

天南星科植物对甲醛净化效果的研究

敬 婧, 陈 波, 卢 山

(浙江理工大学建筑工程学院, 杭州 310018)

摘 要: 在室内, 甲醛作为一种有害气体给人们身心健康带来很大影响, 室内植物既可供观赏, 又可以吸收甲醛等有害气体。采用玻璃环境测试舱模拟甲醛污染环境, 研究天南星科的 16 种(品种)植物对甲醛的净化效果。实验结果表明: 天南星科植物对甲醛均有一定吸收能力, 但净化能力差异较大, 这为室内污染环境选择植物提供了理论指导。此外还讨论现在研究中存在的问题, 并对未来研究的发展进行展望, 以期植物净化空气的应用提供科学依据。

关键词: 天南星科; 甲醛; 室内植物; 净化; 吸收

中图分类号: S68

文献标志码: A

0 引 言

继“煤烟型”、“光化学烟雾型”污染之后, “室内空气污染”成为了人们关注的第三大污染类型^[1]。甲醛是一种无色、有强烈刺激气味的、挥发性的有机化合物, 作为室内空气中的一种重要污染气体, 被列为我国空气质量标准中必测指标^[2]。室内空气中的甲醛主要来自建筑材料、家具、各种粘合剂涂料、合成织品, 以及燃料和香烟的烟雾等^[3]。研究证实: 甲醛在诸多方面对人体的健康造成危害, 包括呼吸系统、神经系统、内分泌系统、肝脏、皮肤、免疫系统, 同时有致癌作用、畸形作用与胚胎毒性, 能够引起循环代谢疾病, 并对感觉器官起作用^[4]。国内外对净化甲醛的研究指出, 室内种植特定的植物可有效地吸收空气中的甲醛。甲醛的释放非常缓慢, 在房屋装修后仍会以较低浓度长期存在于室内环境中, 用物理和化学方法对低浓度甲醛污染进行净化既不经济, 又可能造成二次污染。相比于物理吸附、臭氧化、光催化净化、等离子体等物理化学净化技术, 利用观赏植物净化成本更低、净化作用更持久且无二次污染, 随着人们对室内污染气体净化技术的重视

而备受关注^[5]。

观赏植物净化技术作为绿色生物净化途径, 不仅能美化室内环境, 同时还能净化室内空气, 是一种符合公众心理和需求的经济有效修复技术^[5]。近些年来, 国内外关于室内绿色植物对甲醛气体净化方面的研究较多, 但大多是选择传统意义上公认的净化甲醛能力较强的植物进行研究。这些研究的植物种类较少, 在实际的应用中缺乏可行性。因此, 人们迫切需要研究更多更常用的室内植物, 特别是以科(或属)的形式进行研究, 以探寻该科(或属)的植物吸收甲醛的规律, 从而更好地为有效解决严重的室内甲醛污染问题提供植物品种, 这对于保障人们身心健康具有重要的现实意义。天南星科植物是目前应用非常普遍的室内观赏植物, 种类丰富, 大都原产于热带雨林中, 喜爱高温多湿、耐荫环境, 适宜于室内栽培。其中一些种类由于叶形奇特、叶色鲜艳, 已被人们大量利用为室内绿化装饰^[6]。天南星科植物栽培比较容易, 观赏期长, 市场需求量大, 既可作为盆栽摆设, 也可作为立体绿化材料, 在室内可以根据不同的环境与装饰的要求选择配置, 其应用将日益广泛^[7]。

收稿日期: 2014-04-21

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: 敬 婧(1990-), 女, 湖南桃源人, 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

本研究选取常见的天南星科(Araceae)植物,共 10 属 12 种,少数种有不同品种(共 8 个)。具体为 16 种样品(见表 1)。测定它们吸收甲醛的能力,探讨观赏植物在室内空气污染净化中应用的可行性,并在此基础上,确定植物对甲醛的净化率,从而为选择具有吸收甲醛良好效果的观赏植物提供理论基础和实验依据。

