

许丽颖,刘斗南,赵玥琪,等. 基于色彩模式的秋色叶植物的叶色研究[J]. 江苏农业科学,2018,46(19):142-145.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.037

基于色彩模式的秋色叶植物的叶色研究

许丽颖,刘斗南,赵玥琪,王立凤,肖杰,齐虹凌,张彦丽
(牡丹江师范学院生命科学与技术学院,黑龙江牡丹江 157012)

摘要:通过对牡丹江市 9 种秋色叶植物的叶色标准色彩 RGB 值[红色(red,简称 R),绿色(green,简称 G),蓝色(blue,简称 B)]和 CMYK 值[青色(cyan,简称 C),洋红色(magenta,简称 M),黄色(yellow,简称 Y),黑色(black,简称 K)]在秋季的变化进行分析,发现秋色叶植物基本以 R 和 G 值为最高,得出几种植物的最佳叶色观赏期,是彩叶植物呈现色彩的量化表现;秋色叶植物的变色速度不同,由大到小为山杏>紫丁香>五叶地锦>金焰绣线菊>火炬树>茶条槭>连翘>金山绣线菊>百华花楸,且变色率与最低温度呈一定的负相关,但并不是绝对的,而是有一定的临界低温期限。

关键词:秋色叶;标准色彩值;变色率

中图分类号: S687.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0142-04

彩叶植物虽然叶色丰富,但大多数时候彩叶植物只有某一个变色期,并且秋色叶居多。秋色叶植物的色彩随着气候、时序的变化而变化。一般来说,昼夜温差和夜间低温是叶色转色的主要限制因子,其彩叶色彩持续的时间因气候变化而有差异。在植物色彩的应用方面,主要是关于植物色彩对心理和生理的影响、彩叶植物的应用、色彩调和与变化理论的应用等内容^[1-5]的研究,缺乏定量研究。近年来,针对植物色彩研究主要涉及定性研究,而一些学者开始了对植物色彩的定量研究的拓展^[6-7]。关于叶色分析也主要采用叶片色彩自然色彩系统(natural colour system,简称 NCS)色卡标记法^[8]进行研究,使用 RGB 值[红色(red,简称 R),绿色(green,简称 G),蓝色(blue,简称 B)]和 CMYK 值[青色(cyan,简称 C),洋红色(magenta,简称 M),黄色(yellow,简称 Y),黑色

(black,简称 K)]进行植物叶色的研究主要应用在海棠^[9]、核桃缺素症^[10]等方面。关于秋季叶色变化与 RGB 值和 CMYK 值的变化是否具有相关性未见报道。本研究选取牡丹江主要秋色叶树种进行色彩的量化分析,将这些叶片的色彩值转化为相应的 RGB 值和 CMYK 值。使用准确的数字将色彩变化与时间和温度科学地反映出来,准确地运用各个色彩值进行定量分析,进一步总结秋季叶色变化规律及最佳叶色观赏期,为秋色叶植物在北方园林中的应用提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究材料

本研究选取牡丹江师范学院校园内 9 种具有代表性的秋色叶植物进行研究,其中秋叶红色 5 种,秋叶黄色 4 种,详见表 1。

1.2 研究期气温动态变化特征

由于植物秋季叶色变化与温度变化具有一定的关系,研究期间材料选取当天最低、最高温度,详见图 1。结果表明,2015 年 10 月 3 日至 11 月 2 日的 30 d 秋季时段,最低、最高温度因大陆季风性气候冷暖气流交替变化而变化,最高温度

收稿日期:2017-05-18

基金项目:黑龙江省牡丹江市科学技术计划(编号:Z2017n0094);牡丹江师范学院省级重点创新预研项目(编号:SY2014011);牡丹江师范学院青年项目(编号:QN2018001)。

