

# 营养元素对马缨杜鹃花芽发育和花期的影响

洪 鯤<sup>1</sup>, 张习敏<sup>1</sup>, 乙 引<sup>1</sup>, 张冬林<sup>1</sup>, 陈 训<sup>2</sup>, 高贵龙<sup>2</sup>

(1. 贵州师范大学 生命科学学院 贵州 贵阳 550001; 2. 贵州科学院 贵州 贵阳 550001)

**摘要:** 采用正交设计研究了 N、P、K、Ca 等营养元素对百里杜鹃花区马缨杜鹃花芽发育和花期的影响。结果表明: N、P、K、Ca 各营养元素对花芽横径、花芽纵径、花朵直径无影响; 而 400 mg/kg N、50 mg/kg P、200 mg/kg K、50 mg/kg Ca 组合对花芽纵径的影响最大; 200 mg/kg N、200 mg/kg P、200 mg/kg K、50 mg/kg Ca 组合对花朵直径影响最大; 400 mg/kg N、50 mg/kg P、200 mg/kg K 和 50 mg/kg Ca 组合能分别使始花期、末花期提前 8 d 和 5 d。

**关键词:** 马缨杜鹃; 发育; 花期; 营养元素组合

**中图分类号:** S 685.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)21-0084-03

马缨杜鹃 (*Rhododendron delavayi* Franch) 为杜鹃花科杜鹃花属常绿灌木或小乔木, 生于海拔 1 700~2 000 m 的常绿阔叶林或灌木丛中。该植物花大色艳, 树姿苍劲优美, 具有极高的观赏价值, 是贵州百里杜鹃景区的主要观赏植物之一。

有关马缨杜鹃的研究起步较晚, 研究报道有限, 内容涉及枯落物与土壤持水量的关系<sup>[1]</sup>、种群结构<sup>[2]</sup>、快速繁殖<sup>[3-5]</sup>、种子萌发<sup>[6]</sup>、种苗生长规律<sup>[7]</sup>和花期调控<sup>[8]</sup>等。随着贵州百里杜鹃景区的开发, 马缨杜鹃花期的人工调控越来越受到重视。目前, 花期调控的主要措施有温度处理、光照处理、药剂处理以及栽培措施处理 4 种途径<sup>[9]</sup>。由于马缨杜鹃是野生木本植物, 不适宜采用温度和光照处理, 近年来通过喷施赤霉素、多效唑、2, 4-D、乙烯利等植物生长调节剂, 发现马缨杜鹃的休眠和花芽分化受到影响, 导致始花期、盛花期和终花期发生变化<sup>[8]</sup>。为了更好地了解马缨杜鹃的成花生理, 现研究了 N、P、K、Ca 等营养元素对马缨杜鹃花芽发育和花期调控的影响, 以为百里杜鹃景区的花期管理提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料为贵州百里杜鹃普底景区野生马缨杜鹃 (*Rhododendron delavayi* Franch)。KCl(湘中地质试验

第一作者简介: 洪鯤(1974-), 男, 硕士, 讲师, 现主要从事植物学与生物化学研究工作。

通讯作者: 乙引(1967-), 男, 博士, 教授, 现主要从事药用植物开发与利用研究工作。E-mail: yiyin@gznu.edu.cn。

基金项目: 贵州省重大科技攻关资助项目(黔科合重大专项字 2007[6005]); 国家农业成果转化资助项目(2007GB2F200289); 贵州省科技创新人才团队建设资助项目(黔科合人才团队[2009 4007 号])。

收稿日期: 2010-08-19

研究所)、NaH<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>(汕头市西陇化工厂)、尿素(成都化学试剂厂)、CaCl<sub>2</sub>(成都市联合化工试剂研究所), 所有药品均为分析纯。

### 1.2 试验设计

以 N、P、K、Ca 4 要素设置 3 个水平, N 水平分别为 100、200、400 mg/kg; P 水平分别为 50、100、200 mg/kg; K 水平分别为 50、100、200 mg/kg; Ca 水平分别为 25、50、100 mg/kg, 以清水为对照, 试验组合见表 1。共 9 个处理, 每个处理的植株数为 30 株。