1 材料和方法

1.1 植物材料

从杭州凤起花鸟市场选购如表 1 植物各 4 株,且同种植物大小形态一致。

表 1 实验用植物材料

序号	植物名称	属	拉丁学名
1	金砖 蔓绿绒	喜林芋属	<i>Philodendron con-go</i>
2	海芋	海芋属	<i>A. macrorrhiza</i>
3	金钱树	雪芋属	<i>Zamioculcas zamii folia</i>
4	观音莲	海芋属	<i>Alocasia amazonica</i>
5	合果芋	合果芋属	<i>Syngonium podophyllum</i>
6	粉掌	花烛属	<i>A. andraeanum</i>
7	广东 万年青	广东万 年青属	<i>A. modestum</i>
8	春羽	林芋属	<i>Philodenron selloum</i>
9	红掌	花烛属	<i>Anthurium andraeanum</i>
10	龟背竹	龟背竹属	<i>Monstera deliciosa</i>
11	白蝶 合果芋	合果芋属	<i>S. podophyllum</i> 'White Butterfly' <i>A. commutatum</i>
12	银皇后	万年青属	'Silver Queen'
13	白掌	苞叶芋属	<i>Spathiphyllum floribundum</i> 'Clevelandii'
14	绿萝	绿萝属	<i>Scindapsus aureus</i>
15	黄金宝玉	亮丝草属	<i>Aglaonema commutatum</i> 'Golden Jewelry'
16	斜纹粗肋草 (黑美人)	亮丝草属	<i>A. commutatum</i> 'San Remo'

1.2 实验方法与过程

1.2.1 实验条件

温度 28~32℃,该温度为天南星科植物的最适温度。

实验室光照充足并内部具有循环风。

1.2.2 实验过程

a) 每次实验 4 种植物,每种 4 盆,其中一盆做空白对照实验(玻璃缸中不放甲醛溶液),一盆实验塑料袋是否会吸放甲醛气体(玻璃缸中只放包有塑料袋的带土盆),将 16 盆植物分别放入玻璃缸中,塞

好塞子,确定塞子上的橡皮管用止血夹夹好。

b) 量取 10 μL 甲醛溶液,并放入培养皿中,盖好盖子后迅速放入玻璃缸中,16 个缸子都进行此操作。

c) 将玻璃容器的盖子处贴好透明胶防止从缝隙中漏气,同时打开小电扇,让甲醛在密闭容器中挥发。

d) 约 1~2 h 后,待甲醛溶液挥发一定时间,用甲醛浓度测试仪器接外接橡胶管,打开止血夹,测其初始浓度。

e) 之后每 4 h 用甲醛浓度测试仪测量玻璃缸中的甲醛浓度,并记录实验数据,测量 24 h。

1.2.3 甲醛吸收量的测定

采用甲醛检测仪测定甲醛含量,以 0 h 时玻璃缸内浓度为初始浓度,24 h 时缸内浓度为终止浓度。植物对甲醛的净化效果以单位时间内单位叶面积植物吸收甲醛的量表示,单位为 mg/m²·h⁻¹。甲醛测试仪测出的单位为 10⁻⁶(ppm)。

整株植物吸收甲醛的总量=初始容器甲醛的量-24 h 容器中甲醛的量;

单位叶面积吸收效率=(容器内甲醛初始含量-24 h 后容器内甲醛含量)/(24×植物叶面积)。

ppm 与 mg/m³ 换算关系:1 ppm=M/22.4(mg/m³)=1 000×M/22.4(μg/m³),其中 M 是污染物的相对分子质量。

1.2.4 植物叶面积的测定方法

a) 用叶面积仪测定,并记录数据。

b) 叶片较大无法用叶面积仪测定时,用笔沿着叶片边缘拓印在纸上,得到与叶片大小一致的轮廓,用剪刀沿着笔迹剪下,测出纸片的叶面积。或者在植物旁边放尺子,拍下照片,在软件 Cad 中对叶片进行描绘并测量面积大小。

2 结果与分析

实验结果表明(如表 2),天南星科植物对甲醛均有一定的吸收能力,但不同品种净化能力的大小不同,吸收效果存在差异。金钻蔓绿绒单位时间单位叶面积吸收甲醛的量最多,斜纹粗肋草最少,相差 11.59 mg/m²。吸收量从高到低依次为金砖蔓绿绒、海芋、金钱树、观音莲、粉掌、合果芋、春羽、红掌、龟背竹、白蝶合果芋、银皇后、广东万年青、白掌、绿萝、黄金宝玉、斜纹粗肋草(黑美人)。究其原因,这与植物的代谢、形态和结构的差异等有很大的关系^[8]。植物的茎叶对甲醛有一定吸附能力^[5],高等

植物的叶片表面由表皮和蜡质膜构成,这层蜡质含有醇、醛、长链烃、酮和酯等有机物,有利于碳氢化合物的吸附和聚集^[9]。植物叶片表面的蜡质层可吸附甲醛,本研究中吸收能力较强的金钻蔓绿绒、海芋、金钱树和观音莲均为革质或半革质叶片,并且叶片较厚。植物还可以通过叶片的细微舒张来吸收甲醛,甲醛易溶于水,可扩散到植物组织中^[10]。

