

# 牡丹开花前后营养变化分析研究

高志民<sup>1</sup>, 王雁<sup>2\*</sup>, 李振坚<sup>2</sup>, 周伟伟<sup>2</sup>, 朱耀军<sup>2</sup>, 严彦<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 国际竹藤网络中心, 国家林业局竹藤科学与技术重点开放实验室, 北京 100102)

(<sup>2</sup> 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091)

**摘要:** 对牡丹开花前后根、枝条的各种营养成分含量进行了分析, 结果表明: 开花前、后总糖、多糖、二糖、粗蛋白、粗纤维、果糖、N、P、Ca、Mg、S的含量变化都达到显著水平, 说明牡丹的开花过程是一个明显能量消耗的过程。从牡丹开花前后根、枝条的各种营养成分含量来看, 根中多糖、葡萄糖、总糖、淀粉、粗脂肪的含量明显高于枝条, 而枝条中二糖、粗纤维的含量明显高于根, 充分证明了牡丹根是植株的主要养分贮存器官, 为开花提供所需营养, 当年形成的枝条为下一次开花提供较少的养分, 更主要的是起运输通道的作用。

**关键词:** 牡丹; 开花; 有机营养成分; 矿物质成分; 养分变化

中图分类号: S715.4

文献标识码: A

## Study on the Changes of Nutrients and Mineral Elements in Tree Peony Before and After Flowering

GAO Zhimin<sup>1</sup>, WANG Yan<sup>2\*</sup>, LI Zhen-jian<sup>2</sup>, ZHOU Weiwei<sup>2</sup>, ZHU Yao-jun<sup>2</sup>, YAN Yan<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> International Center for Bamboo and Rattan, SFA Key Laboratory of Bamboo and Rattan Science and Technology, Beijing 100102, China)

(<sup>2</sup> Research Institute of Forestry, CAF, Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

**Abstract** The contents of nutrients and mineral elements in tree peony were analyzed by SAS software. The results showed that the changes of nutrients and mineral elements, such as total saccharide, polysaccharide, bisaccharide, N, P, Ca, were significant before and after flowering. It indicates that the blooming is a energy emitting stage. Most of the nutrients, for example polysaccharide, in root were much higher than those in 1-year-old branches, otherwise there was no significant change in the mineral elements between roots and branches. It is said that the roots and the branches of tree peony are the main organ of the nutrients storage and path of nutrients transference respectively.

**Key words** tree peony; flowering; nutrients; mineral elements; nutrients change

现代花卉生产中, 施肥已成为增加花卉产量、保证质量的主要措施之一。根据花卉的需肥特征, 在花卉的整个生长发育期内, 全面均衡地供应各种必需的大量元素和微量元素, 实现高产、优质、高效的目的。牡丹 (*Paeonia suffruticosa* Andr.) 是世界上园艺化最早的植物之一, 是我国的

传统名花, 作为观赏栽培已有 1600 多年的历史<sup>[1]</sup>, 在长期的栽培过程中人们对它们的生长习性有了深入的了解, 对其繁殖与栽培管理积累了许多宝贵的经验<sup>[2-4]</sup>; 然而牡丹的施肥管理却仍停留在传统的施肥方式上, 这无疑影响到牡丹产品质量的均一性, 降低牡丹的观赏价值。对于牡

收稿日期: 2006-04-18

基金项目: 科技部 863 项目 (2002AA241041) 及国家林业局 948 项目 (2002-C04) 部分内容

作者简介: 高志民 (1971—), 男, 河北迁西人, 副研究员。

\* 通讯作者, Email: wangyan@caf.ac.cn

丹体内营养变化的研究, 目前仅见席玉英等<sup>[5]</sup>采用原子吸收分光光度法测定并分析了矮牡丹 (*P. suffruticosa* var *spontanea* Rehder) 体内的 K、Mg、Mn 等 10 种无机元素的分布规律, 研究表明: 无机元素在矮牡丹体内的分布以叶、根最多, 叶柄中最少; 矮牡丹对元素 K、Mg、Fe、Cu、Zn 有较强的吸收富集能力。关于牡丹生长发育过程中体内营养变化规律的研究尚未见报道。本文通过对牡丹开花前后体内有机营养和矿质元素含量变化的研究, 以期确定牡丹栽培中的施肥配方, 为牡丹的科学施肥提供理论依据。

