

# 夏季城市绿地中不同遮阳条件下 杜鹃叶温变化及其生理响应

廖 金, 周 泓, 刘 冰, 夏 宜 平

(浙江大学 农业与生物技术学院, 浙江 杭州 310058)

**摘 要:**在自然高温条件下,从城市绿地中实地取样,观测了不同遮阳条件(全荫、半荫和全阳)下栽植的春鹃经历夏季高温产生的叶片形态损伤、叶温变化及其生理响应,研究比较了城市绿地不同遮阳条件对减弱杜鹃花品种“紫蝴蝶”夏季热害的作用。结果表明:叶温与环境光强变化呈正相关;全阳条件下的“紫蝴蝶”叶温明显高于半荫和全荫环境的“紫蝴蝶”叶片,夏季最高达 40℃;全阳条件下的“紫蝴蝶”叶绿素和类胡萝卜素含量、细胞膜透性等生理指标均与半荫和全荫环境的呈极显著差异。结合“紫蝴蝶”叶片形态损伤和生理指标,证实全阳条件下的“紫蝴蝶”存在明显的夏季热害,而疏林环境下的半荫条件能有效减弱“紫蝴蝶”的夏季热害,是“紫蝴蝶”的适宜种植环境。

**关键词:**杜鹃花;“紫蝴蝶”;叶温;遮阳;生理响应

**中图分类号:**S 685.21 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)07-0074-04

杜鹃花品种“紫蝴蝶”(Rhododendron pulchrum spp.)株型粗犷,花大色艳,且抗性较强,是城市绿化中用于形成色块或绿篱的主要材料之一,在杭州西湖风景区也有大量应用。杜鹃花自然分布于山地环境,性喜凉爽湿润气候。长三角地区的夏季高温易造成“紫蝴蝶”植株萎蔫、叶片泛黄、枯焦,对植株造成了形态损伤,甚至影响了翌年春季的开花品质。有学者对杜鹃的生长适应性研究表明<sup>[1-2]</sup>,杜鹃适合在半荫环境下栽培;高温胁迫对杜鹃叶片抗氧化系统影响的研究也有报道<sup>[2-3]</sup>,但上述研究结果大多是在设施条件下的盆栽试验中获得的。现于夏季高温期在城市绿地中实地取样,研究高温对“紫蝴蝶”植株损伤及其生理响应机制的影响,比较城市绿地不同遮阳条件对减弱“紫蝴蝶”夏季热害的作用,以期对杜鹃的生态配置提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为杜鹃花品种“紫蝴蝶”(Rhododendron pulchrum spp.)。

### 1.2 试验方法

2010年8月28日,试材取自浙江大学华家池校区

**第一作者简介:**廖金(1987-),女,在读硕士,研究方向为杜鹃栽培生理生态。E-mail:crystalliao8771@gmail.com。

**责任作者:**夏宜平(1964-),男,教授,博士生导师,研究方向为园林植物生理调控与景观应用。E-mail:ypxia@zju.edu.cn。

**基金项目:**浙江省林木种苗与花卉产业技术创新战略联盟资助项目(2010LM202)。

**收稿日期:**2012-12-17

内不同遮阳条件(表1)的“紫蝴蝶”植株。6:00~18:00间每隔2h测量取样地的光照强度。随机选取生长状况一致、无病虫害的“紫蝴蝶”植株测定叶温。随机采集功能叶片50片,采样后立即带回实验室,测定生理指标。

**表 1 不同遮阳条件下“紫蝴蝶”的生长环境特征**

条件	光强/klx	气温/℃	环境特征
全荫	≤2	25~33	植株上方有致密高大乔木,全天无阳光直射
半荫	≤6.25	25~35	植株上方有高大乔木遮挡,阳光斑驳,直射时间较短,形成半荫条件
全阳	≤88	25~45	植株上方无高大乔木遮挡,阳光直射

### 1.3 项目测定

用数位式照度计(TES-1332A)测量光照强度;用点温仪(Raytek)测量叶片温度,距离叶片0.5~1cm,避开叶脉,每个采样地点随机测试10处计算平均值;随机取大小相似的“紫蝴蝶”叶片5片测定叶片相对含水量(RWC);用电导法测定相对电导率<sup>[4]</sup>;称取剪碎的叶片0.5g,用无水乙醇/丙酮混合液浸提,以混合提取液作为对照于440、645和663nm下测定吸光度值,计算样品中的叶绿素a、叶绿素b、类胡萝卜素和总叶绿素含量;参考周广等<sup>[2]</sup>的方法并进行改进,称取剪碎的紫蝴蝶叶片0.5g,用硫代巴比妥酸(TBA)混合液提取反应后,测定450、532和600nm下吸光度值,计算丙二醛(MDA)含量。

