

# 勋章菊不同品种蒸腾速率比较研究

周晓慧<sup>1</sup>, 吴阳清<sup>1</sup>, 胡艺春<sup>2</sup>, 李爱梅<sup>2</sup>, 徐文伟<sup>1</sup>, 陆小平<sup>1</sup>

(1. 苏州大学, 苏州市建筑与城市环境重点实验室, 江苏 苏州 215123; 2. 江苏三维园艺有限公司, 江苏 昆山 215314)

**摘 要:**以国外引进的勋章菊品种“星白”和“红纹”及其杂交后代“XH”为试材, 利用电子天平称重法比较了自然环境条件下勋章菊 3 个品种扦插苗及其蔓枝蒸腾速率日变化, 分析了勋章菊不同品种营养器官、光照强度、温度及湿度等环境因素对植株蒸腾速率的影响, 以期对勋章菊夏季景观应用养护管理中降低养护成本、节约水资源提供参考。结果表明: 勋章菊 3 个品种扦插苗及其蔓枝之间蒸腾速率差异显著, 其中“XH”扦插苗平均蒸腾量最大, 为  $300.45 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ , 而其蔓枝平均蒸腾量最小, 仅为  $38.76 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ; 植株蒸腾速率总体上与光照强度、温度呈正相关, 与湿度呈负相关, 与营养器官之间存在一定关系, 但不同品种之间表现有所差异。

**关键词:**蒸腾速率; 勋章菊; 叶面积测定

**中图分类号:**S 682.1+2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)01-0062-04

全球变暖正逐渐成为人类在 21 世纪必须面对的巨大挑战之一<sup>[1]</sup>, 随着全球气候变暖, 极端天气气候事件时有发生, 其中干旱是众多极端气候事件中影响范围最大、给人类造成损失最严重的自然灾害之一<sup>[2]</sup>。减少能源消耗, 使温室气体排放量降到最低是减缓温室效应的有效途径, 其中降低园林绿地养护管理(浇灌、修剪、施肥等)过程中的碳排放是其有效措施之一。勋章菊(*Gazania regins* L.) 属菊科勋章菊属多年生宿根草本花卉, 具有三季现花、四季常绿的优良特性, 既可盆栽又可作为地被、花镜等材料<sup>[3-4]</sup>。目前关于勋章菊水分利用的研究集中在水分胁迫<sup>[5-6]</sup>及离体叶片蒸腾速率变化等方面<sup>[7]</sup>, 但有关勋章菊植株蒸腾速率日变化及不同品种间蒸腾速率比较的研究尚鲜见报道。现以国外引进的勋章菊品种“星白”和“红纹”及其杂交后代“XH”为试材, 利用电子天平称重法比较自然环境条件下勋章菊 3 个品种扦插苗及其蔓枝蒸腾速率日变化, 并分析勋章菊不同品种营养器官、光照强度、温度及湿度等环境因素对植株蒸腾速率的影响, 以期对勋章菊夏季景观应用养护管理中降低养护成本节约水资源提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为国外引进的勋章菊“星白”、“红纹”及由

课题组培育出的以“星白”和“红纹”为亲本的杂交后代“XH”在苏州大学园艺实习基地 2013 年 5 月份扦插苗, 成苗后选择株型整齐、生长健壮的植株移栽至营养钵中, 并进行统一的水分和养管理。电子天平(JT2101N), 上海精天电子仪器有限公司; 电子天平(PL202-S), 梅特勒-托利多公司; ZDR 系列智能数据记录仪(ZDR-14), 杭州泽大仪器有限公司。

### 1.2 试验方法

试验于 2013 年 7 月 22 日在苏州大学独墅湖校区园艺实习基地进行, 设 2 个试验组分别测定勋章菊不同品种完整植株及其蔓枝的蒸腾速率。试验组 1(扦插苗): 在试验前 1 d 的晚上将 3 个品种勋章菊扦插苗从营养钵中取出用自来水将植株冲洗净后, 将其置于 250 mL 锥形瓶中, 加入适量水使得整个根系全部浸于水中, 然后用封口膜(41N. × 125FT., Chicago, IL. 60631)将瓶口密封。试验组 2(蔓枝): 选取生长健壮与营养钵中勋章菊植株大小一致的 3 个品种蔓枝进行复水处理至叶片恢复原态后, 将蔓枝下部浸入装有一定量水的 250 mL 锥形瓶中, 然后用封口膜将瓶口密封(图 1)。

