

doi:10.11937/bfyy.20170042

绚丽海棠实生后代叶色及花色变化研究

田 涛¹, 王晓叶², 赵思思², 梁海永²

(1. 河北省风景园林与自然遗产管理中心, 河北 石家庄 050051; 2. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000)

摘 要:叶色和花色是海棠非常重要的观赏特性之一,也是观赏海棠品种选育的关键指标。现以绚丽海棠实生后代为试材,用色差计测定了海棠不同株系、不同部位的叶片及花瓣的明亮参数 L、色相参数 a 和 b 的值,分析了海棠叶色及花色之间的相关性。在不同时期研究了海棠叶片叶色的变化规律。结果表明:海棠的叶色 L、a、b 与花色之间存在明显的正相关关系;在前后 2 个时期(4 月 6 日、5 月 6 日)海棠叶片的 L、a、b 发生了显著变化,其中 a 的色差值变化最大、b 次之、L 最小;海棠长枝顶梢到基部叶片的 a、b 值均呈现出显著变化,并且表现出一定的变化规律,即 b 值从顶梢到基部逐渐增大,而 a 值从顶梢到基部逐渐减小。

关键词:海棠;叶色;花色;变化

中图分类号:S 685.99 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)14-0069-05

海棠(*Malus chaenomeles*)属蔷薇科(Rosaceae)苹果属(*Malus*)植物中果实个体较小(≤ 5 cm)的一类植物的总称。在我国拥有逾 2 000 年的悠久栽培历史,海棠为苹果的优良砧木,不仅具有重要

的食用价值,还拥有重要的药用功能,而其作为重要的观赏花木,素有“花尊贵”之称,自然受到人们的大量追捧。绚丽海棠树形优美,花色绚丽、果实鲜艳。具有极高的观赏价值,再加上适应性强,养护管理简单易行,所以是园林绿化中必不可少的一类树种^[1]。当前,关于海棠基础生物学、品种分类及其开发利用的研究较多,但是关于绚丽海棠实生后代叶色及花色相关性方面的研究尚鲜见相关报道。目前,关于彩叶植物叶色变化也有较多研究,但多数采用色素测定和感官鉴别等方法,如采用色差计、分光光度计和扫描仪扫描测量 3 种

第一作者简介:田涛(1984-),男,硕士,工程师,现主要从事城市园林和风景名胜区的规划及建设与管理等工作。
E-mail:18170907@qq.com

责任作者:梁海永(1973-),男,硕士,副教授,现主要从事林木遗传育种等研究工作。E-mail:381080168@qq.com

基金项目:河北省科技厅科技计划资助项目(16226309D)。

收稿日期:2017-02-07

Abstract: *Geranium pratense* and *Geranium platyanthum* were used as test materials, under different seed treatments and different temperature conditions, the germination rate and germination potential of two kinds of *Geranium* seeds were determined, and the germination characteristics of *Geranium* were studied in order to provide reference for breeding and reproduction of the genus *Geranium*. The results showed that different *Geraniums* had various germination rates at the same condition. The best temperatures of germination were different between these two *Geraniums*. The highest germination rate of *Geranium pratense* seeds was up to 88.3% and the highest germination potential was up to 88.3% at 20 °C, when the seeds were scraped with sandpaper. Correspondingly, *Geranium platyanthum* seeds, the highest germination rate up to 86.6% and the highest germination potential was up to 86.6% at 25 °C, when the seeds were scraped with sandpaper.

Keywords: *Geranium*; seed; germination characteristics

方法,对叶色量化进行了初步探讨^[2-4],而有关叶色变化过程的定量模型的报道却很少。而颜色作为感官品质的重要影响因子,对观赏价值的影响较为明显,利用色差计测定叶色参数的方法,可以实现叶片颜色的数量化,使叶片颜色由过去的感官描述转变为用色度值进行定量描述。该试验采用色差计实测海棠叶片和花的 L、a、b 值,表示颜色的变化情况,对叶和花的颜色进行定量描述,深入分析其叶色及花色的相关性是否显著,再利用 Excel 及 DPS 等计算机软件处理分析数据,使试验数据更具说服力,以期为海棠的景观及多样化配置提供参考,为海棠的分类及品种选育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以河北农业大学标本园的绚丽海棠 3 年生实生苗为研究对象,栽植株行距为 2 m×3 m,根据栽植所在位置定义不同株系,如第一行第一株为 101,如第二行第一株为 201,以此类推。