### 1.4 数据分析

试验数据经过整理后采用SPSS 13.0对数据进行显著性比较,用Excel绘制数据图表。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同遮阳条件下光强与叶温的相关性

由图1可知,不同遮阳条件下的光照强度差异极显

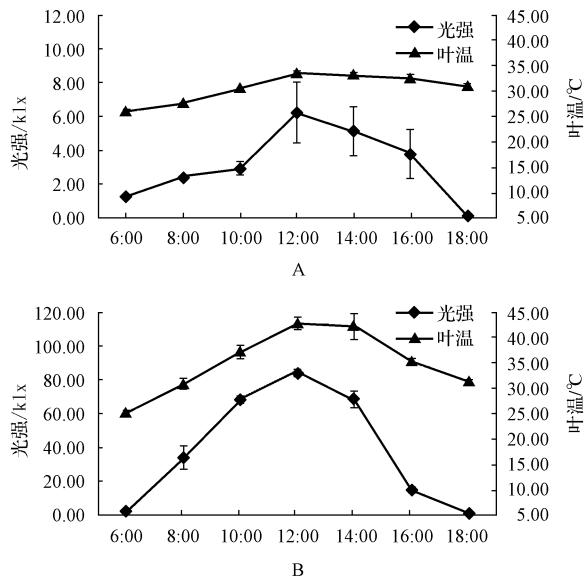


图1 “紫蝴蝶”光强日变化和叶温日变化  
注:A为半荫条件;B为全阳条件。

著,半荫条件下光强 0.15~6.25 klx,全阳条件下光强 1.10~84.26 klx。“紫蝴蝶”叶温和其生长环境的光强呈现显著的相关性,叶温随着光强的增强而升高,正午12:00 达到最高值。光强差异极显著直接导致半荫和全

阳条件下植株叶温差异极显著。半荫条件下平均叶温 32.8℃,全阳条件下平均叶温 37.4℃,比半荫条件下高 4.5℃。半荫条件下叶温 26.1~33.7℃,全阳条件下叶温 25.1~42.8℃,半荫和全阳条件下叶温的下限温度几无差异,均接近夏日杭州的最低气温,但全阳条件下叶温的上限温度超过 40℃,远高于半荫环境的叶温上限。半荫条件下的最低叶温、最高叶温和平均叶温都低于全阳处,但仍高于杜鹃的最适生长温度。

2.2 不同遮阳条件下杜鹃形态变化

由表 2、图 2 可知,不同遮阳条件下“紫蝴蝶”形态变化、相对含水量和叶片重量差异显著。全荫条件下的“紫蝴蝶”虽未呈现出明显的热害症状,但有徒长迹象,叶片相对含水高,单叶鲜重明显重于其它条件下叶片。半荫条件下的“紫蝴蝶”植株几乎无热害症状,叶片大小和单叶鲜重介于全阳和全荫之间,相对含水量也介于全阳和全荫之间。全阳条件下的“紫蝴蝶”植株热害症状显著,植株形态损伤严重。全阳条件下单叶鲜重虽低于其它条件下叶片,但其单叶干重显著高于半荫条件下,单叶鲜重仅为干重的 2.2 倍,相对含水量低于全荫和半荫条件,相对含水量随高温胁迫程度加深而降低。缺少光照和强光照射时叶片结构会发生变化以应对环境压力,叶片结构变化都可能导致干物质的量增加。

表 2 不同遮阳条件对“紫蝴蝶”形态的影响

条件	单叶鲜重/g	单叶干重/g	相对含水量/%	植株形态
全荫	0.19±0.007a	0.06±0.023a	92.89±3.68a	茎节伸长,株高增加,叶片变宽而薄,呈薄纸质,质软
半荫	0.13±0.007b	0.04±0.005b	88.27±0.29ab	植株舒展,老叶深绿长卵形,新叶浅绿聚生枝顶,叶片叶脉处偶见白斑,几乎无叶边缘枯焦反卷现象
全阳	0.12±0.010b	0.06±0.005a	84.73±3.04b	植株矮小,叶片直立生长,致密,叶片小而厚,呈干脆革质,表面粗糙,边缘枯焦成棕褐色,向上卷曲、萎蔫,叶片失绿,叶脉间由绿转灰白继而成黄色

