

4 种室内观赏植物对苯气体胁迫的反应

陆长根, 盛宁, 张衡锋

(1. 江苏省中国科学院植物研究所, 江苏南京210014; 2. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏南京210037)

摘要 [目的] 研究室内观赏植物对苯气体的胁迫。[方法] 用移液枪在密封仓中分别注入10、20、40和80 μ l 的苯溶液对4种室内观赏植物进行胁迫处理。[结果] 结果表明, 4种植物净化苯污染的能力存在显著差异。通过测定生理指标, 4种植物耐苯胁迫的能力也存在显著差异, 其中玉吊钟 (*Kalanchoe fedtschenkoi* Hamt et Perr.) 和木立芦荟 (*Aloe arborescens* Mill.) 的耐苯胁迫能力较强; 绒毛掌 (*Echeveria pulvinata* (Hbck.) Rose) 和莲花掌 (*Aeonium arboretum* (L.) Webb. et Berth.) 的耐苯胁迫能力相对较差。[结论] 该研究为这4种观赏植物在室内吸收净化苯气体污染推广提供科学数据。

关键词 室内观赏植物; 苯气体胁迫; 抗污染性

中图分类号 S685.99 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)34-14869-02

Study on Four Kinds of Indoor Ornamental Plants' Responses to Benzene Gas Stress

LU Chang-gen et al (Institute of Botany of Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing, Jiangsu 210014)

Abstract [Objective] The purpose was to study indoor ornamental plants' responses to benzene gas stress. [Method] A stress treatment to four kinds of indoor ornamental plants had been carried out by injecting 10, 20, 40 and 80 μ l of benzene solution with a pipette in a sealed chamber, respectively. [Result] The results indicated that four kinds of plants had great difference in their ability to purify the benzene pollution, and the anti-stress abilities of them were also quite different by determining physiological indices. Wherein, the anti-stress ability of *K. fedtschenkoi* and *A. arborescens* were stronger, while *E. pulvinata* and *A. arboretum* had weaker ability. [Conclusion] This study will provide the scientific references for popularization of absorbability and purification benzene gas pollution of four kinds of indoor ornamental plants.

Key words Four kinds of indoor ornamental plants; Benzene gas stress; Anti-pollution

近年来,人们在关注室外空气质量的同时也开始重视室内装修污染带来的危害。苯有潜在的强致突变作用,被世界卫生组织确定为致癌和致畸形物质。据调查,我国目前使用的大部分装饰材料,如胶粘剂和油漆等均含有苯^[1]。国内研究植物吸收净化室内空气的报道比较少,多集中在净化大气中的有害气体。高厚强等对大气污染对叶绿素含量等方面进行了研究^[2],连玉武等对植物的抗氧化酶系统、膜系统完整性和植物体内丙二醛积累进行了研究^[3]。国外这方面的研究相对较早、较多,但多集中于对甲醛和CO₂的研究,对苯气体污染的研究相对较少。室内苯气体污染研究的代表有Wolverton B.C.博士,他模拟室内空间,选用洋常春藤、富贵竹、菊花和广东万年青等进行苯胁迫试验,结果发现,洋常春藤、白鹤芋、广东万年青和银边朱蕉等净化苯污染能力较强^[4-5]。笔者选用木立芦荟、绒毛掌、莲花掌和玉吊钟这4种适宜家庭莳养的室内观赏植物进行苯气体胁迫试验,为这4种观赏植物的在室内吸收净化苯气体污染提供科学数据。

1 材料与方 法

1.1 材料 试验于2007年4~8月在中国科学院江苏省植物研究所和南京林业大学进行。试验材料为4种植物:木立芦荟 (*Aloe arborescens* Mill.)、绒毛掌 (*Echeveria pulvinata* (Hbck.) Rose)、莲花掌 (*Aeonium arboretum* (L.) Webb. et Berth.) 和玉吊钟 (*Kalanchoe fedtschenkoi* Hamet et Perr.), 均引种于南京中山植物园温室内的2年生实生苗。从近千株的实生苗中,选生长健壮、整齐一致的个体,每盆5株,每种15盆,放在光照条件一致的温室苗圃养护栽培。

1.2 方法 参考美国Wolverton B.C.博士对植物苯胁迫的试验方法^[6],用0.8cm厚普通玻璃制成0.9m×0.5m×0.5m的密封仓。侧面留一门可自由打开,门上开有一直径为1cm

