

酸性肥料  $\text{FeSO}_4$  对八仙花植株生长的影响仲书淳<sup>1</sup>, 孙卫<sup>2\*</sup>, 林宇茜<sup>3</sup> (1. 新疆农业大学林学与风景园林学院, 新疆乌鲁木齐 830000; 2. 新疆乌鲁木齐植物园, 新疆乌鲁木齐 830000; 3. 新疆农业大学林学与风景园林学院, 新疆乌鲁木齐 830000)

**摘要** 为解决乌鲁木齐市园林中存在的夏秋季花种类少和花色缺乏的问题, 选用花期长、花型和颜色多样性的夏季花卉八仙花作为试验材料, 采用3种不同浓度的酸性肥料  $\text{FeSO}_4$  溶液进行处理。60 d后, 对试验材料的各项指标进行测定。结果表明, 酸性肥料  $\text{FeSO}_4$  处理对于盆栽无尽夏的植株生长起到了积极的促进作用, 相关指标均优于对照组。叶绿素表现为  $400 \text{ mg/L} > 200 \text{ mg/L} > \text{CK}$ , 均值为47.371、38.951、31.635  $\text{mg/cm}^2$ , 叶面积表现为  $400 \text{ mg/L} > 200 \text{ mg/L} > \text{CK}$ , 均值为45.28、34.56、19.93  $\text{cm}^2$ , 株高表现为  $400 \text{ mg/L} > 200 \text{ mg/L} > \text{CK}$ , 均值为27.64、19.56、11.84 cm, 叶量表现为  $400 \text{ mg/L} > 200 \text{ mg/L} > \text{CK}$ , 均值为55.07、39.40、27.20。因此, 在乌鲁木齐地区, 农业生产上使用  $400 \text{ mg/L} \text{FeSO}_4$  每隔7 d进行一次  $\text{FeSO}_4$  的浇灌处理无尽夏较为合适。

**关键词** 八仙花; 叶绿素; 酸性肥料

**中图分类号** S685.99 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2023)24-0166-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.24.037



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### The Effect of Acid Fertilizer $\text{FeSO}_4$ on the Growth of Eight Immortals Plant

ZHONG Shu-chun<sup>1</sup>, SUN Wei<sup>2</sup>, LIN Yu-qian<sup>3</sup> (1. College of Forestry and Landscape Architecture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830000; 2. Xinjiang Urumqi Botanical Garden, Urumqi, Xinjiang 830000; 3. College of Forestry and Landscape Architecture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830000)

**Abstract** In order to solve the problem of limited variety and color of summer and autumn flowers in the gardens of Urumqi City, the summer flower Baxian Flower, which has the advantages of long flowering period, diverse flower types and colors, was selected as the experimental material. Three different concentrations of acidic fertilizer  $\text{FeSO}_4$  solution were used for treatment. After 60 days, the various indicators of the test material were measured and the mean values of each group were compared. The results showed that the treatment with acidic fertilizer  $\text{FeSO}_4$  had a positive promoting effect on the growth of potted endless summer plants, and the relevant indicators were better than the control group. Chlorophyll expression was  $400 \text{ mg/L} > 200 \text{ mg/L} > \text{CK}$ , with an average of 47.371, 38.951 and 31.635  $\text{mg/cm}^2$ . Leaf area was  $400 \text{ mg/L} > 200 \text{ mg/L} > \text{CK}$ , with an average of 45.28, 34.56 and 19.93  $\text{cm}^2$ . Plant height was  $400 \text{ mg/L} > 200 \text{ mg/L} > \text{CK}$ , with an average of 27.64, 19.56, and 11.84 cm. Leaf volume was  $400 \text{ mg/L} > 200 \text{ mg/L} > \text{CK}$ , with an average of 55.07, 39.40, and 27.20. Therefore, in the Urumqi region, it is more suitable to use  $400 \text{ mg/L} \text{FeSO}_4$  every 7 days for irrigation treatment of endless summer in agricultural production.