注:同列 a、b、c 代表多重比较 SNK 检验在  $P=0.05$  显著性水平下的不同显著性差异。下同。

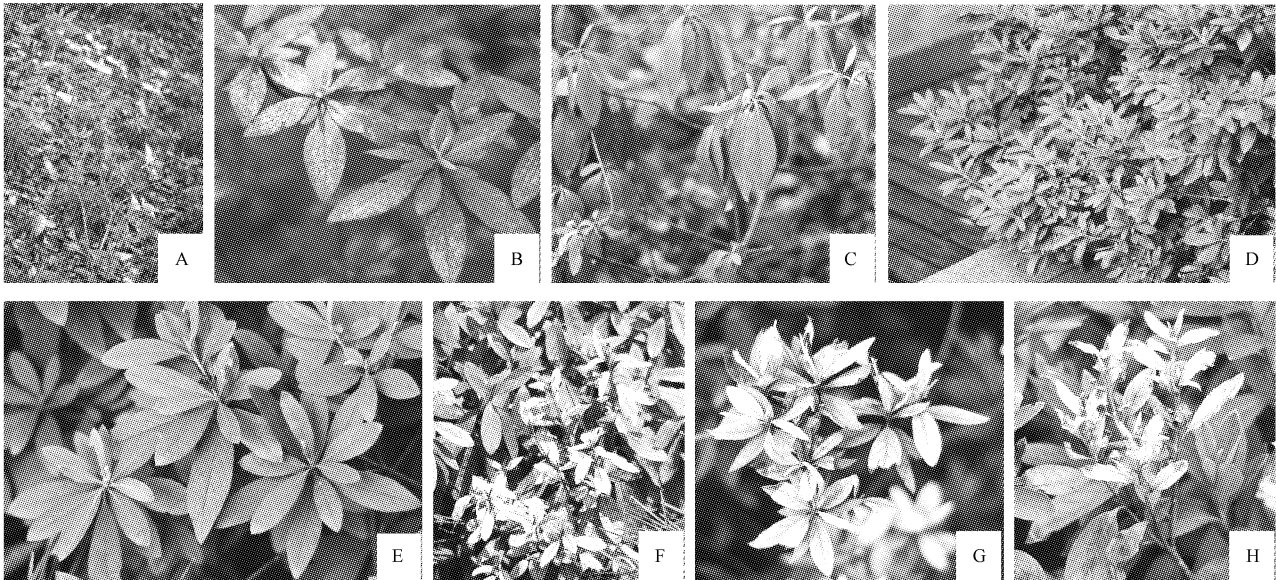


图 2 不同遮阳条件对“紫蝴蝶”形态的影响  
注:A~C为全荫条件;D~E为半荫条件;F~H为全阳条件。



### 2.3 不同遮阳条件下“紫蝴蝶”叶片的生理响应

2.3.1 叶绿素、类胡萝卜素含量变化 由表3可知,不同遮阳条件下的植株叶片的叶绿素总量和类胡萝卜素含量差异极显著。全阳条件下“紫蝴蝶”叶片和半荫及全荫条件下相比,叶绿素含量虽显著低于后者,但其叶绿素 a/b 值显著高于后者。全阳条件下的叶绿素 a/b

表3

不同遮阳条件对“紫蝴蝶”叶片叶绿素、类胡萝卜素的影响

条件	叶绿素 a 含量/mg · g <sup>-1</sup> FW	叶绿素 b 含量/mg · g <sup>-1</sup> FW	类胡萝卜素含量/mg · g <sup>-1</sup> FW	叶绿素总量/mg · g <sup>-1</sup> FW	叶绿素 a/b
全荫	0.62±0.010a	0.35±0.010a	0.03±0.002b	0.97±0.009a	1.78±0.074b
半荫	0.61±0.020a	0.41±0.075a	0.02±0.022b	1.02±0.095a	1.53±0.261b
全阳	0.20±0.009b	0.07±0.007b	0.08±0.001a	0.27±0.016b	2.69±0.121a

2.3.2 细胞膜透性变化 全阳和全荫条件下“紫蝴蝶”叶片的相对电导率均高于半荫条件下,说明其膜透性大于半荫条件下,这与 Martineau 等<sup>[5]</sup>研究结果一致。由表4可知,全阳条件下植株叶片中丙二醛含量大量积累,与半荫和全荫条件下的达到极显著差异,是半荫条件下的2.19倍,是全荫条件下的2.07倍。全荫条件下相对电导率大于全阳条件下,丙二醛含量高于半荫条件下与预期不同,这可能是由于全荫条件下植株生长势较弱,对高温的响应更为敏感所致。

表4 不同遮阳条件对“紫蝴蝶”细胞膜透性的影响

条件	相对电导率/%	丙二醛含量/nmol · g <sup>-1</sup> FW
全荫	41.34±1.15a	8.95±1.745b
半荫	31.04±0.82c	8.49±1.177b
全阳	35.96±1.14b	18.56±0.662a