### 1.3 项目测定

**1.3.1 勋章菊蒸腾速率的测定** 从 8:00~18:00 每隔 1 h 利用电子天平(JT2101N)对蒸腾速率测定装置进行称重。蒸腾速率测定方法参照《植物生理学实验指导》<sup>[7]</sup>, 并对此进行改良, 利用扫描仪<sup>[8]</sup>获取勋章菊叶片图像, 并使用 Photoshop 软件<sup>[9]</sup>计算叶片面积。

**1.3.2 环境因子测定** 用 ZDR 系列智能数据记录仪(ZDR-14)从 7:30~18:30 分别对光照强度、温度及湿度进行测定。其中光照强度每隔 30 s 读取 1 次数据, 取某

**第一作者简介:**周晓慧(1988-), 女, 硕士研究生, 研究方向为园林植物栽培与生理。E-mail: zxxhsjzgc@163.com.

**责任作者:**陆小平(1958-), 男, 博士, 教授, 研究方向为园林植物栽培与生理。E-mail: longzs@suda.edu.cn.

**基金项目:**苏州市应用基础研究计划(农业)资助项目(SYN201221)。

**收稿日期:**2013-09-16

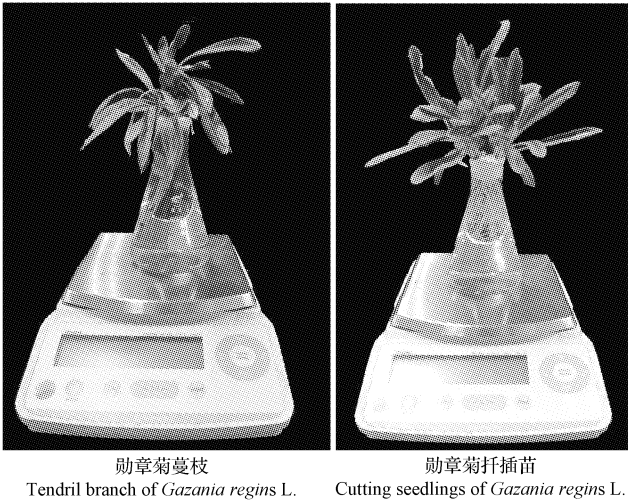


图1 称重法测定蒸腾速率装置

Fig.1 Weighting determination devices of transpiration rate

一时间点前后 30 min 获取的数据作为该时间点的光照强度。温度和湿度每隔 20 min 读取 1 次数据,取某一时间点前后 30 min 获取的数据作为该时间点的温度和湿度,风力数据从相天网-苏州气象局官方网站获得<sup>[10]</sup>。

1.3.3 植株各部分鲜重称量 试验结束后先将勋章菊进行复水处理,然后将其根、茎、叶片分别剪下,用吸水纸将其表面水分吸干后立即用电子天平(PL202-S)进行鲜重称量,取平均值作为最终各营养器官鲜重结果。

1.4 数据分析

数据处理和绘图采用 SPSS 17.0 和 Microsoft Excel 2003 软件,利用 Photoshop CS 8.0 软件进行叶面积计算。

2 结果与分析

2.1 勋章菊蒸腾速率的测定

由图 2 可以看出,勋章菊不同品种扦插苗蒸腾速率均呈现出先升高后降低再升高而后降低的趋势,且在 17:00~18:00 时间段内蒸腾速率降到最低,但三者蒸腾速率达到最高值的时间及达到最大蒸腾速率的数值有所差

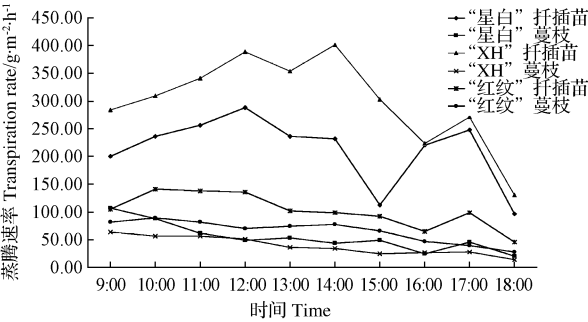


图2 勋章菊不同品种蒸腾速率变化

Fig.2 Changes of different varieties on transpiration rate of *Gazania regins L.*

异:“星白”扦插苗在 11:00~12:00 蒸腾速率达到最大值 288.25 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>;“XH”扦插苗在 13:00~14:00 时间段内蒸腾速率达到最大值 401.45 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>;“红纹”扦插苗上午 9:00~10:00 达到最大值 141.16 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>。与扦插苗蒸腾速率变化相比,勋章菊不同品种蔓枝蒸腾速率变化较为复杂,但总体上均呈现出逐渐降低的趋势,在 17:00~18:00 蒸腾速率降到最低:“星白”蔓枝蒸腾速率最大值为 107.43 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>;“XH”蔓枝蒸腾速率最大值为 67.73 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>;“红纹”蔓枝蒸腾速率最大值为 81.39 g·m<sup>-2</sup>·h<sup>-1</sup>。

