

几种园林植物对甲醛污染的反应研究*

Study on Reaction of Several Garden Plants to Formaldehyde Pollution

王利英, 杨振德**, 邓荣艳, 覃寿艺

WANG Li-ying, YANG Zhen-de**, DENG Rong-yan, QIN Shou-yi

(广西大学林学院, 广西南宁 530005)

(Forestry College, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530005, China)

摘要: 将小驳骨 (*Gendarussa vulgaris* Nees)、白蝉 (*Gardenia jasminoides* var. *fortuniana* Lind.)、红花酢浆草 (*Oxalis corymbosa* DC.)、三角梅 (*Bougainvillea spectabilis* Willd.)、朱槿 (*Hibiscus rosa-sinensis* L.)、香港鹅掌柴 (*Schefflera arboricola* cv. *Hongkong*)、米仔兰 (*Aglaiia odorata* Lour.)、九里香 (*Murraya paniculata* (L.) Jack.) 8种园林植物的成熟叶片分别置于密闭的容器中, 设 0.1、0.2、0.3、0.4 mg/m³ 4个甲醛浓度处理, 以空气为对照, 测定植物叶片的伤害指数、过氧化氢酶(CAT)活性和叶片细胞膜透性, 研究8种园林植物的成熟叶片对甲醛污染的反应。结果显示, 甲醛污染处理后8种植物叶片均出现褐色斑或水渍状斑两种症状, 伤害指数与处理浓度、处理时间存在正相关; 在甲醛处理浓度为 0.1 mg/m³ 时, 各植物叶片的CAT活性都较对照降低, 细胞膜透性明显增大。综合来看, 三角梅、红花酢浆草、小驳骨对甲醛污染极为敏感, 米仔兰、白蝉、朱槿次之, 而香港鹅掌柴、九里香对甲醛污染的抗性则较强。

关键词: 园林植物 甲醛污染 过氧化氢酶 相对电导率

中图分类号: X503.235 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-9164(2007)02-0163-04

Abstract: The reactions of ripe leaves of eight species garden plant which were disposed in airtight container to formaldehyde pollution were studied by determining their injured index, activities of catalase (CAT) and membrane permeability. The results indicated that the main damage symptoms in these plant leaves treated with formaldehyde pollution were brown spots and water stains, and there were positive correlation between the injury index and formaldehyde concentration and treating time. The catalase (CAT) activity of all kinds plant leaves were lower than that of control, and their membrane permeability rapidly increased when the formaldehyde concentration was 0.1 mg/m³. On the whole, in this species plant, *Bougainvillea spectabilis* Willd., *Oxalis corymbosa* DC. and *Gendarussa vulgaris* Nees were extremely sensitively to formaldehyde pollution, *Aglaiia odorata* Lour., *Gardenia jasminoides* var. *fortuniana* Lind. and *Hibiscus rosa-sinensis* L. were next, but *Schefflera arboricola* cv. *Hongkong* and *Murraya paniculata* (L.) Jack. had stronger resistance to formaldehyde pollution.

Key words: garden plant, formaldehyde pollution, catalase, relative electric conductivity

近几年, 由于建筑结构发生较大的变化, 以及新型建筑材料和生活中各种香味剂、除臭剂的普遍使

用, 导致室内空气中有害物质在数量上不断上升。因而, 室内空气质量对人体健康的影响已成为社会普遍关注的重要环境问题之一。据调查研究发现, 甲醛是室内空气污染的主要污染物之一^[1]。

甲醛又名蚁醛, 是一种无色易溶于水和乙醇的刺激性气体, 甲醛用作合成树脂及其他化工合成的原料, 其40%的水溶液在医学上用作防腐剂和消毒剂。人长时间吸入甲醛气体, 可损伤肝脏、肾脏、血液系

