

3种石斛叶片苹果酸含量日变化动态研究

任建武^{1,2}, 王雁^{2*}, 彭镇华², 胡青¹

(1. 北京林业大学 生物科学与技术学院, 北京 100083; 2 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091)

摘要:以鼓槌石斛 (*Dendrobium chrysotoxum*)、金钗石斛 (*D. nobile*)、报春石斛 (*D. primulinum*) 为材料, 长寿花 (*Kalanchoe blossfeldiana*)、大叶落地生根 (*K. daigremontiana*) 为对照, 采用高效反相液相色谱法测定试验材料的叶肉细胞苹果酸含量日变化。结果表明: 3种石斛中, 报春石斛表现为比较明显的景天酸代谢植物特征, 苹果酸昼夜变化的节律呈现出典型的景天酸代谢植物阶段性波动; 金钗石斛的苹果酸含量在一定程度上表现出有节律性变化, 但是苹果酸的绝对量和节律性都与大叶落地生根有相当的差距; 鼓槌石斛的叶肉苹果酸含量极低, 不具备 CAM 植物特征。

关键词: 石斛; 景天酸代谢; 苹果酸

中图分类号: Q946.81+8.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-2286(2010)03-0547-06

Measurement of Malic Acid Diel Fluctuation of Leaves in Three Dendrobia

REN Jian-wu^{1,2}, WANG Yan^{2*}, PENG Zhen-hua², HU Qing¹

(1. College of Biological Sciences and Biotechnology, Beijing Forestry University, Beijing 10083, China;
2 Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Employing high performance liquid chromatography (HPLC), the diel fluctuation of malic acid content of mesophyll cells in three dendrobia named as below was explored, while *Kalanchoe blossfeldiana* and *K. daigremontiana* were selected as control material in the research. The results demonstrated that *Dendrobium primulinum* exhibited obviously the typical characteristics of crassulacean acid metabolism plants, which mean that the diel rhythm of malate content changed regularly according to crassulacean acid metabolism stages. As to *D. nobile*, the malic acid content fluctuated rhythmly to some certain extent, but there was a significant difference in terms of quantity of malic acid and regularity of fluctuation compared to *Kalanchoe daigremontiana* known as obligate crassulacean acid metabolism plants. However, the malic acid content of mesophyll cells in *D. chrysotoxum* was extremely low, and this species did not indicated traits of crassulacean acid metabolism plants.

Key words: dendrobium; crassulacean acid metabolism (CAM); malic acid

石斛属 (*Dendrobium*) 为兰科 (Orchidaceae) 的大属, 世界范围内包括 1 400 种^[1], 我国有 81 种, 是我国珍贵的中药材, 也是世界著名的花卉。然而, 石斛兰大都生长缓慢, 主要是因为其光合作用的特殊性。对石斛属植物光合作用的研究表明^[2-9], 石斛光合作用碳同化具备兼性景天酸代谢 (crassulacean acid metabolism, CAM) 植物的特征^[10]。CAM 植物^[11-12]晚上气孔开启, 在叶肉细胞质中由磷酸烯醇式丙酮酸

收稿日期: 2010-03-03 修回日期: 2010-05-12

基金项目: 国家林业局 948 项目 (2006-4-C07)

作者简介: 任建武 (1967-), 男, 副教授, 博士, 主要从事植物生物技术研究, E-mail: jianwur@sina.com; * 通讯作者: 王雁, 博士, 研究员, 从事园林植物与观赏园艺方面的研究, E-mail: wangyan@caf.ac.cn

羧化酶^[13-14] PEPC (phosphoenolpyruvate carboxylase) 固定 CO₂, 形成苹果酸^[15-16]; 白天气孔关闭, 苹果酸脱羧, 释放的 CO₂ 由 Rubisco (ribulose - bis - phosphate carboxylase/oxygenase) 羧化, 因此该类植物叶肉细胞苹果酸^[17] 含量昼夜会发生有节律性变化, 通过测定叶肉细胞苹果酸含量日变化动态有助于了解石斛的碳同化方式。

