

天南星科室内观赏植物对苯的净化研究

来伊楠, 陈 波, 卢 山

(浙江理工大学建筑工程学院, 杭州 310018)

摘 要: 选用 16 种常见天南星科室内观赏植物, 进行苯熏蒸胁迫试验, 测定容器内苯含量随时间的变化情况以探讨植物对苯吸收或对空气的净化能力, 同时测定植物的叶面积, 分析研究叶面积的大小与苯吸收能力的关系。研究表明, 对苯的吸收总量依次是龟背竹、红掌、广东万年青、黄金宝玉、银皇后、金钱树、观音莲、粉掌、金钻蔓绿绒、白掌、合果芋、春羽、绿萝、白蝶合果芋、斜纹粗肋草、海芋; 单位叶面积吸收苯的能力依次为金钻蔓绿绒、观音莲、海芋、龟背竹、粉掌、春羽、金钱树、红掌、白掌、合果芋、黄金宝玉、白蝶合果芋、银皇后、广东万年青、绿萝、斜纹粗肋草; 综合单位体积和单位叶面积认为金钻蔓绿绒、龟背竹、观音莲、粉掌、金钱树、红掌和海芋为吸收苯的优等植物, 其他绿萝等为吸收苯的良好植物。

关键词: 苯; 天南星科; 室内空气污染; 净化

中图分类号: Q948.1 **文献标志码:** A

0 引 言

苯(Benzene, C_6H_6)是一种有机化合物,也是组成结构最简单的芳香烃,在常温下为一种无色的透明液体,具强烈的芳香气味,有毒,为 IARC(国际癌症研究机构, International Agency for Research on Cancer)认定的第一类致癌物。多年来,人们在室内装饰装潢的同时,由于胶黏剂、涂料和木器漆的应用,通常会散发苯的香味导致室内苯的污染,若人长期吸入将对身体造成严重的危害,可引发血液病、癌症等^[1]。研究发现,采用室内植物来清除室内空气污染是较简单、环保的方法^[2-5],然而有关植物净化污染气体的研究大多集中于甲醛和 CO_2 , 苯污染方面的研究较少^[6-7]。天南星科(Araceae)植物种类繁多,栽培较易,许多为常见的室内观赏植物^[8],为此选取天南星科 16 种室内常见观赏植物为研究对象进行苯污染净化的研究,为室内优良苯净化植物选择与应用提供科学依据。

1 实 验

1.1 植物材料

本试验所用材料均为天南星科室内观赏植物,选购于杭州凤起花鸟城,共 10 属 12 种,少数种有不同品种(共 8 个)。分别为:黄金宝玉(*Aglaonema commutatum* ‘Golden Jewelry’)、斜纹粗肋草(*A. Commutatum* ‘San Remo’)、银皇后(*A. Commulatum* ‘Silver Queen’)、广东万年青(*A. Modestum*)、观音莲(*Alocasia amazonica*)、海芋(*A. Macrorrhiza*)、红掌(*Anthurium andraeanum*)、粉掌(*A. Andraeanum*)、龟背竹(*Monstera deliciosa*)、白掌(*Spathiphyllum floribundum* ‘Clevelandii’)、金钻蔓绿绒(*Philodendron con-go*)、春羽(*Philodenron selloum*)、绿萝(*Scindapsus aureus*)、合果芋(*Syngonium podophyllum*)、白蝶合果芋(*S. Podophyllum* ‘White Butterfly’)、金钱树(*Zamioculcas zamii folia*)。

为表述方便,上述 16 个不同植物材料均用中文表述;除绿萝的应用形式为观叶垂吊盆栽,红掌、粉

收稿日期: 2014-04-19

基金项目: 浙江省花卉新品种选育重大科技专项重点项目(2012C12909-13)