收稿日期: 2006-02-23

修回日期: 2006-04-10

作者简介: 王利英(1980-), 女, 硕士研究生, 主要从事城市生态研究工作。

* 广西大学博士科研启动基金资助。

** 通讯作者。

统、消化系统、呼吸系统、中枢神经系统和免疫系统, 妇女、孕妇长时间接触低浓度甲醛气体, 会导致月经紊乱、胎儿畸形、新生儿免疫力降低、体质下降, 智力发育产生障碍等^[2~4]。

目前室内环境质量监测已经成为环境和卫生监测部门的一项重要任务, 对于室内甲醛污染大都采用化学或仪器分析方法监测。现在植物监测已经广泛应用到 SO₂、O₃、CO₂、光化学烟雾、氟化物、重金属及水体等污染的监测中^[5~7], 但尚未见到应用植物监测甲醛污染的报道。本实验研究 8 种园林植物对甲醛污染的反应, 旨在探讨利用植物监测甲醛污染的可行性。

1 材料与方 法

1.1 材料的选择

供试材料小驳骨 (*Gendarussa vulgaris* Nees)、白蝉 (*Gardenia jasminoides* var. *fortuniana* Lind.)、红花酢浆草 (*Oxalis corymbosa* DC.)、三角梅 (*Bougainvillea spectabilis* Willd.)、朱槿 (*Hibiscus rosa-sinensis* L.)、香港鹅掌柴 (*Schefflera arboricola* cv. *Hongkong*)、米仔兰 (*Aglaia odorata* Lour.)、九里香 (*Murraya paniculata* (L.) Jack.) 等均采自广西大学校园。

1.2 甲醛浓度设计 及材料处理

1.2.1 甲醛浓度设计

将甲醛溶液配制成一定浓度于密闭的容器内, 任其充分挥发, 然后通过气体流量计控制流速, 将甲醛气体导入供试的密闭容器中, 采用乙酰丙酮法确定甲醛浓度, 共设 4 个浓度处理: 0.1mg/m³、0.2mg/m³、0.3mg/m³、0.4mg/m³, 以空气为对照。

1.2.2 材料处理

取成熟的叶片分别置于供试的密闭容器中, 每个容器 3 张叶片, 每个处理重复 3 次, 处理温度为 30℃。

1.3 各种指标的测定

1.3.1 伤害指数的观测

分别在处理后 3h、6h、9h、12h、24h、48h 观察叶片的伤害症状, 并计算各种植物的伤害指数, 计算公式为:

伤害指数 = 叶片受害面积 / 叶片总面积。

1.3.2 过氧化氢酶活性的测定

处理 24h 后测定供试叶片过氧化氢酶 (CAT) 活性, 测定方法采用高锰酸钾滴定法^[8], 酶活性用每克鲜重样品分解 H₂O₂ 的毫克数表示。

1.3.3 叶片细胞膜透性测定

处理 48h 后用 DDS-S11D 型数字式电导仪测定供试叶片电导率^[9], 并计算细胞膜伤害率。计算公式如下:

相对电导率 = (处理电导率 - 对照电导率) / (煮沸电导率 - 对照电导率) × 100%。

2 结果与分析

2.1 各植物叶片对甲醛污染的反应

观测表明, 甲醛对 8 种植物叶片的伤害症状主要有褐色斑和水渍状斑两种类型, 且均从叶片背部开始表现受伤症状, 各处理对照的叶片均无上述伤害症状。各种植物的伤害症状见表 1。