表 2 整株植物单位时间内单位叶面积对甲醛的吸收量

排名	植物名称	24 h 吸收量/mg	叶面积/m ²	单位时间单位叶面积吸收量/(mg·m ⁻² ·h ⁻¹)
1	金砖蔓绿绒	5.93	0.021 1	11.71
2	海芋	5.76	0.037 2	6.45
3	金钱树	7.33	0.059 7	5.12
4	观音莲	5.98	0.067 7	3.68
5	粉掌	4.57	0.094 0	2.03
6	合果芋	7.29	0.159 3	1.91
7	春羽	2.41	0.057 9	1.73
8	红掌	4.90	0.165 1	1.24
9	龟背竹	3.70	0.151 9	1.01
10	白蝶合果芋	3.23	0.234 4	0.57
11	银皇后	3.27	0.260 0	0.52
12	广东万年青	4.36	0.348 3	0.52
13	白掌	1.98	0.182 3	0.45
14	绿萝	3.21	0.346 7	0.39
15	黄金宝玉	2.14	0.278 0	0.32
16	斜纹粗肋草(黑美人)	1.15	0.414 7	0.12

从图1、表3可知,植物对甲醛的吸收幅度随着

实验的吸收时间延长而减小,吸收速率逐渐减小。随着时间的推移,容器内甲醛含量曲线渐渐趋于平缓,植物吸收甲醛的量接近饱和。即植物对甲醛的吸收作用仅靠其吸附作用来实现,当植物对甲醛的吸附达到饱和点时就不再吸附甲醛,失去净化功能^[10]。植物在白天吸收甲醛的量大于夜间,这主要与光照和温度条件有关。光照强弱除了影响植物的生理代谢外,还影响植物的净化能力。光照适宜,植物生长良好、代谢速率更高,促进植物与外界环境物质的交换,吸收甲醛的能力也有所提高^[11]。温度对于植物吸收甲醛性能也有显著的影响^[12],白天比夜间温度高,植物对甲醛的吸收性能增强。

实验前后,植物表面并未出现明显伤害,实验结束后植物叶片轻微失水、萎蔫。叶片表皮的气孔密度、栅栏组织和海绵组织的细胞排列方式影响植物对甲醛的抗性^[13],甲醛的胁迫可以使叶绿素遭到破坏,植物失绿,叶绿素含量下降^[14],实验研究的天南星科 16 种植物都表现为对甲醛的耐受性较强。

在实际应用中,往往是将整株植物应用在室内,因此更需研究整株植物对甲醛吸收效果。24 h 内整株植物对甲醛吸收的量从高到低依次为金钱树、合果芋、观音莲、金钻蔓绿绒、海芋、红掌、粉掌、广东万年青、龟背竹、银皇后、白蝶合果芋、绿萝、春羽、黄金宝玉、白掌、斜纹粗肋草(黑美人)。整株植物吸收能力较强的金钱树、合果芋、观音莲、金钻蔓绿绒和海芋在形态方面冠幅较小,植物低矮,占空间小,方便应用。

表 3 每 4 h 整株植物对甲醛的吸收量

植物名称	mg					
	0~4 h 吸收量	4~8 h 吸收量	8~12 h 吸收量	12~16 h 吸收量	16~20 h 吸收量	20~24 h 吸收量
观音莲	9.91	2.96	2.22	1.40	0.60	0.35
金砖蔓绿绒	4.15	3.22	3.50	4.00	1.03	1.38
合果芋	10.81	4.45	2.75	2.05	0.64	0.54
红掌	10.84	2.87	0.14	0.04	0.20	0.19
白掌	4.30	0.97	0.24	0.20	0.18	0.00
黄金宝玉	2.37	2.00	0.86	0.30	0.50	0.21
龟背竹	6.01	2.11	0.83	0.12	1.05	0.68
斜纹粗肋草(黑美人)	2.27	0.00	0.49	0.42	0.18	0.46
绿萝	5.14	3.22	0.23	0.16	0.07	0.54
海芋	2.77	6.61	4.03	1.46	1.59	0.33
白蝶合果芋	4.32	3.15	0.94	0.40	0.30	0.31
粉掌	7.43	2.25	2.20	1.02	0.55	0.00
广东万年青	6.56	1.78	1.22	0.81	1.88	0.48
春羽	3.50	2.46	0.57	0.28	0.09	0.14
银皇后	6.37	2.62	0.19	0.18	0.11	0.06
金钱树	4.26	8.69	4.05	2.21	1.46	0.68