作者简介:许丽颖(1982—),女,吉林辽源人,博士研究生,副教授,主要从事园林教学、设计等方面的工作。E-mail:swxxly@126.com。

- [13] Garcia D, Zamora R, Gomez J M, et al. Geographical variation in seed production, predation and abortion in *Juniperus communis* throughout its range in Europe[J]. *Journal of Ecology*, 2000, 88(3):436-446.
- [14] 林玲,王军辉,罗建,等. 砂生槐天然群体种实性状的表型多样性[J]. *林业科学*, 2014, 50(4):137-143.
- [15] 谢春平,方彦,方炎明. 乌冈栎天然居群叶表型变异[J]. *四川农业大学学报*, 2011, 29(2):191-198.
- [16] 张翠琴,姬志峰,林丽丽,等. 五角枫种群表型多样性[J]. *生态学报*, 2015, 35(16):5343-5352.
- [17] Pigliucci M, Murren C J, Schlichting C D. Phenotypic plasticity and evolution by genetic assimilation[J]. *Journal of Experimental Biology*, 2006, 209(12):2362-2367.

- [18] Miller M P. Tools for population genetic analyses (TFPGA) 1.3; a Windows program for the analysis of allozyme and molecular genetic data[CP]. Computer software distributed by author, 1997.
- [19] Mantel N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach[J]. *Cancer Research*, 1967, 27(2):209-220.
- [20] 李培,阙青敏,欧阳昆晔,等. 不同种源红椿 SRAP 标记的遗传多样性分析[J]. *林业科学*, 2016, 52(1):62-70.
- [21] 李伟,林富荣,郑勇奇,等. 皂荚南方天然群体种实表型多样性[J]. *植物生态学报*, 2013, 37(1):61-69.
- [22] 汪洋,陈松,张琴琴,等. 谷城红椿天然群落物种多样性与种群分布格局[J]. *湖北林业科技*, 2015, 44(5):4-7.
- [23] 李文英,顾万春. 蒙古栎天然群体表型多样性研究[J]. *林业科学*, 2005, 41(1):49-56.

表 1 秋色叶植物名录

编号	植物名	拉丁学名	科名	可观赏叶色
1	茶条槭	<i>Acer ginnala</i>	槭树科 (Aceraceae)	秋叶红色
2	火炬树	<i>Rhus Typhina</i>	漆树科 (Anacardiaceae)	秋叶红色
3	五叶地锦	<i>Parthenocissusquinquefolia</i>	葡萄科 (Vitaceae)	秋叶红色
4	金焰绣线菊	<i>Spiraea × bumalda</i>	蔷薇科 (Rosaceae)	秋叶红色
5	百华花楸	<i>Sorbus pohuashanensis</i>	蔷薇科 (Rosaceae)	秋叶红色
6	连翘	<i>Forsythia suspensa</i>	木犀科 (Oleaceae)	秋叶黄色
7	山杏	<i>Armeniaca sibirica</i>	蔷薇科 (Rosaceae)	秋叶黄色
8	金山绣线菊	<i>Spiraea japonica</i> ‘Gold Mound’	蔷薇 (科 Rosaceae)	秋叶黄色
9	紫丁香	<i>Syringa oblata</i>	木犀科 (Oleaceae)	秋叶黄色

