

观赏植物花色嵌合体及其育种学应用

闫俊芳, 谭苗苗, 陈 驰, 王 蕾, 谈建中* (苏州大学建筑与城市环境学院, 江苏苏州 215123)

摘要 花色嵌合体是一种特殊的植物材料, 在观赏园艺应用中具有极高的经济价值与研究意义。在比较说明几种花色嵌合体形态特征的基础上, 讨论了植物花色嵌合体的形成原因及细胞学机制, 并且探讨了花色嵌合体在观赏植物育种中的应用。

关键词 观赏植物; 花色嵌合体; 分生组织; 基因突变; 遗传育种

中图分类号 S688 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)06-01600-03

Flower Color Chimera and Its Application in Breeding of Ornamental Plant

YAN Jun-fang, TAN Jian-zhong et al (Department of Horticulture, School of Architecture and Urban Environment, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215123)

Abstract Flower color chimera is a special kind of plant material, and has a very high economic value and research significance in application of ornamental horticulture. Based on the comparison and description of several kinds of morphological characteristics of flower color chimera, this paper was performed to discuss the cause of formation and cytology mechanism of flower color chimera, and to explore its application in breeding of ornamental plants.

Key words Ornamental plants; Flower color chimera; Meristem; Gene mutation; Genetics and breeding

植物嵌合体(Plant chimera)是指含有2种或2种以上遗传型的植物组织或植物个体^[1], 主要由植物顶端细胞系中存在遗传基础不同的细胞而形成^[2], 当嵌合表现在花朵上时便形成了花色嵌合体。植物嵌合体作为一种特殊的试验材料, 在研究植物生长发育过程中细胞间相互作用、分生组织功能、器官发生过程中细胞的协调机制、不同遗传型细胞组织间的信息交换特点及生理化学互作效应等方面具有重要价值。同时, 花色嵌合体还能增加观赏植物品种的多样性, 提供一些稀有异色花的观赏植物新品种。

1 花色嵌合体的花色表型

花色嵌合体因形成机制的不同, 其表型差异也很大, 大致可以分为3种类型。第1类如山茶花品种‘宽彩带’(Margaret Davis)。这是山茶花‘马卡德’(Aapasias macathur)品系在栽培过程中发生的花色嵌合体, 白色花瓣还带有红色边缘(图1A)^[3]。又如李炎林等^[4]在红花檵木‘密枝玫红’中发现的花叶芽变2号, 其花朵表现为乳白色和红色的嵌合(图1B)。这2种变异的共同特点是不同色彩分布于花瓣的基部和端部。

刘长命等^[5]用⁶⁰Co- γ 射线对唐菖蒲品种‘新秀’的种球进行诱变, 在M₂代中选出花瓣呈粉白相间的复色花突变体(图1C)。这种类型的嵌合体不同于上述第1类, 其嵌合花色呈扇状排列。当2种颜色所占比例相同时, 常表现为左右相异的阴阳型。

第3类花色嵌合体是扇区、辐射状条纹以及斑点综合在一起呈无规律排列方式。于澄宇等^[6]在甘蓝型油菜杂种C022后代中, 发现一种稀有的突变体991S, 其花瓣呈黄白双色嵌合, 4片花瓣每片中央均为带状黄色色斑, 而两侧为白色(图1D)。赵建刚^[7]在重台紫茉莉中发现了紫白镶嵌的品

种, 呈竖条和斑点状嵌合(图1E)。笔者在校苗圃基地发现了一种双色菊花, 花瓣呈紫-黄镶嵌, 其总体由扇形区域分割, 但扇区内也掺有异色或杂色花瓣(图1F)。

2 花色嵌合体的成因

花色嵌合体的成因可以分为遗传性的和非遗传性两大类。前者主要是由体细胞突变、染色质体易位、染色体畸变、分生组织部分突变等造成的, 而嫁接、病毒侵染等非遗传因素也可导致嵌合体的形成, 如郁金香碎色病毒(Tulip breaking virus)入侵可导致郁金香(*Tulipa gesneriana*)花瓣出现不规则的黄斑^[8]。