1.2 试验方法

于 2016 年 4 月初(海棠完全展叶)起至 5 月底。用自封袋将叶(分 2 次:初展开、全展开)和花(盛花期)分时期采回,用色差计在室内进行测定。选取长势良好、生长环境一致、无病虫害的植株^[4]。取样时同一植株上选择 3 个不同位置,每一位置选取 3~5 片叶,通过色差计测量色度。

采用日本产 MinoltaCR400 型全自动色差计,测定色彩参数明度 L* 值,色相 a* 值和 b* 值,其所能定义的颜色最多^[5],对采集的新鲜叶片和花朵进行测定,每株 3 个枝条,每一位置测定初展开的 3 片叶片(或花),记录每一叶片(或花)的明亮参数 L、色相参数 a 和 b 的数值。其中 L 代表光泽明亮度,L 值越大,亮度越大,范围从 0(黑)~100(白)^[6];a 值代表红绿色差,a 值越大,红色越深,a 值越小,绿色越深;b 值代表黄蓝色差,b 值越大,黄色越深,b 值越小,蓝色越深^[7]。测定位置都为叶片上表皮中部位置,计算其平均值代表叶片的叶色参数。花的采集及测定方法与叶一致。

于 5 月上旬,选择 6 个幼叶颜色较深的株系

107、112、220、221、213、318,通过色差计测量长枝上从第 1 个完全展开的叶片到第 8 个叶片的 a、b 值,比较不同株系叶色的变化。

1.3 数据分析

试验数据的处理均为 3 次重复。采用 SPSS 软件和 DPS 软件进行数据处理及分析,Microsoft Office Excel 2003 作图。

2 结果与分析

2.1 叶色亮度 L 值与花色亮度 L 值相关性

由图 1 可知,在绚丽海棠实生后代中,海棠叶片 L 值和花的 L 值达到极显著相关,叶的 L 值越大,花的 L 值也越大,即叶的明亮度越大,花的明亮度越大,叶的颜色越浅,花的颜色也越浅。绚丽海棠实生后代叶片的 L 值和花瓣 L 值有明显的正相关关系,相关方程 $y = 1.6774x + 2.3559$,相关系数 0.844 1。

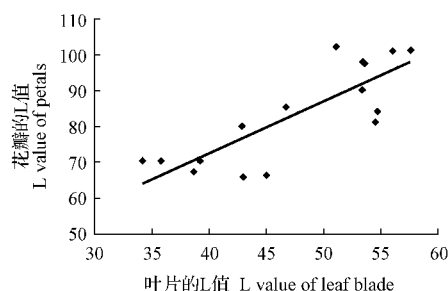


图 1 叶和花色差值 L 的相关性

Fig. 1 Correlation on leaves and flowers of L value

2.2 叶色与花色相关性分析

从表 1 可以看出,绚丽海棠实生后代树叶的 a 值和花的 a 值达到了显著相关。花的 a 值随叶的 a 值的变化而变化,叶的 a 值越大,花的 a 值也越大,即叶偏红花也偏红。绚丽海棠实生后代叶片的 b 值和花 b 值达到了显著相关,花的 b 值随叶的 b 值的变化而变化,叶的 b 值越大,花的 b 值也越大,叶的黄色越深,花的黄色越深,叶的蓝色越深,花的蓝色也越深。综上所述,海棠的叶色与花色之间存在明显的正相关关系,花色的 L、a、b 值均随叶的 L、a、b 值的增大(减小)而增大(减小),即叶色的明亮度越大(越小)花色的明亮度也越大(越小),叶的红色或绿色越深(越浅),花的红

表 1 叶色与花色相关性分析

Table 1 Correlation analysis of leaf color and flower color

相关系数 Correlation coefficient	叶 a a value of leaf	叶 b b value of leaf	花 a a value of flower	花 b b value of flower
叶 a	1. 00			
叶 b	-0. 92 * *	1. 00		
花 a	0. 71 * *	-0. 76 * *	1. 00	
花 b	-0. 46	0. 52 *	-0. 58 *	1. 00

