

## 二球悬铃木展叶期叶片生长及 3 个生理指标的动态变化

王沁峰, 张晓平<sup>①</sup>, 王乐林, 张 凡

(安徽师范大学, 安徽 芜湖 241000)

**Dynamic changes of leaf growth and three physiological indexes of *Platanus × acerifolia* during leaf expansion stage**WANG Qin-feng, ZHANG Xiao-ping<sup>①</sup>, WANG Le-lin, ZHANG Fan (Anhui Normal University, Wuhu 241000, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2009, 18(2): 94-96

**Abstract:** Dynamic changes of leaf growth and three physiological indexes of *Platanus × acerifolia* (Ait.) Willd. were studied in leaf expansion stage. The results show that in leaf expansion stage (April 4 to April 26), the weight and area of individual leaf increase gradually, and reach their peaks on April 26 and rise to 9.8 and 39.2 times of that in the initial stage, respectively. With the growth of *P. × acerifolia* leaf, the chlorophyll content has an increasing trend, and the increasing range is great. Protein content and POD activity appear a declining trend, and the declining range is great. All the three physiological indexes have some minor fluctuations. Contents of Chla, Chlb and Chl (a + b) are the highest on April 26 and rise to 3.41, 5.91 and 4.00 times of that in the initial stage. Protein content and POD activity reach the lowest points on April 26 and April 16, respectively and decline by 73.42% and 94.41% of the initial stage of leaf expansion.

**关键词:** 二球悬铃木; 展叶期; 叶片生长; 生理指标; 动态变化

**Key words:** *Platanus × acerifolia* (Ait.) Willd.; leaf expansion stage; leaf growth; physiological index; dynamic change

中图分类号: Q945; S792.37.01

文献标志码: A

文章编号: 1004-0978(2009)02-0094-03

二球悬铃木 [*Platanus × acerifolia* (Ait.) Willd.] 是悬铃木科 (Platanaceae) 悬铃木属 (*Platanus* L.) 速生阳性高大乔木, 易繁殖、抗性强、树冠广展、叶大荫浓、适应性强、萌蘖和伤口愈合能力强、耐整形修剪、根系发达、抗风力强, 被广泛用作行道树和庭荫树, 是城市园林绿化的主要树种之一<sup>[1]</sup>。二球悬铃木能抗臭氧、苯、苯酚、乙醚及硫化氢等有害气体和化学烟雾, 对净化城市空气、防止环境污染具有一定的作用。

每年 4 月至 5 月, 二球悬铃木种毛随风飘落, 污染环境。针对悬铃木季节性果毛和花粉污染现象, 人们提出通过实施一定的栽培管理手段减少开花数量, 或采用在开花期喷洒、注射乙烯利等措施促进幼果脱落、降低污染程度<sup>[2-3]</sup>; 研究人员还通过整形修剪等技术栽培出空心圆头形悬铃木, 并开展悬铃木品种的改良研究, 以期能选育出少果或无果品系<sup>[4-5]</sup>, 从而减少悬铃木的种毛污染。作者对二球悬铃木展叶期相关的生理生化指标进行了分析测定, 以期对二球悬铃木的品种改良及优选奠定基础。

## 1 材料和方法

在展叶期间(2005 年 4 月 4 日至 4 月 26 日), 于安徽师范大学校园内随机选定 3~5 株二球悬铃木, 展叶期内的第

1 周每天取材 1 次, 展叶后期每 3 到 10 天取材 1 次, 每次每株采集 5 片叶, 称量并踏痕后贮于低温冰箱内备用, 实验设 3 次重复。使用电子天平称取单叶质量; 采用纸样称重法<sup>[6]</sup>测定单叶面积; 参照张宪政<sup>[7]</sup>的丙酮-乙醇混合液法并略加改动测定叶绿素含量; 采用考马斯亮蓝 G-250 染色法<sup>[8]</sup><sup>129</sup>测定蛋白质含量; POD 活性的测定采用愈创木酚法<sup>[8]</sup><sup>166</sup>, 以 1 min 内 OD<sub>470</sub> 值变化 1.0 为 1 个酶活力单位。