## 1 材料与栽培环境

试材: 4 年生牡丹栽培品种‘紫罗兰’、‘鲁荷红’、‘红霞迎日’、‘雪映桃花’。

栽培: 采用无土箱栽, 栽培基质为陶粒、珍珠岩。2003 年 11 月上旬栽培, 试验地设在中国林业科学研究院科研温室内, 控制气温为 10.2~27.7℃, 相对湿度 60%~70%, 基质温度 14.6℃左右<sup>[6]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 牡丹植株内主要营养成分的测定

分别在 2003 年 11 月 (栽植前) 和 2004 年 2 月 (开花后 1 周内) 取牡丹肉质根和枝条进行主要贮存养分淀粉、糖、粗纤维、粗脂肪、粗蛋白及矿质元素 N、P、K、Ca、Mg、S、Mn、Cu、Zn 含量的测定, 每个样本重复 3 次, 取平均值。

测定方法: (1) 淀粉: 蒽酮比色法; (2) 糖、粗纤

维、粗蛋白、粗脂肪: 高效液相色谱法; (3) 全 N: 凯氏定氮法 (Tecator 1026 型机测定); (4) 全 P: 钼锑抗法; (5) 全 K、全 Mg、全 Ca、Fe、Mn、Cu、Zn: 原子吸收分光光度法 (PE 公司 3110 型机测定); (6) 游离 S: 盐酸副玫瑰苯胺比色法。

### 2.2 实验数据处理方法

将所有测得数据整理后, 利用 SAS 软件对测得数据进行 Tukey 多重比较检定<sup>[7]</sup>, 以牡丹植株体内的养分含量为自变量, 以不同品种、开花时间为因变量编制程序, 然后在 SAS 软件下运行, 获得数据比较结果, 进行分析。

### 2.3 营养效果检验

根据牡丹开花前后营养变化规律, 配置专用营养液。2004 年 11 月温室内栽植牡丹, 品种及栽植方法同前。定期浇灌营养液, 直至 2005 年 2 月各牡丹品种全部开花。同时设置浇灌清水为对照。分别统计当年生枝条长度、花朵直径、单株开花数量等指标, 以检测营养液效果。

## 3 结果与分析

### 3.1 牡丹开花前后主要有机营养成分含量变化

贮藏的营养物质对植物的生活力和再生有重要意义, 牡丹开花的养分来源主要是植株体内的贮存养分。对牡丹开花前、后有机营养成分含量的分析, 表明: 不同品种间存在着一定的差异, 其中多糖、果糖、粗纤维、二糖、总糖、粗蛋白含量差异显著 ( $p = 0.05$ ); 葡萄糖、淀粉、粗脂肪含量无显著差异 (表 1)。

表 1 不同牡丹品种有机营养成分含量差异情况

g·kg<sup>-1</sup>

品种	多糖	二糖	葡萄糖	果糖	总糖	淀粉	粗纤维	粗脂肪	粗蛋白
鲁荷红	103.409A	68.818AB	21.115A	27.167A	226.446AB	126.150A	266.237AB	16.825A	86.367A
雪映桃花	108.668A	61.209B	21.430A	20.983B	220.383AB	163.550A	249.545B	19.233A	72.542B
红霞迎日	87.118B	73.856AB	18.753A	18.275B	205.219B	139.260A	289.824A	17.100A	80.012AB
紫罗兰	103.994A	81.333A	21.301A	22.478AB	234.971A	141.150A	256.018B	18.208A	83.622AB