色或绿色越深(越浅),叶的黄色或蓝色越深(越浅),花的黄色或蓝色也越深(越浅)。

2.3 不同海棠株系花色、叶色聚类分析

由图 2 可知,在所测定的绚丽海棠实生后代开花的不同株系中,其中花的颜色根据 a 值的大小可分为三大类:第一类 107、220、221、112、207 为花颜色较深的类群,花色主要表现为粉红色;第二大类 110、115、202、320、318 为花颜色较浅的类群,花色主要表现为白色,或白色略带一点儿粉色;第三大类 201、212、319、307、310、312 为花颜色中等的类群,花色表现为浅粉色。

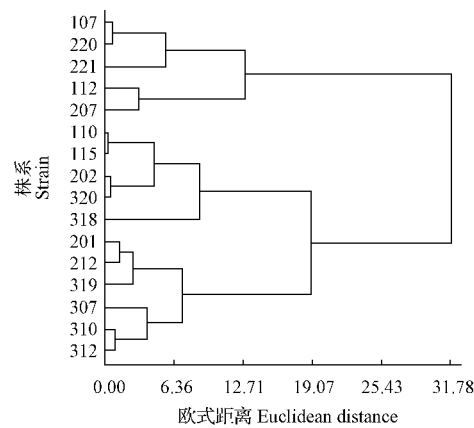


图 2 花色聚类分析

Fig. 2 Cluster analysis of flower color

由图 3 可知,在所测定绚丽海棠实生后代不同株系中,叶片的颜色根据 a 值的大小可分为两大类:第一类 107、112、221、220、318、207、319、312 为叶片颜色较深的类群,幼叶叶色主要表现为红色到紫红叶;第二大类 110、310、201、212、202、115、307、320 为叶颜色较浅的类群,幼叶叶色主要表现为绿色。

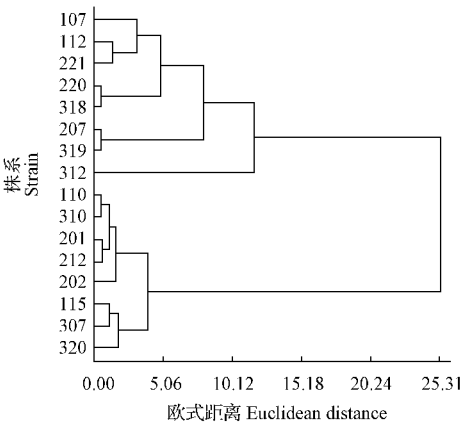


图 3 叶色聚类分析

Fig. 3 Cluster analysis of leaf color

2.4 不同时期叶色变化情况

经过对河北农业大学标本园内绚丽海棠实生后代 2 个时期(4 月 6 日、5 月 6 日)对叶片颜色观察及测量,得到各海棠株系的 L、a、b 值的变化的差值。由表 2 可以看出,海棠不同株系叶片的 L、a、b 值在 2 个月之间均发生了显著变化。其中单株 114 和 312 变化最为显著,叶片颜色由红变绿,而单株 222 第二时期红色显著加深。由表 2 可知,其中 a 值的变异系数最大、b 值次之、L 值最小。即前后 2 个时期叶片的红绿程度变化最为明显,黄蓝程度变化较小,亮度变化不明显。叶片 a 值的变化方向不同,主要表现为两大类:第一类包括 103、104、107、108、109、112、113、114、117、119、203、207、208、210、215、216、220、221、309、312、316、317、318、319。4 月 6 日至 5 月 6 日 a 值均变小,即叶片的红色变浅,绿色加深。第二大类包括 106、110、115、118、201、202、204、206、212、218、222、307、308、310、315、320。4 月 6 日至 5 月 6 日 a 值变大,即叶片的红色逐步加深。

2.5 不同株系长枝从顶梢到基部叶色 a 值变化情况

由图 4 可知,海棠从长枝的顶梢到基部叶片的 a 值呈下降趋势,即从顶梢到基部红色逐渐变浅、绿色变深。但不同株系间的变化不尽相同,有的株系顶部叶片变化幅度较大,基部叶片颜色变化较为平缓(如株系 112、107,其 1~4 片叶 a 值

表2 2个时期(4月6日、5月6日)