用 Excel 软件对实验数据进行计算和相关分析。

## 2 结果和分析

### 2.1 二球悬铃木展叶期叶片生长动态分析

自展叶初期, 二球悬铃木的叶片持续生长, 展叶初期生长缓慢, 展叶中期及后期生长迅速。整个展叶期持续约 25 d, 从 4 月 4 日开始至 4 月底或 5 月初基本结束。每个枝条上叶片发生数为 4~5 片, 外侧叶片最大。新叶为嫩黄色, 展叶后期叶片逐渐变为绿色。

从 4 月 4 日至 4 月 26 日二球悬铃木叶片的生长状况见表 1, 在此期间, 二球悬铃木的单叶质量和单叶面积均呈逐渐增加的趋势。4 月 4 日单叶质量仅为 0.187 g, 4 月 8 日单叶质量增加了 0.173 g, 增幅达 92.51%; 此后, 单叶质量增长速

收稿日期: 2008-11-21

基金项目: 安徽省教育厅项目(2006KJ218B); 安徽师范大学博士启动基金; 重要生物资源保护与利用安徽省重点实验室基金资助项目

作者简介: 王沁峰(1974—), 男, 河北阳原人, 本科, 助理工程师, 主要从事园林绿化与园林植物配置方面的工作。

<sup>①</sup>通讯作者 E-mail: xiaoping\_zh1998@yahoo.com.cn

率加快,4月9日单叶质量达到0.545 g,比4月8日增加了51.39%;4月26日单叶质量最高,是展叶初期的9.8倍。4月4日时单叶面积为2.95 cm<sup>2</sup>,到4月8日单叶面积增加了3.8倍;4月9日的单叶面积较4月8日增加了69.82%;至4月26日单叶面积最大,是展叶初期的39.2倍。相关分析结果表明,展叶期间二球悬铃木的单叶面积与单叶质量呈显著的正相关关系,相关系数为0.998 1。

表1 二球悬铃木展叶期单叶质量和单叶面积的动态变化  
Table 1 Dynamic changes of weight and area of individual leaf of *Platanus × acerifolia* (Ait.) Willd. during leaf expansion stage

日期 Date (MM-DD)	质量/g Weight	面积/cm <sup>2</sup> Area	日期 Date (MM-DD)	质量/g Weight	面积/cm <sup>2</sup> Area
04-04	0.187	2.95	04-09	0.545	24.25
04-05	0.196	3.30	04-10	0.562	26.30
04-06	0.197	5.28	04-13	0.638	32.48
04-07	0.218	8.53	04-16	0.976	52.43
04-08	0.360	14.28	04-26	1.838	115.73

## 2.2 二球悬铃木展叶期叶片生理指标的变化

2.2.1 叶绿素含量的变化 在展叶期内,二球悬铃木叶片叶绿素含量总体上呈逐渐增加、略有降低、再增加的趋势,且增幅较大(表2)。叶片内Chla、Chlb及Chl(a+b)的含量在4月4日分别为0.573、0.176和0.748 mg·g<sup>-1</sup>,而在4月13日则分别增加了127.23%、165.34%和136.50%,在4月16日略降低后于4月26日达到最高,分别为展叶初期的3.41、5.91和4.00倍。

表2 二球悬铃木展叶期叶片叶绿素含量的变化  
Table 2 Change of chlorophyll content in *Platanus × acerifolia* (Ait.) Willd. leaf during leaf expansion stage

日期 Date (MM-DD)	叶绿素含量/mg·g <sup>-1</sup> Chlorophyll content		
	Chla	Chlb	Chl(a+b)
04-04	0.573	0.176	0.748
04-07	0.884	0.291	1.175
04-10	1.066	0.356	1.421
04-13	1.302	0.467	1.769
04-16	1.241	0.450	1.691
04-26	1.955	1.040	2.995