表 1 试验设计

| 处理号 | 组合   |
|-----|--|
| CK  | 清水   |
| ①   | N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>1</sub> |
| ②   | N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> |
| ③   | N <sub>1</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub> Ca <sub>3</sub> |
| ④   | N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> |
| ⑤   | N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub> Ca <sub>1</sub> |
| ⑥   | N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>2</sub> |
| ⑦   | N <sub>3</sub> P <sub>1</sub> K <sub>3</sub> Ca <sub>2</sub> |
| ⑧   | N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub> Ca <sub>3</sub> |
| ⑨   | N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> |

### 1.3 试验方法

分别用水配制含表 1 中各组合的营养元素溶液, 并调 pH 值为 5.8, 以清水为对照(CK)。于 2010 年 2 月 18 日对马缨杜鹃植株进行营养元素溶液喷洒, 每隔 3 d 喷洒 1 次, 连续喷洒 4 次。喷洒时, 药液均匀喷洒于叶片上下表面, 喷洒时间为上午 9:00~11:00。测量各处理花芽的纵径、横径、花朵直径, 记录各个处理植株的花朵数量及始花期、盛花期和末花期。始花期以植株第 1 朵花开放时间为准; 盛花期以 25% 花开开始至 75% 花开结束; 末花期以 25% 花凋谢, 只剩 75% 花朵残留为准。

## 1.4 数据分析

所有数据均采用 SPSS 16.0 进行统计分析。

## 2 结果与分析

## 2.1 N、P、K、Ca 对马樱杜鹃花芽发育及花朵大小的影响

将不同处理各指标的平均值列于表 2。由表 2 可看出,与对照相比,喷洒 N、P、K、Ca 营养元素不同浓度的组合对花芽横径影响不显著,喷洒 N、P、K、Ca 营养元素的组合对花芽纵径有影响,其中③号组合:100 mg/kg N、200 mg/kg P、200 mg/kg K、100 mg/kg Ca 和⑦号组合:400 mg/kg N、50 mg/kg P、200 mg/kg K、50 mg/kg Ca 对花芽纵径的影响较大,分别比对照长 0.82、0.97 cm,⑨号组合:400 mg/kg N、200 mg/kg P、100 mg/kg K、25 mg/kg Ca 对花芽纵径影响不显著;不同浓度的 N、P、K、Ca 组合对花朵直径影响差异显著,当喷洒⑥号组合:200 mg/kg N、200 mg/kg P、200 mg/kg K、50 mg/kg Ca 时,花朵直径最大,其值为 10.50 cm,比对照长 1.84 cm,喷洒①号组合:100 mg/kg N、50 mg/kg P、50 mg/kg K、25 mg/kg Ca 时,花朵直径最小,其值为 8.67 cm,比对照

长 0.01 cm。

由方差分析(表 3)可看出,不同浓度的 N、P、K、Ca 对马樱杜鹃花芽横径、纵径、花朵直径影响不显著,这与董运斋等<sup>[10]</sup>研究氮磷钾组合对大花蕙兰花芽分化及花品质的影响结果不一致,董运斋认为 K 对大花蕙兰花芽分化影响最大, N 对假鳞茎、花芽发育、开花品质影响最大, P 对小花数影响较大。这可能与不同植物发育特点、施肥时间差异不同、植物对肥料组合不同<sup>[11]</sup>。