作者简介: 来伊楠(1990-),女,浙江萧山人,硕士研究生,主要从事植物景观生态方面的研究。

通信作者: 卢 山, E-mail: lushan516@163.com

掌和白掌为观花盆栽,其余均为观叶盆栽。

1.2 研究方法

1.2.1 试验装置

一个长宽高均为 70 cm 的立方体钢化玻璃密闭容器,上部开一小口接橡皮管用于苯容量测定,容器底部装有一台小型风扇。容器接口处用密封胶带封口,防止气体漏出。

1.2.2 测定方法

在室内相同光照、温度、通风等环境条件下,3 个容器各放入同种盆栽植物 1 盆。为减少盆栽基质的影响,用黑色塑料袋把盆和盆土包裹。向密闭容器中放入 5 μL 的苯溶液,开启风扇,使苯溶液充分挥发后,处理 24 h,采用 Smat5000VOC 气体检测报警仪,每隔 4 h 同时测定每个容器内苯的浓度。叶面积采用 LI-3000 便携式叶面积仪测定。

1.2.3 统计方法

根据密闭容器体积 0.343 m^3 测得的苯量换算

成单位体积的苯量。根据相关系数(r)公式统计叶面积大小与苯吸收量的关系:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}。$$

式中: x_i 为叶面积的测量值, \bar{x} 为叶面积的平均值; y_i 为苯吸收量的测量值, \bar{y} 为苯吸收量的平均值; n 为实验重复次数; $i=1,2,\dots,n$ 。

2 结果与分析

2.1 天南星科室内观赏植物对苯的吸收总量

从表 1 看出,每隔 4 h,同科不同种观赏植物对苯的吸收情况不同。不同植物对苯的吸收净化情况存在着显著差异。例如金钻蔓绿绒 24 h 容器内苯含量减少了 10.45 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$,表明吸附或吸收苯的量为 10.45 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

表 1 不同时间点容器内苯的剩余量

$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$

植物名称	时间/h						
	0	4	8	12	16	20	24
金钻蔓绿绒	28.64	27.04	24.80	21.80	22.14	17.60	18.19
海芋	30.44	29.55	27.01	24.23	26.50	21.81	22.76
观音莲	25.55	22.77	20.70	17.79	18.23	14.26	13.21
金钱树	33.63	38.06	36.07	30.78	22.79	24.08	21.15
合果芋	26.20	26.04	22.92	19.25	19.33	14.27	16.12
白蝶合果芋	25.79	24.46	22.31	18.92	21.05	17.19	17.14
春羽	26.78	27.05	24.18	25.35	21.77	21.14	16.97
红掌	34.06	34.31	40.76	24.94	25.97	23.64	18.35
粉掌	24.86	23.50	25.21	22.10	16.07	16.97	13.95
龟背竹	28.52	17.06	6.48	6.46	6.29	5.12	3.13
广东万年青	36.88	35.33	36.00	28.06	22.73	24.66	21.45
白掌	36.6	37.63	41.02	33.74	28.99	33.21	26.39
绿萝	29.82	27.43	26.09	24.13	26.31	20.94	20.70
黄金宝玉	32.27	32.06	34.30	21.40	21.15	19.50	16.90
斜纹粗肋草	10.34	5.90	5.65	4.41	3.59	3.02	2.11
银皇后	25.08	26.20	26.37	22.34	16.47	16.60	12.58

虽各植物对苯的吸收量随时间整体在下降,但是每个时间段存在一定的起伏波动,表明吸收的程度也不同。例如金钱树、红掌、白掌、黄金宝玉、银皇后等 5 种植物容器内苯含量呈现前期上升的态势,可能是由于起初苯溶液没有完全挥发成气态造成挥发量大于吸收量、而后呈逐渐下降或呈微波伏状下降的趋势。海芋、白蝶合果芋、春羽、粉掌、广东万年青、绿萝等 6 种植物呈现先下降、后上升、然后再下降的波动状下降态势,可能由于这 6 种植物当时吸收量超过挥发量,后当吸收饱和时其挥发量大于吸

收量,最后待环境适应时再逐渐缓慢下降,伴随着饱和、调整的适应过程。金钻蔓绿绒、观音莲、合果芋、龟背竹、斜纹粗肋草等 5 植物基本上呈持续下降态势,可能这 5 种植物随着苯溶液的挥发不断地吸收并在吸收过程中逐渐调整适应环境而表现出持续吸收,特别是龟背竹和斜纹粗肋草在早期就呈现明显的下降、继后呈缓慢下降趋势。

