

# 芍药花芽分化期间营养物质与酶活性的变化

李 静, 郭绍霞

(青岛农业大学 园林园艺学院 山东 青岛 266109)

**摘 要:**以不同品种芍药为试材,研究了芍药花芽分化各时期可溶性糖、淀粉、可溶性蛋白含量和过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)活性的变化。结果表明:早花品种‘粉玉奴’和‘大富贵’可溶性糖含量表现出降低-升高-降低的变化趋势,淀粉和可溶性蛋白含量在整个花芽分化时期变化幅度不大;晚花品种‘迟粉’和‘杨妃出浴’可溶性糖、淀粉和可溶性蛋白均表现双峰型变化曲线。4个芍药品种POD活性均呈现单峰型变化趋势,SOD和CAT活性随着花芽分化呈增强趋势。

**关键词:**芍药;花芽分化;营养物质;酶活性

中图分类号:S 682.1<sup>+</sup>2 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2011)07-0073-03

芍药(*Paeonia lactiflora* Pall.)是中国传统名花,可用作布置专类园、花境或用作切花等<sup>[1-2]</sup>。目前国内外对芍药的研究,主要集中在芍药的起源、分类、栽培繁殖、引种育种、细胞学及分子生物学等方面<sup>[3]</sup>。对芍药花芽分化期间生理变化的研究报道较少。

花芽分化是一个复杂的形态建成过程,是在植物体内外因子的共同作用和相互协调下完成的<sup>[4]</sup>。多数研究表明,可溶性糖和淀粉对花芽形成起重要作用<sup>[5]</sup>,可溶性蛋白作为一种结构物质,对各种物质的合成起到重要作用,它是花器官形态建成的物质基础,在花芽分化时需要量很大<sup>[6]</sup>。花芽分化表现了植物体内部反应历程的有序性,这种有序性是受多方面因素调节和控制的,而酶活性的控制是代谢作用的主要方式之一<sup>[7]</sup>。该试验以芍药早花品种‘粉玉奴’、‘大富贵’和晚花品种‘迟粉’、‘杨妃出浴’为试材,研究芍药花芽分化过程中可溶性糖、淀粉、可溶性蛋白含量以及过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)含量的变化,以期了解其花芽分化的生理基础。

## 1 材料与方法

供试品种为芍药早花品种‘粉玉奴’、‘大富贵’和晚花品种‘迟粉’、‘杨妃出浴’,园内光照良好,土层深厚,管

理粗放。自2009年9月至2010年4月于青岛城阳天香园内分7个阶段采集芍药花芽,采集后迅速放入冰盒内带回实验室,处理后于-70℃超低温冰箱内保存待测。

可溶性糖和淀粉含量的测定:采用蒽酮比色法<sup>[8]</sup>;可溶性蛋白的测定:采用考马斯亮蓝G-250染色法;POD活性的测定:采用愈创木酚法;SOD活性的测定:采用氮蓝四唑(NBT)光还原法测定;CAT活性的测定:采用H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>分解法<sup>[9]</sup>。3次重复,取其平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 芍药花芽分化期可溶性糖含量的变化

不同品种芍药在整个花芽分化过程中可溶性糖含量变化趋势不同(图1)。早花品种‘粉玉奴’与‘大富贵’表现出先下降再升高最后下降的变化趋势,分化初期2个品种花芽中均有较高含量的可溶性糖,分别为4.62、5.73 mg/g(FW),之后随着分化的进行,可溶性糖含量逐渐下降,至12月进入休眠期基本上降至最低水平,翌年3月花芽中可溶性糖含量上升至较高水平,后随着花芽的继续分化,可溶性糖含量呈现下降趋势。晚花品种‘迟粉’与‘杨妃出浴’表现出双峰型的变化趋势,9~10月花芽中可溶性糖含量呈现小幅度升高趋势,随后逐渐降低,至12月降至最低水平,翌年3月上升至高水平,后随着分化继续进行,可溶性糖含量逐渐降低。

### 2.2 芍药花芽分化期淀粉含量的变化

不同品种芍药在整个花芽分化过程中淀粉含量变化趋势不同(图2)。早花品种‘粉玉奴’与‘大富贵’花芽内淀粉含量在整个时期变化比较平缓,9~11月有小幅下降过程,之后表现小幅上升。晚花品种‘迟粉’与‘杨妃出浴’花芽内淀粉含量表现出升高-降低-升高-降低的双峰型变化趋势,9~10月花芽中淀粉含量呈现升高趋

