

矮牵牛花器官突变体 *blind-like* 的表型和解剖结构

宁国贵 包满珠*

(华中农业大学园艺林学学院, 园艺植物生物学教育部重点实验室, 湖北武汉 430070)

摘要: 从矮牵牛自交系中获得一个花器官变异突变体, 将其命名为 *blind-like*。该突变体的性状能够稳定遗传, 主要表现为花数增多, 花瓣顶端出现花药状结构, 具有类似正常花药的四分室结构, 并产生少量花粉。该突变体与矮牵牛花器官 *blind* 突变体相似, 通过自花授粉与异花授粉产生种子。

关键词: 矮牵牛; 花器官; 发育; *blind-like* 突变体

中图分类号: S 681.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2006) 05-1121-04

Morphological Characteristics and Anatomy of a Novel Floral Mutant of *Petunia*

Ning Guogui and Bao Manzhu*

(Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education, College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract: A spontaneously occurred floral mutant with multi-flower and exhibiting antheroid structure on the top of petals was found in the progeny of a instable self-line of petunia. The anther of the mutant has a resembled structure in normal plants and can produce a little infertile pollen in it. The mutants could produce seeds by self-pollinated or pollinated with pollens from the wild type. The similarity and differences of *blind-like* with similar petunia mutants was discussed.

Key words: *Petunia hybrida*; Floral organ; Development; *blind-like* mutant

1 目的、材料与方法

近年来通过对金鱼草与拟南芥花器官突变的大量研究, 初步了解了花器官发育的遗传及控制机理, 并提出了花发育的 ABC 模型^[1]。其中 A 类基因控制第 1、2 轮花器官的发育, B 类控制第 2、3 轮花器官的发育, C 类控制第 3、4 轮花器官的发育。ABC 模型的提出最先是基于突变体的表型, 其是否在相关基因上也有类似的相互影响还有待深入了解。不同突变体表型的变化与不同盒式基因的表达关系, 以及突变体内盒式基因的表达情况, 是目前花发育研究的热点^[2-10]。笔者在进行矮牵牛育种中, 在一易变异的矮牵牛自交系中发现了遗传稳定的突变体类型, 将其命名为 *blind-like*。本文对其表型 (外部形态特征) 和内部解剖结构进行了初步研究, 为进一步深入工作提供基础资料。

试材为自交 4 代的自交系, 自交后代发现的一突变单株以及由其繁殖的、经遗传分析与鉴定为稳定的突变体, 种植于华中农业大学园艺林学实验基地。从开花始, 对正常植株与突变植株尤其是花器官的形态特征进行观察, 并用 FAA 固定不同发育时期的花芽, 将需要观察的花芽, 制成石蜡切片, 爱氏苏木精整染, 切片厚 6~8 μm, 中性树脂封片, 常规显微观察、摄影。

2 结果分析与讨论

2.1 矮牵牛花器官突变体的表型特征

正常矮牵牛花由外向内分别为萼片 5 个、花瓣 5 个、雄蕊 5 枚、两心皮组成的雌蕊, 共 4 轮组

收稿日期: 2006-04-03; 修回日期: 2006-06-12

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: mzbao@mail.hzau.edu.cn)

成。与正常矮牵牛 (图 1, A) 相比, *blind-like* 突变体花也有 4 轮花器官结构 (图 1, B、C), 但花瓣顶端由花药状的结构代替了展开的花瓣, 花头数比原来的自交系明显增多, 盛花期每株着花量是对照植株的 5 倍 (表 1)。突变体全部腋芽均分化为花芽, 花冠筒的颜色由来自自交系的浅红色 (图 1, A) 变为淡黄绿色 (图 1, E), 花瓣顶端的花药状结构随着花器官的发生而发生 (图 1, D), 在发育过程中花瓣未像正常的花瓣一样伸长和增大, 其花药状结构一直没有变化, 而花冠筒与花丝同步伸长。突变体成熟的花朵花冠筒比正常偏短 (表 1), 花瓣顶端花药状结构呈浅黄色, 具有和花药外部形态上相似的裂沟 (图 1, E)。