1 试验材料与方法

试验材料是鼓槌石斛 (*Dendrobium chrysotoxum* Lindl), 金钗石斛 (*D. nobile* Lindl), 报春石斛 (*D. primulinum* Lindl) 3 种石斛, 对照材料选用兼性 CAM 植物长寿花 (*Kalanchoe blossfeldiana*)^[16]、专性 CAM 植物大叶落地生根 (*K. daigremontiana*)。试验材料培养在温室中, 每小时取样 1 次, 为 1 g 成熟鲜叶, 每份样品设 3 个重复。在本文试验结果图表上表示为 pri, nob, chr, blo, dai, 本试验在北京林业大学生物中心完成。

1.1 主要试剂

苹果酸、柠檬酸标样以及甲醇均为色谱纯 (购自 SIGMA 公司); 环己烷、磷酸氢二钾为色谱纯 (国产); 磷酸为分析纯。

1.2 试验仪器

安捷伦高效液相色谱仪 Agilent 1100 Series, 二极管阵列 G1315B, 柱温箱 1316A, 自动进样器 G1313A, 四元泵 G1311A, 在线脱气机 G1322A。高速冷冻离心机 (Techcomp CT15RT), 旋转蒸发器 (R - 201), 循环水式多用真空泵 (5H2 - D IID), 万分之一电子天平, 酸度计。

1.3 试验方法

苹果酸含量测定参照 Nisperos - Carriedo^[18] 和高海燕^[19] 的方法。

1.3.1 样品的处理及计算 分不同时段提取苹果酸, 用高效液相色谱 (HPLC) 测定苹果酸含量的动态变化。所以, 在取样时 1 d 中分不同时段, 将盆栽试验样品叶片迅速剪下, 称鲜叶 1.000 g, 自来水冲洗, 超纯水漂洗 2 次, 滤纸吸干表面水分, 于瓷研钵中液氮冰冻研磨, 加入 3 mL 色谱纯甲醇、150 μL 超纯水继续研磨, 成匀浆后倒入离心管, 2 mL 色谱纯甲醇、100 μL 分 2 次冲洗研钵, 混合液注入离心管, 20 000 ×g 冷冻离心 15 min, 此过程在 23 min 之内完成。

取上清液 1 mL 注入 10 mL 容量鸡心瓶, 于 39 °C、-0.095 MPa 下旋转蒸发甲醇, 浓缩液用色谱纯环己烷萃取 4 次, 至鸡心瓶中两相颜色相同, 除去类脂、胡萝卜素和叶绿素等; 再次旋转蒸发除去环己烷, 浓缩液用流动相稀释, 0.45 μm 微孔滤膜过滤后定容。

流动相配制, 色谱纯磷酸氢二钾 2.282 2 g, 体积分数为 3% 色谱纯甲醇, 超纯水定容至 1 000 mL。pH 值调节为 2.55。

采用外标法, 以保留时间及双波长定性, 峰面积定量, 每个样品重复 3 次, 取其平均值。

1.3.2 色谱条件 色谱柱, Agilent TC - C18 (5 μm, 4.6 mm i.d. ×250 mm); 流速, 0.5 mL/min; 进样体积, 20 μL; 检测波长, 210 nm; 柱温, 30 °C; 流动相, 0.1 mol/L K₂HPO₄ 磷酸盐缓冲液 (pH 2.55, 用磷酸调配) 和体积分数为 3% 甲醇。

1.3.3 标准溶液的配制 准确称取苹果酸 175 mg, 用流动相溶解并定容至 50 mL 棕色容量瓶中。上述溶液配制成不同浓度的混标, 用 0.45 μm 的滤膜过滤后, 上机绘制苹果酸标准曲线。

2 结果与分析

2.1 检测方法的确定

2.1.1 分离条件的确定 甲醇 - 水系统和磷酸盐缓冲液系统是 C₁₈ 柱中应用最广泛的流动相, 其中磷酸盐缓冲液系统较适宜于有机酸的测定, 但却会增加对反相色谱柱损坏的程度。为了选择适宜的流动相, 使各有机酸能得到较好的分离, 本试验首先研究苹果酸的最大吸收峰, 确定适宜的检测波长, 在此基础上研究流动相中磷酸盐的种类、磷酸盐浓度、流动相 pH 值、峰形改性剂甲醇的含量对分离效果的影响, 同时也试验其他影响因素流速、柱温对有机酸分离的影响, 最终得到优化的条件如下: 流速, 0.5 mL/min; 流动相体积分数 3% CH₃OH, 0.01 mol/L, K₂HPO₄ (pH 值 2.55); 柱温, 30 °C。标准样品图谱见图 1。各个