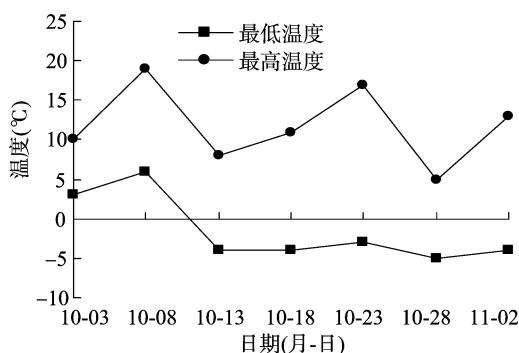


图1 研究期间的温度变化

为 5~20℃,最低温度为 -5~6℃。昼夜温差较大,日温差在 7~21℃之间,温度变化适合秋叶植物叶色改变^[11]。

1.3 研究方法

1.3.1 取样方法 自 2015 年 10 月 3 日起,每 5 d 进行 1 次拍照记录,每种植物选择 1 株有代表性的进行研究,每株植物选取 3 张叶片进行标记。每次拍摄照片选取同一时间段,叶片上全光照,在没有任何角度遮挡的情况下进行拍照。拍摄整体照及被标记叶片的特写照片,每张照片重复拍摄 3 次。拍摄前用小喷壶、纸巾等对叶片进行清洗处理,防止叶片上的灰尘对试验结果产生影响。

1.3.2 颜色测定方法 RGB 模型也称加色模型,它是一种发光的色彩模式,0~255 为 3 种颜色模式的数值范围。CMYK 是 3 种印刷油墨名称的首字母:青色 (cyan) 为 C、品红色 (magenta) 为 M、黄色 (yellow) 为 Y。0~100% 为 4 种颜色的含量比例范围。而 K 取的是 black 最后 1 个字母,之所以不取首字母,是为了避免与蓝色 (blue) 混淆。CMYK 可以准确地用数字来描述一种颜色的多少。叶片拍摄后,采用 PhotoshopCS3 软件测定叶片的 RGB 值和 CMYK 值^[12],并采用 Excel 进行图表处理。

1.3.3 图像处理方法 叶片拍摄后,图像处理方法同李欣等的研究^[9]。

2 结果与分析

2.1 彩叶植物的 RGB 值和 CMYK 值变化分析

由图 2 可以看出,RGB 的色彩模式中,除了紫丁香和山杏 G 值为最高以外,其他植物均以 R 值最高,B 值最低,B 值忽略不计。不同植物 R 值最高值出现的时间及最高值不同。茶条槭 R 值最高值在 10 月 8 日和 10 月 13 日达到 255,整体呈现先升后降的趋势,10 d 降低 45.4%;茶条槭 G 值与 R 值

走势相同,最高值在 10 月 13 日,达到 246,10 d 降低 83%;火炬树 R 值最高值在 10 月 13 日,达到 229,呈先升后降的趋势,10 d 降低 30%;火炬树 G 值呈现降低的趋势,最高值在 10 月 3 日,达到 153,20 d 降低 60.8%;五叶地锦 R 值最高值在 10 月 13 日,达到 230,呈现先升后降的趋势,10 d 降低 40%;五叶地锦 G 值整体上逐渐降低,最高值在 10 月 3 日,达到 102,20 d 降低 60.8%;金焰绣线菊 R 值最高值在 10 月 13 日,达到 255,呈现先升后降的趋势,10 d 降低 16.4%;金焰绣线菊 G 值与 R 值走势相同,最高值在 10 月 13 日达到 170,10 d 降低 22.4%;连翘 R 值最高值在 10 月 3 日,达到 247,呈现逐渐降低的趋势,20 d 降低 85.7%;连翘 G 值与 R 值走势相同,最高值在 10 月 3 日,到达 187,20 d 降低 57.2%;百华花楸 R 值最高值在 10 月 3 日,达到 235,呈现逐渐降低的趋势,20 d 降低 31.1%;百华花楸 G 值呈现先降后升的趋势,最高值在 10 月 3 日,达到 115,随后降为最低,5 d 降低 45.2%;金山绣线菊 R 值最高值在 10 月 8 日和 10 月 13 日,达到 255,呈现先升后降的趋势,10 d 降低 45.2%;金山绣线菊 G 值与 R 值走势相同,最高值在 10 月 13 日,达到 246,10 d 降低 83%;紫丁香与山杏都是 G 值较高,说明这 2 种植物与其他几种植物的色彩有一定的差别。紫丁香在 10 月 3 日时 G 值最高,为 226,呈现先降低后升高的趋势,最低值出现在 10 月 8 日,为 165,降低了 27%,随后逐渐增加,但是还是没有达到最初的数值,R 值与 G 值走势相同;山杏 G 值呈现先增加后降低又升高的趋势,最高值在 10 月 13 日,为 186,比 10 月 3 日增加了 19%,R 值为逐渐上升的趋势,最高值为 10 月 23 日的 172,比 10 月 3 日增加了 84.9%。9 种植物叶色的 CMYK 值中,均是 Y 值相对较高,这与秋季彩叶植物类胡萝卜素含量增加有一定的关系,这方面的研究还需进一步加强。