的圆孔,用于抽取苯气体。苯具有很强的挥发性,采用熏蒸法,将植物放入密封仓内,温室温度控制在25℃,用移液枪注入10、20和40 μ l 的99.9%的苯液体,分别在注入苯溶液1h(根据预试验,大约60min时间挥发完全)和24h后用玻璃针筒抽取100ml气体,送到南京市环境监测中心站测定苯气体浓度。由于土壤对苯的吸收影响很大,所以花盆都用聚四氟乙烯薄膜包裹。植物放入密封仓中72h后取出,采集生长良好,没有病虫害的叶片,带回南京林业大学园林植物实验室。

1.3 指标测定

1.3.1 对苯浓度、苯下降率和单位叶面积吸收率的测定。 用Agilent 689N气相色谱仪测定苯气体浓度,每次试验重复3次,减少的部分为植物吸收的量。植物叶面积用德国Li-3000A便携式叶面积测定仪测定。计算公式为:苯下降率=苯浓度减少量/苯初始浓度×100%;单位叶面积吸收率=苯减少量/叶面积。

1.3.2 原生质膜通透性的测定^[7]。 将叶片用超纯水冲洗3遍,用滤纸吸干叶表面的水分,然后用0.5cm的打孔器取圆叶15个,放入50ml三角瓶中,加入20ml超纯水,静置5h,用DDS-11型电导仪测定电导值(C₁),然后将样品在100℃中水浴20min,冷却至室温,测定电导值(C₂),计算公式为:相对电导率=C₁/C₂×100%。

1.3.3 叶绿素含量的测定。改良的丙酮乙醇混合法^[7]:称量测试植物0.2g,剪成约1mm宽的细丝,无损地放入具塞的三角瓶,加入丙酮、乙醇各10ml,室温下暗处提取,24h后使用分光光度计在波长645、663nm下测光密度值,根据公式计算每克鲜叶组织中所含叶绿素a、b的量。

2 结果与分析

2.1 4种植物对苯吸收能力的比较 由表1可知,4种植物对苯的吸收能力存在显著差异。在苯浓度为32.92ng/m³时,单位叶面积吸收率从小到大依次为玉吊钟、木立芦荟、莲

花掌和绒毛掌;在苯浓度为 52.07 ng/m^3 时,单位叶面积吸收率从小到大依次为木立芦荟、玉吊钟、绒毛掌和莲花掌;在苯浓度为 112.6 ng/m^3 时,单位叶面积吸收率从小到大依次为木立芦荟、玉吊钟、绒毛掌和莲花掌。即使同一种植物在不同的苯浓度胁迫下对苯的吸收效果差距也很大,莲花掌的单位叶面积吸收率随着浓度升高也不断升高, 112.6 ng/m^3 时的值约是 32.92 ng/m^3 时值的5倍。

表1 4种植物24 h内对苯的吸收统计

Table 1 The statistics of the absorptive capacity of 4 species of plants to benzene within 24 hours

植物 Harts	叶面积 m^2 Leaf area	24 h 后苯浓度 ng/m^3 Benzene concentration after 24 h			苯下降率 % Reduced rate of benzene			单位叶面积吸收率 ng/m^3 Absorption rate per unit leaf area		
		10 μl	20 μl	40 μl	10 μl	20 μl	40 μl	10 μl	20 μl	40 μl
对照 Control	0	32.92	52.07	112.6	0.90	1.20	1.80	0	0	0
木立芦荟 <i>Aoe arborens</i>	0.202 56	7.44	30.30	66.92	75.28	43.36	30.39	30.55	31.28	39.37
绒毛掌 <i>Echeveria pulvinata</i>	0.166 89	11.70	29.72	72.71	64.55	44.69	32.06	58.40	65.80	94.04
莲花掌 <i>Aeonium arboretum</i>	0.082 07	22.50	36.45	62.38	24.50	30.67	37.70	41.28	91.05	213.02
玉吊钟 <i>Kalanchoe fedtschenkoi</i>	0.039 79	7.74	37.83	64.87	72.36	64.95	44.62	22.50	41.99	57.98