试验材料样品图谱见图 2、图 3、图 4。

2.1.2 标准曲线制作 以不同质量浓度的有机酸标准液各 20 μL 分别进样,测定其峰高,以峰面积 S 对质量浓度 C (mg/L) 作图,绘制出标准曲线。由回归分析得到回归方程式: $y = 0.0102x - 0.0338$; $R^2 = 0.998$, $R = 0.999$, 最小检出限量为 0.006 mg/g 。

2.1.3 精密度与回收率试验 取同种试验材料样品 3 份,其中 1 份作本底,另外 2 份分别添加一定量的苹果酸标品溶液后,测定苹果酸成分含量,每份样品进行 6 次平行测定,考察测定方法的回收率和精密度,结果表明本方法回收率高,重现性好。

2.2 3 种石斛叶片中苹果酸含量日变化动态

为了保证试验结果的准确性,本研究采用 2 个对照,分别是 大叶落地生根和长寿花,其中大叶落地生根是一种经典的专性 CAM 植物。从得到的试验结果(图 3、表 2)来看,3 种石斛中,报春石斛表现为比较明显的 CAM 特征,苹果酸昼夜变化的节律呈现出典型的 CAM 阶段特征。最高值出现在 08:00,叶肉苹果酸含量高达 2.5011 mg/g ,最低值出现在 18:00 左右,测定值为 0.0065 mg/g ,接近本试验的检出限,高低值相差 369 倍。19:00 以后,苹果酸开始积累,叶肉细胞苹果酸浓度开始升高,早晨尽管有光照,但是此时处于阶段 II,PEPC 和 Rubisco 同时工作,依然有苹果酸的积累,至 09:00 前后,苹果酸积累达到峰值。进入阶段 III 之后,PEPC 活性降低,细胞内 Rubisco 起主导作用,苹果酸开始加速脱羧放出二氧化碳,用于卡尔文循环。由于不断消耗,苹果酸含量逐渐减少,净光合作用速率由于碳源供应不足降至很低。随着光照减弱,黑暗来临,气孔开张,新的 4 阶段循环再次开始。

金钗石斛苹果酸含量在一定程度上表现出有节律性变化,其变化节律与兼性 CAM 植物长寿花很相似,但是苹果酸的绝对量和节律性都与大叶落地生根有相当的差距。虽然具备一定 CAM 植物的特征,但极不明显,可以初步判定为兼性 CAM 植物。鼓槌石斛的叶肉苹果酸含量极低,1 d 中大部分时段检测不到苹果酸,即便是检测到,其时段与 CAM 植物的阶段性变化没有明显相关关系,因此在本试验条件下,不能认为鼓槌石斛是 CAM 植物。

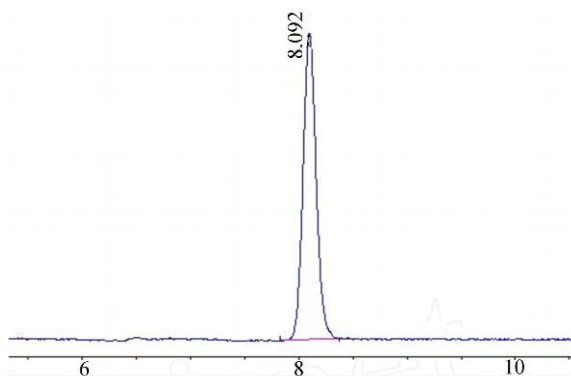


图 1 苹果酸标准样品

Fig 1 The spectrum of malate for standard sample via Agilent1100

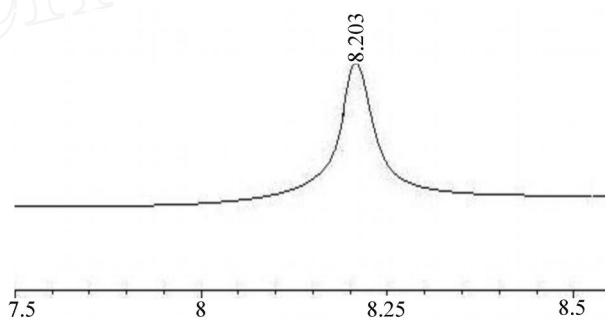


图 2 09:00 报春石斛鲜叶样品苹果酸液相图谱

Fig 2 The malate spectrum of trial sample in fresh leaf for *D. primulinum* at 9 AM