**Key words** Eight immortals flower; Chlorophyll; Acid fertilizer

八仙花(*Hydrangea macrophylla* Ser.)是虎耳草科八仙花属多年生草本花卉, 别称紫阳花、绣球花<sup>[1]</sup>, 全球约有85个品种的八仙花<sup>[2]</sup>, 其在东南亚和南北美洲较常见<sup>[3]</sup>, 我国约有45个不同的八仙花品种包括十几个变种, 除海南、黑龙江、吉林、新疆等地区外, 八仙花在全国各地大部分地区均有分布, 以西南部至东南部分布的种类最多<sup>[4]</sup>。八仙花也喜欢生活在酸性的潮湿土壤中。八仙花具有十分广阔的园林应用前景, 在公园绿化以及改善生态方面应用极其广泛<sup>[5]</sup>。谢治东等<sup>[6]</sup>通过盆栽、地栽试验, 发现绣球极易根据环境的不同而改变花朵颜色, 其花色对土壤的酸碱度很敏感。吴以琳等<sup>[7]</sup>通过2年的栽培养护和观察记录, 发现绣球花自身的基因色素也会影响到花色, 对土壤pH的敏感度也不同; 无尽夏是八仙花的一个品种<sup>[8]</sup>, 因其花期与夏季持续的时间接近而得名, 且八仙花有抗干旱的特质<sup>[9]</sup>。在乌鲁木齐地区, 土壤偏碱性, pH在8.3左右, 土壤含盐量较高, 在此土壤环境下生长的八仙花, 平均株高较矮, 仅有10~20 cm, 平均叶量较少以及平均叶片面积也较小。在这种土壤环境下, 施用氮磷钾肥, 对植株生长的促进作用几乎忽略不计。铁肥可以降低土

壤酸碱度, 适合在新疆乌鲁木齐地区种植中使用。该试验材料是无尽夏, 是八仙花的一个变种, 在酸性土壤中开蓝色花球<sup>[10]</sup>, 在中性土壤中, 花球可以同时见蓝色和粉色花<sup>[11]</sup>, 因整个夏季都能开花, 由此得名。为解决乌鲁木齐市园林中存在的夏秋季花种类少和花色缺乏的问题, 笔者采用数字图像处理技术测定每处理叶片面积、株高、叶量, 采用DMSO法测定无尽夏的叶绿素含量, 分析酸性肥料对八仙花植株生长的影响, 以期为乌鲁木齐地区大面积推广八仙花提供理论依据。

#### 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 田间试验在新疆乌鲁木齐市植物园教学基地(87°16'E, 43°23'N, 海拔800 m)开展。该基地位于新疆乌鲁木齐新市区, 属于温带大陆性干旱气候区, 冬季严寒, 夏季干燥炎热, 乌鲁木齐是世界上离海洋最远的城市, 属中温带大陆性干旱气候, 最热的是7、8月, 平均气温25.7℃; 最冷的是1月, 平均气温-15.2℃。

**1.2 试验材料及处理** 八仙花品种“无尽夏”是由乌鲁木齐植物园高级工程师孙卫从北京植物园引进并移栽于乌鲁木齐市植物园的八仙花, 将株高10~20 cm且长势基本一致的无尽夏枝条移栽到大小、材质一样的花盆里进行集中管理。使用  $\text{FeSO}_4$  溶液作为处理液。共设置0(CK)、200、400  $\text{mg/L}$  3个浓度梯度。分别命名为Z1、Z2、Z3。再利用浇灌的方式,

**作者简介** 仲书淳(1996—), 男, 江苏沭阳人, 硕士研究生, 研究方向: 风景园林植物应用。\*通信作者, 教授级高级工程师, 从事园林植物和观赏园艺研究。

**收稿日期** 2022-12-06

分成 3 组, 每组 8 盆, 每盆 3 株, 3 次重复, 每隔 7 d 进行一次 FeSO<sub>4</sub> 的浇灌处理。每天观察生长变化情况并记录, 持续观察 60 d。将试验材料置于乌鲁木齐植物园种质资源圃的全光环境下。

**1.3 指标测定与方法** FeSO<sub>4</sub> 处理完成 60 d 后, CK 的土壤 pH 均值稳定在 6.95 左右, 200 mg/L 处理组的土壤 pH 均值稳定在 4.85 左右, 400 mg/L 处理组土壤 pH 均值稳定在 4.17 左右, 进行各类指标的测定, 每个组随机剪取 30 片成熟叶片, 采用扫描叶片的数字图像处理技术测定每组无尽夏的叶片面积、株高、叶量等指标<sup>[12]</sup>, 采用 DMSO 法测定无尽夏的叶绿素含量<sup>[13]</sup>。