2.2 外部环境对勋章菊蒸腾量的影响

由表 1 可知,勋章菊不同品种扦插苗蒸腾量与光照强度、温度及湿度之间相关性表现较为一致:其中蒸腾量与光照强度均呈正相关;蒸腾量与湿度均呈负相关;“星白”和“XH”扦插苗蒸腾量均与温度呈正相关,而“红纹”扦插苗与温度无显著相关性。勋章菊不同品种蔓枝蒸腾量与光照强度、温度及湿度之间相关性则表现不一,“星白”蔓枝蒸腾量与光照强度、温度及湿度之间无显著相关性;“XH”蔓枝蒸腾量与光照强度和温度之间呈显著正相关,与湿度无显著相关性;“红纹”蔓枝蒸腾量与光照强度、湿度之间均呈极显著相关,与温度则无显著相关性。风力大小在 5.0 m/s 以内,属于微风,能够将气孔外边的水蒸气吹走,外部扩散阻力减小<sup>[11]</sup>,加速蒸腾。

表1 光照强度、温度及湿度与蒸腾量的相关性

Table 1 Correlation between transpiration rate and light intensity, temperature, atmospheric relative humidity				
品种 Varieties		光照强度与蒸腾量 Light intensity and transpiration	温度与蒸腾量 Temperature and transpiration	湿度与蒸腾量 Humidity and transpiration
“星白” ‘Xingbai’	蔓枝 Tendril branch	0.348	-0.129	-0.213
	扦插苗 Cutting seedlings	0.391 *	0.461 *	-0.457 *
“XH”	蔓枝 Tendril branch	0.445 *	0.185 *	-0.330
	扦插苗 Cutting seedlings	0.705 *	0.703 **	-0.868 **
“红纹” ‘Hongwen’	蔓枝 Tendril branch	0.521 **	0.212	-0.501 **
	扦插苗 Cutting seedlings	0.574 **	0.247	-0.538 **

注:“\*”在 0.05 水平(双侧)上显著相关;“\*\*”在 0.01 水平(双侧)上显著相关。下同。

Note:“\*” means significant at 0.05 level; “\*\*” means significant at 0.01 level. The same below.

2.3 植株形态对勋章菊蒸腾量的影响

由表 2 可知,“XH”根鲜重明显大于其亲本;同一品

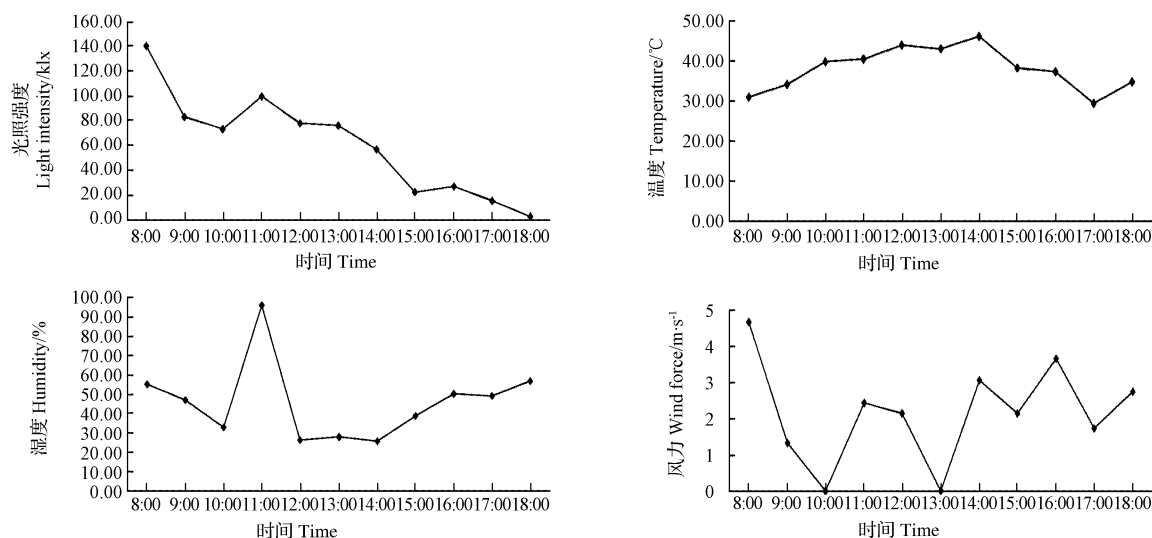


图3 环境因子测定

Fig. 3 Determination of environmental factors

表2 植株形态对勋章菊蒸腾量的影响

Table 2 Effect of plant morphology on transpiration rate of *Gazania regina* L.