2.2 色彩模式 R/G 值分析

由于植物叶片颜色是一个色彩混合的模式,除了要考虑某一种颜色在叶片中存在的量以外,还要考虑其他相关颜色在叶片中存在的量。由图 2 可以看出,R 和 G 值较高,而 B 值相对较小,不作重点考虑。所以使用 R 与 G 的比值来反映植物叶片中红色与绿色的色彩模式含量的大小,从而对植物的叶色表达具有一定的表象意义。当二者比值大于 1 时,说明叶色红色色彩模式多于绿色,当二者比值小于 1 时,说明叶色红色色彩模式少于绿色。除金山绣线菊外,多数秋叶植物随着时间的变化,R/G 值有逐渐升高的趋势,说明叶色中的红色模式逐渐升高。但是不同植物 R/G 值的最高点出现的时间不同。10 月 8 日,百华花楸 R/G 值最高;10 月 13 日,连

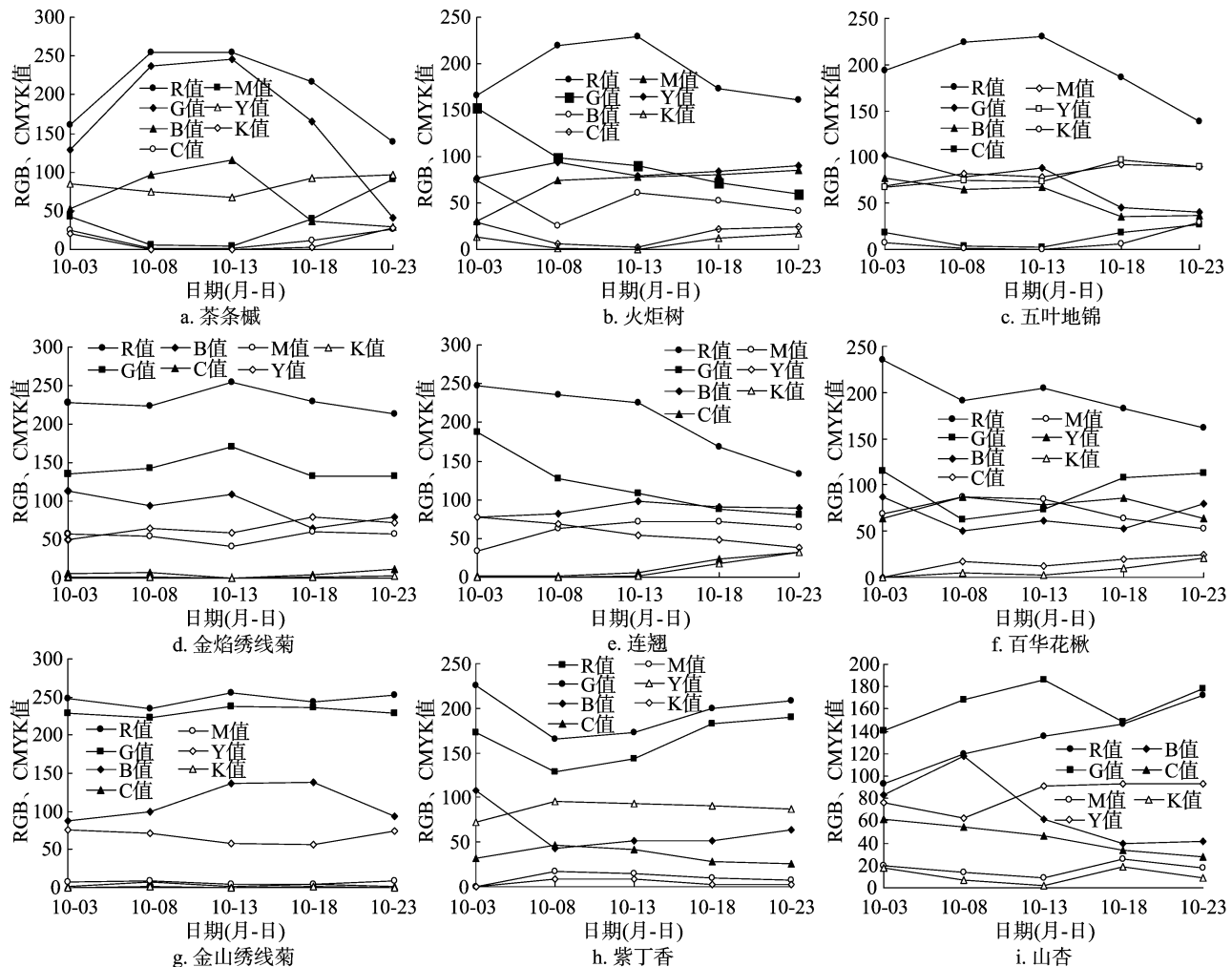


图2 9种植物 RGB 值和 CMYK 值变化

表2 9种植物色彩模式的 R/G 值分析

编号	秋叶植物	R/G 值				
		10月3日	10月8日	10月13日	10月18日	10月23日
1	茶条槭	1.248	1.076	1.037	1.309	3.390
2	火炬树	1.085	2.222	2.544	2.403	2.683
3	五叶地锦	1.902	2.872	2.614	4.133	3.450
4	金焰绣线菊	1.676	1.559	1.500	1.735	1.614
5	百华花楸	2.043	3.032	2.808	1.694	1.433
6	连翘	1.321	1.836	2.083	1.909	1.663