**1.4 数据处理** 采用 SPSS 19.0 对试验数据进行方差分析,

用 Excel 2016 和 GraphPad Prism 8 进行图表绘制<sup>[14]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 FeSO<sub>4</sub> 处理后盆栽无尽夏叶绿素的变化** 从表 1 可以看出, 研究数据的样本量全部 ≤ 50, 因而使用 S-W 检验。200 mg/L、CK 2 个处理呈显著性 ( $P < 0.05$ ), 表明 200 mg/L、CK 不具有正态性特质。另外, 400 mg/L 未呈显著性 ( $P > 0.05$ ), 表明 400 mg/L 具有正态性特质。由于正态性检验要求严格通常无法满足, 如果峰度绝对值 < 10 且偏度绝对值 < 3, 则说明数据可接受为正态分布。200 mg/L 组峰度为 2.378 绝对值 < 10, 偏度 1.425 绝对值 < 3。CK 组数据峰度 2.839 绝对值 < 10, 偏度为 1.554 绝对值 < 3, 说明这 2 组数据可以接受为正态分布。

表 1 不同处理叶绿素正态性检验分析结果

Table 1 Analysis results of normality test for chlorophyll of different treatments

| 处理<br>Treatment<br>mg/L | 样本量<br>Sample<br>size | 平均值<br>Average<br>mg/cm <sup>2</sup> | 标准差<br>Standard<br>deviation<br>mg/cm <sup>2</sup> | 偏度<br>Skewness | 峰度<br>Kurtosis | Shapiro-Wilk 检验 Shapiro-Wilk test |         |
|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|---------|
|                         |                       |                                      |                                                    |                |                | 统计量 W 值                           | P       |
| 400                     | 30                    | 47.371                               | 8.916                                              | 0.431          | -0.782         | 0.946                             | 0.132   |
| 200                     | 30                    | 38.951                               | 11.627                                             | 1.425          | 2.378          | 0.883                             | 0.003** |
| CK                      | 30                    | 31.635                               | 14.737                                             | 1.554          | 2.839          | 0.856                             | 0.001** |

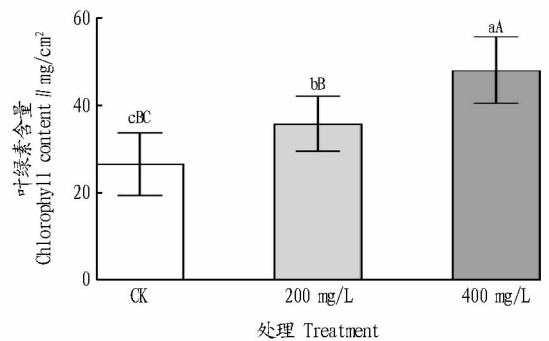
注: \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ 。

由图 1 可知, 400 mg/L FeSO<sub>4</sub> 处理无尽夏的叶绿素含量与 200 mg/L FeSO<sub>4</sub> 处理的无尽夏叶绿素含量呈极显著差异 ( $P < 0.01$ )。200 mg/L FeSO<sub>4</sub> 处理的无尽夏叶绿素含量与 CK (对照组) 的叶绿素含量呈显著差异 ( $P < 0.05$ )。400 mg/L FeSO<sub>4</sub> 处理无尽夏的叶绿素含量与 CK (对照组) 的叶绿素含量呈极显著差异 ( $P < 0.01$ )。

**2.2 FeSO<sub>4</sub> 处理后盆栽无尽夏叶面积的变化** 从表 2 可以看出, 研究数据的样本量全部 ≤ 50, 因而使用 S-W 检验。400 mg/L、CK 2 个处理呈显著性 ( $P < 0.05$ ), 表明 400 mg/L、CK 不具有正态性特质。另外, 200 mg/L 未呈显著性 ( $P > 0.05$ ), 表明 200 mg/L 具有正态性特质。但 400 mg/L 的峰度为 -1.040 绝对值 1.040 < 10, 偏度 0.405 绝对值 0.405 < 3, CK 组峰度 1.236 绝对值 1.236 < 10, 偏度 1.234 绝对值 1.234 < 3。则说明 2 组数据可接受为正态分布, 可以进行均值比较。

由图 2 可知, 400 mg/L FeSO<sub>4</sub> 处理无尽夏的叶面积与 200 mg/L FeSO<sub>4</sub> 处理的叶面积呈显著差异 ( $P < 0.05$ ), 200 mg/L FeSO<sub>4</sub> 处理的叶面积与 CK 的叶面积呈极显著差异 ( $P < 0.01$ )。400 mg/L FeSO<sub>4</sub> 处理无尽夏的叶面积与

CK 的叶面积呈极显著差异 ( $P < 0.01$ )。



注: 不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P < 0.05$ ); 不同大写字母表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

Note: Different lowercases indicated significant difference between different treatments at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level.