突变体的叶形指数 (叶长/叶宽) 大于普通叶片 (表 1), 说明突变体的叶片变长, 变狭。虽然突变体自交结实率低 (正常花药中的花粉授粉), 但可以形成可育种子。

表 1 矮牵牛 *blind-like* 突变体与普通植株的主要差异特征
Table 1 Different characteristics between wild type and *blind-like* mutant

基因型 Genotype	花朵数 Number of flowers	叶形指数 (长/宽) Leaf shape index (Length/width)	花冠筒长 Length of flower tube (cm)
对照 Wild type	20.9 ±5.2	1.99 ±0.012	3.53 ±0.18
突变 <i>blind-like</i>	110.6 ±12.4	2.35 ±0.072	3.10 ±0.09

2.2 矮牵牛花器官突变体的结构特征

正常矮牵牛花发育过程中, 5 个花瓣原基在外侧花萼原基与内侧雄蕊原基之间, 轮状排列。对 *blind-like* 突变体而言, 在花萼原基和花瓣原基形成时, 花的结构跟正常矮牵牛没有太大差异 (图 2, A), 花瓣原基在雄蕊原基产生之后表现出异常特性。在各花器官原基分化完全时观测花瓣末端的纵切面, 可见顶端明显表现了花药状结构 (图 2, D)。在花丝进行居间生长期间, 花瓣的这种变异一直存在, 同时随着雄蕊上花粉囊的发育, 花瓣顶端上的花药状结构也出现类似花粉囊的结构, 形成花粉粒 (图 2, E)。而正常矮牵牛的花瓣则进行伸长、展开的过程, 其横切面的花瓣则表现为圆形 (图 2, B)。矮牵牛的花药有 4 个规则孢子囊药室, 分化成熟的花药横切面整体轮廓呈蝴蝶状, 中部着色较深处是维管束, 孢子囊药室具有大量的成熟花粉粒 (图 2, C)。 *blind-like* 突变体花瓣顶端的花药状结构, 其横切面也非常类似于蝴蝶状, 形态上也存在一个不规则四分室结构, 并且分室结构也有少量但不可育的花粉粒 (图 2, F)。

2.3 突变体与矮牵牛 *blind* 突变体的比较分析

本研究发现的突变体与 Suguru Tsuchimoto 报道的 *blind* 突变体较为相似, 但 *blind* 突变体花瓣顶端花药化的表现没 *blind-like* 突变体强烈^[11]。 *blind-like* 突变体与 *blind* 突变体不同的在于: 其一是花瓣上花药状结构产生的少量花粉是不可育的, 而 *blind* 则是可育的; 其二是几乎植株全部的腋芽均分化为花芽, 整个植株的花头数是来自自交系的 5~6 倍; 其三是花萼不出现弯曲。以上说明这种突变体与 *blind* 不尽相同, 为一种新的矮牵牛花瓣突变体。

对 *blind* 突变体分析表明, 在花器官发生变异的同时, 突变体的叶片也在变长, 变狭, 其花器官与叶片变化的表型相关进一步证明花是叶片特异化器官的说法^[11]。花瓣顶端花药化与 *pMADS3* 有关^[5], 在 *blind* 突变体上, *pMADS3* 在各花器官的表达与正常植株有很大差异, 它在花的各轮器官都有不同程度的表达, 而不局限于第 3、4 轮花器官^[7]。在转基因植株上 *pMADS3* 的过量表达同样引起 *blind* 类似的表型。

目前还没有其它的基因引起矮牵牛花瓣顶端花药化的报道。不同的花瓣突变体可能有不同的遗传机制。在拟南芥上其与 *pMADS3* 同源的是 *AG* 基因。 *AG* 基因表达异常, 可由 *ap2* 基因的突变引起^[10]。其 *AG* 基因功能的缺失导致花器官的无限增生。这只是部分说明了花瓣顶端出现花药状结构与 C 类或 A 类个别基因存在关系。



图 1 矮牵牛 *blind-like* 突变体与普通植株的表型

A. 正常植株; B. 突变株系; C. 突变单株; D. 突变体花早期花冠; E. 突变体成熟花冠 (箭头表示花瓣顶端的花药状结构)。

Fig. 1 Morphological characteristics of *blind-like* mutants and wild type of *petunia*

A. Normal flowers; B. Mutants; C. A single mutant plant; D. Flower of mutant in early stage;
E. Mature flower of mutant (arrow: the antheroid structure on the top of petals).