表 2 营养元素对马樱杜鹃花芽发育的影响

| 处理号 | 花芽横径<br>/cm | 花芽纵径<br>/cm | 花朵直径<br>/cm  |
|-----|-------------|-------------|--------------|
| CK  | 1.50±0.12a  | 1.88±0.26ab | 8.66±0.16a   |
| ①   | 1.82±0.18a  | 2.15±0.12ab | 8.67±0.29a   |
| ②   | 1.70±0.23a  | 2.25±0.44b  | 9.92±0.58bc  |
| ③   | 2.00±0.45a  | 2.70±0.60c  | 9.73±0.53abc |
| ④   | 1.77±0.15a  | 2.00±0.20ab | 9.83±0.28abc |
| ⑤   | 1.73±0.16a  | 2.03±0.21ab | 9.17±0.57ab  |
| ⑥   | 2.03±0.31a  | 2.27±0.36b  | 10.50±1.00c  |
| ⑦   | 1.87±0.43a  | 2.85±0.38c  | 10.33±0.51bc |
| ⑧   | 1.68±0.36a  | 2.05±0.13ab | 9.33±0.57abc |
| ⑨   | 1.50±0.09a  | 1.65±0.08a  | 9.03±0.49abc |

表 3 不同 N、P、K、Ca 用量组合试验结果的方差分析

| 项目   | 花芽横径/cm |      |      |      | 花芽纵径/cm |      |      |      | 花朵直径/cm |      |      |      |
|------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|
|      | N       | P    | K    | Ca   | N       | P    | K    | Ca   | N       | P    | K    | Ca   |
| 变异来源 | N       | P    | K    | Ca   | N       | P    | K    | Ca   | N       | P    | K    | Ca   |
| 自由度  | 2       | 2    | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | 2    | 2       | 2    | 2    | 2    |
| F 值  | 0.92    | 0.63 | 1.46 | 0.99 | 0.42    | 0.23 | 1.81 | 1.49 | 0.33    | 0.16 | 1.46 | 0.99 |

注:  $F_{0.05}(2,4)=6.94$ ;  $F_{0.01}(2,4)=18.0$ 。

## 2.2 不同营养元素组合对马樱杜鹃花期的调控

不同 N、P、K、Ca 用量组合对马樱杜鹃始花期和末花期有影响,喷洒①、④、⑦号营养元素组合均使始花期和末花期较对照提前,始花期分别提前 7.7、8 d,末花期分别提前 2.3、5 d。喷洒②、③、⑤、⑥号营养元素组合提前始花期 3~6 d,提前末花期 2~5 d。喷洒⑧、⑨号营养元素组合推迟始花期 2 d,末花期 1~2 d。不同 N、P、K、Ca 用量组合对马樱杜鹃盛花期的影响不明显(表 4)。

## 2.3 不同营养元素组合对马樱杜鹃花朵数量的影响

对马樱杜鹃喷洒不同组合的 N、P、K、Ca 营养液后,研究其对开花数量的影响(表 5)。由表 5 可知,③、⑤号营养元素的组合对马樱杜鹃开花数量的影响最大,其值均为 50 朵,比对照多 20 朵;④号营养元素的组合对马樱

表 4 不同 N、P、K、Ca 用量组合对马樱杜鹃花期的影响

| 处理号 | 始花期       | 末花期       | 始花期调      | 盛花期 | 末花期调      |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----|-----------|
|     | /年-月-日    | /年-月-日    | 控效果<br>/d | /d  | 控效果<br>/d |
| CK  | 2010-3-20 | 2010-4-14 | 0         | 10  | 0         |
| ①   | 2010-3-13 | 2010-4-12 | -7        | 9   | -2        |
| ②   | 2010-3-17 | 2010-4-12 | -3        | 9   | -2        |
| ③   | 2010-3-14 | 2010-4-11 | -6        | 9   | -3        |
| ④   | 2010-3-13 | 2010-4-11 | -7        | 9   | -3        |
| ⑤   | 2010-3-15 | 2010-4-9  | -5        | 10  | -5        |
| ⑥   | 2010-3-15 | 2010-4-10 | -5        | 10  | -4        |
| ⑦   | 2010-3-12 | 2010-4-9  | -8        | 8   | -5        |
| ⑧   | 2010-3-22 | 2010-4-15 | +2        | 11  | +1        |
| ⑨   | 2010-3-24 | 2010-4-16 | +2        | 8   | +2        |