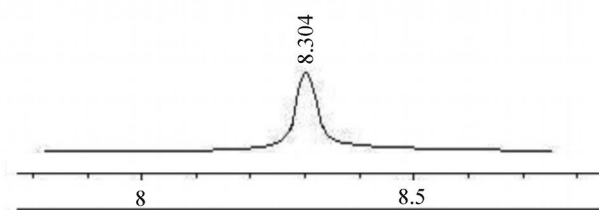


图 3 08:00 金钗石斛鲜叶中苹果酸图谱

Fig 3 The malate spectrum in fresh leaf for *D. nobile* at 8 AM

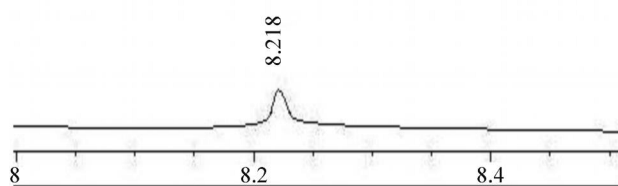


图 4 16:00 鼓槌鲜叶中苹果酸图谱

Fig 4 The malate spectrum in fresh leaf for *D. chrysotoxum* at 16 PM

表 1 高效液相色谱法测定苹果酸的回收率和精确度

Tab 1 Measurement of the recovery of malate content via HPLC and inspection of the accuracy

种名 Species	本底值 / (mg · g ⁻¹) Background	添加量 / (mg · g ⁻¹) Addition	测定值 / (mg · g ⁻¹) Final value	平均回收率 / (mg · g ⁻¹) Average recovery	相对于标准差 / % Relative standard deviation
报春石斛	1.5263	1.0	2.5218	0.9982	0.98
<i>D. primulinum</i>		2.0	3.5201	0.9982	0.96
金钗石斛	0.5218	0.5	1.0266	1.0047	1.71
<i>D. nobile</i>		1.0	1.5259	1.0027	1.62
鼓槌石斛	0.2082	0.1	0.3108	1.0084	1.82
<i>D. chrysotoxum</i>		0.5	0.7124	1.0059	1.91
长寿花	1.2681	1.0	2.2693	1.0005	0.88
<i>K. blossfeldiana</i>		1.5	2.7698	1.0006	0.91
大叶落地生根	2.2368	1.0	3.2351	0.9995	1.12
<i>K. daigremontiana</i>		1.5	3.7339	0.9992	1.09

表 2 5种实验植物叶片苹果酸含量日变化动态

Tab 2 Diel fluctuation model of malate contents in fresh leaves for five species employed in the trials mg/g

