

花韭表型观察与解剖结构分析

岳娟, 刘雅莉, 娄倩, 李慧波, 俞快

(西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100)

摘要:选用浅蓝和玫红 2 个不同颜色的花韭品种为试材, 利用英国皇家园艺学会比色卡 (RHSCC) 和分光光度计测色, 并结合徒手切片以及扫描电镜等方法对内部色素分布和表皮细胞形状进行观察。结果表明: 2 个花韭品种之间不同的花色主要取决于上表皮细胞层中的色素; 扫描电镜 (SEM) 观察花瓣上下表皮细胞间形状存在巨大差异, 说明花韭花瓣中色素分布和表皮细胞形状均影响了花色的形成。

关键词:花韭; 颜色; 表型; 色素分布; 表皮细胞

中图分类号:S 681 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)11-0104-03

花韭 (*Ipheion uniflorum*) 属百合科紫星花属观赏花卉, 其花色众多, 有迷人清香味, 易种植, 结球繁殖, 适于花坛或岩石景观种植, 观赏价值极高。目前关于观赏花卉颜色的研究很多, 尤其是蓝色花形成的相关机理^[1]。而其中通过对花色色素合成途径的研究尤为突出, 在解剖学和形态学上的研究却鲜见报道^[2], 花瓣表皮细胞形状描述最早出现在双子叶植物诸如菊科、报春花科以及金鱼草科中^[3]。在报春花科的研究中利用当前技术对不同颜色的花瓣中色素分布和花瓣厚度的统计来探索花瓣着色原因^[4]。花韭为单子叶植物蓝色花中较为典型的代表植物之一, 该试验旨在从表型观察和解剖结构方面分析花瓣细胞表皮细胞形态和色素分布对花瓣花色呈现的影响, 以期对花色遗传改良提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试植物材料为浅蓝尖瓣花韭 (*Ipheion uniflorum* 'Wisley Blue')、玫红花韭 (*Ipheion uniflorum* Charlotte Bishop) 2 个颜色不同的花韭品种盛开时期的花瓣。于 2011 年 10 月购买种球, 实验室阳台搭置小棚盆栽, 于 3~5 月花期摘取花瓣备用。

试剂:2.5% 戊二醛磷酸缓冲液, 梯度酒精 (30%、50%、70%、80%、90%、100%), 丙酮, 乙酸异戊脂。

仪器:英国皇家园艺学会比色卡 (RHSCC), 日本 KONICA MINOLTA CR-400 型便携式色差仪, 尼康电

子显微照相机, EMITECH K850 型号的临界点干燥仪, JEOL LFC-1600 Auto Fine Coater 离子溅射仪镀金, JOEL 扫描电子显微镜照相机。

1.2 试验方法

1.2.1 表型分析 目测和 RHSCC 比色: 选盛开状态的蓝色和粉色花韭, 室外自然光采集整株照片, 目测花瓣颜色记录。然后摘取放置白纸上, 靠近由北面射入的日光光源下 (避免日光直射), 对花瓣着色均匀中间部位用 RHSCC 比色卡对比记录数据。分光色差仪测色: 选 5 个正常发育的植株, 用便携式色差仪室内对每枝花分别进行色彩定量分析, 测定位置均为花瓣上表皮的中央部位记录明度 (L^*)、红度 (a^*)、黄度 (b^*) 和彩度 (C^*)。试验设 5 次重复, 通过方差法选出与平均值最接近的一组数据为测定结果。根据色相 a^* 值、 b^* 值计算彩度 $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ 和色相角 $h = \arctan b^* / a^*$ 。

1.2.2 解剖结构分析 试验采取徒手切片法制作的临时切片观察有色花瓣表皮结构和剖面结构, 确定花瓣内部结构和色素分布情况。

1.2.3 扫描电镜观察 采用 CO_2 临界干燥法制备扫描电镜样品。通过取样、戊二醛缓冲液浸泡、漂洗、乙醇梯度脱水、丙酮置换、乙酸异戊酯置换、 CO_2 干燥、喷涂最后上样观察花瓣的表皮细胞形状。

2 结果与分析

2.1 表型分析

室外自然光照下拍摄浅蓝尖瓣花韭 (*I. uniflorum* 'Wisley Blue') 和玫红花韭 (*I. uniflorum* 'Charlotte Bishop') 2 个颜色的花韭品种盛开时期照片 (图 1)。目测分别为淡蓝色和粉红色。通过 RHSCC 分别对花瓣正反面比色测定结果, 浅蓝尖瓣花韭和玫红花韭花瓣正反面的色卡值分别为 violet-blue 91B、violet-blue 97D 和 Purple 76B、Purple 76D。分光色差仪测色结果通过方差

第一作者简介:岳娟 (1988-), 女, 四川巴中人, 硕士, 研究方向为园林植物种质资源。E-mail: 104sasa@sina.com.