7	山杏	0.660	0.714	0.731	0.987	0.966
8	金山绣线菊	1.083	1.049	1.071	1.034	1.105
9	紫丁香	0.765	0.781	0.827	0.910	0.913

翘 R/G 值最高;10 月 18 日,五叶地锦、金焰绣线菊、山杏 R/G 值最高;10 月 23 日,茶条槭、火炬树 R/G 值最高。

2.3 植物叶色变化率分析

关于秋天和秋叶如何界定,参照施福成等上海秋季植物景观的研究可知:同一株植物或同一种植物 30% 及以上的叶片同时开始变色,并且呈现出鲜明亮丽的色彩时,看作秋色出现的标志^[13]。本研究按上述标准,以叶片同时变色 30% 作为秋色叶植物开始变色的临界参考点,当叶片变色率达到 60% 以上,就认为该植物或已具有较好的秋色景观。

从图 3 可以看出,随着时间的变化,9 种秋色叶植物变色

率有所变化,但是变色速度不同,不同植物变色速度为山杏 > 紫丁香 > 五叶地锦 > 金焰绣线菊 > 炬树 > 茶条槭 > 连翘 > 金山绣线菊 > 百华花楸。调查期间,不同植物变色早晚也不同,变色最早的是百华花楸,最晚的是山杏。调查初期,只有百华花楸、连翘、茶条槭和金山绣线菊变色率超过 30% 以上,呈现秋色叶标志,同时百华花楸和金山绣线菊已经具有较好的秋色景观。说明它们的变色期较早,应该提早进行调查,而其他 5 种植物变色较晚,山杏在调查初期还没有变色迹象,调查中期只有紫丁香还未呈现变色标志,其他植物均已变色 30% 以上,而且在 10 月 18 日除紫丁香外,其他植物均已呈现较好的