2.2.2 蛋白质含量的变化 展叶期间,二球悬铃木叶片蛋白质含量总体上呈下降的趋势(图1)。4月4日至4月10日,二球悬铃木叶片蛋白质含量从1.58 mg·g<sup>-1</sup>(FW)降至0.48 mg·g<sup>-1</sup>(FW),降幅达69.62%;至4月13日略有增加后又逐渐降低,在4月26日叶片蛋白质含量最低,仅为0.42 mg·g<sup>-1</sup>(FW),较展叶初期下降了73.42%。

2.2.3 过氧化物酶(POD)活性的变化 展叶期间,二球悬铃木叶片中POD活性呈现先逐渐降低后略有升高的变化趋势(图2)。展叶初期(4月4日),二球悬铃木叶片POD活性最高,于4月7日急剧降低并在4月16日达到最低值5.69

U·g<sup>-1</sup>,较展叶初期下降了94.41%;之后POD活性又增加,在4月26日达到31.38 U·g<sup>-1</sup>,但仍较展叶初期低,仅为4月4日叶片POD活性的30.85%。

图1 二球悬铃木展叶期叶片蛋白质含量(FW)的变化  
Fig. 1 Change of protein content (FW) in *Platanus × acerifolia* (Ait.) Willd. leaf during leaf expansion stage

图2 二球悬铃木展叶期叶片POD活性的变化  
Fig. 2 Change of POD activity in *Platanus × acerifolia* (Ait.) Willd. leaf during leaf expansion stage

## 3 讨 论

每年的4月至5月为二球悬铃木的萌芽展叶期,在4月中旬到4月底,二球悬铃木叶片生长较快,单叶质量、单叶面积及叶绿素含量都显著增加,叶片功能逐渐完善,并能有效进行光合作用。

营养贮藏蛋白质(VSP)是许多落叶树种越冬期间贮藏氮的主要形式,为树木在新生长季的生长发育提供了必需的养分储备<sup>[9]</sup>。在展叶初期,二球悬铃木蛋白质含量较高,主要为前一年贮存在叶芽内的贮藏蛋白质,随着春季新叶萌发和叶片的不断生长,贮藏蛋白质被降解以满足叶片生长的养分需求,蛋白质含量显著降低。对楝科(Meliaceae)3个树种的显微观察结果显示,落叶期间末端小枝的整个次生韧皮部薄壁组织细胞中都充满了蛋白质颗粒,而当抽新梢时这些蛋白质在次生韧皮部的里层消失<sup>[10]</sup>;只有具有未休眠芽或打破休眠处理的美洲黑杨(*Populus deltoides* Marsh.)植株才发生

VSP 的降解,且 VSP 的降解受去芽处理的抑制<sup>[11]</sup>。这些研究结果均表明,贮藏于芽内的蛋白质在春季萌芽时降解并满足新枝叶生长的需求。

POD 是植物体内重要的保护酶类之一,POD 活性的高低与植物的抗逆性有密切关系。在二球悬铃木刚展叶时,叶片 POD 活性较高,表现出对早春较低温度的适应性;随着温度的升高,叶片快速生长,低温等逆境条件对植株生长的影响逐渐减小,叶片 POD 活性降低。但是,由于水分等多因素的影响,展叶期二球悬铃木叶片 POD 活性可能出现小幅波动。

#### 参考文献:

- [1] 郭翠萍. 园林绿化树种悬铃木[J]. 山西林业科技, 2004(3): 35-36.
- [2] 朱胜东, 周守标, 王义彰, 等. 悬铃木脱果落叶的新途径[J]. 植物杂志, 1995(3): 26-27.
- [3] 沈国华, 汪企明, 蒋慎法, 等. 应用化学药剂控制悬铃木飞毛污染的研究[J]. 江苏林业科技, 1995, 22(4): 1-5, 14.
- [4] 曹岸平. 少果球悬铃木良种在城市绿化中的运用[J]. 中国园

林, 2000, 16(4): 76.