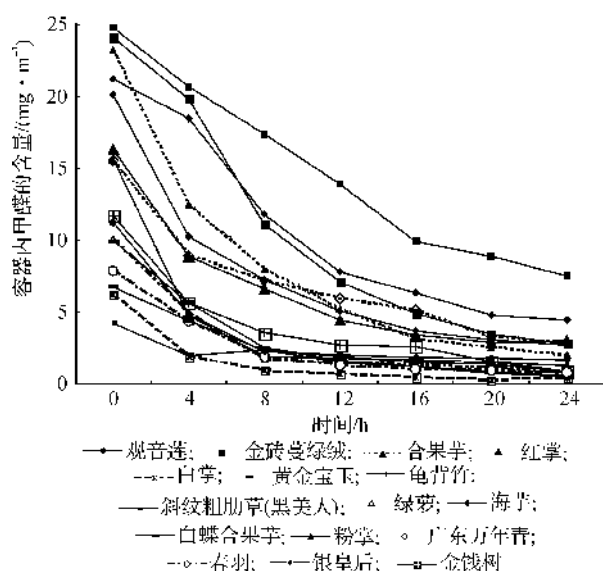


图1 整株植物单位时间内单位叶面积对甲醛的吸收量

3 讨论与结论

现阶段国内外关于观赏植物吸收甲醛气体方面的研究较多,但多是选择公认的对甲醛气体吸收能力强的植物进行研究,对目前室内环境中常见的众多观赏植物的研究评价还很少,选择植物较为单一,不利于实际应用。本次实验选择了16种天南星科植物,较有针对性,有利于实际应用时参考。

植物叶片对甲醛有一定的吸收能力,植物种类不同,吸收能力不同。实验所选的16种天南星科植物均可吸收甲醛,但吸收能力差异较大。这为室内污染环境选择绿色植物提供了理论指导。

甲醛释放是一个缓慢的过程,其挥发具有长期性的特点,对人体健康会有持续的副作用,而目前的许多净化甲醛设备大多不能对甲醛进行持续性的吸收和观测。大多实验都是在人工密闭条件下进行的,但人工密闭条件相对于实际环境条件仍存在很大的差异,获得的结果也只能在一定程度上对实际应用有效。如何让试验的条件更接近于实际环境,改进现有的试验方法,有待进一步探索^[15]。

室内观赏植物去除甲醛污染是植物和土壤共同的作用,土壤中的微生物菌落数和类别也会影响植物吸收甲醛的能力。我们最终只是希望净化甲醛效果最好,因此将植物和土壤因素共同考虑(即联合修复技术)是未来研究的方向;同时还需研究开发植物与吸附修复、光催化作用等联合修复技术,以提高植物整体净化甲醛的能力^[5]。

参考文献:

- [1] Kostianinen R. Volatile organic compounds in the indoor air of normal and sick houses[J]. Atmospheric Environment, 1995, 29(6): 693-702.
- [2] GB/T 18883—2002 室内空气质量标准[S].
- [3] 闫金萍. 甲醛及其对人体健康的危害[J]. 化学世界, 2004, 45(10): 558-559.
- [4] 杨振洲, 蔡同建. 室内甲醛的危害及其预防[J]. 中国公共卫生, 2003, 19(6): 765-768.
- [5] 张淑娟, 黄耀棠. 利用植物净化室内甲醛污染的研究进展[J]. 生态环境学报, 2010, 19(12): 3006-3013.
- [6] 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.
- [7] 章维新. 天南星科观叶植物盆栽商品化生产技术[J]. 农业科技通讯, 2002 (11): 17.
- [8] 陆小清, 张衡锋, 汤庚国. 7种(品种)冬青属植物对苯气体胁迫的反应[J]. 林业科技开发, 2008, 22(3): 54-58.
- [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] 徐仲均, 皮东恒, 林爱军, 等. 植物对室内空气中甲醛的净化[J]. 环境与健康杂志, 2008, 25(10): 935-937.
- [11] 周晓晶. 室内观赏植物净化甲醛效果的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [12] 蔡宝珍. 环境因子对盆栽植物净化甲醛性能的影响研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2011.
- [13] 邸 葆, 陈段芬, 果秀敏, 等. 几种花卉叶片的组织结构对其抗甲醛能力的影响[J]. 北方园艺, 2007 (10): 122-124.
- [14] 令狐昱慰, 黎 斌, 李思锋, 等. 中国植物园[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010: 214-220.
- [15] 安 雪, 李 霞, 潘会堂, 等. 园林植物净化居室有害气体研究进展[J]. 世界林业研究, 2010, 23(2): 39-43.

(下转第284页)

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)