

## 留芽数对观赏芍药分株苗生长及光合特性的影响

宋焕芝<sup>1,2</sup>, 王琪<sup>1</sup>, 于晓南<sup>1,3\*</sup>

(1.北京林业大学园林学院,北京 100083; 2.北京欧亚联合城市规划设计院有限公司,北京 100037; 3.国家花卉工程技术中心,北京 100083)

**摘 要:** 为探寻不同留芽数对芍药分株苗的生长及光合特性的影响,以国际切花市场流行的芍药品种‘Sarah Bernhardt’一年生分株苗为试验材料,按留芽数将其划分为 3 个等级:一级(留芽数大于或等于 5 个)、二级(留芽数 3~4 个)、三级(留芽数 1~2 个),对各级分株苗形态指标及光合特性进行比较分析。结果表明:二级分株苗长势最佳,日净光合速率值较高,光饱和点与光补偿点分别为 21、1 056  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ;就叶绿素含量(叶绿素 a、b 含量分别记作 *chl<sub>a</sub>*、*chl<sub>b</sub>*)而言,二级分株苗的 *chl<sub>a</sub>/chl<sub>b</sub>* 值最高,其 *chl<sub>a</sub>*、*chl<sub>b</sub>* 及 *chl<sub>a</sub>+chl<sub>b</sub>* 值也较高,表明二级分株苗对弱光的利用效率较高。

**关 键 词:** 芍药;分株苗;留芽数;光合特性

中图分类号: S682.1+2

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2013)05-0524-05

## Effect of the number of bud on the growth and photosynthetic characteristic of peony divided plants

SONG Huan-zhi<sup>1,2</sup>, WANG Qi<sup>1</sup>, YU Xiao-nan<sup>1,3\*</sup>

(1.College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2.Beijing Eurasian Union Institute of Urban Design and Planning, Beijing 100037, China; 3.National Engineering Research Center for Floriculture, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Division propagation is one of the main breeding methods for peony. Bud number of the divided plants plays an important role on the growth of peony. To provide a theoretical basis for peony separated plants with different numbers of buds, the growth and photosynthetic characteristic of peony cultivar ‘Sarah Bernhardt’ were studied. These plants were divided into three levels according to their bud numbers: more than 5 buds on per root was the first level; 3 to 4 buds was the second level; and 1-2 buds belonged to the third level. The results showed that plants divided in the second level grew best with the widest stems and crown ranges. The net photosynthetic rate( $P_n$ ) was also the highest. The light compensation point(LCP) and light saturation point(LSP) were 21 and 1 056  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$  respectively. As to the content of chlorophyll(*chl<sub>a</sub>*, *chl<sub>b</sub>*), *chl<sub>a</sub>/chl<sub>b</sub>* of plants in the second level was in the highest and the values of *chl<sub>a</sub>*, *chl<sub>b</sub>*, *chl<sub>a</sub>+chl<sub>b</sub>* were also higher than other levels.

**Key words:** peony; the buds of divided plants; morphological parameters; photosynthetic characteristics

芍药(*Paeonia lactiflora* L.)为多年生宿根花卉,影响子株后续的生长。生产实践中,对于芍药分株分株繁殖<sup>[1]</sup>。分株苗的留芽数直接关系到繁殖系数,苗的留芽数尚无统一标准,国内外差异较大,分株

收稿日期: 2013-05-27

基金项目: 国家“十二·五”科技支撑项目(20113AD12B02)

作者简介: 宋焕芝(1986—),女,山东青岛人,硕士研究生,主要从事园林植物生理生态研究, songhuanzhi@126.com,\*通信作者, yuxiaonan626@126.com

时其子株的留芽数为 1~10 个<sup>[2-3]</sup>不等。不合理的留芽数可能造成后代发育不良,也可能造成巨大的经济浪费,更不利于种苗生产的标准化。笔者在对大量国内芍药生产苗圃进行调查的基础上,对芍药分株苗的留芽数进行等级划分,旨在科学确定分株苗留芽数,为芍药种苗的标准化生产提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材 料

2010 年 10 月,对芍药品种‘Sarah Bernhardt’进行分株,定植于北京市小汤山国家花卉工程中心。分株时,根据分株苗饱满芽数将其分为 3 个等级,留芽数大于或等于 5 个的为一级(图 1-A),留芽 3~4 个的为二级(图 1-B),留芽 1~2 个的为三级(图 1-C)。



A 一级;B 二级;C 三级。

图1 芍药分株苗的等级

Fig.1 Level of peony roots of ‘Sarah Bernhardt’ with various buds

### 1.2 方 法

#### 1.2.1 生长指标观测

于每个处理的植株中随机选取 15 株,并在植株基部进行挂牌标注。试验观察从春天第 1 株芍药萌芽开始,到秋后最后 1 株芍药枯萎结束。芽开始萌动时,每 1~2 d 观测记录 1 次,花期每天观测记录 1 次,花后每 3~5 d 观测记录 1 次。观测指标为株高、茎粗、冠幅、蕾径、成花率。