注: - 表示提前天数 + 表示延迟天数。

表 5 不同 N、P、K、Ca 用量组合对马樱杜鹃花朵数量的影响

| 处理号    | CK | ①  | ②  | ③  | ④  | ⑤  | ⑥  | ⑦  | ⑧  | ⑨  |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 开花数量/朵 | 30 | 35 | 35 | 50 | 40 | 50 | 30 | 35 | 20 | 25 |

杜鹃开花数量影响次之,为 40 朵;①、②、⑥、⑦号组合对开花数量的影响不明显,分别为 35、35、30、35 朵;而⑧、⑨号营养元素的组合则减少开花数量,分别比对照少 10.5 朵。

## 3 讨论

营养元素与植物成花具有复杂性,随不同植物种类甚至同一植物不同发育阶段而发挥不同的成花作用,同

一元素不同浓度有不同促进或抑花作用。詹爱军等<sup>[12]</sup>研究神农箭竹(*Fargesia murielae*)后表明, N、P、K 等营养元素含量的变化确实是竹类植物开花中的一个重要指标;黄敏玲<sup>[13]</sup>等对鹤望兰(*Strelitzia reginae*)研究认为 N、P、K(1:0.5:1.5)加微量元素 Fe、Zn、B 组成的配方肥对鹤望兰生长开花有显著的促进作用;苏明华<sup>[14]</sup>对

水涨龙眼 (*Dimocarpus longan*) 研究表明, Ca、Mg、Mn 可促进成花, 而 K、P、Zn 对促进开花无作用。该试验结果表明, 在不同浓度的 N、P、K、Ca 组合中, 400 mg/kg N、50 mg/kg P、200 mg/kg K 和 50 mg/kg Ca 组合能够促进马缨杜鹃提前 8 d 开花, 这与前人的研究结果基本一致。

各种处理方式对花期调控的机制不同, 植物激素对观赏植物生长和开花的作用机制比较复杂。一般认为, 赤霉素是通过影响基因表达而实现花期调控的。用赤霉素处理拟南芥突变体可以诱导出具有开花特性的 mRNA, 从而表达出诱导开花的蛋白质<sup>[15-17]</sup>。乙烯利延迟植物开花的机理有多种解释。一种解释认为, 乙烯利处理导致 ABA 含量增加, 抑制细胞分裂, 从而减缓了花芽的生长发育; 另一种解释则认为, 乙烯利处理增加了花芽的需冷量, 延迟了解除深休眠的时间, 从而延迟开花; 还有解释认为, 乙烯是通过影响细胞膜结构、酶活性以及 mRNA 和蛋白质的合成来调节植物生理代谢<sup>[18-21]</sup>。营养元素对观赏植物花期调控是否与植物激素具有相同的机理, 还尚未有相关解释, 二者之间的关系有待进一步研究。

人工调控花期可使花卉植物提前开花或延迟开花, 百里杜鹃花区种类繁多, 花色鲜艳, 通过营养元素或激素处理, 既可使杜鹃提前开花, 又可延迟开花, 延长杜鹃的观赏时间; 既体现杜鹃的观赏价值, 又增加了地方政府的旅游收入, 具有潜在的社会经济效益。

#### 参考文献

- [1] 李苇洁, 陈训. 马缨杜鹃林区枯落物与土壤持水量性研究[J]. 贵州科学, 2005, 23(2): 60-65.
- [2] 李苇洁, 陈训. 百里杜鹃森林公园马缨杜鹃种群结构与更新初步研究[J]. 贵州科学, 2006, 23(3): 46-49.
- [3] 周艳, 陈训. 马缨杜鹃继代培养基配方研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(29): 9213-9214.
- [4] 程雪梅, 赵明旭, 何承忠, 等. 马缨杜鹃的组织培养与快速繁殖[J]. 植