责任作者:刘雅莉 (1960-), 女, 陕西西安人, 硕士, 副教授, 硕士生导师, 现主要从事观赏植物应用与品种遗传改良等研究工作。E-mail: lyl6151@126.com.

基金项目:国家自然科学基金面上资助项目 (K305021103)。

收稿日期:2013-01-17

计算得到结果作为花色定量分析。由于只有 2 个品种故未作专门线性回归和数据统计分析。便携式色差仪测色结果显示浅蓝尖瓣花韭代表花色亮度的 L^* 值正反面差异不大(53.22 : 52.01);代表花蓝度的 b^* 值相差较大,正面(-7.02)显示蓝色,而背面(0.11)则表示偏黄或白色;代表红度的 a^* 值则显示了正面(3.69)反面(-0.12)也说明背面颜色偏淡或浅。而在玫红花韭

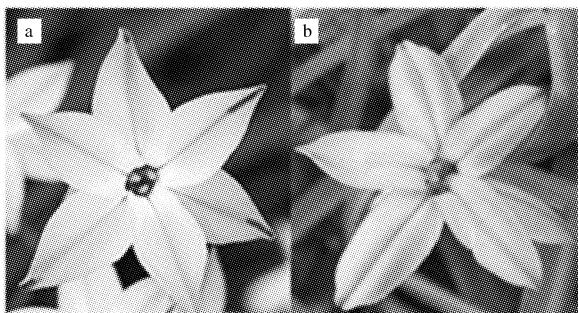


图 1 浅蓝尖瓣花韭(a)和玫红花韭(b)的花色表型图

Fig. 1 Picture of *Ipheion uniflorum* 'Wisley Blue'(a) and *Ipheion uniflorum* 'Charlotte Bishop'(b)