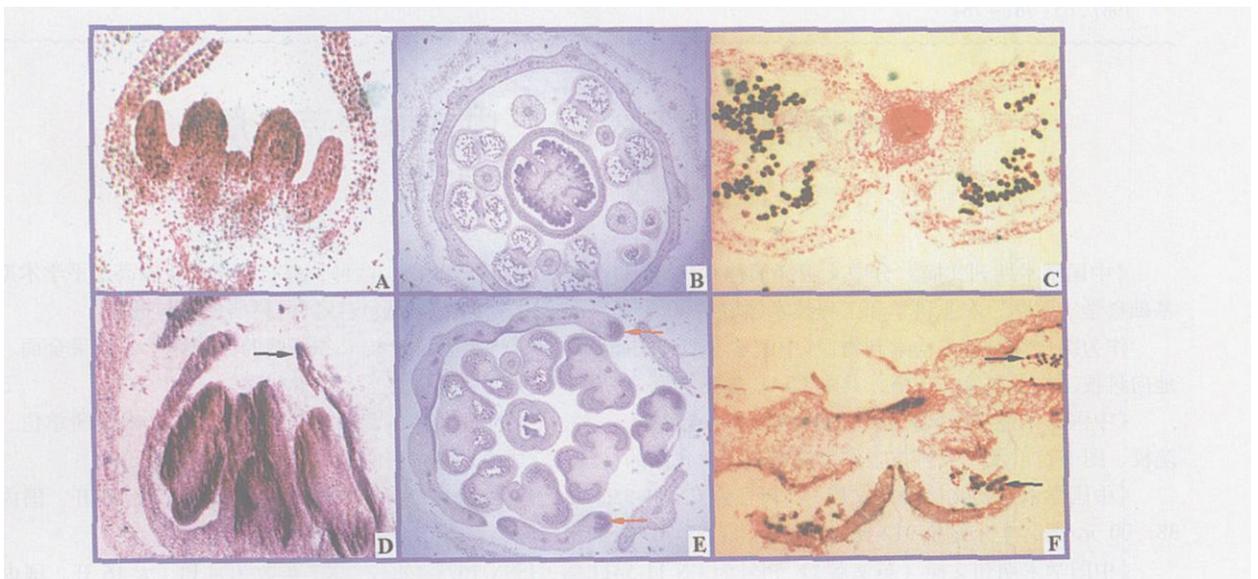


图 2 牵牛花 *blind-like* 突变体与普通花器官的切片结构

A. 正常花早期纵切面; B. 正常花早期横切面; C. 花药横切面; D. 突变体花早期纵切 (箭头示花瓣顶端的花药状结构);
E. 突变体花早期横切面 (箭头示花药状结构开始形成花粉粒); F. 突变体花瓣花药状结构横切面 (箭头示花粉粒)。

Fig. 2 The floral cross and longitudinal sections of *blind-like* mutants and wild type of *petunia*

A: The longitudinal section of a normal floret in early stage; B: The cross section of a normal floret in early stage; C: The cross section of a normal anther; D: The longitudinal section of a mutant floret in early stage (arrow: the antheroid structure on the top of petals);
E: The cross section of a mutant floret in early stage (arrow: the formation of clinandrium on the antheroid structure);
F: The cross section of antheroid structure in mutant (arrow: microspore in the antheroid structure).