品种 Varieties	根鲜重 Root fresh weight/g	茎鲜重 Stem fresh weight/g	叶鲜重 Leaf fresh weight/g	叶面积 Leaf area /cm <sup>2</sup>	蒸腾量 Transpiration /g · m <sup>-2</sup> · h <sup>-1</sup>
“星白” “Xingbai”					
蔓枝 Tendrils	—	5.84ab	7.31a	152.04ab	53.93d
扦插苗 Cuttings	0.36b	4.26ab	4.91ab	83.26ab	216.19b
“XH”					
蔓枝 Tendrils	—	6.61a	6.95a	215.85a	38.76d
扦插苗 Cuttings	2.34a	7.02a	5.05ab	104.62ab	300.45a
“红纹” “Hongwen”					
蔓枝 Tendrils	—	3.22b	3.42b	86.01b	65.11cd
扦插苗 Cuttings	0.80b	4.48ab	5.28ab	108.62ab	101.88c

注:表中所有值均为平均值,数据后所标字母代表经 SPSS 单因素方差分析 LSD 法显著性差异( $P < 0.05$ )。

Note: Values with different superscript indicate significant differences at  $P < 0.05$  according to SPSS LSD. Values represent mean ± standard deviation.

种扦插苗与蔓枝之间茎、叶鲜重及叶面积差异不显著;勋章菊不同品种扦插苗及蔓枝之间蒸腾量差异显著,“XH”扦插苗平均蒸腾量最大,为  $300.45 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ,而其蔓枝平均蒸腾量最小,仅为  $38.76 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

由表3可知,不同品种扦插苗蒸腾量与根、茎、叶鲜重及叶面积之间相关性不尽相同,“星白”蒸腾量与叶面积呈显著负相关;“XH”则与植物各营养器官之间相关性不显著;“红纹”蒸腾量与茎及叶面积之间均呈显著正相关,与叶鲜重之间呈极显著正相关。

表3 植株营养器官与蒸腾量的相关性

Table 3 Correlation between vegetative organs and transpiration

品种 Varieties	蒸腾量与根鲜重 Transpiration and root fresh weight	蒸腾量与茎鲜重 Transpiration and stem fresh weight	蒸腾量与叶鲜重 Transpiration and leaf fresh weight	蒸腾量与叶面积 Transpiration and leaf area
“星白” “Xingbai”	0.594	-0.585	-0.692	-0.844 *
“XH”	-0.981	0.057	-0.540	-0.559
“红纹” “Hongwen”	0.995	0.847 *	0.945 **	0.898 *

### 3 讨论

在试验过程中将试材及记录仪置于垫有平整木板的开阔场地,将不同试验组以品字形摆放,以避免植株之间相互遮挡对蒸腾速率结果造成的影响。每次称重次序均保持不变,以尽可能减少试验时人为因素造成的误差。同时,在试验进行前使植株叶片水分充足,蒸腾速率测定完成后对试验材料进行再次复水,恢复至试验前的状态,然后再进行称重、测量等,以减少试验误差。植物吸收水分动力来自于根压及蒸腾拉力,二者相互配合有利于植物对水分的吸收和利用,目前植物生理学蒸腾强度测定试验过程中通常采用容量法和钻纸法<sup>[12]</sup>并以离体材料为主,水分蒸腾量、叶片面积计算所需时间较长,不能很好地反映出植物实际蒸腾量,利用完整植株作为试材进行蒸腾速率测定鲜有报道。该试验通过对勋章菊蔓枝及扦插苗进行蒸腾速率比较发现,同一品种离体材料与完整植株之间蒸腾速率存在很大差异,能比较真实地反映园林植物自然条件下蒸腾速率变化。一般情况下植物栽种在花盆或直接栽种在园林绿地中,利用滴定管等仪器对完整植株测定蒸腾速率难