第一作者简介:李静(1986-),女,河南许昌人,硕士,现从事园林植物栽培研究工作。E-mail:lijingsven@yahoo.cn。

责任作者:郭绍霞(1971-),女,博士,副教授,现主要从事园林植物栽培及采后生理研究工作。E-mail:gsx2309@126.com。

基金项目:山东省良种产业化工程资助项目(620558);山东省中青年科学家奖励基金资助项目(2008BS07018)。

收稿日期:2011-01-11

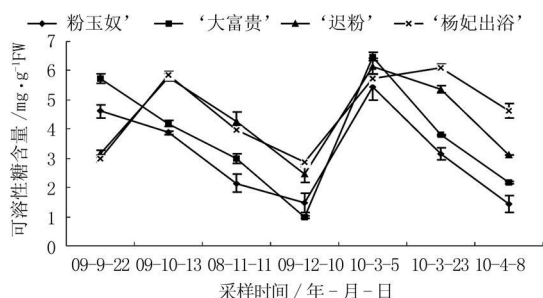


图1 芍药花芽分化期可溶性糖含量变化

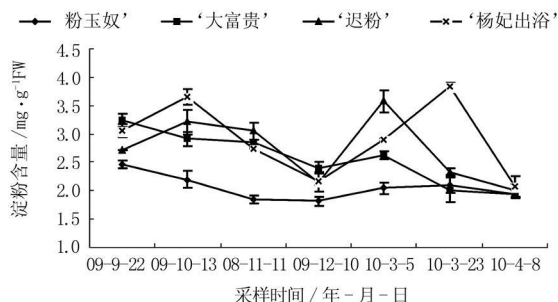


图2 芍药花芽分化期淀粉含量变化

势,随后逐渐降低,至12月降至低水平,翌年3月上升至高水平,后随着分化继续进行,淀粉含量逐渐降低。

### 2.3 芍药花芽分化期可溶性蛋白含量的变化

不同品种芍药在整个花芽分化过程中可溶性蛋白含量变化趋势不同(图3)。早花品种‘粉玉奴’与‘大富贵’花芽内可溶性蛋白含量在整个时期变化幅度相对较小,‘大富贵’花芽中可溶性蛋白一直高于‘粉玉奴’。晚花品种‘迟粉’与‘杨妃出浴’表现升高-降低-升高-降低的双峰变化趋势,2个品种可溶性蛋白含量第一峰值出现在10月,之后逐渐降低,进入休眠期降至低水平,翌年3月休眠结束时可溶性蛋白含量达到第2峰值,‘杨妃出浴’第2峰值的出现晚于‘迟粉’。

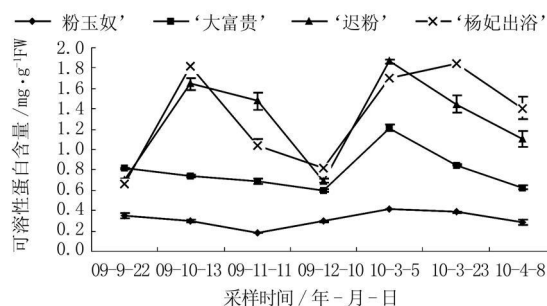


图3 芍药花芽分化期可溶性蛋白含量变化

### 2.4 芍药花芽分化期 POD 活性的变化

不同品种芍药在整个花芽分化过程中 POD 活性变化均表现升高-降低的单峰型变化趋势(图4)。“粉玉奴”、“大富贵”和“迟粉”POD 活性峰值出现在12月,“杨妃出浴”出现在翌年3月。在花芽分化初期,不同品种间的POD 活性差异较小,至12月差异达最大值,之后差异又逐渐减小。早花品种9月的POD 活性和POD 峰值