图 1 各处理无尽夏叶绿素含量比较

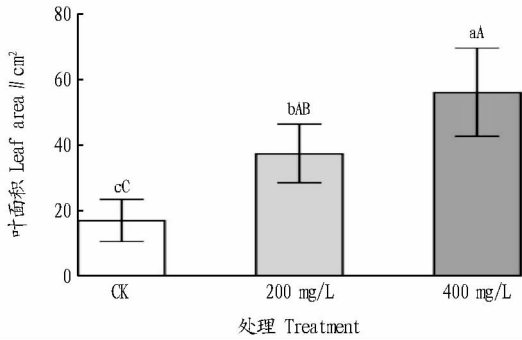
Fig.1 Comparison of chlorophyll content of endless summer under different treatments

表 2 不同处理叶片面积正态性检验分析结果

Table 2 Analysis results of normality test for leaf area of different treatments

| 处理<br>Treatment<br>mg/L | 样本量<br>Sample<br>size | 平均值<br>Average<br>cm <sup>2</sup> | 标准差<br>Standard<br>deviation // cm <sup>2</sup> | 偏度<br>Skewness | 峰度<br>Kurtosis | Shapiro-Wilk 检验 Shapiro-Wilk test |         |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|---------|
|                         |                       |                                   |                                                 |                |                | 统计量 W 值                           | P       |
| 400                     | 30                    | 45.283                            | 22.091                                          | 0.405          | -1.040         | 0.926                             | 0.039*  |
| 200                     | 30                    | 34.567                            | 10.894                                          | 0.204          | -0.679         | 0.970                             | 0.528   |
| CK                      | 30                    | 19.930                            | 10.283                                          | 1.234          | 1.236          | 0.880                             | 0.003** |

注: \*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ 。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ );不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )。

Note: Different lowercases indicated significant difference between different treatments at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level.

图2 各处理无尽夏叶面积比较

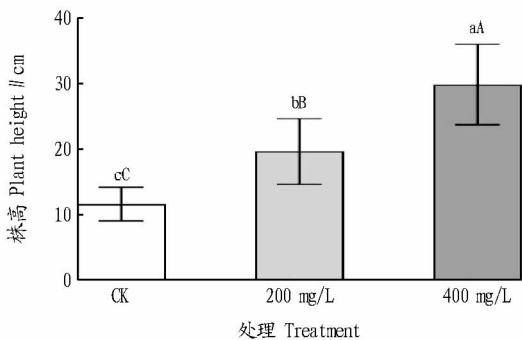
Fig.2 Comparison of endless summer leaf area under different treatments

表3 不同处理株高正态性检验分析结果

Table 3 Analysis results of normality test for plant height of different treatments

| 处理<br>Treatment<br>mg/L | 样本量<br>Sample<br>size | 平均值<br>Average<br>cm | 标准差<br>Standard<br>deviation//cm | 偏度<br>Skewness | 峰度<br>Kurtosis | Shapiro-Wilk 检验 Shapiro-Wilk test |         |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|---------|
|                         |                       |                      |                                  |                |                | 统计量 $W$ 值                         | $P$     |
| 400                     | 30                    | 27.640               | 7.740                            | 0.086          | -0.402         | 0.988                             | 0.975   |
| 200                     | 30                    | 19.563               | 6.033                            | 0.346          | -0.828         | 0.963                             | 0.378   |
| CK                      | 30                    | 11.837               | 2.706                            | 1.379          | 2.002          | 0.881                             | 0.003** |

注: \*\*  $P<0.01$ 。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ );不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )。

Note: Different lowercases indicated significant difference between different treatments at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level.