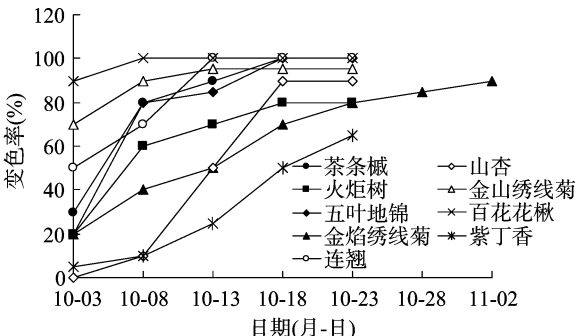


图3 9种植物变色率

秋色景观。调查末期即 10 月 23 日除金焰绣线菊外,所有植物均已落叶,调查截止。适宜的低温、湿润的空气和土壤以及背风的环境则是秋叶保持鲜艳并延长观赏期的关键^[14]。

3 结论

3.1 秋色叶植物变色率与标准色彩模式的关系

通过研究发现,所调查的 9 种秋色叶植物中,紫丁香和山杏 G 值最高,同时二者的植株变色率在调查期间也较低,说明这 2 种植物的色素依然以叶绿素为主,使植物呈现绿色为主的现象。其他植物均是 R 值最高,但是金山绣线菊和茶条槭的 R 值和 G 值相差不多,其他植物 2 值相差较多。所有植物都是 K 值最低,且变化幅度不大。总的来说,植物的 RGB 值 3 条折线走势基本相同,CMYK 值 4 条折线走势基本相同,并与 RGB 走势相反。RGB 值从大到小分别为 R、G、B,CMYK 值由大到小排序为 Y、M、C、K。C、K 多数时候为 0,或接近 0。说明 C 值和 K 值基本可以忽略不计,所以在评价植物叶片色彩时可以用 RGB 值作为主要的数据评价依据。

以茶条槭为例,在评价叶色时如果单独考虑 R 值最高即为最佳观赏叶片时期,其最佳叶色观赏期为 10 月 8 日至 10 月 13 日,但是如果采用 R/G 值作为参考指标的话,其比值最高的时间为 10 月 23 日,所以在评价植物叶片色彩观赏价值时不能只以某种色彩模式为主,应该综合考虑几种色彩模式中的相关性,研究植物色彩的最佳观赏值。如果考虑植物的生理机制,进一步研究各类色素比值、R/G 值和植物叶片最佳观赏期之间的关系会具有一定的意义,但是如何兼顾好植物叶片取相的阶段连续性及色素含量测定的连续性,是一个值得研究的问题。

RGB 值是植物色彩表现的一种量化指标,通过研究发现,叶片的 RGB 值变化与植物的变色率相关性不大,因为变色率观察的是整株变色情况,在植物 RGB 特征值统计时并不能代表所有植物的变色情况,所以二者的相关性不大。

3.2 秋色叶植物变色率与温度的关系

影响植物变色的因素很多^[15-16],研究表明,夜温低使林下或植物微环境相对湿度上升,可增加植物根系吸收利于色叶形成的磷、钾肥和微量元素,而减少不利于色叶形成的氮元素的吸收^[17-18],光照、水分含量、土壤、温度等^[19-20]也因为影响植物体内的某些基因和酶等进而影响植物叶色。本研究发现 10 月 8 日相比 10 月 3 日温度有所升高,植物变色速度较快,10 月 13 日时温度下降,并且最低温度一直持续到调查结束,只有最高温度先升高后降低,但是对植物的变色影响不大,植物的变色率一直有所升高。说明彩叶植物在秋季变色与温度有一定的相关性,最低温度在彩叶植物变色率上具有主要作用,最低温度下降使植物变色加快,二者呈现负相关,但是最低温度持续有一定的期限,当达到某一个临界期限时植物变色率将不再增加,或者有降低的趋势,或者导致植物落叶。对于北方来说,温度是影响秋色叶植物变色率的一个重要因素,但不是绝对因素,还可能与植物所处的位置、光照条件等有关。本研究中的变色物候仅为 2015 年观测的结果,秋色叶植物变色期在不同年份会因为气候而有不同的变色时间