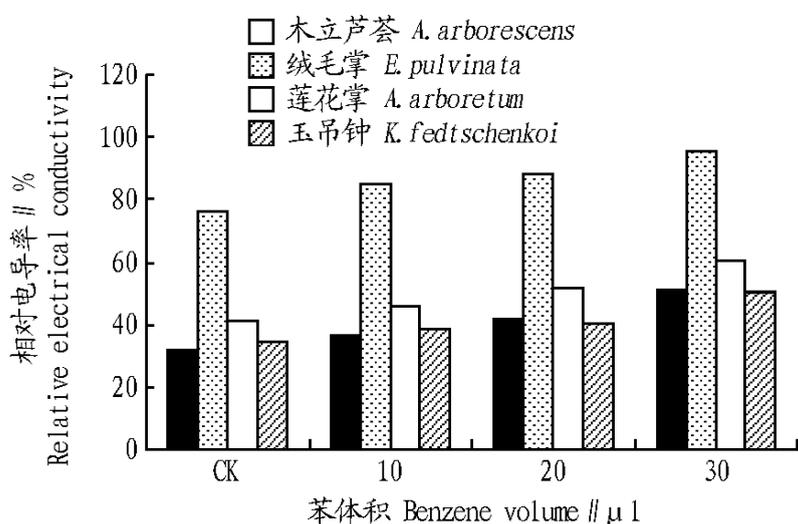


图1 苯胁迫下叶片相对电导率的变化

Fig.1 The relative electrical conductivity changes of leaves under benzene stress

由图1可知,在苯胁迫下,随着胁迫强度的增加,4种植物的细胞膜受伤害程度也加大。尤其是莲花掌在密封仓中注入 $40 \mu\text{l}$ 苯时受伤害程度最为明显。其中玉吊钟和木立芦荟抗性较强,而绒毛掌和莲花掌的抗性较弱。对植物种类和浓度做双因素方差分析:各树种的细胞膜相对透性的变化有显著差异($F_{\text{种}} = 12.21 > F_{0.01} = 6.99$; $F_{\text{浓}} = 3.99 > F_{0.05} = 3.86$)。

2.3 叶绿素含量的变化 当植物在逆境条件下受到伤害或者植物衰老时,最明显的表现就是叶绿素的分解加速或合成受阻,其含量下降。4种植物随着苯浓度的升高,叶绿素不断分解,含量不断下降。其中莲花掌随着苯浓度的升高,叶绿素含量分别下降了47.2%、67.4%和99.3%。另外,随苯浓度的升高,4种植物的叶绿素a/b值不断上升。

由图2可知,受苯胁迫后,植物叶片的叶绿素值都低于对照组。其中玉吊钟和木立芦荟的下降量少,表现出较强的抗性,而莲花掌和绒毛掌的叶绿素含量下降幅度较大,表明抗性较弱。对植物种类和浓度做双因素方差分析:4种植物叶绿素含量的变化和叶绿素a/b值都无显著差异。

3 结论与讨论

对不同的植物进行人工熏气试验,分析表明,植物对苯气体具有一定的吸收能力,而且不同植物之间具有明显的差

2.2 原生质膜通透性的变化 抗性强的树种叶细胞膜不易被破坏,透性小;抗性差的树种叶细胞膜破坏严重,透性大^[8]。4种植物受不同浓度的苯胁迫后,玉吊钟和木立芦荟的相对电导率变化较小,玉吊钟从低浓度到高浓度,相对电导率分别增加了2.05%、4.04%和9.46%。莲花掌的膜系统遭受胁迫的伤害较大,导致透性大幅增大,随着浓度的增加,电导率分别增加了4.34%、5.24%和13.74%。

