



陆地棉亚红株突变的质量遗传规律研究

陈旭升, 殷剑美, 狄佳春, 肖松华, 许乃银, 刘剑光, 吴巧娟

(江苏省农业科学院经济作物研究所, 南京 210014)

摘要:分析了陆地棉亚红株突变体的淡红叶性状与当日红花性状的质量遗传规律,结果显示,淡红叶性状是受一对不完全显性基因控制的质量性状。连锁分析表明:淡红叶性状与当日红花性状完全连锁,是受同一对显性基因控制的质量性状;淡红叶与棕絮性状符合两对性状完全独立分离规律,不存在连锁遗传关系。等位性测定显示,淡红叶性状与经典红叶性状杂交后代,符合两对显性基因控制的独立分离理论比例,表明控制亚红株突变的基因与控制经典红叶的 R_1 基因不在同一基因位点。根据以上试验结果,推定陆地棉亚红株突变是一个新的质量突变性状,暂将它的基因符号定为 R_s 。

关键词:陆地棉;亚红株突变;淡红叶性状;红花性状;质量遗传

中图分类号:S 562.032 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2006)04-0195-05

The Inheritance of Sub-red Plant Mutant from Upland Cotton

CHEN Xu -sheng, YIN Jian-mei, DI Jia-chun, XIAO Song-hua, XU Nai-yin, LIU Jian-guang, WU Qiao-juan

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

Abstract: A new mutant in upland cotton was reported and named the sub-red plant by Chen Xu-sheng in 2004. The results of observations on the sub-red plant showed that there were obvious differences among the sub-red plants, the classic red plants and the normal green plants at every stage. As concerned cotyledon and neonatal color, the classic red plant's was sanguine, the normal green plant's was green while the sub-red mutant's was slightly red. During the flowering stage there was visible distinctness among the three genotypes as following: (1) The color of the intraday flower was different, the normal green plant's was white, but the sub-red mutant plant's was ponceau, which surpassed the classic red plant's; (2) The leaf color of classic red plant was red, the normal green plant's was green while the sub-red mutant's was slightly red and its leaf color gradated near green as the leaves grew up gradually.

The inheritance of the sub-red mutant including the leaf color traits and the intraday flower color was studied. The results showed that the leaf color and flower color were controlled by one pair of qualitative gene which was expressed incompletely dominant. Linkage analysis showed that the leaf color trait and the intraday flower color traits were linked completely, while the leaf color trait and the brown fiber trait were not linked, so two traits were independent inheritance. Allele test indicated that the mutant gene loci were different from the classic red plant gene loci (R_1). According to above results, it was clear that the sub-red plant was a new quality trait mutant in upland cotton, which gene was named R_s tentatively.

There are obvious phenotype difference between the sub-red plant mutant and the normal green plant in seedling and flowering stages. Remarkably, F_1 , which come from the cross the sub-red mu-

收稿日期:2005-11-07 作者简介:陈旭升(1965-),男,博士,研究员, njcx@sjaas.ac.cn

基金项目:江苏省农业科学院科研基金(6420307)

tant and the normal green plant, has good photosynthesis function. Therefore, we can use the new mutant trait as an early mark character, and at the same time make use of its F_1 hybrid to improve photosynthesis efficiency and to further increase yield. In a word, the mutant will be applied broadly in breeding.

Key words: upland cotton; qualitative inheritance; sub-red plant; sub-red leaf; red flower

早在1912年已有关于棉花红叶突变性状遗传规律的报道。现已在陆地棉中鉴定与红色素沉着有关的3个基因位点: R_1 、 R_2 和 R_3 ,其中 R_1 控制红株(红叶), R_2 控制花瓣红色基斑、植株表现正常绿色, R_3 主要控制矮化红株的颜色表达^[1]。不少研究表明:经典红株性状具有潜在的抗螨性^[2-3]。对于棉花抗性品种选育,红叶是一个具有利用价值的形态抗螨性状。但经典红色棉叶片的净光合速率低于绿叶^[4-6];因此,尽管红叶棉在抗叶螨类害虫方面具有优势,却因其叶片在光合作用上的劣势,使红叶性状的育种应用受到很大限制。