时间 /h Time	报春石斛 <i>D. primulinum</i>	金钗石斛 <i>D. nobile</i>	鼓槌石斛 <i>D. chrysotoxum</i>	长寿花 <i>K. blossfeldiana</i>	大叶落地生根 <i>K. daigremontiana</i>
0	1.3821 ± 0.0621	0.1528 ± 0.0342	0.0000	0.2598 ± 0.0026	2.0536 ± 0.0381
1	1.4903 ± 0.0213	0.1165 ± 0.0225	0.0000	0.2653 ± 0.0023	2.1683 ± 0.0502
2	1.5802 ± 0.0381	0.0956 ± 0.0012	0.1721 ± 0.0126	0.2662 ± 0.0082	2.3026 ± 0.0482
3	1.6989 ± 0.0392	0.1263 ± 0.0062	0.0000	0.2688 ± 0.0095	2.5368 ± 0.0621
4	1.8165 ± 0.0238	0.1308 ± 0.0053	0.0000	0.2869 ± 0.0083	2.6601 ± 0.0829
5	2.0338 ± 0.0563	0.1526 ± 0.0038	0.0000	0.3368 ± 0.0039	2.8026 ± 0.0918
6	2.1961 ± 0.0601	0.2865 ± 0.0095	0.0000	0.3865 ± 0.0028	2.9653 ± 0.0993
7	2.3962 ± 0.0692	0.6111 ± 0.0138	0.0000	0.6385 ± 0.0032	3.0863 ± 0.1261
8	2.5011 ± 0.0681	0.8759 ± 0.0266	0.0000	0.9358 ± 0.0063	3.1322 ± 0.1871
9	2.3988 ± 0.0635	0.5239 ± 0.0381	0.0000	1.6982 ± 0.0828	3.1663 ± 0.1193
10	2.1869 ± 0.0689	0.3859 ± 0.0183	0.0000	2.1954 ± 0.0692	2.8260 ± 0.1826
11	1.8302 ± 0.0521	0.2744 ± 0.0329	0.0000	1.9255 ± 0.0921	1.6535 ± 0.0882
12	1.5021 ± 0.0283	0.0821 ± 0.0028	0.0000	1.6583 ± 0.0816	1.1832 ± 0.0121
13	1.2162 ± 0.0189	0.0000	0.0000	1.2691 ± 0.0362	0.6586 ± 0.0116
14	1.0696 ± 0.0216	0.0000	0.0000	0.9368 ± 0.0088	0.6021 ± 0.0081
15	0.8102 ± 0.0102	0.0000	0.0000	0.5082 ± 0.0028	0.5603 ± 0.0068
16	0.5314 ± 0.0095	0.0937 ± 0.0025	0.2516 ± 0.0140	0.1782 ± 0.0019	0.3277 ± 0.0094
17	0.1388 ± 0.0092	0.1304 ± 0.0116	0.0000	0.1660 ± 0.0018	0.1028 ± 0.0022
18	0.0065 ± 0.0008	0.1386 ± 0.0082	0.0000	0.1410 ± 0.0023	0.3206 ± 0.0062
19	0.2101 ± 0.0083	0.1583 ± 0.0091	0.1376 ± 0.0210	0.1592 ± 0.0025	0.8512 ± 0.0081
20	0.8886 ± 0.0091	0.4420 ± 0.0108	0.0000	0.1823 ± 0.0019	1.3802 ± 0.0106
21	1.1820 ± 0.0293	0.3620 ± 0.0990	0.0000	0.2081 ± 0.0032	1.3236 ± 0.0113
22	1.2986 ± 0.0328	0.2361 ± 0.0081	0.0000	0.2396 ± 0.0029	1.6961 ± 0.0168
23	1.3525 ± 0.0319	0.1763 ± 0.0062	0.0000	0.2570 ± 0.0035	1.8152 ± 0.0181

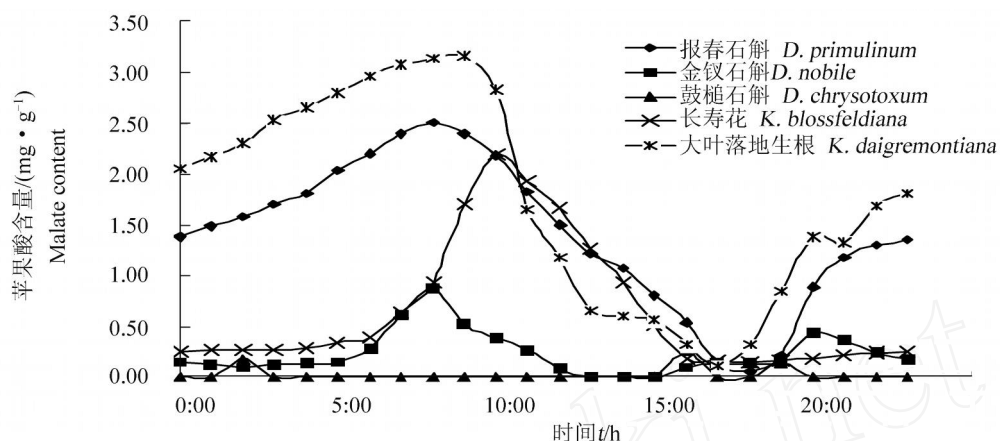


图 5 5 种试验植物鲜叶中苹果酸含量日变化

Fig 5 Diel fluctuation of malate contents in fresh leaves for five species employed in the trial

3 结论与讨论

通过对 3 种石斛叶片苹果酸日变化动态的测定,本研究初步推断:(1)报春石斛是典型的 CAM 植物;(2)金钗石斛具备一定景天酸代谢特征,是兼性 CAM 植物;(3)鼓槌石斛不具备 CAM 植物特征,其光合作用碳同化可能行 C_3 途径。