## 3 讨论与结论

该试验研究了“紫蝴蝶”栽植环境光照强度和叶温的日变化,验证了在自然条件下其叶温与光强变化的相关性,以及叶温与高温伤害的相关性。叶片是直接承受太阳辐射能的主要器官,但叶温与气温有较大差异,更能直观地反映植株在高温胁迫下的伤害。已有试验证明<sup>[6]</sup>,叶温的升降直接受太阳辐射影响,变化急剧,遮阳与受光在1 min内即可达到稳定值。此外,叶温与植物蒸腾作用类型有关,较高的蒸腾速率有助于降低叶温,蒸腾速率的下降会导致叶温高于气温<sup>[7-8]</sup>。柯世省等<sup>[9]</sup>通过试验发现杜鹃的蒸腾速率日变化呈现单峰型,出峰时间随水分胁迫程度加重而提前。据此推测,正午之前杜鹃的叶温应低于气温,但随着蒸腾速率的下降,叶温将高于气温,高温胁迫将更为明显。全阳条件的光强太强、叶温过高植株热害明显,全荫条件的光强太弱不利于植株光合作用和营养生长,疏林环境下营造的半荫条件,能有效降低长三角夏季高温对杜鹃生长的胁迫和形态损伤。对杜鹃叶温研究的结果表明,疏林环境下营造的半荫条件更适合杜鹃的生长。但不同遮阳条件下光强变化对杜鹃叶片的气温差影响还需要进一步试验。

该试验为在露地条件下的数据采集和结果,与其它室内盆栽试验结果趋势一致,且差异性更显著。全阳条件下栽植的杜鹃出现明显的热害症状。这与前人对遮

值是半荫条件下的1.76倍,是全荫条件下的1.51倍。全阳条件下类胡萝卜素含量是半荫条件下的类胡萝卜素的4.00倍,是全荫条件下的2.67倍。叶片颜色是叶片色素类型和含量变化引起的,因此杜鹃叶片叶绿素、类胡萝卜素含量变化还直接影响杜鹃叶片的颜色及其观赏价值。

阳对植株形态的影响研究结果一致。Harvey 等<sup>[10]</sup>发现箱根草的叶面积随着遮阳度的增加而呈线性上升;Pennisi 等<sup>[11]</sup>研究发现富贵竹 *Dracaena sanderiana* 和宽叶山麦冬 *Liriope muscari* 的叶片长度、宽度和叶面积随着遮阳度的增加而增加。全阳条件下杜鹃叶片类胡萝卜素含量增加,叶绿素含量减少,叶片失绿变黄。这与前人对叶片色素含量和叶色关系研究结果<sup>[12-13]</sup>及叶片的保护机制研究结果<sup>[14]</sup>一致。杜鹃叶片相对含水量变化、细胞膜透性变化与其受胁迫程度相关,相对含水量随高温胁迫程度加深而降低,细胞膜透性随高温胁迫程度加深而升高,这与前人对植物高温胁迫生理响应机制<sup>[2,15-16]</sup>的研究结果一致。该试验中,各项生理指标也显示半荫条件下的杜鹃受胁迫程度较低。

综上所述,该试验证实了疏林环境下营造的半荫条件是杜鹃适宜的栽培环境。

## 参考文献

- [1] 张乐华. 庐山植物园杜鹃属植物的引种适应性研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2004, 28(4): 92-96.
- [2] 周广, 孙宝腾, 张乐华, 等. 井冈山杜鹃叶片抗氧化系统对高温胁迫的响应[J]. 西北植物学报, 2010, 30(6): 1149-1156.
- [3] 张乐华, 周广, 孙宝腾, 等. 高温胁迫对两种常绿亚属植物幼苗生理生化特性的影响[J]. 植物科学学报, 2011, 29(3): 362-369.
- [4] 侯福林. 植物生理学实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [5] Martineau J R, Specht J E. Temperature tolerance in soybeans[J]. Crop Science, 1979, 19: 75-81.
- [6] 郭仁卿, 梁陟光, 杨秀芹. 葡萄叶温的研究[J]. 落叶果树(Deciduous Fruits), 1990(4): 6-7.
- [7] 豆胜, 马成仓, 陈登科. 4种常见双子叶植物蒸腾作用与叶温关系的研究[J]. 天津师范大学学报(自然科学版), 2008, 28(4): 11-13.
- [8] 彭辉, 李昆, 孙永玉. 干热河谷4个树种叶温与蒸腾速率关系的研究[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(4): 1-4.
- [9] 柯世省, 杨敏文. 水分胁迫对云锦杜鹃光合生理和光温响应的影响[J]. 园艺学报, 2007, 34(4): 959-964.
- [10] Harvey M P, Brand M H. Division size and shade density influence growth and container production of *Hakonechloa macra* Makino 'Aureola' [J]. HortScience, 2002, 37(1): 196-199.
- [11] Pennisi S V, McConnell D B. Made in the shade[J]. Amer Nurserymen, 2000, 191: 63-64.
- [12] 张彦娥. 基于计算机视觉技术温室作物长势诊断机理与方法研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [13] 柴阿丽, 李宝聚, 王倩, 等. 基于计算机视觉技术的番茄叶片叶绿素含量的检测[J]. 园艺学报, 2009(1): 45-52.