陆地棉亚红株突变于2001年在亲本FB-2群体中发现^[7],该突变体株高正常,经过南繁加代选择与自交纯合,于2003年获得群体棉株叶色无分离的纯合亲本PD-17。观察显示,亚红株突变与经典红株及其正常绿株在不同生育期存在明显的表型差异。查阅国内外有关棉花质量突变性状,未见在陆地棉中有同类性状突变的报道。本研究通过分析该突变的叶色性状与花色性状的质量遗传规律,旨在为其未来育种应用提供遗传学依据。

1 材料和方法

采用的材料为PD-17、GK19、T586、PD-19。其中PD-17为纯合的深棕絮陆地棉亚红株突变体,GK19为正常绿叶白絮亲本,T586为具有 R_1 基因的显性标准遗传系,PD-19为具有 R_1 基因的自交系。

试验在江苏省农业科学院试验地进行。2003年以亚红株突变系PD-17为遗传研究亲本,与正常绿叶亲本GK19做正反交;并与经典红叶亲本PD-19、T586杂交。

2004年分别配制显性回交 BC_1 、隐性回交 BC_2 、隐性测交TC以及各 F_1 自交得 F_2 。2005年营养钵育苗,在苗期、花蕾期、吐絮期调查各世代材料的性状分离表现。在杂交 F_2 分离群体中,取淡红叶、次淡红叶、绿叶单株各10株,于阴天、晴天,各单株取倒4叶,利用再改良半叶法^[8]测定不

同叶色类型的光合强度。

亚红株的叶色性状与花色性状的遗传统计分析按孟德尔分离理论比例,进行 X^2 适合性测验。根据淡红叶与正常绿叶,红花与白花性状杂交后代的分离比例推测质量遗传方式;根据亚红株与经典红株亲本杂交后代的分离比例,推测控制亚红株突变基因与 R_1 基因的等位性关系。

2 结果与分析

2.1 亚红株突变的表型特征

对亚红株突变体的观察显示:亚红株、经典红株以及正常绿株在不同生育期的表型存在明显差异。

从棉苗颜色来看,红株的子叶与新出小真叶为血红色;亚红株的子叶略见淡淡的微红,新出的小真叶为淡红色;正常绿株的子叶与新出小真叶均为绿色。三者苗期在表型上差异明显(图1)。

在开花期,通过对亚红株突变系PD-17、红株PD-19以及正常绿株材料GK19的观察比较,发现如下表型差异特征:(1)在开花当天上午,亚红株突变系的花瓣为鲜红色,比经典红株的红色花瓣更鲜艳;而正常绿株的花瓣为白色。(2)经典红株叶片颜色为红色;亚红株突变系的新生叶为淡红色,随着叶片的发育长大,叶色逐渐淡化为近绿色;正常绿株的叶片颜色为绿色(图2)。

2.2 亚红株突变的遗传方式

2.2.1 叶色性状遗传。以亚红株突变系PD-17和正常绿叶品种GK19杂交,苗期调查叶色性状在各世代的分离情况(表1)。结果表明:正反交 F_1 代均表现为次淡红叶,即淡红叶对正常绿叶表现为不完全显性,不存在细胞质效应。 X^2 测验显示,性状在 F_2 代分离符合淡红叶:次淡红叶:正常绿叶=1:2:1的理论比例;显性回交 BC_1 的分离符合淡红叶:次淡红叶=1:1的理论比例;隐性回交 BC_2 ,次淡红叶:正常绿叶符合1:1的理论比例。以上结果表明,亚红株的淡红叶性状是由一对不完全显性基因控制的质量性状。

表 2 PD-17 和 GK19 杂交后代花色性状的分离情况

Table 2 Colour flower segregation of the cross PD-17 with GK19 in flowering phases

世代	亲本及组合	红花	淡红花	白花	理论比例 X ² 值	
					BC ₂ →1:1	概率
P ₁	PD-17	103	0	0	/	/
P ₂	GK19	0	0	66	/	/
F ₁	PD-17×GK19	0	96	0	/	/
	GK19×PD-17	0	68	0	/	/
BC ₁	(GK19×PD-17)×PD-17	39	36	0	0.1200	0.50~0.75
BC ₂	(GK19×PD-17)×GK19	0	63	74	0.8832	0.25~0.50
F ₂	PD-17×GK19	30	58	30	0.0339	0.975~0.99
	GK19×PD-17	35	70	40	0.5172	0.75~0.90