注: 表中同列相同字母表示 Tukey 检验差异不显著, 不同字母表示差异显著 ( $P = 0.05$ ); 数据为牡丹开花前后两数据的平均值, 下同。

开花前、后 4 个牡丹品种的枝条和根中有机营养成分含量的变化分别见图 1、2。经 SAS 软件分析表明: 开花前与开花后相比, 4 个品种的枝条和根中的多糖、二糖、淀粉、粗蛋白、葡萄糖、粗纤维、粗脂肪、果糖含量变化差异都达到显著水平 ( $p = 0.05$ ), 其中多糖、二糖、淀粉、粗蛋白的含量开花前多, 开花后少; 而葡萄糖、粗纤维、粗脂肪、

果糖的含量则是开花后多, 开花前少。就 4 个牡丹品种枝条和根中的总糖含量而言, 开花前、开花后差异不显著。

牡丹枝条与根相比, 开花前后多糖、葡萄糖、总糖、淀粉、粗脂肪、二糖、粗纤维的含量差异达到显著水平 ( $p = 0.05$ ), 其中根中的多糖、葡萄糖、总糖、淀粉、粗脂肪的含量明显高于枝条, 而

枝条中二糖、粗纤维的含量明显高于根。粗蛋白、果糖的含量差异不显著。

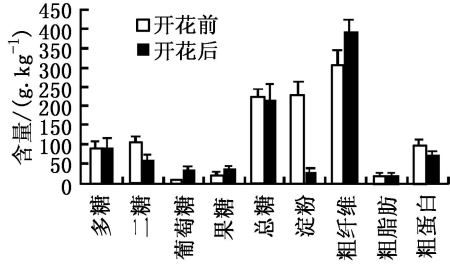


图 1 4个牡丹品种开花前后枝条内营养含量变化

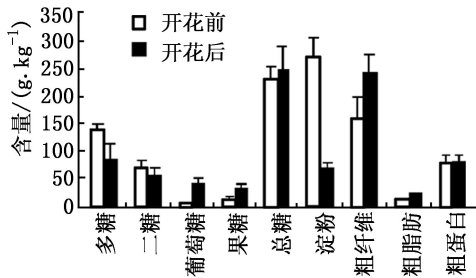


图 2 4个牡丹品种开花前后根中营养含量的变化

淀粉是植物体内最常见的多糖之一,也是主要的贮存养分,作为主要的营养性多糖,在牡丹生长发育时,淀粉在淀粉酶的作用下水解成二糖、单糖

(如麦芽糖、葡萄糖等),之后经过糖酵解,为牡丹的新梢生长提供能量,所以在开花前后牡丹植株体内淀粉的含量变化最大。多糖、二糖的变化与淀粉相似。由于多糖、二糖向单糖的转化,直接导致了葡萄糖、果糖的含量在开花后比开花前显著提高。

粗纤维是一类复杂的植物性纤维多聚物,是植物细胞壁的主要组成成分。随着牡丹的生长发育储存营养由根、枝条中向当年生枝条、叶片、花朵中转移,从而导致了根、枝条中粗纤维含量相对增加。牡丹是肉质根,与枝条相比,根中的粗纤维含量相对较低。

### 3.2 牡丹开花前后主要矿质元素含量的变化

同其它植物一样,牡丹开花不仅需要 N、P、K、Ca、Mg、S 等大量元素,而且需要 Fe、Mn、Cu、Zn 等微量元素,因此,牡丹开花前后矿质元素的含量变化应是为牡丹施肥的重要依据。

对开花前、后矿质元素总含量的分析结果表明:不同牡丹品种间存在着不同程度的差异。4个品种的 N、Ca、S、P、Mg 的含量差异达显著水平 ( $p = 0.05$ )。4个品种的 K、Mn、Fe、Zn、Cu 含量差异不显著(表 2)。由此说明牡丹不同品种对不同矿质元素的富集能力存在差异。