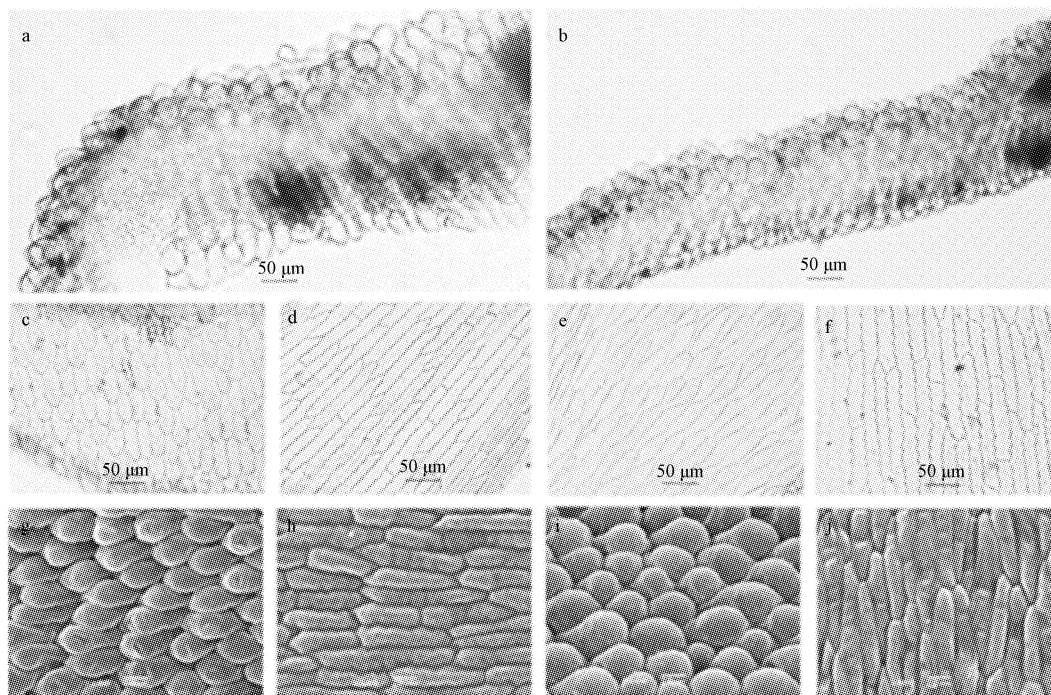


图 2 浅蓝尖瓣花韭、玫红花韭解剖结构与扫描电镜

注:a,b 分别为 2 种花瓣解剖结构,c,d,g,h 为浅蓝花韭上下表皮电显以及扫描电镜图片;e,f,i,j 分别为玫红花韭上下表皮电显和扫描电镜图片。

Fig. 2 The flower pigment in petal and shapes of epidermal cells

Note:The flower pigment in petal of 'Wisley Blue'(a) and 'Charlotte Bishop'(b), shapes of upper and lower epidermal cells of 'Wisley Blue'(c,d) and 'Charlotte Bishop'(e,f), and the SEM picture respectively (g,h,i,j).

3 讨论与结论

3.1 色差仪测色的意义

在目前花色研究中,花色测定最为普遍的方法即为比色卡和测色仪器的结合。而测色仪的高精度和准确度为研究提供了直观且准确的数据为研究带来了极大

中, L^* 值相差不明显(60.72 : 58.62), b^* 正面(-7.65)与背面(-4.24)相比说明其蓝紫色也较深,而代表红度的 a^* 中正面(28.3)与背面(19.51)相差较大则更有力的说明了玫红花韭正背面色差较大。

2.2 解剖结构分析

徒手对花瓣的表皮撕片以及剖面切片制作临时水装片用电子显微照相仪和扫描电镜对处理的花瓣材料做扫描,扫描电镜观察中发现,在 2 个花韭品种中,决定花瓣显色的蓝色或红色色素细胞团主要位于上表皮或次表皮,下表皮中都分布极少(图 2a,b),这可能是造成上下表皮色差的主要原因。然而,对花瓣表皮鲜切片的表皮观察和扫描电镜的结果都显示出上表皮(图 2c,e)与下表皮(图 2d,f)细胞形状完全不同。其中 2 种颜色的花韭上表皮都明显为圆形凸出(图 2g,i),而下表皮(图 2h,j)则为长条形,虽然不是平滑型,但凸出的饱满程度远不如上表皮。这种显著差异引起课题组的关注,认为上下表皮这种结构上的差异性也对花韭颜色的定量有重要影响。

的方便^[5]。系统中, L^* 值从 0~100,代表着明度由暗到明的变化;色相 a^* 值由负到正,表示绿色的减退、红色的增强;色相 b^* 值由负到正,表示蓝色的减退、黄色的增强。彩度 C^* 是描述色彩的鲜艳程度, C^* 值越大,颜色越深。色相角 h 是对红、橙、黄、绿、青、蓝、紫 7 种颜色色调的描述, 0° 附近是红色区域,逆时针旋转经过橙色到达

90°,其附近为黄色,180°附近是绿色区域,270°附近是蓝色区域,经过紫色区域到达 360°,又回到了红色区域^[6]。该课题组利用测色仪对花瓣的测定确定了花色的属性,与比色卡相符合的同时,通过不同材料和方面数据上的差异性为研究提供了有力的说明和支持,极大地弥补了肉眼和其它粗略方法对花色测定不够细致精确的缺陷。

3.2 色素分布对花色的影响

花瓣是花色形成的载体,其外部形状和内部结构直接影响着花色。色素存在于花瓣细胞内,但是不同种类的色素在细胞内存在的位置不同。随着花朵的盛开和细胞的膨大,色素的位置和水平也会产生相应的变化,而这些变化也与花色的变化息息相关^[7]。一般花色素存在于上表皮细胞中,但是颜色较深的花瓣中,栅栏组织和海绵组织细胞中也含有色素。Mudiliga 等^[3]对铁皮石斛兰对细胞中色素的分布和上表皮细胞形状在决定花色生成和亮度等的过程中的决定性作用进行了探讨。发现颜色的亮度是由色素在花瓣组织包括上表皮、下表皮和叶肉组织中的空间位置以及有色细胞在组织中的位置所决定。花青素在表皮和次表皮分布的花瓣则花色亮度比内部多层花青素分布的花颜色相比较暗^[8]。该研究中,2个品种的花韭色素分别决定了花瓣的呈现颜色,并且主要都分布于上表皮或次表皮,下表皮均分布较少。