绚丽海棠叶片 L、a、b 值差值变化情况

Table 2 The changes of L, a and b values in leaves of *Malus chaenomeles* in the two period (April 6th and May 6th)

序号 Serial number	ΔL	Δa	Δb
103	-1.73	13.15	-3.01
104	12.11	6.83	1.47
106	13.06	-13.81	25.82
107	9.39	9.01	6.39
108	-0.17	14.91	2.97
109	-4.40	19.34	-2.32
110	15.52	-13.64	28.09
112	-0.97	13.30	1.82
113	20.95	15.77	-3.72
114	-3.13	23.99	-0.57
115	17.69	-10.10	24.09
117	0.32	20.40	1.33
118	13.40	-6.47	22.31
119	5.38	16.16	6.68
201	15.75	-13.68	24.90
202	14.85	-11.69	27.05
203	1.07	14.54	2.22
204	15.14	-11.28	23.75
206	16.61	-13.96	30.45
207	6.65	4.90	9.50
208	2.10	12.07	5.02
210	1.67	16.26	3.13
212	14.18	-12.25	25.17
215	7.58	11.68	9.88
216	1.54	16.19	-0.38
218	23.72	-15.53	41.49
220	-2.82	15.64	-0.18
221	2.77	9.32	2.48
222	-3.32	-24.28	-0.86
307	13.83	-7.53	22.10
308	16.51	-11.73	25.12
309	-1.09	16.03	-0.98
310	13.05	-10.14	25.19
312	10.75	20.49	11.64
315	18.07	-15.07	27.71
316	1.24	15.85	3.13
317	0.86	10.16	1.15
318	-8.65	18.71	-3.75
319	2.75	7.17	7.20
320	13.25	-6.23	25.30

急剧下降,而4片以后变化不明显),而有些株系正好相反,即顶部叶片变化较为平缓,而基部叶片颜色变化幅度较大(如株系220、221、318,其1~4片叶变化平缓,从第4片叶起其a值急剧下降)。

由图5可知,b值总体上呈上升趋势,海棠从长枝的顶梢到基部叶片的b值呈上升趋势,即从顶梢到基部黄色逐渐加深,蓝色变浅,不同株系间

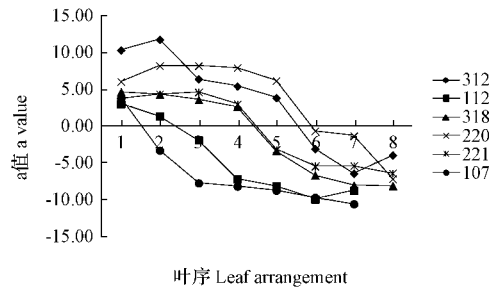


图4 不同株系色差值 a 变化曲线

Fig. 4 The curves of different strain a value

变化曲线略有差异,株系312、112、318、220、221较为相似,株系107与上述株系有一定区别,其变化幅度较其它株系小。总体而言,海棠长枝顶梢到基部叶片的a、b值均呈现出显著变化,并且表现出一定的变化规律,即b值从顶梢到基部逐渐增大,而a值从顶梢到基部逐渐减小,但是不论其增大还是减小变化幅度都非常有限,都不超过15,即在一定的范围内变化。

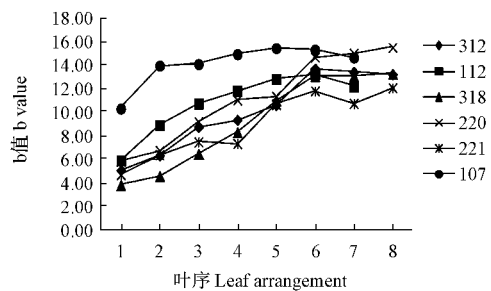


图5 不同株系色差值 b 变化曲线

Fig. 5 The curves of different strain b value

3 讨论与结论

朱书香等^[7]以4种李属彩叶植物4年生嫁接苗为研究对象,对其叶色参数(L、a、b)进行了测定分析,结果表明4种李属彩叶植物的叶色参数随季节发生波动,且不同植物变化幅度不同,各树种之间的a值差异达到显著水平,b值差异达到极显著水平。张洁等^[6]以贴梗海棠不同花色的24份种质为材料,调查了其花色在CIE Lab表色系的分布状况,并分析了花色与花青苷组成之间的关系,结果表明,3种色素含量的增加导致花色显著变红,基于花青苷的组成信息,探讨了贴梗海棠的花色改良和蓝色花创造的策略。