近年来, 在转座子与花瓣嵌合色形成关系的研究中, 发现转座子引起基因不稳定表达是形成花色嵌合体的主要原因^[9]。Iida等^[10-11]认为, 日本牵牛花花色繁多, 嵌合花色图案和颜色繁杂多变。这是由转座子影响编码花色素苷基因的表达所引起的, 如圆叶牵牛(*I. purpurea*)中的pink株系, 由于转座子Tip201插入F3'H基因, 使得花色突变为带有红色斑点或纹路的白花。flaked突变株系的嵌合花色是由Tip100插入CHS-D基因内含子所引起的^[11]。

嫁接也可以形成嵌合体, 如利用不同基因型的近缘植物进行嫁接, 接穗与砧木接触面上的异型细胞可以生成嵌合体; 或利用不同基因型的细胞混合培养, 使得不同遗传型组织形成一个生长点原基, 从而生成花色嵌合体^[12]。

3 花色嵌合体的形成机制

就遗传性花色嵌合体而言, 嵌合花色的形成是在花芽分化初期就被决定的。高等植物一般都有多个顶端起始细胞。根据其分裂方式及产生的子代细胞的位置关系, 这些细胞层自外而内分别被称为L1(外原套)、L2(内原套)、L3(原体)^[13]。根据茎顶端分生组织中遗传基础不同的细胞间空间结构的特点, 植物嵌合体可以分为周缘嵌合体、扇形嵌合体及混合型嵌合体3种^[14]。

3.1 周缘嵌合体 周缘嵌合体每层中细胞的基因型相同, 性状相对稳定。栽培中常见的嵌合体多为周缘型, 如山茶品

基金项目 苏州市应用基础研究计划(项目编号: SYN201205)。

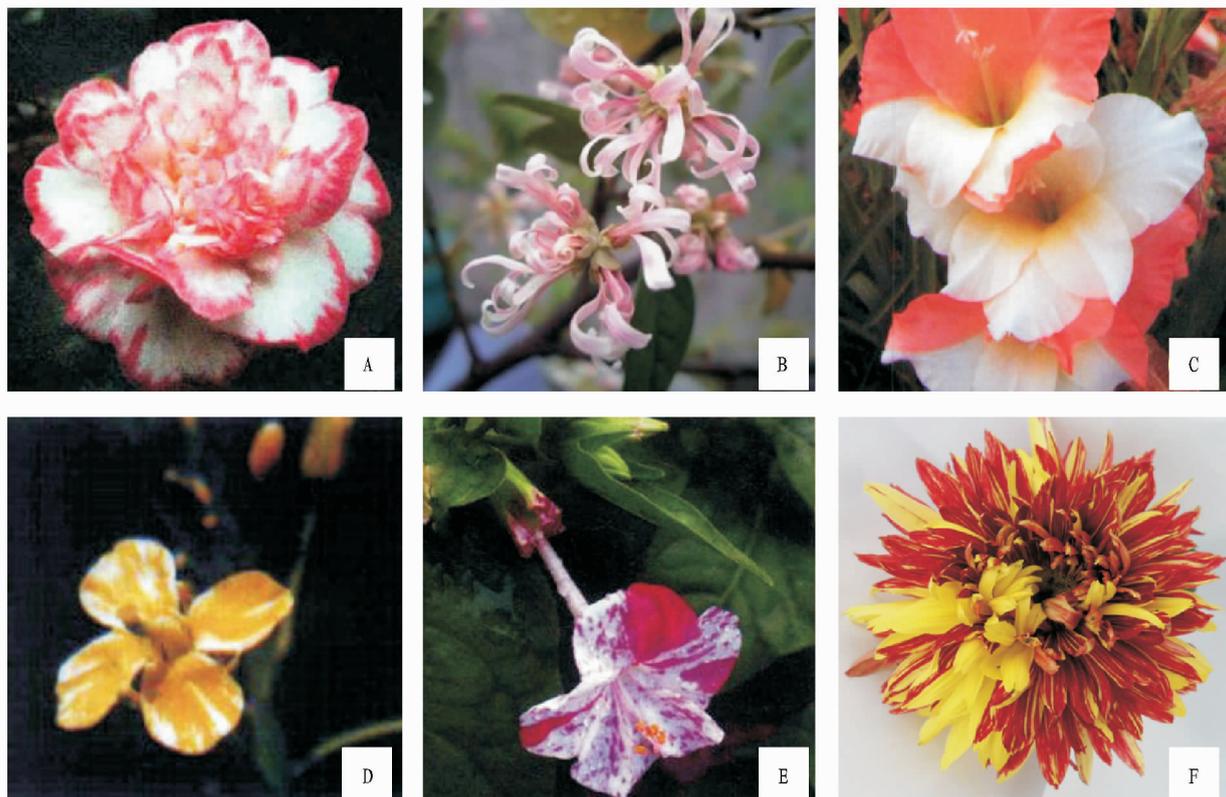
作者简介 闫俊芳(1987-), 女, 河南安阳人, 硕士研究生, 研究方向: 园林植物生物技术。*通讯作者, 教授, 从事园林植物资源与生物技术方面的研究。