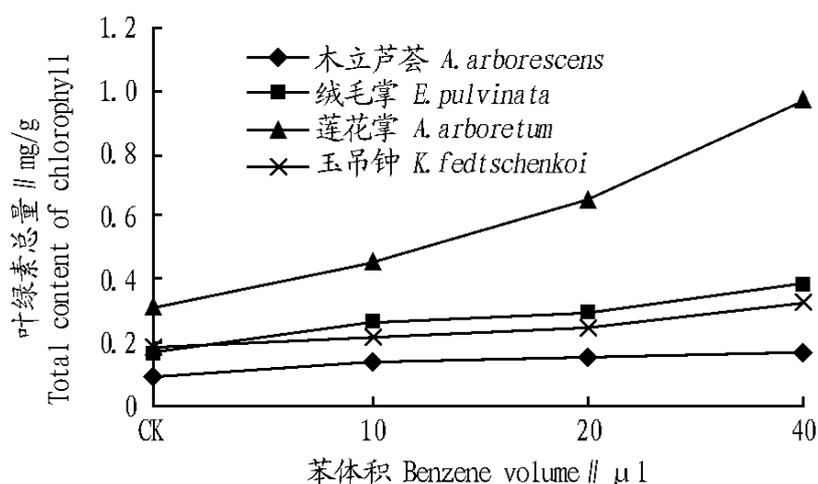


图2 苯胁迫下叶绿素含量的变化

Fig.2 The changes of chlorophyll content under benzene stress

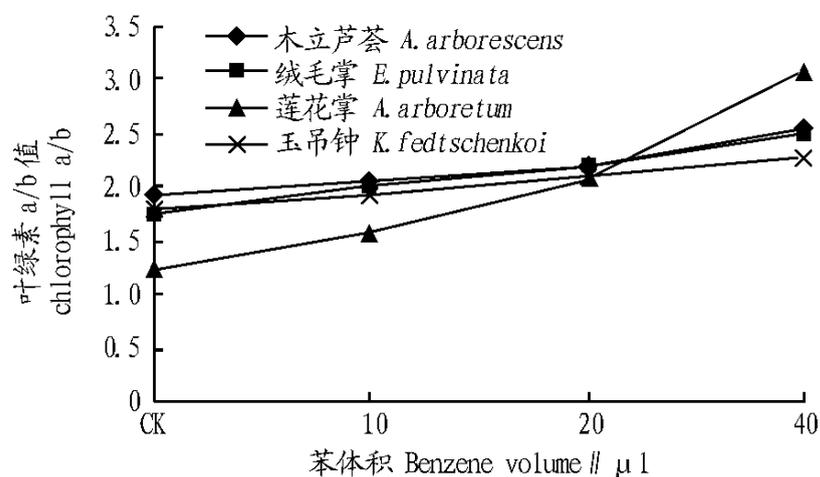


图3 苯胁迫下a/b值

Fig.3 The ratio of chlorophyll a to chlorophyll b under benzene stress

异。这些差异和植物的代谢、形态和结构的差异有很大联系。植物对苯的吸收除叶片外,植物的茎干、枝条和土壤等都发挥了作用。

采用熏蒸法对4种植物胁迫处理,结果表明,玉吊钟和木立芦荟抗性较强,但净化能力较差;绒毛掌和莲花掌净化能力较强,但抗性较差。虽然对植物受到苯胁迫时的生理指标变化研究较少,而且苯对植物产生的胁迫机理尚不清楚,但通过对4种植物苯胁迫的研究发现,生理指标的变化与一些植物受到甲醛和 CO_2 胁迫时生理指标变化基本相似。