株高(cm)的观测:用卷尺测量植株基部至最高花蕾顶端的高度。

茎粗(cm)的观测:用游标卡尺测量植株茎基部的直径,取 3 个不同的方向测量横向直径 3 次,结果取 3 个数据的平均值。

冠幅(cm)的观测:用卷尺从不同方向测量冠幅 3 次,结果取 3 个数据的平均值。

蕾径(cm)的观测:用游标卡尺于花蕾中部用垂直交叉法测量 2 次,结果取 2 个数据的平均值。

#### 1.2.2 净光合速率的测定

采用 LI-6400 型便携式光合作用系统(LI-COR, Lincoln, USA),于 2011 年 5 月中、下旬芍药花期

进行测定。于晴朗无风的天气,选取 5 d 的 6:00—18:00 测定芍药净光合速率,以植株南面枝条自顶端向下第 4 枚复叶的中间叶为测定部位,每 1 h 测定 1 次,重复 3 株。

#### 1.2.3 光响应曲线相关指标的测定

于 2011 年 5 月中、下旬芍药花期进行测定。选取 5 个晴朗无风的日子,于 9:00—11:00,利用 LI-6400 型便携式光合作用系统的自动光曲线程序测定光合-光响应曲线。光源为 LI-6400 配置的红蓝光 LED 光源,标准叶室(2 cm×3 cm),LI-6400 参比室的 CO<sub>2</sub> 浓度为 400 μmol/mol,光合有效辐射通量密度依次为 1 500、1 400、1 200、1 000、800、600、400、200、100、50、30、10、0 μmol/(m<sup>2</sup>·s)。利用 LI-6400 自带的 Light Curve 曲线测定 3 种处理芍药品种成熟叶片的净光合速率( $P_n$ )、蒸腾速率( $T_r$ )、气孔导度( $G_s$ )、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度( $C_i$ )等光合参数,测定光响应曲线,计算出植物的表观量子效率( $\Phi$ )<sup>[4-6]</sup>和光补偿点<sup>[5,7]</sup>、光饱和点<sup>[8]</sup>、最暗呼吸速率( $R_d$ )。测定时通过系统控制叶片温度为(25±1)℃。

于各处理中选取 5 株生长健康、长势一致的植

株,以植株南面枝条自顶端向下第4枚复叶的中间叶为测定部位,重复3次,以平均值作为每个处理的观察值。

#### 1.2.4 叶绿素含量的测定

准确称取0.2 g新鲜叶片材料,用50%丙酮与50%乙醇的混合液于黑暗处浸提48 h,至叶色褪成白色。用UV-1901型分光光度计分别在663、645 nm下测定光密度,计算叶绿素a含量(*chl*<sub>a</sub>)、叶绿素b含量(*chl*<sub>b</sub>)及*chl*<sub>a</sub>+*chl*<sub>b</sub>。

表1 各等级芍药分株苗的生长指标

分株苗等级	株高/cm	茎粗/cm	冠幅/cm	地上生长枝数/个	蕾径/cm
一	60.6±4.95	(0.86±0.16)a	(42.7±2.53)a	(6.7±0.6)a	2.61±0.18
二	58.2±4.25	(0.67±0.08)a	(46.7±1.90)a	(3.7±0.6)b	2.68±0.22
三	58.2±12.2	(0.42±0.10)b	(34.3±3.98)b	(2.0±0.0)c	1.79±0.83

各级分株苗地上生长枝数间差异显著,一级分株苗的地上枝数多于二级分株苗。二级分株苗与一级分株苗的冠幅间差异无统计学意义,且略高于一级分株苗。这可能是由于一级分株苗芽数较多,而根的大小有限,地上部分的生长受到了一定的限制,各生长枝之间空间较小,叶片相互遮挡,不能充分接受光照,从而在一定程度上限制了光合作用的进行。可见,二级分株苗的长势较一级分株苗的好。