收稿日期 2014-01-06

种‘宽彩带’、红花檵木‘密枝玫红’花叶芽变2号。周缘嵌合体又可分为单层式、双层式和三层式,其中3层细胞都发生遗传变异的嵌合体最为少见。若某植株顶端分生组织有3

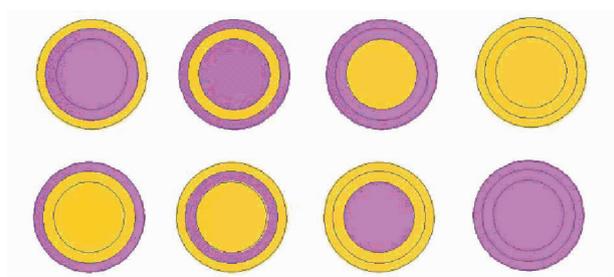
层细胞、2种基因型M和N,则将有8种组合类型,能形成6种类型的嵌合体(图2)。

3.2 扇形嵌合体 扇形嵌合体中不同遗传型的细胞呈扇区



注:A.山茶花‘宽彩带’^[3];B.红花檵木‘密枝玫红’花叶芽变2号^[4];C.唐菖蒲‘新秀’复色花突变体^[5];D.油菜花突变体991S^[6];E.重台紫茉莉紫白镶嵌体^[7];F.紫-黄镶嵌菊花。

图1 花色嵌合体的不同类型



注:仿参考文献[1]绘制。黄色代表基因M,紫色代表基因N。

图2 周缘嵌合体

分布于生长点原基(图3)。嵌合花色表征为分界线明显的扇状花色镶嵌,如从唐菖蒲品种‘新秀’中发现的粉白相间的花色突变体(图1C)就属于扇形嵌合体。扇形嵌合体不稳定,易因某一基因型的变化而失去其嵌合特性,因此不易保存。采取茎尖组织培养、花瓣组织培养甚至扦插等方法都可能将组成该嵌合体的2种不同遗传型的个体加以分离。

3.3 混合型嵌合体 这是一种周缘嵌合体和扇形嵌合体之间的过渡类型。不同遗传型的细胞平周分布和扇区分布混合于同一生长点原基(图4)。混合型嵌合体也不稳定,易发展成周缘型,表型上易出现细小斑纹。Marcotrigiano等^[15]研