叶绿素处于不断分解。而经过1-MCP处理的大枣果实叶绿素分解速率显著低于对照果。

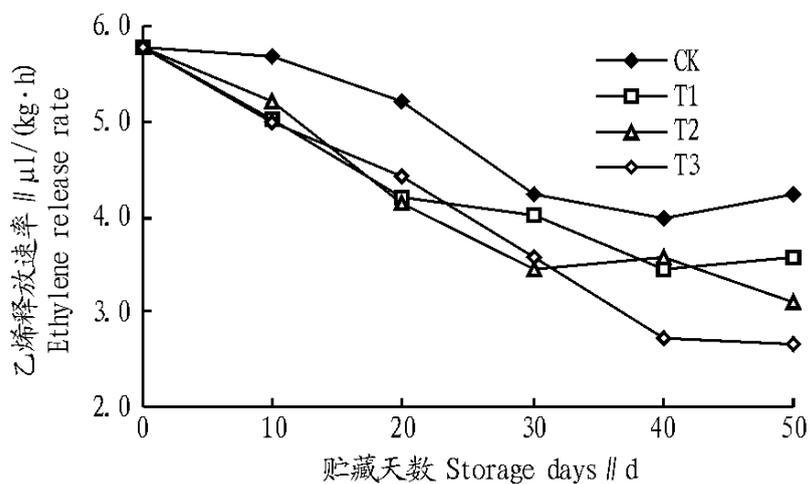


图2 1-MCP对大枣果实乙烯释放速率的影响

Fig.2 Effects of 1-MCP on ethylene release rate of jujube fruits

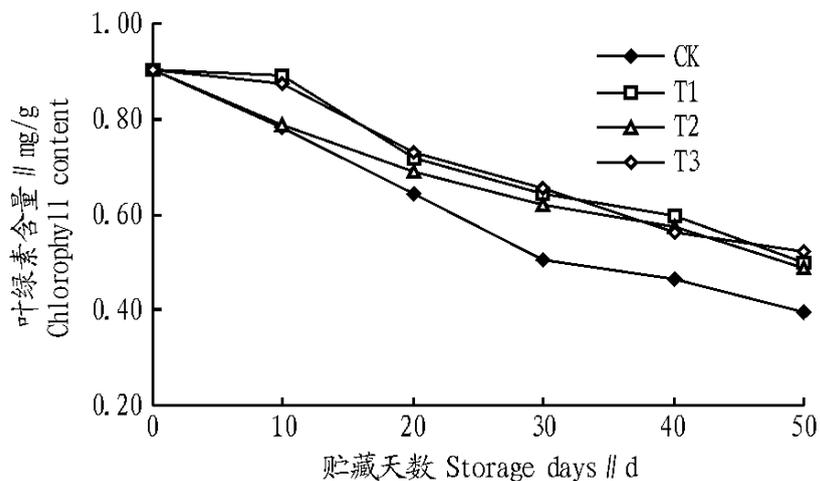


图3 1-MCP对大枣果实叶绿素含量的影响

Fig.3 Effects of 1-MCP on chlorophyll content in jujube fruits

3 讨论

1-MCP作为一种高效、无毒的乙烯作用抑制剂,可与乙烯竞争乙烯受体,从而阻断乙烯信号的转导作用,延缓果实成熟衰老^[9]。1-MCP延缓果蔬成熟衰老首先表现在抑制呼吸跃变型果实的呼吸强度和乙烯的合成,推迟呼吸高峰和乙烯峰的出现^[10]。对于1-MCP在非呼吸跃变型果实上的效果,争议较多,如1-MCP会促进葡萄果实乙烯的合成,提高乙烯前体ACC含量及ASC酶的活性^[11]。对于枣果的呼吸类型,国内目前有两种看法,有人认为枣果属非呼吸跃变型果实^[12-13],也有人认为枣果属呼吸跃变型果实^[14-15],这可能

与品种、产地甚至贮藏条件有关。该研究结果表明,“金丝新”大枣果实在整个贮藏期间未出现明显的呼吸高峰,属于非呼吸跃变型果实。但1-MCP处理可以显著抑制果实内乙烯的合成,抑制枣果的呼吸作用及叶绿素的分解,从而延缓了果实的衰老过程。