- 物生理学通讯, 2008, 44(2): 297-298.
- [5] 周艳, 陈训. 马缨杜鹃组织培养过程中外植体褐变与多酚氧化酶及酚类物质的关系[J]. 种子, 2009(7): 61-63.
- [6] 段旭, 陈训, 赵洋毅. 马缨杜鹃种子萌发研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(29): 9199-9200.
- [7] 段旭, 陈训, 赵洋毅. 马缨杜鹃播种苗的生长规律研究[J]. 种子, 2007, 26(10): 82-84.
- [8] 张习敏, 乙引, 杨骅, 等. 外源激素对露珠杜鹃花期调控的影响[J]. 北方园艺, 2009(12): 170-173.
- [9] 潘文, 龙定建, 唐玉贵. 几种常见花卉的花期调控技术[J]. 广西林业科学, 2003, 32(4): 204-206.
- [10] 董运斋, 王四清. 氮磷钾组合对大花蕙兰花芽分化及开花品质的影响[J]. 北京林业大学学报, 2006, 27(3): 76-78.
- [11] 丁兴萃. 矿质元素在保护地栽培促进早竹开花中的影响[J]. 浙江林业科技, 2006, 26(4): 10-15.
- [12] 詹爱军, 李兆华. 神农箭竹开花前后植物体内 N、P、K 元素的动态[J]. 武汉植物学研究, 2007, 25(2): 213-216.
- [13] 黄敏玲, 叶秀仙, 陈诗林, 等. 鹤望兰叶片矿质营养特征及配方肥对其生长开花的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2007, 29(6): 652-655.
- [14] 苏明华. 水涨龙眼结果母枝内源激素含量变化对花芽分化的影响[J]. 热带作物学报, 1998(2): 66-77.
- [15] Kinet J. Environmental, chemical and genetic control of flowering [J]. Hot Rev., 1993(7): 279-334.
- [16] 陈瑞强, 张素芝, 孙妹兰, 等. 分离鉴定拟南芥开花调控基因 Flowering Locus D (FLD) 的一个新等位突变[J]. 科学通报, 2005, 50(22): 2495-2500.
- [17] 雍伟东, 种康, 许智宏, 等. 高等植物开花时间决定的基因调控研究[J]. 科学通报, 2000, 45(5): 455-466.
- [18] 任小林, 李海峰, 弓德强, 等. 秋施乙烯利和赤霉素对牡丹萌芽及开花的影响[J]. 西北植物学报, 2004(5): 30-34.
- [19] 王慧. 乙烯利在果菜上应用研究进展[J]. 中国果菜, 2004(4): 43-45.
- [20] Crisosto C H, Lombard P B, Fuchigami L H. Effect of fall ethephon and hand defoliation on dormant bud ethylene levels, bloom delay, and yield components of 'Red haven' peach [J]. Acta Hort., 1987, 201: 203-211.
- [21] Durner E F, Gianfagna T J. Ethephon prolongs dormancy and enhances supercooling in peach flower buds [J]. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1991, 116: 500-506.

### Effect of Nutrient Elements on Bud Development and Florescence of *Rhododendron delavayi* Franch

HONG Kun<sup>1</sup>, ZHANG Xi-min<sup>1</sup>, YI Yin<sup>1</sup>, ZHANG Dong-lin<sup>1</sup>, CHEN Xun<sup>2</sup>, GAO Gui-long<sup>2</sup>

(1. College of Life Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001; 2. Guizhou Academy of Sciences, Guiyang, Guizhou 550001)

**Abstract:** Effects of different nutrient element level (N, P, K, Ca) on bud development and florescence of *R. delavayi* Franch in Baili Dujuan tourist attractions were studied with an orthogonal experimental design. The results showed that the effect of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) on transverse diameter of flower buds, vertical diameter of flower buds, diameter of flower were not significant. The mixture of 400 mg/kg N, 50 mg/kg P, 200 mg/kg K, 50 mg/kg Ca level promoted development of vertical diameter of flower buds. The mixture of 200 mg/kg N, 200 mg/kg P, 200 mg/kg K, 50 mg/kg Ca level promoted development of diameter of flower. Initial flowering and end flowering were advanced 8 days and 5 days respectively when sprayed the mixture of 400 mg/kg N, 50 mg/kg P, 200 mg/kg K, 50 mg/kg Ca level.

**Key words:** *Rhododendron delavayi* Franch; development; florescence; nutrient element level