# 不同配方基质对白鹤芋生长的影响

王春荣<sup>1,2</sup>, 毕君<sup>1,2</sup>, 陈霞<sup>1</sup>

(1. 河北省林业科学研究院, 河北 石家庄 050061; 2. 河北省林木良种工程技术研究中心, 河北 石家庄 050061)

**摘要:**以4~5片叶的白鹤芋组培苗为试材,选择树皮、花生壳、丹麦草炭进行复配基质盆栽试验,分析研究了不同配方基质物理性状及其对白鹤芋的株高、冠幅、叶片数以及叶面积的影响。结果表明:花生壳、树皮可以作白鹤芋的基质原料,适宜配方为树皮50%+草炭25%+花生壳25%和草炭50%+花生壳50%,白鹤芋适宜基质的容重为0.2~0.4 g/cm<sup>3</sup>。

**关键词:**白鹤芋;配方基质;树皮;花生壳

**中图分类号:**S 682.1<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)07-0077-03

白鹤芋(*Spathiphyllum kochii*)属天南星科白鹤芋属多年生草本植物,又名白掌、一帆风顺、苞叶芋。白鹤芋叶片翠绿,佛焰苞洁白,非常清新幽雅,花期长,较耐阴,还可以过滤室内的甲醛等废气,是一种常见室内装饰观赏植物。白鹤芋盆栽要求土壤疏松、排水和通气性好,一般生产上应用的理想栽培基质为进口草炭。由于草炭成本高,且是不可再生资源,近几年,有机废弃物的

利用成为基质选材的一个主要发展方向,有机废弃物的利用,大幅度降低了栽培成本,而且减少了对环境的污染。目前,选用花生壳、树皮、菇渣、秸秆等作为育苗基质的研究报导较多,并取得了较好的效果<sup>[1-5]</sup>。该试验选择花生壳、树皮作白鹤芋栽培的主要基质原料进行复配,探索花生壳、树皮在白鹤芋生产上的应用前景。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料选择生长健壮、长势一致、4~5片叶的白鹤芋组培苗。基质原料选择腐熟的松树皮、花生壳、丹麦草炭。

**第一作者简介:**王春荣(1973-),女,硕士,高级工程师,现主要从事林业技术研究等工作。

**基金项目:**国家林业局“948”资助项目(2012-4-64)。

**收稿日期:**2012-12-13

[14] 曹仪植,宋占午.植物生理学[M].兰州:兰州大学出版社,1998:101-154.

[15] Frost Levitt J. Drought and Heat Resistance[J]. Ann Rev Plant Physiol,

1951(2):245-268.

[16] Levitt J. Response of plants environmental stresses[J]. Ann Rev Plant Physiol, 1972(3):325-358.

## Influences of Different Shading on Leaf Temperature and Physiological Response to the Summer High Temperature of *Rhododendron pulchrum*

LIAO Jin, ZHOU Hong, LIU Bing, XIA Yi-ping

(College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310058)

**Abstract:** This experiment was conducted in high-tempered urban landscape to test the influence of different shading conditions (full-shade, semi-shade and no-shade) on the morphological damage, leaf temperature and physiological response of *Rhododendron pulchrum* leaves, different shading conditions on weakening heat damage in high-tempered summer were comparely studied. The results showed that the leaf temperature was positively correlated with light intensity thereby the leaves under no-shade condition could reach the maximum temperature to 40°C in summer, significantly higher than the semi-shade and full-shade. The chlorophyll contents, carotene contents and membrane cell membrane permeability of no-shade leaves were also significantly different from leaves under other shade conditions. Thus, semi-shade condition was proved to be the most favorable condition for plant growth of *Rhododendron pulchrum* spp. .

**Key words:** *Rhododendron pulchrum*; ‘Zihudie’; leaf temperature; shading; physiological response