参考文献

- [1] SEREK M, SISLER E C, RED M S. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants[J]. *J Amer Soc Hort Sci*, 1994, 119(6): 1230-1233.
- [2] SISLER E C, SEREK M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent development[J]. *Physiol Plant*, 1997, 100: 577-582.
- [3] JEONG J, HUBER D J, SARGENT S A. The potential benefits of 1-MCP for regulating the ripening and extending the storage life of avocados[J]. *Hort Sci*, 1999, 34(3): 538-543.
- [4] SONG J, TIAN M S, DILLEY D R, et al. Effect of 1-MCP on apple fruit ripening and volatile production[J]. *Hort Sci*, 1997, 32(3): 536-539.
- [5] MILLER R S, MURR D P, SKOGL J. Ripening control of *Pyrus communis* L. fruit with 1-MCP[J]. *Hort Sci*, 1999, 34(3): 507-511.
- [6] RUPASINGHE H P V, MURR D P, PAIYATH G. 1-MCP mediated ripening changes in McIntosh apples[J]. *Hort Sci*, 1999, 34(3): 511-516.
- [7] XIONG X M, RAO J P, DAI S Q, et al. Effect of cold treatment on the quality and anti-oxidative enzyme activities of retained fruit during storage[J]. *Acta Horticult Sci*, 2006, 26(3): 473-477.
- [8] 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.
- [9] 胡芳, 马尚书, 侯大光. 甜柿采后生理特性及对1-MCP处理的反应[J]. *西北植物学报*, 2007, 27(3): 571-576.
- [10] 李志强, 汪良驹, 王中华. 1-MCP处理对黄花梨果实采后生理的影响[J]. *西北植物学报*, 2007, 27(3): 2334-2338.
- [11] MULLINS E D, MCCOLLUM T G, MCDONALD R E. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non climacteric fruit[J]. *Postharvest Bio and Tech*, 2002, 19: 155-164.
- [12] 寇晓虹, 王文生, 吴彩娥, 等. 鲜枣冷藏过程中生理生化变化的研究[J]. *中国农业科学*, 2000, 33(6): 44-49.
- [13] 王文辉, 孙希生, 王志华, 等. 打平顶枣采后生理特性研究[J]. *果树学报*, 2003, 20(4): 275-279.
- [14] 白华飞, 杨晓棠, 吴锦铸, 等. 1-甲基环丙烯对台湾青枣采后生理效应的影响[J]. *热带亚热带植物学报*, 2004, 12(4): 363-366.
- [15] 汪跃华, 林银凤, 温玉辉, 等. 氯化钙结合低温处理对台湾青枣贮藏的影响[J]. *西南农业大学学报*, 2006, 28(2): 195-196.
- [16] 乔勇进, 王海宏, 方强, 等. 1-MCP处理对“白玉”枇杷贮藏效果的影响[J]. *上海农业学报*, 2007, 23(3): 1-4.
- [17] WEI T J, DOU Y P. Physio-biochemical changes in jujube fruits (*Zyzyphus jujube* Mill. cv. Lingwuchangzao) at mature stage[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(2): 18-22.
- [18] 王文辉, 王志华, 李志强, 等. 1-MCP对鲜枣采后生理及保鲜效果的影响[J]. *保鲜与加工*, 2003, 3(1): 21-23.

(上接第14870页)

此次研究采用了植物抗逆性常用的2个生理生化指标。植物在受到胁迫时会产生大量活性氧,引起质膜的过氧化反应,其结果使膜结构和功能受到损伤,使膜透性增加和细胞代谢失调。而相对电导率和叶绿素含量的多少是脂质过氧化作用强弱的一个重要指标。其余一些重要的指标,因为对它们的初试结果不稳定,可能存在一些干扰物质,所以需要进一步研究。此次研究只对植物进行了短期胁迫,未进行长期胁迫,所以接下来还要对其中抗性较强的几种植物进行长期胁迫研究。由于试验条件的限制,密封仓内的湿度未能得到控制,因为植物的呼吸和蒸腾作用,一般在12~14h内会出现水雾,并最终形成水珠附在密封仓壁上,对苯浓度的测定产生一定影响(苯不溶于水)。另外,试验所用的密封仓是仿照Wolverton B.C.的方法制作而成,

但普列克斯玻璃本身就吸收苯气体,所以对他的方法进行了一些改进,采用普通玻璃制作密封仓。

参考文献

- [1] QUJIANGQAO. Analysis of indoor formaldehyde pollution[J]. *Safety*, 2004, 6: 9-25.
- [2] 高厚强, 张晓玲. 合肥市大气污染对植物叶绿素a、b含量比例的影响[J]. *安徽农业科学*, 2003, 31(3): 367-368.
- [3] 连玉武, 段鹏程. 几种常见植物对大气污染的生理反应[J]. *上海环境科学*, 1996, 15(7): 14-16.
- [4] WOLVERTON B C, JOHNSON A, BOUNDS K. Interior landscape plants for indoor air pollution abatement[M]. Maryland: NASA/ALCA Final Report, Harts for Clean Air Council, Davidsonville, 1989.
- [5] WOLVERTON B C. Interior landscape plants and their role in improving indoor air quality[M]. Wolverton Environmental Services Inc., Rayane, Mississippi, 1990.
- [6] WOLVERTON B C, MCDONALD R C, WALKINS E A. Edge plants for removing indoor air pollution from energy-efficient homes[J]. *Economic Botany*, 1984, 38(2): 224-228.
- [7] 邹崎. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [8] CHESSMAN J M. Mechanism of salinity tolerance in plant[J]. *Plant Physiol*, 1998, 87: 547-550.