该试验利用 CR400 色差计读取叶片颜色信息,再利用 Excel、DPS 软件处理分析数据,相比于以往 80%丙酮浸提法提取叶绿素和类胡萝卜素及 1.0%盐酸甲醇溶液提取花青素^[8-9]等化学试剂测定叶色的方法操作更为简便,速度更加快捷,对叶片颜色的分析结果更为准确。海棠的叶色与花色之间存在明显的正相关关系,花色的 L、a 值均随叶的 L、a 值的增大而增大,即叶色的明亮度越大花色的明亮度也越大,叶的红色越深,花的红色越深。绚丽海棠实生株系在 4 月 6 日至 5 月 6 日海棠叶片的 L、a、b 发生了显著变化。其中 a 的变异系数最大、b 次之、L 最小。即前后 2 个时期叶片的红绿程度变化最为明显,黄蓝程度变化较小,亮度变化不明显。海棠长枝顶梢到基部叶片的 L、a、b 值均呈现出显著变化,并且表现出一定的变化规律,即 L、b 值从顶梢到基部逐渐增大,而 a 值从顶梢到基部逐渐减小,但是不论其增大还是减小变化幅度都非常有限,都不超过 15,即在一定的范围内变化。

Study on the Changes of Leaf Color and Flowers Color of *Malus chaenomeles*

TIAN Tao¹, WANG Xiaoye², ZHAO Sisi², LIANG Haiyong²

(1. Hebei Landscape and Natural Heritage Management Center, Shijiazhuang, Hebei 050051; 2. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: Leaf color and flower color are one of the most important ornamental characteristics of *Malus chaenomeles*, and it is also a key indicator for the selection of *Malus chaenomeles* varieties. *Malus chaenomeles* seedlings was used as test materials, the determination of different strains of cherry-apple tree bright parameters L, color parameters of leaves and petals of different parts of the a and b values with colorimeter, the correlation between leaf color and flower color was analyzed. The change of leaf color in *Malus chaenomeles* leaves was studied in different periods. The results showed that there was a positive correlation between the L and a, b of *Malus chaenomeles* leaf color. From April 6th to May 6th, the contents of L, a, b value of *Malus chaenomeles* had undergone significant changes. Among them, the color difference of a changed most, and the second was b, L was minimum; the a and b values of the leaves from the long branch to the base of *Malus chaenomeles* trees showed significant changes, and showed a certain change law, that was, the b value increased gradually from the top to the base, while the a value decreased gradually from the tip to the base.

Keywords: *Malus chaenomeles*; leaf color; flowers color; change

参考文献

- [1] 陈恒新,刘连芬,钱关泽,等.海棠(*Malus* spp.)品种分类研究进展[J].聊城大学学报(自然科学版),2007(2):57-61.
- [2] 丁延发.重庆市 5 种彩叶植物色素和色彩研究及应用[D].雅安:四川农业大学,2005.
- [3] 洪丽.茶条槭幼树叶色变化的生理特性研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2008.
- [4] 黄可,王小德,柳翼飞,等.红枫春季叶色变化与色素含量的相关性[J].浙江农林大学学报,2012,29(5):734-738.
- [5] 李欣,沈向,张鲜鲜,等.观赏海棠叶、果、花色彩的数字化描述[J].园艺学报,2010,37(11):1811-1817.
- [6] 张洁,王亮生,高锦明,等.贴梗海棠花青苷组成及其与花色的关系[J].园艺学报,2011,38(3):527-534.
- [7] 朱书香,杨建民,王中华,等.4 种李属彩叶植物色素含量与叶色参数的关系[J].西北植物学报,2009,29(8):1663-1669.
- [8] WANG L S, HASHIMOTO F, SHIRAIISHI A, et al. Coloration and pigmentation of tree peony cultivars of the Northwest of China[J]. J Jap Soc Hort Sci, 2000, 69(S2): 233.
- [9] 陈延惠,李跃霞,郭晓丽,等.园艺植物叶色变化机制研究进展[J].河南农业科学,2011,40(12):30-34.