范围,但大多数植物变色顺序基本可以了解,可以为秋色叶植物的应用配置提供参考依据。

参考文献:

- [1] Ulrich R S. Human responses to vegetation and landscapes [J]. Landscape & Urban Planning, 1986, 13: 29-44.
- [2] Lohr V I, Perssonmims C H. Physical discomfort may be reduced in the presence of interior plants [J]. Hortotechnology, 2000, 10 (1): 53-58.
- [3] Shibata S, Suzuki N. Effects of the foliage plant on task performance and mood [J]. Journal of Environmental Psychology, 2002, 22 (3): 265-272.
- [4] Chang C Y, Relf D. Psychophysiological responses to different landscape settings and a comparison of cultural differences. [J]. Acta Horticulturae, 2004 (639): 57-65.
- [5] Kaufman A J, Lohr V I. Dose plant color affect emotional and physiological responses to landscapes? [J]. Acta Horticulturae, 2004 (639): 229-233.
- [6] 邵娟. 南京市秋季植物色彩的定量研究与应用 [D]. 南京: 南京林业大学, 2012.
- [7] 王晋华. 植物叶色色彩定量分析与景观表达 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2012.
- [8] 岳桦, 谷志龙. 哈尔滨秋季 22 种乔木叶片色彩属性与气温变化的相关性 [J]. 江苏农业科学, 2014, 42 (3): 118-121.
- [9] 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.
- [10] 吴艳, 洪明, 孟晓艳. 基于 RGB 颜色模型的核桃缺素症判别方法 [J]. 北华大学学报 (自然科学版), 2013, 14 (4): 493-496.
- [11] 田丽媛, 李湛东. 温度对栎树秋叶变色的影响 [J]. 湖南农业科学, 2012 (9): 116-118.
- [12] 韩青. Photoshop 色彩模式在图片处理中的应用 - 以气象报为例 [J]. 林业勘察设计, 2009, 12 (4): 97-99.
- [13] 施福成, 沈雅玲, 李量冈, 等. 上海地区秋景现状分析及改善途径 [J]. 南京农业大学学报, 1991, 14 (3): 16-41.
- [14] 彭丽军, 于晓南. 北京地区主要秋色叶树种变色期与变色进程在园林中的应用 [C] // 中国风景园林学会 2011 年会议论文集, 2011: 935-938.
- [15] 肖婷婷, 刘广林, 张鑫, 等. 不同光照度对美国红枫幼苗生长和叶色变化的影响 [J]. 江苏农业科学, 2016, 44 (3): 220-223.
- [16] 张鑫, 肖婷婷, 李艰, 等. 水分胁迫对美国红枫幼苗生长及叶色变化的影响 [J]. 江苏农业科学, 2016, 44 (3): 224-227.
- [17] 崔海瑞, 夏英武, 高明尉. 温度对水稻突变体 w1 叶色及叶绿素生物合成的影响 [J]. 核农学报, 2001, 15 (5): 269-273.
- [18] 井春喜, 张怀刚, 师生波, 等. 土壤水分胁迫对不同耐旱性春小麦品种叶片色素含量的影响 [J]. 西北植物学报, 2003, 23 (5): 811-814.
- [19] 洪丽, 王金刚, 龚束芳. 彩叶植物叶色变化及相关影响因子研究进展 [J]. 东北农业大学学报, 2010, 41 (6): 152-156.
- [20] 李力, 刘玉民, 王敏, 等. 3 种北美红枫对持续高温干旱胁迫的生理响应机制 [J]. 生态学报, 2014, 34 (22): 6471-6480.