石斛属作为兰科大属,其遗传多样性丰富^[20],而且其分布环境变化极大,因此该属光合作用碳同化^[21]可能存在多条介于 C_3 与 CAM 之间的中间路径,苏文华、张光飞^[23]研究认为金钗石斛是兼性景天酸代谢植物,随着环境条件的变化,光合作用可在 CAM 途径与 C_3 途径间变化。但是关于石斛属植物光合作用碳同化途径国内外尚没有系统研究。Ulrich L ütge^[22]从分子起源、代谢机制、生理、个体生态、群体生态等不同层面论述 *Clusia* 属植物的 CAM 特征及其调控方式。该属植物分为 4 种光合生理方式: C_3 、CAM、 C_3 -CAM、CAM-idling

如何界定不同程度的 CAM 植物,最常用的方法是以气体交换的方式测得表观光合作用速率的变化方式。然而,对于兼性和专性 CAM 植物来说,净光合作用速率并不能反映叶绿体内实际光合作用状况;这就要借助叶绿素荧光动力学技术,以此为探针,不受气孔开闭的限制,以探测光系统 I 和光系统 II 的电子、质子以及能量传递运输状况。同时,还需要有 C_4 双羧酸含量、PEPC 活性、Rubisco 活性、气孔的昼夜变化节律作为佐证。

综上所述,本试验以叶片苹果酸变化为测定指标来研究 3 种石斛的光合作用碳同化方式,表明高效液相色谱技术可以用来精确测定石斛属植物叶片苹果酸含量。然而以上研究工作仅是对石斛属植物碳同化途径系统研究的初步尝试,石斛属植物在我国就有 82 种,我们已经收集到的多达 50 种,加之诸多新的研究方法,所以石斛属植物碳同化途径系统研究领域有大量工作需要开展。

参考文献:

- [1] 王雁,李振坚,彭红明. 石斛兰——资源·栽培·应用 [M]. 北京:中国林业出版社,2007: 11.
- [2] 苏文华,张光飞. 铁皮石斛叶片光合作用碳代谢途径 [J]. 植物生态学报,2003,27(5): 631 - 637.
- [3] 蔡永萍,李玲,霍山县 3 种石斛叶片光合特性及其对光强的响应 [J]. 中草药,2005,36(4): 586 - 590.
- [4] 丑敏霞,朱利泉,张玉进,等. 不同光照强度和温度对金钗石斛生长的影响 [J]. 植物生态学报,2001,25(3): 325 - 330.
- [5] 吕献康,徐春华,舒小英. 3 种石斛的光合特性研究 [J]. 中草药,2004,35(11): 1296 - 1298.
- [6] 蔡永萍,李玲,李合生,等. 霍山石斛叶片光合速率和叶绿素荧光参数的日变化 [J]. 园艺学报,2004,31(6): 778 - 783.
- [7] 任建武,王雁,彭镇华. 3 种温室栽培石斛冬季光合特性研究 [J]. 西北林学院学报,2009,24(1): 39 - 43.
- [8] Shorina M V, Ragulin V V, Kuznetsov V V, et al. Are cadaverine and ethylene involved in the induction of CAM photosynthesis in the common ice plant [J]. Doklady Biological Sciences, 2005, 400(1): 45 - 47.
- [9] Gravatt D A. Crassulacean acid metabolism and survival of asexual propagules of *Sedum wrightii* [J]. Photosynthetica, 2003, 41(3): 449 - 452.