研究表明,16 种天南星科植物对苯均具有一定的净化功能,但不同的植物吸收苯的能力不尽相同。从 24 h 内单位体积苯的吸收总量比较来看,植物对

苯的总吸收量依次是龟背竹>红掌>广东万年青>黄金宝玉>银皇后>金钱树>观音莲>粉掌>金钻蔓绿绒>白掌>合果芋>春羽>绿萝>白蝶合果芋>斜纹粗肋草>海芋。

2.2 单位叶面积苯吸收量

不同植物由于形态特征不同,吸收苯的能力也存在一定的差异(表 2)。根据单位叶面积分析植物对苯的吸收能力表明,不同植物单位时间和单位叶面积对苯的吸收量大小依次为金钻蔓绿绒>观音莲>海芋>龟背竹>粉掌>春羽>金钱树>红掌>白掌>合果芋>黄金宝玉>白蝶合果芋>银皇后>广东万年青>绿萝>斜纹粗肋草。

但统计表明,叶面积与苯吸收量相关系数为 0.114 26 呈正相关却达不到显著水平,这可能还与植物的代谢,叶片的结构、形态等有关。苯易溶于有机溶剂,而高等植物的叶片表面由表皮和蜡质膜组

成,蜡质膜含有长链烃、醇、醛、酮和酯等有机物,有利于苯的吸附^[9]。同时,植物可以通过叶片表面的气孔吸收苯,苯进入植物体后,植物细胞对气体进行识别,通过释放特异蛋白质来同化或分解污染物。研究表明,气孔密度越大,对苯的吸收率也就越高^[10]。从形态上来看,叶革质,绿色,叶片宽、肥厚,有光泽,叶柄长而粗壮的,对苯的吸收能力就强,如金钻蔓绿绒。观音莲叶柄粗大、叶片革质,海芋叶片亚革质、具有匍匐根茎、直立的地上根,龟背竹叶片厚、革质、茎绿色,粗壮,对苯的整体吸收能力都较强。相反,绿萝叶片属于薄革质,广东万年青鳞叶草质、叶片深绿色、略薄,银皇后茎直立不分枝、叶狭长、浅绿色、叶面有灰绿条斑,白蝶合果芋叶面大部分为黄白色、边缘具绿色斑块及条纹,黄金宝玉叶片以黄色居多、边缘具绿色斑块,这些叶片较薄、叶片颜色浅或具斑纹特征的植物吸收苯的能力就较弱。

表 2 供试材料苯吸收量比较

植物名称	24 h 单位体积苯的吸收量/(mg·m ⁻³)	叶面积/m ²	单位时间单位叶面积苯的吸收量/(mg·m ⁻² ·h ⁻¹)	优良值	排序
金钻蔓绿绒	10.45	0.022 9	6.51	68.029 5	1
海芋	7.68	0.041 6	2.63	20.198 4	7
观音莲	12.34	0.063 5	2.78	34.305 2	3
金钱树	12.48	0.108 2	1.65	20.592 0	5
合果芋	10.08	0.177 2	0.81	8.164 8	11
白蝶合果芋	8.65	0.193 4	0.64	5.536 0	14
春羽	9.81	0.085 0	1.65	16.186 5	8
红掌	15.71	0.173 8	1.29	20.265 9	6
粉掌	10.91	0.078 1	2.00	21.820 0	4
龟背竹	25.39	0.159 1	2.28	57.889 2	2
广东万年青	15.43	0.482 7	0.46	7.097 8	13
白掌	10.21	0.171 5	0.85	8.678 5	10
绿萝	9.12	0.308 1	0.42	3.830 4	15
黄金宝玉	15.37	0.297 2	0.74	11.373 8	9
斜纹粗肋草	8.23	0.408 1	0.29	2.386 7	16
银皇后	12.5	0.315 5	0.57	7.125 0	12

2.3 植物对苯吸收的优良值

经过 24 h 的苯封闭处理后,所有供试材料外观均无受害现象,抗逆性较强。可见,天南星科植物的确是净化室内苯系物的优良选择。

综合上述不同植物对苯的吸收能力和叶面积大小对植物苯吸收关系分析可知,不同植物对苯吸收的能力存在一定的差异,尽管叶面积大小与苯吸收量并不显著相关,但仍显示成正相关,说明叶面积越大对苯的吸收能力相对较强,由此在观念选择上,宜选择具有较大叶面积和具较高苯吸收力并举的优良观赏植物,其优良值取 24 h 单位体积苯的吸收量与