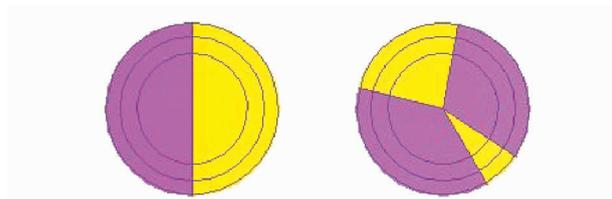


图3 扇形嵌合体

究表明,混合型嵌合体可能是发生细胞类型的转移,从而发展形成新的嵌合体。

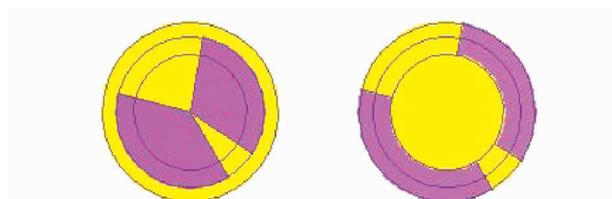


图4 混合型嵌合体

根据花色嵌合体的形态特征分析,观赏植物的花色嵌合体表型并不是由L1、L2或L3中的某一层组织变异所决定的,而往往是多层细胞变异综合影响的结果。这是因为表现花色的花瓣表层组织是由L1层发育而来的;L2层除了分化成栅栏组织和海绵组织外,还形成生殖组织和细胞(卵细胞

和花粉);而L3层细胞则影响花序、花数^[1,16]。同时,周缘嵌合体的花可能表现为单一花色,也可能表现为嵌合花色。这主要取决于由L1层细胞发育来的表层组织能否将L2层细胞包覆在内。

4 花色嵌合体在育种中的应用

嵌合体中的新遗传类型可能具有更加优良的经济性状。它可以通过单芽扦插或嫁接、离体组织培养等方法进行分离与固定,其中植物组织培养是目前分离、保存嵌合体的常用方法,但是其后代性状也易发生改变,与母本性状不一定完全一致。Li^[17]利用天竺葵绿-白型叶柄组织进行组织培养,不仅获得同母体型嵌合体,而且获得不同于母体组织类型的新型嵌合体植株。此外,应用组织发生学的原理对芽的分化方向进行控制,还可以得到开不同种花色的植株,如一个主枝上的2个分枝可以开出不同颜色花朵的情侣夜来香^[14]。

在观赏植物育种学中,花色嵌合体主要作为珍稀观赏植物资源保存,或作为新品种培育的原始材料或直接作为新品种加以应用。洪玉^[18]发现了一株茎部红绿镶嵌、花瓣由四色组成的半枝莲,采集其种子,播种后发现80%的子代性状都与亲本一致;将其与不同种类的半支莲进行杂交,所得到的后代均为中间色,未能获得复色品种;但是,将其与各种纯色植株进行杂交;进一步大面积混合种植,形成一个稳定的嵌合群体,既可作为育种的基础材料,又可作为新品种直接应用于园林绿化。

我国植物资源丰富,为植物嵌合体的研究与利用提供了十分有利的条件。观赏植物嵌合体因其色彩斑斓、新颖奇特而极具观赏价值,在园艺产业中已受到越来越多的重视,也有一系列应用方面的研究报道。今后,仍需要通过资源收集、引种驯化及人工诱变等途径,获取更多新奇的花色嵌合

体,有利于深入研究花色素变化的影响因素,或应用于观赏植物新品种选育和生产栽培。

参考文献

- [1] 李明银,何云晓.植物遗传嵌合体及其在观赏植物育种中的应用[J].植物学通报,2005,22(6):641-647.
- [2] POETHIG R S. Clonal analysis of cell lineage patterns in plant development [J]. Am J Bot,1987,74:581-594.
- [3] 高继银.趣淡茶花品种之突变[J].中国花卉盆景,2006(4):3.
- [4] 李炎林,熊兴耀,于晓英,等.红花繖木花叶芽变生物学特性[J].林业科学,2010,46(8):56-62.
- [5] 刘长命,张显.唐菖蒲复色花突变体 AFLP 及 SCAR 标记研究[J].西北农业学报,2009,18(5):237-240.
- [6] 于澄宇,胡胜武,张春红,等.一种花色突变雄性不育油菜的发现[J].遗传,2004,26(3):330-332.
- [7] 赵建刚.重台紫茉莉[J].中国花卉盆景,2008(4):8-9.
- [8] 程金水.园林植物遗传学[M].北京:中国林业出版社,2000:23-39.
- [9] 刘青林,陈俊瑜.观赏植物花器官主要观赏性状的遗传与改良[J].园艺学报,1998,25(1):81-86.
- [10] 李军,李洪清,吴萍,等.转座子在观赏植物嵌合花色中的应用[J].植物生理学通讯,2005,4(5):542-546.
- [11] HIDA S, MORITA Y, CHOI J D, et al. Genetics and epigenetics in flower pigmentation associated with transposable elements in morning glories [J]. Adv Biophys, 2004, 38: 141-159.
- [12] 吴洪明,林宝明,赖钟雄,等.一个芸香科属间嫁接嵌合体的拉丁名称: + Citroponcirus Hormish [J]. 热带亚热带植物学报,2004,12(2):177-181.
- [13] MEDFORD J L. Vegetative apical meristems [J]. The Plant Cell, 1992, 4(9):1029-1039.
- [14] 李天菲,蔡得田.植物嵌合体机理及研究进展[J].湖北大学学报:自然科学版,2002,24(3):81-86.
- [15] MARCOTRIGIANO M, BERNATZKY R. Arrangement of cell layers in the shoot apical meristems of periclinal chimeras influences cell fate [J]. The Plant Journal, 1995, 7(2):193-202.
- [16] 赵昶灵,郭维明,陈俊瑜.植物花色形成及其调控机理[J].植物学通报,2005,22(1):70-81.
- [17] LI M Y. Observation of high-frequency occurrence of chimeral adventitious shoots in tissue culture from the chimeral tissues of *Pelargonium zonale* [J]. Hort Science, 2005, 40(5):1461-1463.
- [18] 洪玉.半枝莲嵌合体育成[J].中国花卉园艺,2002(24):23.