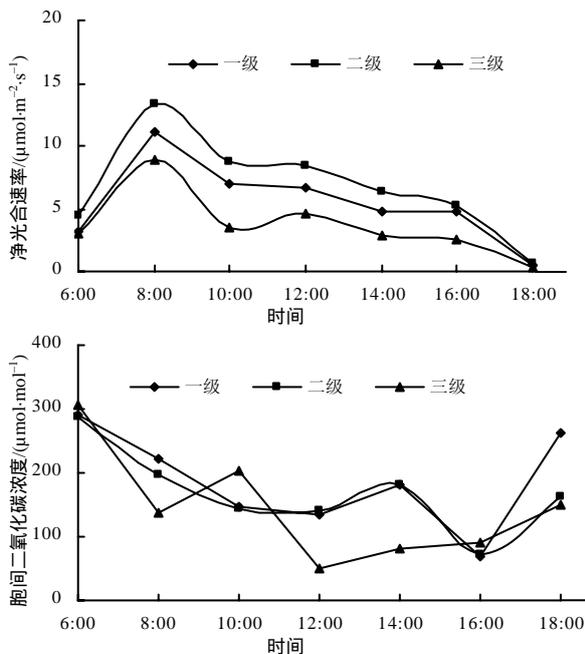


图2 各等级芍药分株苗净光合速率( $P_n$ )、气孔导度( $G_s$ )、蒸腾速率( $T_r$ )和胞间 $CO_2$ 浓度( $C_i$ )的日变化

Fig. 2 Diurnal variation of  $P_n$ ,  $G_s$ ,  $T_r$  and  $C_i$  in the divided plants of 'Sarah Bernhardt' with different buds

### 1.3 数据处理

采用Excel 2007及SPSS 18.0数据分析软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 留芽数对芍药分株苗生长的影响

由表1可知,就茎粗与冠幅而言,三级分株苗的最低,表明三级分株苗长势不如一级分株苗和二级分株苗。

### 2.2 留芽数对芍药分株苗光合特性的影响

#### 2.2.1 各等级分株苗光合指标的日变化

由图2可见,3个等级分株苗的净光合速率日变化趋势相似,都呈“单峰型”曲线,峰值出现在8:00左右,出现时间较早,这表明3个等级分株苗均具有一定的耐阴性。日净光合速率由高到低依次为二级分株苗、一级分株苗、三级分株苗。

叶片气孔导度的变化规律与净光合速率的变化规律相似，日变化曲线的峰值亦出现在 8:00 左右，各级分株苗的叶片气孔导度由高到低依次为二级分株苗、一级分株苗、三级分株苗。可见，芍药净光合速率的变化受气孔导度的影响。

蒸腾速率的日变化趋势与净光合速率的日变化趋势相似，表明蒸腾速率较高，芍药分株苗的日净光合速率也较高。二级分株苗的蒸腾速率高于一级分株苗和三级分株苗。

胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的变化与净光合速率的变化近似相反，但 CO<sub>2</sub> 浓度与净光合速率没有明显的相关性。

### 2.2.2 各等级分株苗的光合参数

由表 2 可见，二级分株苗与三级分株苗的光补偿点较低，表明这 2 种分株苗对弱光的利用能力比一级分株苗强。二级分株苗的光饱和点显著高于一级分株苗与三级分株苗，表明二级分株苗对强光的利用能力较强。二级分株苗的表现量子效率最大，

表明其对弱光的吸收能力强于一级与三级分株苗。二级分株苗的暗呼吸速率低于一级分株苗与三级分株苗，表明其对弱光的适应性较强。

综上所述，二级分株苗对弱光及强光的利用能力均较强，可利用光的范围也较大，最有利于光合产物的净积累。这对于植株的良好生长、切花质量的保证以及根系营养物质的积累具有重要作用。可见，保留 3~4 个芽的分株方式较好。

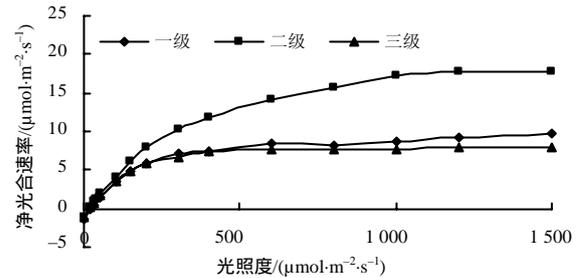


图3 各等级芍药分株苗的光响应曲线

Fig. 3 Photosynthesis to photon flux densities of the divided peony with different buds

表2 各等级芍药分株苗的光合参数

分株苗等级	最大净光合速率/ ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	暗呼吸速率/ ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	光补偿点/ ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	光饱和点/ ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	表观量子效率/ ( $\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
一	(10.23±0.17)b	(-1.22±0.01)ab	(24±1.02)a	(537±32.58)b	(0.059 1±0.000 12)b
二	(18.69±0.08)a	(-1.49±0.01)b	(21±0.68)ab	(1 056±48.93)a	(0.061 2±0.000 09)a
三	(9.00±0.24)c	(-1.09±0.02)a	(18±0.97)b	(483±40.61)b	(0.055 3±0.000 11)c

### 2.3 留芽数对芍药分株苗叶绿素含量的影响

由表 3 可见，一级分株苗的 *chl a*、*chl b* 及 *chl a+chl b* 均较高，三级分株苗最低，表明一级分株苗对弱光的利用能力较强<sup>[9-11]</sup>。这一特点可能使其