*blind-like*突变体的发现, 不仅为研究矮牵牛 *pMADS3* 与 *ap2-like* 基因与花瓣顶端花药化的互作关系, 为分离导致花瓣顶端花药化的靶基因提供了材料, 对研究花芽启动, 其他盒式基因与植株花朵数的遗传物质关系也有重要价值。

参考文献:

- 1 Coen E S, Meyerowitz E M. The war of the whorls: genetic interaction controlling flower development. *Nature*, 1991, 353: 31 ~ 37
- 2 Lilac P, Dana H, Limor B, Charles H, Eliezer L. The TM5 MADS gene mediates organ differentiation in the three inner whorls of tomato flowers. *The Plant Cell*, 1994, 6: 175 ~ 186
- 3 Alexander R van der Krol, Chua N H. Flower development in petunia. *The Plant Cell*, 1993, 5: 1195 ~ 1203
- 4 Pedro G, Manuel J, Juan C, Sergio Z, Trinidad A, Rafael L. Stamenless, a tomato mutant with homeotic conversions in petals and stamens. *Planta*, 1999, 209: 172 ~ 179
- 5 Suguru T, Alexander R van der Krol, Nam-Hai Chua. Ectopic expression of *pMADS3* in transgenic petunia phenocopies the petunia *blind* mutant. *The Plant Cell*, 1993, 5: 843 ~ 853
- 6 Rafael L, Trinidad A, Pedro G M, Camen P, Juan C, Peter H, Julio S, Jose M, Marty N Z. Tomato flower abnormalities induced by low temperatures are associated with changes of expression of MADS-Box genes. *Plant Physiol*, 1998, 117: 91 ~ 100
- 7 Suguru T, Tomoko M, Alexander R van der Krol, Eiichi O. The whorl-specific action of a petunia class B floral homeotic gene. *Gene to Cell*, 2000, 5: 89 ~ 99
- 8 Gerco C. Angenent, Marco B, John F, Joseph N M Mollb, Arjen J van Tunen. Differential expression of two MADS box genes in wild-type and mutant petunia flowers. *The Plant Cell*, 1992, 4: 983 ~ 993
- 9 Colombo L, Franken J, Koetje E, van Went J, Dons H J M, Angenent G C, van Tunen A. The petunia MADS-box gene *FBP11* determines ovule identity. *Plant Cell*, 1995, 7: 1859 ~ 1868
- 10 Maes T, van de Steene N. Petunia *ap2-like* genes and their role in flower and seed development. *Plant Cell*, 2001, 13: 229 ~ 244
- 11 Vallade J, Maizonnier D, Camu A. La morphogenèse florale chez le petunia. I Analyse d'un mutant corolle staminée. *Can. J. Botany*, 1987, 65: 761 ~ 764

《中国学术期刊文摘》中文版和英文版 2007年征订启事

《中国学术期刊文摘》分中文版(简称CSAC)和英文版(简称CSAE)两种,各自收录了我国高水平学术期刊中基础科学、医学、农业科学和工程技术领域约40个学科的论文文摘,全景展现我国的科研成果与进展。

作为综合性科技类检索刊物,《中国学术期刊文摘》致力于将我国科学技术各领域的原创性学术成果全面、快速地向科技工作者交流、传播,其中CSAE是我国第一份综合性英文版科技类学术检索刊物。

《中国学术期刊文摘》由中国科学技术协会主管,科技导报社主办并负责编辑、出版、发行,对科研单位、高等院校、图书馆以及广大科技工作者检索和了解我国的科技研究成果、学术研究动向具有重要的参考价值。

《中国学术期刊文摘(中文版)》刊号为CN 11-3501/N,ISSN 1005-8923,2007年为半月刊,大16开,国内定价38.00元/册,全年定价912元,邮发代号:82-707。

《中国学术期刊文摘(英文版)》刊号为CN 11-5411/N,ISSN 1673-4084,2007年改为月刊,大16开,国内定价15.00元/册,全年定价180元,邮发代号:80-487。

欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆订阅。

通讯地址:北京市海淀区学院南路86号科技导报社(邮编100081)

联系电话:010-62103122

联系人:姚玉琴

征订信箱:wzbj@cast.org.cn

单位主页: <http://www.csac.org.cn>

户名:科技导报社

账号:0200001409089017271

开户银行:工商银行百万庄支行