(上接第1599页)

覆土厚度也会影响小麦出芽率。在小麦拔节前,地上部小麦生物量能够反映小麦的出芽情况,与小麦出芽率具有相同的变化趋势。

参考文献

- [1] 王巧妮,陈新生,张智光.采煤塌陷地复垦研究综述[J].中国国土资源经济,2009,22(6):23-24.
- [2] 黎伟.煤矿充填复垦区土壤肥力质量变化与地下水重金属污染研究[D].徐州:中国矿业大学,2011:3-5.
- [3] 王巧妮,陈新生,张智光.我国采煤塌陷地复垦的现状、问题和原因分析[J].能源环境保护,2008,22(5):49-53.
- [4] 赵金凯,苑立清.关于煤矸石资源的利用问题[J].煤炭技术,2009,28(7):163-164.
- [5] 谢英荷,洪坚平,王镜,等.煤矸石复垦中的氮素积累途径[J].应用与环境生物学报,2002,8(2):215-218.
- [6] 牟守国,董霁红,王辉,等.采煤塌陷地充填复垦土壤呼吸的研究[J].中国矿业大学学报,2007,36(5):663-668.
- [7] 董霁红,卞正富,王贺封.矿山充填复垦场地重金属含量对比研究[J].

中国矿业大学学报,2007,36(4):531-536.

- [8] 董霁红,王莹.煤矿塌陷区废碴充填复垦土壤理化性质研究[J].矿业研究与开发,2008,28(1):68-70.
- [9] 刘会平,严家平,樊雯.不同覆土厚度的煤矸石充填复垦区土壤生产力评价[J].能源环境保护,2010,24(1):52-56.
- [10] 范亚辉.煤矸石废弃物植被恢复效应研究——以常村矿煤矸石山为例[D].杨凌:西北农林科技大学,2012:23-25.
- [11] 胡振琪,张光灿,魏忠义,等.煤矸石山的植物种群生长及其对土壤理化特性的影响[J].中国矿业大学学报,2003,32(5):491-495.
- [12] 雷志栋,杨诗秀,谢森传.土壤水动力学[M].北京:清华大学出版社,1988:20-28.
- [13] 段永红,白中科,赵景逢.阳泉煤矸石山浅层矸石风化物水分特性初探[J].煤炭学报,1999,24(5):533-537.
- [14] 冯慧敏,胡振华,王电龙,等.煤矸石垂直入渗规律模拟研究[J].山西水土保持科技,2009(1):11-13.
- [15] 王晨阳.土壤水分胁迫对小麦形态及生理影响的研究[J].河南农业大学学报,1992,26(1):89-98.
- [16] 文彬,兰芹英,何惠英.光、温度和土壤水分对坡垒种子萌发的影响[J].热带亚热带植物学报,2002,10(3):258-262.