表 1 甲醛对 8 种植物叶片的伤害症状

Table 1 Injury symptom of formaldehyde on the leaves of eight species plants

植物名称 Plant names	受害症状 Injury symptom
小驳骨 <i>Gendarussa vulgaris</i> Nees	叶背面先出现黄褐色斑, 继而整个叶片失绿, 出现水渍状斑 The reverse of leaf appeared yellowish-brown spots, then the entire leaf changed into ungreen and appeared water stains
白蝉 <i>Gardenia jasminoides</i> var. <i>fortuniana</i> Lind.	叶背面边缘先出现淡紫褐色, 似焦枯状态, 然后/病斑扩展, 最后整个叶片变为紫褐色 The edge of leaf reverse appeared purple-brown spots which like withered condition, then the spots expanded. At last the entire leaf turned purple-brown
红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i> DC.	叶背面先出现褐色斑点, 继而斑点扩大, 叶片失水变萎蔫 The reverse of leaf appeared brown spots, then the spots expanded and the entire leaf dehydrated and wilted
三角梅 <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	叶背面先出现深绿色水渍斑点, 继而扩展至整个叶片 The reverse of leaf appeared dark green water stains and expanded the entire leaf
朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	叶背面先出现黄褐色斑, 后斑点扩大, 最后叶片呈水渍状斑 The reverse of leaf appeared yellowish-brown spots, then the spots expanded and the entire leaf appeared water stains
香港鹅掌柴 <i>Schefflera arboricola</i> cv. <i>Hongkong</i>	叶背面先出现不规则褐色斑, 后斑点扩大, 叶面也表现出褐色斑, 最后整个叶片变为褐色 The reverse of leaf appeared irregular brown spots and the spots expanded, then the upper surface of leaf appeared brown spots also. At last entire leaf turned brown
米仔兰 <i>Aglaia odorata</i> Lour.	叶背面边缘出现褐色斑, 后表现在叶面上, 最后整个叶片为褐色 The edge of leaf reverse appeared brown spots, then the upper surface of leaf did so. At last entire leaf turned brown
九里香 <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.	叶背面先出现褐色斑点, 随后扩大成褐色斑, 叶面后表现症状, 最后叶片变为黄褐色 The reverse of leaf appeared brown dots, and the dots expanded to spots, then the symptom appeared on the upper surface of leaf. At last entire leaf turned yellowish-brown

从表 2 可以看出, 甲醛污染对 8 种园林植物叶片

表 2 甲醛对 8 种植物叶片的伤害指数

Table 2 Injury index of formaldehyde on the leaves of eight species plant

处理浓度 Conc. (mg/m ³)	处理时间 Time (h)	伤害指数 Injury index							
		小驳骨 <i>Gendarussa vulgaris</i> Nees	白蝉 <i>Gardenia jasminoides</i> var. <i>fortuniana</i> Lind.	红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i> DC.	三角梅 <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	香港鹅掌柴 <i>Schefflera arboricola</i> cv. <i>Hongkong</i>	米仔兰 <i>Aglaiia odorata</i> Lour.	九里香 <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.
0.1	3	0.12	0	0.35	0.50	0.16	0.1	0.3	0.1
	6	0.36	0	0.95	1	0.26	0.25	0.75	0.35
	9	0.70	0.15	1		0.50	0.55	0.8	0.5
	12	1	0.3			0.80	0.6	0.9	0.6
	24		0.6			0.90	0.7	1	0.9
	48		1			1	1	1	1
0.2	3	0.2	0	0.45	0.76	0.36	0.3	0.5	0.2
	6	0.48	0.05	1	1	0.66	0.75	0.95	0.45
	9	0.80	0.3			1	0.85	1	0.8
	12	1	0.5				0.9		0.9
	24		0.8				1		
	48		1						
0.3	3	0.36	0	0.8	0.88	0.50	0.55	0.72	0.4
	6	0.50	0.08	1	1	0.82	0.87	0.95	0.6
	9	0.86	0.6			1	1	1	0.9
	12	1	1						1
	24								
	48								
0.4	3	0.4	0	0.95	0.90	0.76	0.95	0.82	0.55
	6	0.66	0.1	1	1	0.94	1	1	0.75
	9	1	0.85			1			1
	12	1							
	24								
	48								