- [10] Mar V Lara, Karen B Disante, Florencio E Podest, et al Induction of a crassulacean acid like metabolism in the C₄ succulent plant, *Portulaca oleracea* [J]. Photosynthesis Research, 2003, 77 (3) : 241 - 254.
- [11] Keeley J E. Diel acid fluctuations in C₄ amphibious grasses [J]. Photosynthetica, 1998, 35 (2) : 273 - 277.
- [12] Kholodova V P, Gracheva S N, Morkina Yu S, et al Reversibility of the stress - induced development of CAM photosynthesis in plants [J]. Doklady Biological Sciences, 2004, 395 (3) : 133 - 135.
- [13] Boretto F, Duarte H M, Ulrich Lüttge Responses of chlorophyll fluorescence parameters of the facultative halophyte and C₃ - CAM intermediate species *Mesembryanthemum crystallinum* to salinity and high irradiance stress [J]. Journal of Plant Physiology, 2007, 164 (7) : 904 - 912.
- [14] 李华云, 庄军平, 黄胜琴, 等. 高浓度 CO₂ 对蝴蝶兰 CO₂ 吸收速率和生长的影响 [J]. 园艺学报, 2007, 34 (3) : 705 - 710.
- [15] 庄晨, 苏小记, 吴丽园. CAM 植物 NADP——苹果酸的环境调节 [J]. 西北植物学报, 1994, 14 (5) : 47 - 50.
- [16] Gehrig H, Taybi T, Kluge M, et al Identification of multiple PEPC isogenes in leaves of the facultative crassulacean acid metabolism (CAM) plant *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln cv Tom Thumb [J]. FEBS LETTERS, 1995, 377 (3) : 399 - 402.
- [17] Kholodova V P, Gracheva S N, Morkina Yu S, et al Reversibility of the stress - induced development of CAM photosynthesis in plants [J]. Doklady Biological Sciences, 2004, 395 (3) : 427 - 429.
- [18] Nisperos - Carriedo M O, Buslig B S, Shaw P E Simultaneous detection of dehydroascorbic, ascorbic and some organic acids in fruits and vegetables by HPLC [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1992, 40 (7) : 1127 - 1130.
- [19] 高海燕, 王善广, 胡小松. 利用反相高效液相色谱法测定梨汁中有机酸的种类和含量 [J]. 食品与发酵工业, 2004, 30 (8) : 96 - 100.
- [20] 袁佐清, 张建勇, 刘涛. 石斛属植物遗传多样性的简单重复间系列分析 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20 (2) : 435 - 436.
- [21] Fernando Boretto, Heitor Monteiro Duarte, Ulrich Lüttge Responses of chlorophyll fluorescence parameters of the facultative halophyte and C₃ - CAM intermediate species *Mesembryanthemum crystallinum* to salinity and high irradiance stress [J]. Journal of Plant Physiology, 2007, 164 (7) : 904 - 912.
- [22] Ulrich Lüttge Photosynthetic flexibility and ecophysiological plasticity: Questions and lessons from *Clusia*, the only CAM tree, in the neotropics [J]. New Phytologist, 2006, 171 (1) : 7 - 25.
- [23] 苏文华, 张光飞. 金钗石斛光合作用特征的初步研究 [J]. 中药材, 2003, 26 (3) : 157 - 159.

· 简讯 ·

《江西农业大学学报》网上投稿系统正式开通试用

《江西农业大学学报》网上投稿系统正式开通试用,基本可实现作者网上投稿、实时查询稿件状态及修改意见,专家网上审稿以及编辑网上处理稿件等功能,使稿件审理愈加快捷、方便、有效。

网上投稿系统登录途径:

1. 直接登录《江西农业大学学报》网上投稿系统单独域名 <http://www.jxndxuebao.com>。

2. 登录江西农业大学学报编辑部主页 <http://xuebao.jxau.edu.cn>, 然后点击投稿指南中的网址链接或主页上《江西农业大学学报》最新一期封面,即可登录到投稿系统。

作者投稿具体步骤如下:先登录投稿系统页面,然后点击左侧“作者投稿查稿”按钮,进入投稿主页(首次投稿则需进行注册),输入用户名和密码后即可登录系统进行投稿。需注意的是请尽量按照左页面提示,按步骤分别提交稿件相关信息,尽量将个人信息及论文内容填写详细,投稿附件为 word 格式的论文稿,最后将投稿预览确认后即可提交。若稿件提交成功,屏幕上会显示稿件。

通过投稿系统投稿的作者可点击“投稿稿件文件夹”实时查询稿件审理情况。同时编辑部投稿邮箱 ndxb7775@sina.com 同步使用,未使用投稿系统的作者可投稿到本邮箱。

欢迎您使用投稿系统,您在投稿查稿过程中如果遇到问题请及时与编辑部联系。

联系电话: 0791 - 3813246

投稿邮箱: ndxb7775@sina.com

编辑部网站: <http://xuebao.jxau.edu.cn>