表 3 PD-17 和正常绿叶亲本杂交后代的花色与叶色性状的连锁关系

Table 3 The linkage relationship between leaf colour and colour of flower

世代	亲本及组合	红花淡红叶	红花绿叶	白花淡红叶	白花绿叶	理论比例 X ² 值	
						BC ₂ →1:1	概率
P ₁	PD-17	103	0	0	0	/	/
P ₂	GK19	0	0	0	66	/	/
F ₁	PD-17×GK19	96	0	0	0	/	/
	GK19×PD-17	68	0	0	0	/	/
BC ₁	(GK19×PD-17)×PD-17	75	0	0	0	/	/
BC ₂	(GK19×PD-17)×GK19	63	0	0	74	0.8832	0.25~0.50
F ₂	PD-17×GK19	88	0	0	30	0.0113	>0.90
	GK19×PD-17	105	0	0	40	0.5172	0.25~0.50

2.2.4 叶色与絮色的连锁分析。亚红株突变 PD-17 的絮色为深棕色。淡红叶棕絮 PD-17 与绿叶白絮 GK19 杂交后代,除少数没有结铃吐絮的单株,在开花吐絮期调查各世代叶色与絮色的表现结果见表 4。F₁ 代均表现为淡红叶棕絮,隐性测交 TC 符合淡红叶棕絮:淡红叶白絮:绿叶棕

絮:绿叶白絮=1:1:1:1 的理论比例;F₂ 分离符合淡红叶棕絮:淡红叶白絮:绿叶棕絮:绿叶白絮=9:3:3:1 的独立分离规律。以上结果显示,淡红叶性状与棕絮性状是两对完全独立遗传的质量性状,不存在遗传上的连锁关系。

表 4 PD-17 和正常绿叶亲本杂交后代的叶色与絮色性状的连锁关系

Table 4 The linkage between sub-red leaf and brown fiber in the cross PD-17 with GK19

世代	亲本及组合	淡红叶棕絮	淡红叶白絮	绿叶棕絮	绿叶白絮	理论比例 X ² 值	
						TC→1:1:1:1	概率
P ₁	PD-17	103	0	0	0	/	/
P ₂	GK19	0	0	0	66	/	/
F ₁	PD-17×GK19	96	0	0	0	/	/
	GK19×PD-17	68	0	0	0	/	/
TC	(GK19×PD-17)×GK19	37	26	32	42	4.1095	0.25~0.50
F ₂	PD-17×GK19	63	17	21	9	1.3212	0.50~0.75
	GK19×PD-17	81	22	26	14	3.7599	0.25~0.50

2.3 亚红株与经典红株性状的等位性分析

为了明确亚红株突变与经典红株突变两者基因的等位性关系,利用亚红株亲本 PD-17 与 2 个

经典红株亲本 PD-19、T586 杂交,调查各世代叶色性状分离规律(表 5)。由表 5 可见:杂交 F₁ 均表现为红色叶。两组隐性测交的(红叶+亚红叶)

: 正常绿叶均符合 3 : 1 的理论比例, 杂交 F_2 的叶色分离均符合(红叶+亚红叶) : 正常绿叶 = 15 : 1 的理论比例。以上结果显示, 亚红叶显性基因与已知的红叶显性基因 R_1 不存在复等位关系, 它们是两对独立位于不同染色体上的非等位显性基因, 表明亚红株突变是有别于经典红株的新突变性状。

2.4 亚红株的光合效能

为了解亚红株叶片的光合效能, 花铃期在亚红株与正常绿株杂交 F_2 近等基因背景下, 取淡红叶、次淡红叶、绿叶单株各 10 株, 分析三种不同叶色的光合强度(表 6)。可以看出, 在晴天强光条件下, 光合强度的强弱依次为次淡红叶 > 淡红叶 > 绿叶, 分别为 27.10、12.84、4.89; 在阴天弱光