同一浓度处理,各种植物叶片的伤害指数随时间的延长而增大;同一时间处理,各种植物叶片的伤害指数随着浓度的增加而增大。

在供试的 8 种植物中,对甲醛气体反应敏感的植物有三角梅、红花酢浆草、米仔兰。特别是红花酢浆草,当甲醛浓度为 0.1mg/m³ 时,处理 6h 受伤叶面积就达 95%,且随着处理浓度的增加,受伤叶面最大值出现的时间在缩短,当甲醛浓度为 0.4 mg/m³ 时,处理 3h 就已接近死亡,整个叶片变为黄褐色且失水萎焉;而小驳骨、白蝉、九里香、朱槿、香港鹅掌柴等对甲醛的抗性较强。例如白蝉,当处理 3h 时,各个浓度中的叶片均未表现出受伤症状;当处理时 6h 时,各处理叶片的受伤面积均低于 10%。

2.2 各植物叶片 CAT 活性对甲醛污染的反应

由表 3 可以看出,当甲醛处理浓度为 0.1mg/m³ 时,所有植物叶片的 CAT 活性较对照相比都呈下降趋势,这表明甲醛对它们的 CAT 有很强的抑制作用。小驳骨、三角梅、白蝉、朱槿分别较对照降低 98.7%、98.6%、98.2%和 97%,而九里香的 CAT 活性仅比对照下降 0.23%,说明九里香对甲醛有较强的抗性。

表 3 甲醛对 8 种植物叶片 CAT 活性的影响

Table 3 Effect of formaldehyde on the catalase (CAT) activity of eight species plant leaves

植物叶片 Leaves of plants	CAT 活性 CAT activity (mgH ₂ O ₂ /g · min)	
	CK	甲醛* Formaldehyde (0.1mg/m ³)
小驳骨 <i>Gendarussa vulgaris</i> Nees	23.82	0.31(-98.7)
白蝉 <i>Gardenia jasminoides</i> var. <i>fortuniana</i> Lind.	7.34	0.13(-98.2)
红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i> DC.	1.43	0.18(-87.4)
三角梅 <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	22.95	0.31(-98.6)
朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	18.46	0.56(-97.0)
香港鹅掌柴 <i>Schefflera arboricola</i> cv. <i>Hongkong</i>	22.80	4.64(-79.6)
米仔兰 <i>Aglaiia odorata</i> Lour.	6.27	0.87(-86.1)
九里香 <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.	22.08	22.03(-0.23)

* 括号内数据为与对照相比增减的百分比。

* The data in parenthesis are the increased or decreased percentage compared with contrast.

2.3 各植物叶片细胞膜透性对甲醛污染的反应

由表 4 可以看出,甲醛污染能够提高 8 种园林植

物的相对电导率。甲醛对8种园林植物叶片相对电导率的影响程度从大到小依次为:朱槿>红花酢浆草>米仔兰>三角梅>白蝉>小驳骨>香港鹅掌柴>九里香。

表4 甲醛(0.1mg/m³)对8种植物叶片相对电导率的影响
Table 4 Effect of formaldehyde (0.1mg/m³) on the relative electric conductivity of eight species plant

植物叶片 Leaves of plants	相对电导率 Relative electric conductivity (%)	植物叶片 Leaves of plants	相对电导率 Relative electric conductivity (%)
小驳骨 <i>Gendarussa vulgaris</i> Nees	30.7	朱槿 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	57.9
白蝉 <i>Gardenia jasminoides</i> var. <i>fortuniana</i> Lind.	35.6	香港鹅掌柴 <i>Schefflera arboricola</i> cv. <i>Hongkong</i>	24.0
红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i> DC.	52.3	米仔兰 <i>Aglaia odorata</i> Lour.	47.8
三角梅 <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	39.5	九里香 <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.	21.7