图3 各处理无尽夏株高比较

Fig.3 Comparison of plant height of endless summer under different treatments

表4 不同处理叶量的正态性检验分析结果

Table 4 Analysis results of normality test for leaf volume of different treatments

| 处理<br>Treatment<br>mg/L | 样本量<br>Sample<br>size | 平均值<br>Average | 标准差<br>Standard<br>deviation | 偏度<br>Skewness | 峰度<br>Kurtosis | Shapiro-Wilk 检验 Shapiro-Wilk test |         |
|-------------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|---------|
|                         |                       |                |                              |                |                | 统计量 $W$ 值                         | $P$     |
| 400                     | 30                    | 55.067         | 22.817                       | -0.557         | -1.079         | 0.870                             | 0.002** |
| 200                     | 30                    | 39.400         | 17.071                       | 0.461          | -0.142         | 0.961                             | 0.336   |
| CK                      | 30                    | 27.200         | 11.571                       | -0.129         | -1.395         | 0.912                             | 0.016*  |

注: \*  $P<0.05$ , \*\*  $P<0.01$ 。

**2.3  $\text{FeSO}_4$  处理后盆栽无尽夏株高的变化** 由表3可知,对不同处理的3组数据进行正态性检验,结果表明,研究数据的样本量全部 $\leq 50$ ,因而使用S-W检验。CK呈显著性( $P<0.05$ ),表明CK不具有正态性特质。400、200 mg/L处理未呈显著性( $P>0.05$ ),表明400、200 mg/L具有正态性特质。而CK组峰度2.002绝对值 $2.002<10$ ,偏度1.379绝对值 $1.379<3$ ,则说明这组数据可接受为正态分布,可以进行均值比较。

由图3可知,400 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处理无尽夏的株高与200 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处理的株高呈极显著差异( $P<0.01$ ),200 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处理的株高与CK的株高呈极显著差异( $P<0.01$ )。400 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处理无尽夏的株高与CK的株高呈极显著差异( $P<0.01$ )。

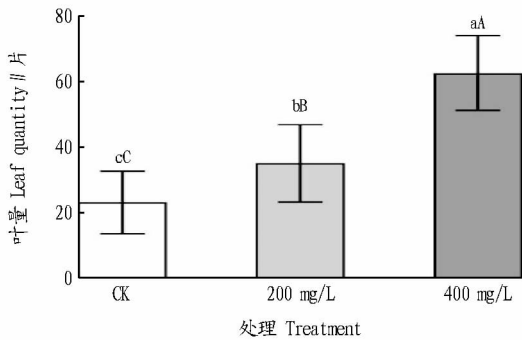
**2.4  $\text{FeSO}_4$  处理后盆栽无尽夏叶量的变化** 对不同处理的叶数量进行正态性检验,从表4可以看出,400 mg/L、CK呈显著性( $P<0.05$ ),表明这2组数据不具有正态性特质。另外,200 mg/L处理未呈显著性( $P>0.05$ ),表明200 mg/L具有正态

性特质。但400 mg/L组的峰度-1.079绝对值1.079小于10,偏度-0.557绝对值0.557小于3,则说明这组数据可接受为正态分布,可以进行均值比较。

由图4可知,400 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处理无尽夏的叶量与200 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处理的叶量呈极显著差异( $P<0.01$ ),200 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处理的叶量与CK的叶量呈极显著差异( $P<0.01$ )。400 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处理无尽夏的叶量与CK的叶量呈极显著差异( $P<0.01$ )。

### 3 讨论

金清等<sup>[15]</sup>研究发现,在微酸性土壤环境下,植物的叶绿素含量、株高、叶量等指标受到的影响较小,还有可能微酸土壤环境对植物的生长发育有一定的促进作用。这与该研究结果基本一致,该研究发现,土壤施铁肥八仙花的株高、叶量、叶面积等指标均优于对照组。酸性肥料起作用,推测可能对于新疆偏碱性的土壤有一定改善作用,最终影响植物生长。下一步可以进一步研究八仙花适宜生长的土壤酸碱度



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ );不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

Note: Different lowercases indicated significant difference between different treatments at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level.

