ F ₁ (不育)	7. 7	15. 4	42% 3	19. 2	7. 69	3. 85	3. 85	0	0

2. 4 花粉生活力的染色鉴定

表 3 三元杂种 F₁ 及回交后代花粉生活力及形态检测 %

材 料	着色情况			花粉粒形态及其所占百分数	
	红色	浅红	无色	正常	不正常
陆地棉	93. 02	6. 30	0. 68	94. 78	5. 22
亚洲棉	89. 62	7. 00	2. 75	79. 65	20. 35
[(亚×比) × 陆]F ₁	2. 95	18. 79	79. 26	16. 76	83. 24
[陆× (亚×比)]F ₁	2. 76	16. 04	81. 20	15. 31	84. 69
[(亚×比) × 陆]BC ₄ F ₁ (育)	83. 53	8. 41	8. 06	82. 94	17. 06
[陆× (亚×比)]BC ₄ F ₁ (育)	84. 76	7. 77	7. 47	83. 53	16. 47
[(亚×比) × 陆]BC ₄ F ₁ (不育)	9. 32	24. 19	66. 49	28. 01	71. 99
[陆× (亚×比)]BC ₄ F ₁ (不育)	8. 67	21. 35	69. 98	25. 48	74. 52

对于三元杂种 F₁ 及回交后代的可育株与不育株的花粉进行生活力染色鉴定及形态鉴定 (表 3), 从表 3 可知, 三元杂种 F₁ 及回交后代的不育型的花粉粒大多不正常且无生活力, (陆× (亚×比)) F₁ 及 ((亚×比) × 陆) F₁ 有生活力的花粉仅占 2. 76% 和 2. 95%, 而(陆× (亚×比)) BC₄F₁ 和((亚×比) × 陆) BC₄F₁ 不育型有生活力的分别为 8. 67% 和 9. 32%, 而且这两种类型的花药均不开裂, 天然条件下均不结实, 其花粉粒形态各种各样, 正常类型的仅达到百分之十几和二十, 不正常形的有椭圆形, 小圆形, 无刺突的, 镰刀形, 肾形, 许多花粉粒粘结成块, 不易散开, 说明雄性是不育的。(陆× (亚×比)) BC₄F₁ 与((亚×比) × 陆) BC₄F₁ 可育型的花粉粒大多都有生活力, 被染成红色的达 84. 76% 和 83. 53%, 几乎接近于亲本陆地棉和亚洲棉, 而且花粉粒大多都是正常圆形, 但也有个别小圆形和椭圆形, 偶尔还可见到肾形的, 虽然可育型的花粉粒存在个别不正常的, 但正常花粉已足以供给其受精所用, 因而结实正常。

3 讨论

本试验的两个亲本的染色体组型分别为 (2n= 4x= 52, A₂A₂G₁G₁) 和 (2n= 4x= 52 (AADD) ₁), 所得杂种 F₁ 的染色体组型为(AADG), 虽然 A 染色体组可以相互配对, 但 D 和 G 染色体组亲缘关系较远^[4], 减数分裂时不能进行正常的同源染色体配对, 在花粉母细胞减数

分裂中期和除大量的单价体和少数二价体外, 还存在着一定比例的三价体和四体环, 因而可以推断, G 与 D 和 G 与 A 染色体组之间存在染色体片断的同源性, 从而进行染色体交换, 实现基因重组, 可以得到有目的性状的陆地棉种质材料。

三元杂种的育性与花粉母细胞减数分裂染色体的行为密切相关。三元杂种(陆 × (亚 × 比)) 及回交后代的不育类型, 其花粉母细胞进行减数分裂时, 染色体大多不能配对, 造成一部分染色体落后或丢失, 使四分孢子发育不完整或形成多分孢子, 因而花粉无生活力; 而不完全可育株中, 减数分裂时大多染色体都能联会配对, 仅个别不能, 所以形成的四分孢子部分正常, 部分不正常, 因而仅部分花粉有生活力; 可育株在减数分裂时, 52 条染色单体完全联会配对, 说明减数分裂正常, 形成的花粉粒可育。

参考文献:

- [1] 李炳林, 张伯静, 张新润, 等. 亚洲棉与比克氏棉杂交的研究[J]. 遗传学报, 1987, 14(2) : 121- 126.
- [2] 李炳林, 祝水金, 张伯静, 等. 种子无腺体植株有腺体棉花异源四倍体新种质的育成与研究[J]. 棉花学报, 1991, 3(1) : 27- 32.
- [3] 张伯静, 李炳林, 祝水金, 等. 亚洲棉、比克氏棉和陆地棉异源四倍体的合成[J]. 棉花学报, 1993, 5(1) : 15- 20.
- [4] Lukefahr M J. Cotton plant pigment as a source of resistance to bollworm and tobacco budworm[J]. J Econ Entom. 1966, 59: 176- 179.
- [5] 李懋学. 植物染色体研究技术[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1991.

Studies on the Fertility of F_1 and Backcross Progenies from (*Gossypium hirsutum* \times (*G. arboreum* \times *G. bickii*))

SUN Dai zhen, WANG Shu guang, LI Bing lin

(Agronomy Department, Shanxi Agricultural University, Taigu Shanxi 030801, China)

Abstract: Backcross progenies BC_4F_1 of interspecific hybrid (*G. hirsutum* \times (*G. arboreum* \times *G. bickii*)) separated crazily in every characters and many new characters appeared. According to the fertility, the plants of backcross progenies were classified into 3 groups: sterile, semisterile and fertile plant and chromosome behavior during meiosis in pollen mother cell of the interspecific hybrid F_1 and the three types were studied. The main results are as follows: the sterile cause of F_1 , BC_4F_1 sterile material in the trispecific hybrid was that the chromosomes could not make a pair normally in meiosis, leading to some lagging, uneven distributing chromosomes, multispores, micronuclei and sterile pollens. In semisterile plants, the chromosomes could make a pair mostly in meiosis, only a few could not make a pair normally. In fertile plants of BC_4F_1 , the chromosomes could make a pair normally in meiosis and normal pollen grains were formed, the fertility was recorved.

Key words: Interspecific hybrid; Fertility; Backcross