3 讨论

CAT是生物体内抗氧化防御性功能酶之一,在清除污染胁迫诱导产生的氧自由基和过氧化物、抑制膜脂过氧化、保护细胞免遭伤害等方面起着重要的作用^[10,11]。抗氧化防御性功能酶的一个重要的特征是其活性或含量可随污染的胁迫而发生改变,它不仅可以作为监测环境污染胁迫的生物标记,同时也能从一个侧面揭示污染物对植物的毒害机理^[12,13]。本实验结果表明,在甲醛浓度为0.1mg/m³处理24h后,8种园林植物叶片的CAT活性都较对照降低,这说明甲醛对它们的CAT活性有抑制作用,但抑制程度的高低与植物的种类有关。

植物细胞膜是一种选择性透膜,膜透性的变化将从很大程度上反映出外界环境对细胞的伤害程度^[14],电导率是测定细胞膜伤害的重要指标之一。电导率越大,说明膜的伤害程度越严重。细胞膜透性增大是由于膜或脂类分子的结构发生了改变,从而影响了膜内外的水分及其他物质的交换,引起离子平衡失调,生理代谢紊乱,严重时导致细胞膜的解体和细胞死亡^[9]。甲醛污染后,8种园林植物叶片细胞膜的透性都受到不同程度的伤害,相对电导率升高了21.7%~57.9%,所以细胞膜透性可以作为甲醛毒害的生理检测指标。

与物理化学监测相比,植物监测能够直观地反映

出环境的污染状况和污染物对生物的综合效应,可以连续监测生态环境,对环境污染物的监测具有长期性和敏感性,同时植物监测还具有简单方便、成本低廉、多功能性的优点。但是植物监测的灵敏性和专一性不及理化监测。就本实验而言,三角梅、红花酢浆草、小驳骨对甲醛污染极为敏感,米仔兰、白蝉、朱槿次之,而香港鹅掌柴、九里香对甲醛污染的抗性则较强。关于香港鹅掌柴、九里香对甲醛的吸收降解能力如何还有待于进一步研究。而8种园林植物能否作为甲醛污染的监测植物,取决于它们表现出的受害症状是否具有专一性,这尚有待进一步研究探讨。

参考文献:

- [1] 田世爱,于自强,张宏.室内甲醛污染状况调查及防治措施[J].洁净与空调技术,2005(1):41-43.
- [2] 梁宝生.我国甲醛室内空气质量标准建议值的探讨[J].重庆环境科学,2003,25(12):193-195.
- [3] 范卫,王法弟,贾晓东,等.近十年国内有关甲醛的环境与职业危害调查研究[J].环境与职业医学,2004,21(2):157-159.
- [4] 牛常青.试析甲醛对机体毒害病理及其防范[J].运城学院学报,2003,21(5):40-41.
- [5] 王秀琴.植物与大气污染[J].商洛师范专科学校学报,2000,4(2):177-79.
- [6] 任乃林,陈炜彬,黄俊生,等.用植物叶片中重金属元素含量指示大气污染的研究[J].广东微量元素科学,2004,11(10):41-45.
- [7] 韩阳,李学梅,朱延妹.环境污染与植物功能[M].北京:化学工业出版社,2005:263-286.
- [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,2000:165-167.
- [9] 黄学林,陈润政,张北壮,等.种子生理实验手册[M].北京:农业出版社,1990:122-124.
- [10] 江行玉,赵可夫.植物重金属伤害及其抗性机理[J].应用与环境生物学报,2001,7(1):92-99.
- [11] VAN ASSCHE F, CLIJSTERS H. Effects of metal on enzyme activity in plant[J]. Plant Cell Environ, 1990, 13:195-206.
- [12] 黄南平,钱晓薇,陈少波.三氧化二砷对黄鳝肝脏过氧化氢酶活性的影响[J].江西科学,2004,2(3):164-166.
- [13] 张义贤,张丽萍. Cd²⁺ Pb²⁺ Hg²⁺ Ni²⁺ 胁迫对大麦抗氧化酶活性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(2): 217-221.
- [14] 徐秋曼,元英进程,景胜,等.稀土元素铈对红豆杉细胞膜透性的影响[J].稀土,2004,25(2):50-53.

(责任编辑:韦廷宗)