3.3 表皮细胞差异对花色的影响

许多植物花瓣中的色素都是定位于表皮细胞,并且,正如 Andrea 等^[4]指出,上下表皮细胞色素可能存在明显差异。表皮细胞的形状也不同,有圆锥形的、扁平的或尖的^[9]。表皮细胞的形状可以明显影响花色^[10],大多数花瓣下表皮通常是扁平状,这种结构可以更多地反射入射光而使花色变浅^[11]。该试验通过观察得知,2个品种的花韭上下表皮细胞形状完全不同,并且上表皮比下表皮呈现更明显的凸起状,这样的形态差异使课题组认为花瓣正反面颜色差异的来源不只是花瓣内部色素

位置的分布,上下表皮细胞形状的迥异也是影响因素之一。

该试验选用2个颜色不同的花韭品种作为材料,通过表型观察、色差仪测色、解剖结构以及扫描电镜观察,对盛花时期的花瓣颜色差异与内部结构和色素分布之间的关系做了相关分析。试验结果表明,不同颜色的花色主要来源于不同的内部色素细胞团的种类,而花瓣本身在色相和色度上的差异则来源于色素细胞团在花瓣内部结构的分布和完全不同的上下表皮细胞形状的共同作用。

参考文献

- [1] 杨少勇,安银岭,樊国盛.蓝色花植物花色素的着色机理[J].北京林业大学学报,2003,25(5):68-76.
- [2] Yoshida K,Kondo T,Okazaki Y. Cause of bluepetal colour[J]. Nature, 1995,373:291.
- [3] Mudaliga R G,Kuehnle A R,Amore T D,et al. Pigment distribution and epidermal cell shape in *Dendrobium* species and hybrids[J]. Hort Science, 2003,38(4):573-577.
- [4] Andrea Q,Jana A,Robert J,et al. Griesbach D,et al. Anatomical and biochemical studies of anthocyanidins in flowers of *Anagallis monelli* L. (Primulaceae) hybrids[J]. Scientia Horticulturae,2007,112(4):413-421.
- [5] 白新祥.菊花花色形成的表型分析[D].北京:北京林业大学,2007
- [6] Gonnet J F. CIELab measurement, a precise communication in flower colour:An example with carnation (*Dianthus caryophyllus*) cultivars[J]. Journal of Horticultural Science,1993,68(4):299-510.
- [7] 安田齐.花色之谜[M].北京:中国林业出版社,1989:23-25.
- [8] Kobayashi H,Oikawa Y,Koiwa H,et al. Flower-specific gene expression directed by the promoter of a chalcone synthase gene from *Gentiana triflora* in *Petunia hybrida*[J]. Plant Science,1998,131(2):173-180.
- [9] Noda K I,Glove B,Linstead P,et al. Flower colour intensity depends on specialized cell shape controlled by a Myb-related transcription factor[J]. Nature,1994,369:661-664.
- [10] Yasuda H. Studies on 'bluing effect' in the Petals of red rose. Observation on the development of the tannin body in the upper epidermal cells of bluing petals[J]. Cytologia,1974,39:107-112.
- [11] 戴思兰.园林植物遗传学[M].北京:中国林业出版社,2005:161-168.

Phenotype Observation and Anatomical Structure Analysis of *Ipheion uniflorum*

YUE Juan,LIU Ya-li,LOU Qian,LI Hui-bo,YU Kuai

(Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Taking two common varieties *Ipheion uniflorum* 'Wisley Blue' and 'Charlotte Bishop', which respectively showed light blue and rosy pink as test materials, the effects of physico-properties on flower color development of *Ipheion uniflorum* were investigated. The flower color was determined by Royal Horticultural Society Color Chart (RHSCC) and KONICA MINOLTA CR-400. The results showed that the observation of cross sections revealed that the different color of 'Wisley Blue' and 'Charlotte Bishop' basically were caused by different pigmentation, which were both located in upper epidermal cells. In addition, upper and lower epidermal cell shape of blue and pink petals were examined by scanning electron microscope (SEM). Significant difference was found in the cell shape between upper and lower petal surfaces. This suggested that the shades of color were associated with pigment distribution as well as the shape of epidermal cell.

Key words: *Ipheion uniflorum*; color; phenotype; pigment distribution; epidermal cell