表 2 不同牡丹品种矿质元素含量的差异情况

品种	N /	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Zn	Cu
	(g·kg <sup>-1</sup> )					(mg·kg <sup>-1</sup> )				
鲁荷红	13 820A	1 674 5BC	4 458 0A	1 1371. 4A	2 128. 9B	1 440. 45AB	34. 692A	974 5A	83 79A	24 658A
雪映桃花	11 609B	1 941 9AB	4 063 3A	9 310. 8AB	1 847. 3BC	1 391. 48AB	27. 433A	733 7A	80 99A	29. 467A
红霞迎日	12 802AB	1 574 8C	4 104 1A	10 888. 1AB	1 615. 9C	1 285. 39B	29. 200A	975 8A	72 53A	26. 225A
紫罗兰	13 379AB	2 187 5A	4 797 9A	11 279. 9B	2 928. 2A	1 547. 89A	26. 575A	758 3A	77. 13A	27. 267A

从图 3~6 可以看出,开花前、后 4 个牡丹品种枝条和根中 N、P、K、Ca、Mg、S、Mn、Zn、Cu 的含量变化都达到显著水平 ( $p = 0.05$ ),其中开花后根中的 N、P、Ca、S 的含量明显高于开花前,而 K、Mg、Mn、Zn、Cu 的含量明显低于开花前。开花后枝条中的 N、P、K、Ca、Mg 的含量均明显低于开花前,只有 S 的含量明显高于开花前。

牡丹枝条与根相比,开花前后 N、P、Ca、Mg、Mn 的含量变化并不显著,但 K、S、Zn、Cu 的含量差异却显著 ( $p = 0.05$ ),根中含量明显高于枝条。4 个品种 S 的含量在开花前、后枝条和根中的含量变化、枝条和根、品种之间差异都达显著水平 ( $p = 0.05$ ),S 对牡丹的生长发育可能有着独特的作用,需要进一步证明。

由此可见,牡丹不同品种之间以及不同部位对矿质元素的吸收、富集、消耗都存在一定差异,N、P、Mg 在植物体内能够重复利用,并具有高度的移动性,导致枝条与根的差异不明显;而 Ca、S、Mn 等在植物体内呈难溶解的稳定化合物,牡丹吸收后即被固定而不能转移,所以多分布在老龄器官中。