表 5 亚红株和经典红株亲本杂交后代叶色性状的分离

Table 5 The segregation of the colour of leaves in the cross PD-17 with classic red leaf varieties

世代	组合	(亚) 红叶	绿叶	理论比例 χ^2 值	
				$BC_2 \rightarrow 3 : 1$	概率
F_1	PD-17×PD-19	112	0	/	/
	PD-17×T586	105	0	/	/
TC	(PD-17×PD-19)×GK19	117	41	0.0759	0.75~0.90
	(PD-17×T586)×GK19	116	40	0.0342	0.75~0.90
F_2	PD-17×PD-19	347	20	0.4013	0.50~0.75
	PD-17×T586	307	21	0.0130	>0.90

条件下, 光合强度的强弱依次为次淡红叶 > 绿叶 > 淡红叶, 分别为 22.21、21.80、8.56。该结果显示: 不管在强光、弱光条件下, 光合强度均以次淡红叶(即亚红株与正常绿株杂交 F_1 的叶色类型)为最高, 显示亚红株突变性状在杂优利用方面的巨大潜力。

表 6 亚红株与正常绿株杂交 F_2 分离群体不同叶色光合强度的差异

Table 6 Comparison photosynthesis intensity of different colour leaf types in segeration F_2

叶片类型	晴天	阴天	平均光合强度
			$/(mg \cdot dm^{-2} \cdot h^{-1})$
淡红叶	12.84	8.56	10.70
次淡红叶	27.10	22.21	24.65
绿叶	4.89	21.80	13.35

3 讨论

3.1 通过分析陆地棉亚红株突变的叶色与花色

性状的遗传规律, 结果表明, 该突变的叶色与花色性状符合一对基因控制的质量遗传规律, 是受一对不完全显性基因控制的质量性状。等位性分析表明, 亚红株性状与控制经典红株基因 R_1 不在一个基因位点, 它们符合 2 对基因独立分离的理论比例。根据以上结果, 推断这是一个完全不同于已有陆地棉经典红株的新突变性状。根据国际通用基因定名规则, 本文把控制亚红株性状遗传的基因符号暂定为 R_s 。

3.2 亚红株突变性状在苗期即与正常绿株棉苗以及经典红株棉苗具有明显可见的表型差异, 在开花期的花色呈鲜红色, 明显不同于正常白花颜色, 特别是亚红株突变的叶色较经典红叶色浅, 其杂交 F_1 的叶色呈不完全显性, 具有良好的光合作用功能(表 6)。因此, 在棉花杂优利用中, 可用该突变性状作为早期标记性状, 同时通过利用该性状提高杂交棉 F_1 的光合效率来提高光合产量, 其育种应用前景非常广阔。

南京农业大学宋振云同学参加本试验的部分调查工作, 特表致谢!

参考文献:

- [1] KOHEL R J, Lewis C F. Cotton[M]. Published by American Society of Agronomy, Inc. 1984:85-97.
- [2] 武予清, 刘芹轩, 钟昌珍. 不同棉花品种苗期对朱砂叶螨抗性的筛选鉴定[J]. 河南农业大学学报, 1997, 31(3):217-220.
- [3] 程福如, 姚大瑞, 裴俊德. 棉花叶螨为害损失及防治指标研究[J]. 安徽农业科学杂志, 1998, 26(3):260-261.
- [4] BHARDWAI H L. Combining ability analysis in cotton for agronomic characters fruiting efficiency, photosynthesis and bollworm resistance[J]. Agric Sci 1984, 103:511-518.
- [5] 潘学标. 不同叶色基因型棉花的一些光合特性比较[J]. 植物生理学通讯, 1989, (5):20-23.
- [6] 潘学标, 张立桢, 王延琴, 等. 不同遗传型棉花品种光谱反射特性研究[J]. 棉花学报, 1998, 10(2):107-110.
- [7] 陈旭升. 陆地棉亚红株新突变体[J]. 中国棉花, 2004, 31(12):19
- [8] 陈旭升, 朱绍琳. 测定棉叶光合强度改良半叶法的再改良[J]. 中国棉花, 1990(6):30. ●