- [5] 李延成, 朱莉. 空心圆头形悬铃木的应用[J]. 中国园林, 1999, 15(4): 65-66.
- [6] 李宝光, 黄芳. 植物叶片面积的测定方法[J]. 山东理工大学学报: 自然科学版, 2004, 18(4): 94-96.
- [7] 张宪政. 植物叶绿素含量测定——丙酮乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学, 1986(3): 26-28.
- [8] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [9] 彭方仁, 郭娟, 徐柏森. 木本植物营养贮藏蛋白质研究进展[J]. 植物学通报, 2001, 18(4): 445-450.
- [10] Wu J L, Hao B Z. Vacuole proteins in secondary phloem parenchyma cells of three Meliaceae species[J]. IAWA Bull, 1991, 12(1): 51-56.
- [11] Coleman G D, Chen T H H, Fuchigami L H. Complementary DNA cloning of poplar bark storage protein and control of its expression by photoperiod[J]. Plant Physiology, 1992, 98: 687-693.

(上接第 83 页 Continued from page 83)

- [2] 缪晓玲, 吴庆余. 海藻生物质可再生能源的开发利用[J]. 可再生能源, 2003(3): 13-16.
- [3] Miao X L, Wu Q Y. High yield bio-oil production from fast pyrolysis by metabolic controlling of *Chlorella protothecoides*[J]. Journal of Biotechnology, 2004, 110(1): 85-93.
- [4] 大连轻工业学院, 华南理工大学, 郑州轻工业学院, 等. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998: 73-223.
- [5] 邵海艳, 吉宏武, 章超桦, 等. 刺松藻化学成分测定及其营养评价[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(10): 160-162.
- [6] Abe H, Uchiyama M, Sato R. Isolation and identification of native auxins in marine algae[J]. Agricultural and Biological Chemistry, 1972, 36: 2259-2260.
- [7] Jacobs W P. A search for some angiosperm hormones and their metabolites in *Caulerpa paspaloides* (Chlorophyta)[J]. Journal of Phycology, 1993, 29: 595-600.
- [8] Jacobs W P, Falkenstein K, Hamilton R H. Nature and amount of auxin in algae I. IAA from extracts of *Caulerpa paspaloides* (Siphonales)[J]. Plant Physiology, 1985, 78: 844-848.
- [9] Sanderson K J, Jameson P E, Zabkiewicz J A. Auxin in a seaweed extract: identification and quantitation of indole-3-acetic acid by gas chromatography-mass spectrometry[J]. Journal of Plant Physiology, 1987, 129(3/4): 363-367.

- [10] Zhang W, Yamane H, Chapman D J. The phytohormone profile of the red alga *Porphyra perforata*[J]. Botanica Marina, 1993, 36(3): 257-266.
- [11] Bradley P M. Plant hormones do have a role in controlling growth and development of algae[J]. Journal of Phycology, 1991, 27(3): 317-321.
- [12] Evans L V, Trewavas A J. Is algal development controlled by plant growth substances? [J]. Journal of Phycology, 1991, 27(3): 322-326.
- [13] 李雅娟, 刘淑范, 李梅. 3种植物生长激素对2种底栖硅藻生长速率的影响[J]. 中国水产科学, 2002, 9(1): 18-21.
- [14] 马志珍. 植物激素在单胞藻培养中的作用[J]. 海洋渔业, 1984, 6(6): 253-254.
- [15] 庄岩, 戴继勋, 崔竞进, 等. 四种植物生长激素对海带雌配子体克隆生长发育的影响[J]. 青岛海洋大学学报: 自然科学版, 1999, 29(2): 260-264.
- [16] Erwin J. Lipids and Biomembranes of Eucaryotic Microorganisms[M]. New York: Academic Press, 1973.
- [17] Stumpf P K. Fatty Acid Metabolism and Its Regulations[M]. New York: Elsevier Press, 1984.
- [18] 王镜岩, 朱圣庚, 徐长法. 生物化学(下册)[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2004: 264-265.