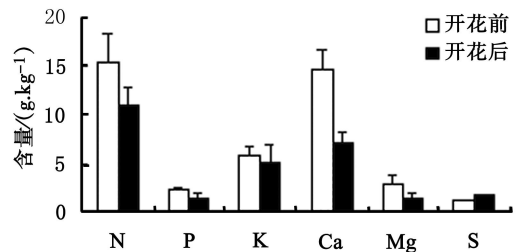


图 3 4个牡丹品种开花前后枝条内大量元素含量变化

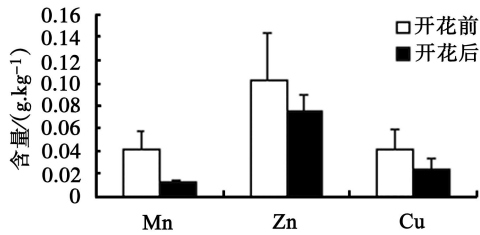


图 4 4 个牡丹品种开花前后枝条内部分微量元素变化

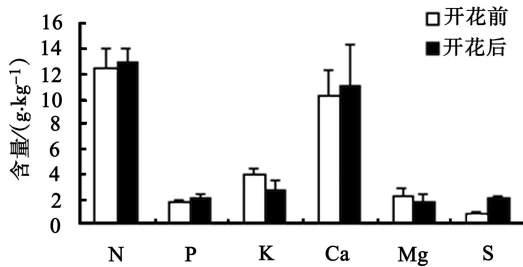


图 5 牡丹开花前后根中大量元素含量变化

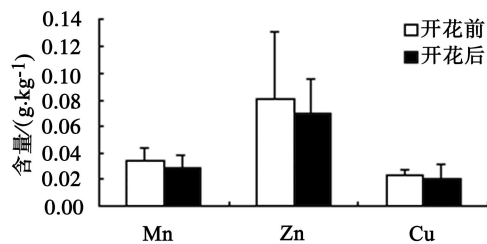


图 6 4 个牡丹品种开花前后根中部分微量元素变化

### 3.3 施肥对牡丹生长指标的影响

从表 3 可以看出, 配方 (专利申请号 2005101176064) 施肥对牡丹开花质量, 如当年生枝条长度、花朵直径以及单株开花数量等有显著的影响。‘紫罗兰’施肥植株与对照当年生枝条长度、花朵直径、单株花朵数量分别相差 5.31、3.81cm 和 1.6 个。‘鲁菏红’、‘红霞迎日’、‘雪映桃花’施肥植株的当年生枝条、花朵直径、单株开花数量也分别明显长于或大于对照植株, 这表明配方施肥对牡丹开花质量影响巨大。

表 3 施肥对牡丹生长指标的影响

品种	处理	当年生枝长 /cm	花朵直径 /cm	单株花朵数量 /个
紫罗兰	施肥	24.28 ± 1.56	22.01 ± 0.31	8.03 ± 1.02
	对照	18.97 ± 1.23	18.28 ± 0.69	6.43 ± 1.33
鲁菏红	施肥	23.65 ± 1.44	21.88 ± 0.48	7.57 ± 1.29
	对照	18.29 ± 1.71	17.93 ± 0.57	6.56 ± 1.41
红霞迎日	施肥	24.19 ± 1.18	22.23 ± 0.26	8.15 ± 1.19
	对照	17.44 ± 1.37	18.63 ± 0.61	7.67 ± 1.52
雪映桃花	施肥	20.83 ± 1.49	21.16 ± 0.74	7.28 ± 1.64
	对照	15.80 ± 1.62	16.72 ± 0.23	7.17 ± 1.05

## 4 小结

(1) 在牡丹开花过程中, 各种营养成分含量的变化虽然不同品种之间、同一品种的不同部位之间存在着一定的差异, 但是总的来说, 开花前、后总糖、多糖、二糖、粗蛋白、粗纤维、果糖、N、P、Ca、Mg、S 的含量变化都达到显著水平 ( $p = 0.05$ ), 因此说明牡丹的开花过程是一个能量消耗明显的过程。

(2) 牡丹不同品种对不同矿质元素的富集能力存在差异。在配制牡丹专用营养液时, 要充分考虑不同品种对营养成分的特别需要, 平衡营养比例。

(3) 从牡丹开花前后根、枝条的各种营养成分含量来看, 充分证明了根是牡丹植株的主要养分贮存器官, 为开花提供所需营养, 当年形成的枝条为下一次开花提供较少的养分, 更主要的是起运输通道的作用。

(4) 根据牡丹开花前后的养分含量变化, 确定牡丹开花后的需肥参数, 及时为牡丹补充养分, 达到平衡施肥的目的, 将是保证牡丹生长质量的既科学又经济的施肥方式。

(5) 牡丹芽萌发后的最初几周内营养生长的好坏主要取决于树体内贮藏营养元素的状况, 因此在牡丹开花后及时供给营养对于其生长发育非常重要。

## 参考文献:

- [1] 王莲英. 中国牡丹品种图志 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1997
- [2] 张桂花, 王洪海, 王连祥. 牡丹组织培养技术 [J]. 山东农业科技, 2001(5): 16~18
- [3] 成仿云, 李嘉珏, 陈德忠. 中国野生牡丹自然繁殖特性研究 [J]. 园艺学报, 1997, 24(2): 180~184
- [4] 高志民, 王莲英. 有效积温与牡丹催花研究初报 [J]. 中国园林, 2002(2): 86~88
- [5] 席玉英, 上官铁梁, 张红, 等. 矮牡丹体内无机元素分布规律的研究 [J]. 华北农学报, 2002, 17(1): 136~139
- [6] 高志民, 王莲英, 李丰刚. 牡丹冬季室内催花主要技术 [J]. 林业科技通讯, 2000(8): 40
- [7] 覃道春, 江泽慧, 傅峰. 人工林 D214 杨木剪切性质研究 [J]. 木材工业, 2005, 19(3): 22~24