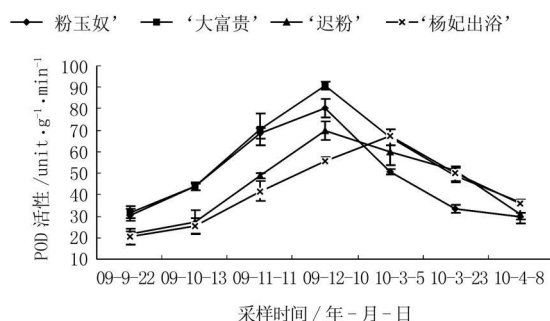


图4 芍药花芽分化期POD 活性变化

均高于晚花品种。

### 2.5 芍药花芽分化期 SOD 活性的变化

不同品种芍药在整个花芽分化过程中 SOD 活性变化基本一致,呈上升趋势(图5)。9月4个芍药品种花芽 SOD 活性相差不大,分别为:46.03、52.95、48.70 和34.63  $U \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$ ,翌年4月4个芍药品种花芽 SOD 活性上升至 150.47、202.19、219.08 和 204.40  $U \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$ 。早花品种的变化趋势较晚花品种平缓。

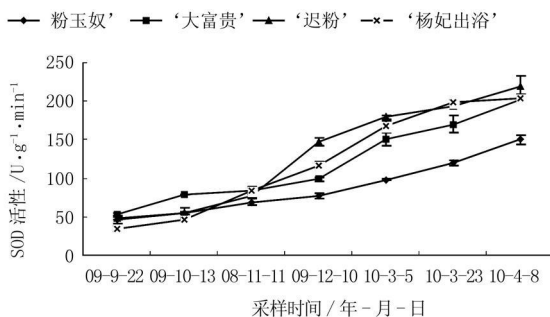


图5 芍药花芽分化期 SOD 活性变化

### 2.6 芍药花芽分化期 CAT 活性的变化

不同品种芍药在整个花芽分化过程中 CAT 活性变化基本一致,呈上升趋势(图6)。早花品种的变化趋势较晚花品种平缓。

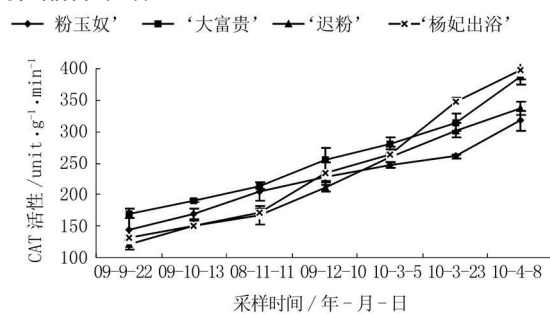


图6 芍药花芽分化期 CAT 活性变化

## 3 结论与讨论

糖类作为植物主要的同化物质,在植物生长发育、生理代谢中起着非常重要的作用<sup>[19]</sup>。可溶性糖是植物体内一种重要的化合物,其含量的高低,反映了植物体内可利用态物质和能量的供应基础<sup>[1]</sup>。在花芽分化阶段,花芽作为“库”,它的发育与碳水化合物的代谢密切

相关<sup>[7]</sup>。该研究中, 早花品种‘粉玉奴’和‘大富贵’花芽内可溶性糖和淀粉含量在分化前期均表现降低趋势; 晚花品种‘迟粉’、‘杨妃出浴’可溶性糖和淀粉含量在分化初期均表现短暂的上升后又下降, 整个分化进程呈明显双峰型曲线。淀粉含量变化幅度小于可溶性糖, 说明芍药花芽分化主要靠可溶性糖提供营养物质, 在可溶性糖浓度降低到一定水平之后, 淀粉水解以供花芽分化过程中对营养物质的需求。

蛋白质大量积累是成花的重要物质基础<sup>[12]</sup>。涂淑萍等<sup>[9]</sup>发现, 在百合花芽形态分化期间, 可溶性蛋白含量大幅度增加。张姝媛等<sup>[10]</sup>发现, 华北紫丁香花叶合成的蛋白质不断向花芽转移, 说明花叶中合成的大量蛋白质是花芽形态器官建成的物质基础。该试验中, ‘迟粉’、‘杨妃出浴’可溶性蛋白变化幅度较大, 呈明显的双峰型曲线, 花期晚; ‘粉玉奴’、‘大富贵’可溶性蛋白变化幅度不大, 花期早。