度较大,因此以水培方式进行测定。

目前在科研上通常应用 Li-6400 便携式光合测定仪研究不同外界因素对植物光合、蒸腾作用等的影响<sup>[13-15]</sup>,但因仪器较为昂贵,所以不能满足在校学生课程试验需求。试验中采用称重法进行植物蒸腾作用测定,有利于多种材料测定同时进行,对试验仪器要求不高,便于大学植物生理蒸腾速率试验课程。但在材料选取时尽可能选择枝叶健壮,叶面积较大的试材。植物蒸腾作用一天的变化一般在 14:00 前后达到最高峰,日落后蒸腾作用降到最低点<sup>[16]</sup>,该试验结果与之基本一致。勋章菊离体叶片蒸腾速率在试验开始时蒸腾速率最大,后逐渐降低,试验结束时降到最低,这可能与植株气孔关闭减少水分蒸发以达到自我保护目的有关,但气孔关闭程度及数量多少与蒸腾速率之间的关系还需要进一步研究证明。该试验通过比较勋章菊不同品种扦插苗的蒸腾量,以期为其景观应用养护管理中降低养护成本节约水资源提供参考。

#### 参考文献

- [1] 张绿水,龚鹏,张云.低碳城市发展背景下的节约型园林建设模式研究[J].广东农业科学,2012(23):37-41.
- [2] 尹晗,李耀辉.我国西南干旱研究最新进展综述[J].干旱气象,2013,31(1):182-193.

- [3] 沈汉国,陈少萍,陈永明.勋章菊的繁殖与病虫害防治[J].中国花卉园艺,2007(16):20-21.
- [4] 刘桂云.勋章菊的栽培管理[J].花卉园艺,2009(11):15.
- [5] 王永亮,王韩,陆小平,等.‘星白’勋章菊耐旱性研究[J].北方园艺,2012(2):73-75.
- [6] 王永亮,周晓慧,陆小平,等.涝渍胁迫对‘星白’勋章菊生长和生理特性的影响[J].北方园艺,2012(5):71-73.
- [7] 张志良,瞿伟菁,李小方.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2009.
- [8] 周晓慧,王韩,陆小平,等.自然干旱胁迫下盆栽勋章菊萎蔫系数测定[J].北方园艺,2013(9):67-69.
- [9] 苑克俊,刘庆忠,李圣龙,等.利用数码相机测定果树面积的新方法[J].园艺学报,2006,33(4):829-832.
- [10] 风力数据.相天网-苏州气象局官网[EB/OL].<http://www.sz121.com/qxj/infodetail/QiXiangJianCe.aspx?tid=5>.
- [11] 潘瑞炽.植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [12] 张东向,郝延陵,郑蔚虹.测定植物蒸腾速率方法的一点改进[J].植物生理学通讯,1996,32(6):446-447.
- [13] 余倩花,邝琦,周厚高,等.二十五个切花菊品种光合日变化特性研究[J].北方园艺,2013(2):53-57.
- [14] 偶春,姚侠妹,黄成林,等.上海地区引种地被石竹蒸腾特征及影响因素分析[J].中国草地学报,2012,34(3):94-101.
- [15] 钟国成,张力文,张力,等.不同叶型丹参光合特性研究[J].草业学报,2011,20(4):116-122.
- [16] 邹良栋.植物生长与环境[M].北京:高等教育出版社,2010.

## Study on Comparison of Transpiration Rate on Different Varieties of *Gazania regins* L.

ZHOU Xiao-hui<sup>1</sup>, WU Yang-qing<sup>1</sup>, HU Yi-chun<sup>2</sup>, LI Ai-mei<sup>2</sup>, XU Wen-wei<sup>1</sup>, LU Xiao-ping<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Architecture and Urban Environment, Soochow University, Soochow, Jiangsu 215123; 2. Jiangsu Sanwei Horticulture Co. Ltd., Kunshan, Jiangsu 215314)

**Abstract:** Taking the varieties of *Gazania regins* L. ‘Xingbai’, ‘Hongwen’ and their hybridization ‘XH’ as experimental materials, using electronic balance, transpiration rates of the three varieties cutting seedlings and their branches were determined. Meanwhile, environmental factors, such as light intensity, temperature and atmospheric relative humidity were recorded, and the relation of environmental factors, vegetative organs and transpiration rate in different materials were analyzed. The results showed that there existed significant difference between transpiration rate and different materials, and the biggest average transpiration rate was  $300.45 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  of ‘XH’ cutting seedlings, while the smallest value was  $38.76 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  of ‘XH’ branches. Generally speaking, plant transpiration rate, light intensity and temperature were positive correlated, negatively correlated with humidity. And there was a certain relationship between vegetative organs and transpiration rate, but they were not the same in different varieties. By comparing the transpiration rate in different varieties of *Gazania regins* L. cutting seedlings, some reference to reduce maintenance cost and water consumption in summer landscaping were provided.

**Key words:** transpiration rate; *Gazania regins* L.; leaf area measurement