单位时间单位叶面积苯的吸收量的乘积(表 2)。

从表 2 看出,植物对苯吸收的优良值依次为金钻蔓绿绒>龟背竹>观音莲>粉掌>金钱树>红掌>海芋>春羽>黄金宝玉>白掌>合果芋>银皇后>广东万年青>白蝶合果芋>绿萝>斜纹粗肋草,并将优良值大于 20 的确定为优,即金钻蔓绿绒、龟背竹、观音莲、粉掌、金钱树、红掌和海芋为吸收苯的优等植物,其他均为良好植物。

张佩霞等^[11]选用常春藤(*Hefera hekix* ‘Aureovariegata’)、虎尾兰(*Sansevieria trifasciata*)和绿萝等 7 种室内植物对苯净化研究的效果表明,绿

萝去除二甲苯能力最强,6 h可去除密闭箱内30%以上的二甲苯,单位质量叶片常春藤去除二甲苯能力最强。王彦靖等^[12]以吉林省室内常见观赏植物白鹤芋(*Spathiphyllum kochii*)、吊兰(*Chlorophytum comosum*)和绿萝等9种采用模拟胁迫试探讨对苯吸收净化能力,表明白鹤芋和绿萝具有较强的苯吸收能力。本次研究表明绿萝为净化苯的良好室内植物,与张佩霞等和王彦靖等的研究结果基本一致,同时还选择了比绿萝更多的天南星科苯吸收优良室内观赏植物。

3 结 论

试验测定的16种天南星科室内观赏植物都具有吸收苯的效果,但是不同种类(品种)之间差异较大。24 h密封玻璃容器熏气实验测得植物整株对苯的吸收总量依次是:龟背竹、红掌、广东万年青、黄金宝玉、银皇后、金钱树、观音莲、粉掌、金钻蔓绿绒、白掌、合果芋、春羽、绿萝、白蝶合果芋、斜纹粗肋草、海芋,并表现出开始阶段吸收苯的量较大,继后随着时间的推移,吸收量逐渐降低。按单位叶面积吸收苯的能力来讲依次为:金钻蔓绿绒、观音莲、海芋、龟背竹、粉掌、春羽、金钱树、红掌、白掌、合果芋、黄金宝玉、白蝶合果芋、银皇后、广东万年青、绿萝、斜纹粗肋草。

试验还表明,经过24 h的苯封闭处理后,所有植物在表观上均无受害现象,说明天南星科植物是净化室内苯系物的优良植物。研究认为,影响植物对苯的吸收能力与植物叶片结构、形态等有关。综合单位体积和单位叶面积两项指标认为金钻蔓绿绒、龟背竹、观音莲、粉掌、金钱树、红掌和海芋为吸收苯的优等植物,其他为吸收苯的良好植物。

本研究探索的天南星科室内观赏植物对苯污染的净化能力,对优良室内净化植物种类的选择

和应用有一定的指导意义。基于实验是在密封玻璃容器内胁迫完成的,这与真实环境存在一定差异。在实验中由于控制条件的限制,导致不同植物初始时苯的初始浓度有所不同。如何设计、开展全真模拟实验,增加测定时长,在今后的研究中有待改进。

参考文献:

- [1] 朱天乐,郝吉明,周中平,等.我国室内空气污染现状、成因与对策[J].环境污染治理技术与设备,2002,3(10):14-17.
- [2] 李 锋.室内空气污染危害及其防治[J].科技资讯,2011(26):144.
- [3] 周林红,吴 燕.新装居室室内空气污染状况调查及防治措施[J].甘肃科技,2004,20(8):144-147.
- [4] 张 义,陈 彪,杨宇锋,等.室内空气中苯系物污染及防治[J].四川建材,2009,35(4):91-92.
- [5] 段 鹏.室内装修苯污染对机体的遗传损伤效应及机制探讨[D].南宁:广西医科大学,2010:40-47.
- [6] 刘建昌.观赏植物在防治室内空气污染中的作用探讨[J].环境,2006(2):35-36.
- [7] 吴 平.植物对室内空气污染物的净化能力研究进展[J].四川林业科技,2009,30(3):105-107.
- [8] 庄伯桐.天南星科植物在室内装饰中的应用[J].中国园林,1987(1):49-51.
- [9] 杨玉想.8种室内观赏植物对甲醛净化作用的分析[J].河北林业科技,2009(6):38-39.
- [10] 鲁 敏,赵 洁,冯兰东,等.室内苯污染的植物生态修复技术研究进展[J].山东建筑大学学报,2013(6):551-556.
- [11] 张佩霞,陈金峰,胡迪琴,等.7种植物对室内二甲苯净化效果研究[J].广东农业科学,2014(1):24-26.
- [12] 王彦靖,解 娇,高 海,等.9种室内观赏植物对苯的净化能力[J].福建林业科技,2014(1):60-62.

Study on Purification of Benzene in Indoor Air by Araceae Ornamental Plants

LAI Yi-nan, CHEN Bo, LU Shan

(School of Civil Engineering and Architectural, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: 16 species of Araceae plants were chosen for benzene fumigating experiment. The changes in benzene content in the container with time were measured to discuss the ability of Araceae plants to absorb benzene or purify air. Meanwhile, leaf area of plants was measured to analyze and research the relationship between leaf area and benzene absorption capacity. The studies show that in terms of total absorption of benzene, the ranking of plants is as follows; *Monstera deliciosa*, *Anthurium andraeanum*, *Aglaonema modestum*, *A. Commutatum* 'Golden Jewelry', *A. Commutatum* 'Silver Queen', *Zamioculcas zamiifolia*,

Alocasia amazonica, *Anthurium Andraeanum*, *Philodendron con-go*, *Spathiphyllum floribundum* ‘Clevelandii’, *Syngonium podophyllum*, *Philodenron selloum*, *Scindapsus aureus*, *Synganium podophyllum* ‘White Butterfly’, *Aglaonema Commutatum* ‘San Remo’, *Alocasia macrorrhiza*; in terms of benzene absorption capacity of unit leaf area, the ranking is as follows: *Philodendron con-go*, *Alocasia amazonica*, *A. Macrorrhiza*, *Monstera deliciosa*, *Anthurium andraeanum*, *Philodenron selloum*, *Zamioculcas zamiifolia*, *Anthurium andraeanum*, *Spathiphyllum floribundum* ‘Clevelandii’, *Syngonium podophyllum*, *Aglaonema commutatum* ‘Golden Jewelry’, *Syngonium podophyllum* ‘White Butterfly’, *Aglaonema commutatum* ‘Silver Queen’, *A. Modestum*, *Scindapsus aureus*, *Aglaonema commutatum* ‘San Remo’; in combination of unit volume and unit leaf area, *Philodendron con-go*, *Monstera deliciosa*, *Alocasia amazonica*, *Anthurium andraeanum*, *Zamioculcas zamiifolia*, *Anthurium andraeanum* and *Alocasia macrorrhiza*; *Scindapsus aureus* are superior plants to absorb benzene, and *scindapsus aureus* and other plants are also good choices.

Key words: benzene; Araceae; indoor air pollution; purification

(责任编辑: 许惠儿)

(上接第 279 页)

Studies on Purification Effect of Araceae Plants on Formaldehyde

JING Jing, CHEN Bo, LU Shan

(School of Civil Engineering and Architectural, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Formaldehyde as a kind of hazardous gas has significant impacts on physical and mental health of people. Indoor plants are not only available for viewing, but also can absorb formaldehyde and other harmful gases. A glass environmental test chamber was used to simulate formaldehyde polluted environment so as to study formaldehyde purification effect of 16 Araceae plants. Experimental results show that the Araceae plants have certain capacity of absorbing formaldehyde, but the purification abilities are significantly different. It provides rational theoretical guidance for plants selection. Besides, this paper also discusses the problems existing in current researches and looks into the future research development, in the hope of providing scientific basis for air purification by plants.

Key words: Araceae; formaldehyde; indoor plants; purification; absorption

(责任编辑: 张祖尧)