POD 作为植物细胞内重要的组成成分, 具有许多非常重要的生理功能。芍药花芽的 POD 活性在分化初期增加, 之后下降, 这与苹果梨花芽分化的研究结果一致<sup>[13]</sup>。‘杨妃出浴’峰值出现在翌年 3 月, 其它 3 个品种峰值出现在 12 月, 其中原因有待进一步研究。SOD 活性能够维持植株体内超氧自由基浓度的平衡, CAT 保护植物避免有害的氢氧根离子为害。芍药花芽分化进程中, SOD 和 CAT 活性呈上升趋势。说明 SOD 和 CAT 活性增强有利于芍药花芽分化。

不同花期的芍药品种在花芽分化期 POD、SOD 和 CAT 活性变化趋势基本一致, 但碳水化合物和蛋白质的

变化规律不同。因此, 芍药花芽分化期花芽内碳水化合物和蛋白质的变化规律与花期的相关性有待于深入研究。

参考文献

[ 1 ] 郭绍露, 郑国生. 芍药切花瓶插期生理生化的变化[ J ]. 华北农学报 2009, 24( 增刊 ): 195-198.  
[ 2 ] 孟凡聪, 刘燕. 芍药花期调控研究进展[ J ]. 华北农学报 2005 20( 专辑 ): 148-151.  
[ 3 ] 成明亮, 吕长平, 莫宁捷, 等. 芍药的研究进展[ J ]. 林业调查规划 2007, 32( 3 ): 44-49.  
[ 4 ] 孔德政, 靳丹丹, 孙丽娜, 等. 碗莲花芽分化过程中酶活性的变化[ J ]. 河南农业科学, 2008( 4 ): 97-99.  
[ 5 ] 武萍萍, 周碧燕, 杨桃新梢花芽分化及其碳水化合物含量的变化[ J ]. 园艺学报 2007, 34( 5 ): 1151-1156.  
[ 6 ] 涂淑萍, 穆鼎, 刘春. 不同百合品种花芽分化期的生理生化变化[ J ]. 中国农学通报, 2005, 21( 7 ): 207-209.  
[ 7 ] 靳丹丹. 碗莲花芽分化形态发育以及相应时期生理生化的动态研究[ D ]. 郑州: 河南农业大学 2008.  
[ 8 ] 王韶唐. 植物生理学实验指导[ M ]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1986.  
[ 9 ] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[ M ]. 北京: 高等教育出版社, 2000.  
[ 10 ] 张姝媛, 郭金丽, 秦永生, 等. 华北紫丁香花芽分化期营养物质与核酸含量的变化[ J ]. 华北农学报 2008 23( 4 ): 179-183.  
[ 11 ] 李倩, 肖建忠, 李志斌, 等. 高山杜鹃花芽分化临界期生理生化研究[ J ]. 河北农业大学学报 2009 32( 1 ): 47-50.  
[ 12 ] 王昊翔, 赵德英, 马怀宇, 等. 甜樱桃花芽分化过程中叶片氮代谢初步研究[ J ]. 华北农学报 2009 24( 增刊 ): 201-204.  
[ 13 ] 李秉真, 李雄, 孙庆林, 等. 苹果梨花芽分化期几种酶活性的变化[ J ]. 园艺学报, 2001, 28( 2 ): 159-160.

Changes of Nutrient and Enzyme Activity during Flower Bud Differentiation in *Paeonia lactiflora* Pall.

LI Jing, GUO Shao-xia

(College of Landscape Architecture and Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

**Abstract:** Changes of soluble sugar, starch, soluble protein, POD, SOD and CAT activity in *Paeonia lactiflora* Pall. flower bud were investigated during flower bud differentiation on ‘Fenyunu’, ‘Dafugui’, ‘Chifen’ and ‘Yangfeichuyu’ *Paeonia lactiflora* Pall.. The results were as follows, in early flower of ‘Fenyunu’ and ‘Dafugui’, soluble sugar content showed the trend of up after the first down and then down again, and starch and soluble protein contents changed slightly during the flower bud. In late flower of ‘Chifen’ and ‘Yangfeichuyu’, soluble sugar, starch and soluble protein showed bimodal curves. POD activity showed a single peak trends, SOD and CAT activity in the process of growing as the flower bud in all four varieties of *Paeonia lactiflora* Pall. .

**Key words:** *Paeonia lactiflora* Pall. ; flower bud differentiation; nutrient; enzyme activity