图 4 各处理无尽夏叶量比较

Fig.4 Comparison of endless summer leaf quantity under different treatments

问题。杨洪强等<sup>[16]</sup>研究发现植物被  $\text{FeSO}_4$  喷洒后,其被喷洒的枝叶,病叶率明显低于未处理组,抑制病害的扩展,另一方面  $\text{FeSO}_4$  还可能拮抗土壤离子,促进养分吸收。为了探明土壤的酸碱度对八仙花花色的影响,涂佳丽等<sup>[17]</sup>对 3 个八仙花品种进行了研究,结果发现,土壤本身的酸碱度对八仙花的花色并不造成影响,八仙花之所以会改变花色,是因为土壤里的铝离子对其产生了影响。八仙花出现酸蓝碱红的现象,是因为土壤中的铝离子在酸性环境下对八仙花造成了花色影响。前提是在酸性条件下,还需要土壤中有铝离子。该试验改变了土壤的 pH,使八仙花的种植土壤呈酸性,但并没有出现花色改变的现象,可能是因为土壤中铝离子含量太少<sup>[18]</sup>。需要进一步探究在酸性土壤条件下,改变八仙花花色最合适的铝肥浓度和施用方法。

#### 4 结论

高浓度 400 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处理的盆栽无尽夏的叶绿素含量、叶面积、株高、叶量等指标优于中浓度 200 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处

理的盆栽无尽夏,中浓度 200 mg/L  $\text{FeSO}_4$  处理的盆栽无尽夏叶绿素、叶面积、株高、叶量等指标优于 CK 组。这说明酸性肥料  $\text{FeSO}_4$  处理对盆栽无尽夏的叶绿素、株高、叶量、叶面积均起到了积极的促进作用。且在合适的浓度调配下, $\text{FeSO}_4$  对无尽夏生长发育的促进是随着处理液浓度的增加而增强。因此,在乌鲁木齐地区,农业生产上可以利用  $\text{FeSO}_4$  作为无尽夏的肥料使用。每隔 7 d 施用一次 400 mg/L 的  $\text{FeSO}_4$  溶液,对于无尽夏的生长发育有积极的促进作用。

#### 参考文献

- [1] 王意成,王翔.花团锦簇的绣球花(上)[J].花木盆景(花卉园艺),2018(8):10-13.
- [2] 陆玲娣,黄淑美.中国植物志:第 35 卷 第 1 分册[M].北京:科学出版社,1995:23-28.
- [3] 卫兆芬.中国绣球属植物的修订[J].广西植物,1994,14(2):101-121.
- [4] 陈有民.园林树木学[M].北京:中国林业出版社,1991.
- [5] 杨杰雄.花中珍品——八仙花[J].农村实用技术,2002(6):33.
- [6] 谢治东,刘生祥,戴帮潮,等.绣球花色调控技术研究[J].安徽林业科技,2020,46(5):19-22.
- [7] 吴以琳,蒋政阳.绣球花色调控与促花技术初探[J].花卉,2017(18):3-4.
- [8] 黄林,黄小云,何平,等.四川省及重庆市绣球属(*Hydrangea* Linn.)的分类研究(I):研究历史及地理分布[J].西南师范大学学报(自然科学版),2001,26(3):317-322.
- [9] 乔谦,王雪,苏亚静,等.不同品种绣球花扦插对比试验[J].浙江农业科学,2021,62(1):95-99,103.
- [10] 孙欧文,杨倩倩,章毅,等.四个绣球品种对高温干旱复合胁迫的生理响应机制[J].植物生理学报,2019,55(10):1531-1544.
- [11] 章毅,韦孟琪,孙欧文,等.不同绣球品种对干旱胁迫的生理响应及抗旱机制研究[J].西北林学院学报,2018,33(1):90-97.
- [12] 曾惠敏.八仙花品种分类研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2020:46-47.
- [13] 刁春武,周达彪,韩勇,等.绣球花工厂化扦插育苗技术[J].上海蔬菜,2017(5):69-70.
- [14] 张梦洋.外源水杨酸对黄瓜抗细菌性果斑病诱导效果及其生理机制研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2015.
- [15] 金清,江洪,余树全,等.酸雨胁迫对亚热带典型树种幼苗生长与光合作用的影响[J].生态学报,2009,29(6):3322-3327.
- [16] 杨洪强,张连忠,李军.草酸和硫酸亚铁能够诱导苹果树产生抗病性[C]//中国园艺学会.中国园艺学会第九届学术年会论文集.北京:中国科学技术出版社,2001:83-85.
- [17] 涂佳丽,杨娟,周燕,等.土壤 pH 对八仙花花色调节的作用探究[J].上海农业科技,2022(1):93-94.
- [18] 孙珊珊.玉竹(*Polygonatum odoratum*)种子繁殖及干旱胁迫研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2012.