对弱光形成一定的适应性。二级分株苗的 *chl a/chl b* 最高，三级分株苗的最低，表明二级分株苗的捕光能力较强，可以充分利用周围的光照进行光合作用，提高光合效率。

表3 各等级芍药分株苗的叶绿素含量

分株苗等级	<i>chl a</i> ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ )	<i>chl b</i> ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ )	<i>chl a+chl b</i> ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ )	<i>chl a/chl b</i>
一	(2.53±0.016)a	(0.64±0.005 0)a	(3.30±0.012 0)a	(3.964±0.053)b
二	(2.49±0.022)b	(0.57±0.008 0)b	(3.18±0.016 0)b	(4.393±0.098)a
三	(1.24±0.001)c	(0.39±0.000 4)c	(1.70±0.000 9)c	(3.154±0.006)c

## 3 结论与讨论

本研究结果表明，保留 3~4 个芽的分株方式可以使分株苗具有最优的生长势，分株苗后期的生长发育较好，且成苗率高，所以保留 3~4 个芽的分株方式为最佳分株方式。这与前人在生产实践中得出

的保留 3~5 个芽较适宜的结论<sup>[12]</sup>基本一致。

光合作用是植物体重要的生命活动，是植物生长发育过程中重要的营养物质来源，可以认为较强的光合作用是植物生长势较优的根本原因之一。净光合速率的日变化分析结果表明，二级分株苗的长势优于其他 2 种分株方式，这与关于矮生杉木光合

特性及高健洲温室芍药光合特性研究结论<sup>[13]</sup>基本一致。各光合指标之间具有一定的相关性,气孔导度与蒸腾速率的大小,均可在一定程度上反映植物的光合作用状况,因此,应加强养护管理,以保证芍药生长发育过程中充足的水肥供应。

光响应曲线及相关光合作用参数在一定程度上反映了植物对光的利用范围及利用能力<sup>[14-15]</sup>。二级分株苗具有较低的光补偿点及较高的光饱和点,其光照利用范围较大,对光的适应能力较强,有利于积累更多的有机物。

同一树种的叶绿素含量与净光合速率之间存在正相关<sup>[11]</sup>。本研究中,叶绿素含量与净光合速率具有一定的关系。从叶绿素含量来看,二级分株苗优于一、三级分株苗。

2个芽的芍药分株苗1—2年后方能开花<sup>[16]</sup>。在不急于采收切花的情况下,可以采用1—2芽的分株方式。从提高繁殖系数来看,保留1—2个芽的分株方式较具优势,但其生长2年后的长势有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 李嘉珏.中国牡丹与芍药[M].北京:中国林业出版社,1999.
- [2] 于晓南,宋焕芝,王琪.北美新芍药品种引种适应性初报[J].林业实用技术,2011(12):50-51.
- [3] 陆光沛,于晓南.盆栽芍药泥炭替代型有机栽培基质研究[J].作物研究,2011,25(2):134-139.
- [4] 翟敏,李永华,杨秋生.盆栽和地栽牡丹光合特性的比较[J].园艺学报,2008,35(2):251-256.
- [5] 喇燕菲,张启翔,潘会堂,等.弱光条件下东方百合的生长发育及光合特性研究[J].北京林业大学学报,2010,32(4):213-217.
- [6] Berry J A, Downton W S. Environmental Regulation of Photosynthesis[M]. New York: Academic Press, 1982: 263-343.
- [7] 张国斌,郁继华.低温弱光对辣椒幼苗光合特性与光合作用启动时间的影响[J].西北植物学报,2006,269:1770-1775.
- [8] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1982, 33: 317-345.
- [9] Krause G H, Weis E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics [J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 1991, 42: 313-349.
- [10] 王沙生,高荣孚,吴贯明.植物生理学[M].2版.北京:中国林业出版社,1991:136.
- [11] 史宝胜,徐继忠,郭润芳,等.SH系砧木光合作用特性的研究[J].河北农业大学学报,2001,24(4):54-57.
- [12] 秦魁杰.芍药[M].北京:中国林业出版社,2004:28-31.
- [13] 黄华宏,陈奋学,童再康,等.矮生杉木光合特性及叶绿素荧光参数研究[J].北京林业大学学报,2009,31(2):69-73.
- [14] 何长征,刘明月,宋勇,等.马铃薯叶片光合特性研究[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2005,31(5):518-520.
- [15] 甘德欣,王明群,龙岳林,等.3种彩叶植物的光合特性研究[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2006,32(6):608-610.
- [16] 何小弟.芍药栽培与繁殖[J].中国花卉园艺,2010(8):24-25.

责任编辑:王赛群  
英文编辑:王 库