

观赏植物叶片对甲醛吸收能力的研究

徐迪 梅岩 年洪娟 李昆志 陈丽梅* (昆明理工大学生命科学与技术学院生物工程技术研究中心, 云南昆明650224)

摘要 用甲醛溶液处理5种观赏植物的叶片,测定不同植物叶片对甲醛的吸收能力,并研究环境温度、甲醛溶液的酸碱度和消毒处理对植物叶片吸收甲醛能力的影响。结果表明,5种观赏植物的叶片对甲醛均有一定的吸收能力,环境温度和甲醛溶液的酸碱度对植物叶片吸收甲醛的能力均有影响,且植物叶片上的微生物也可吸收甲醛。

关键词 观赏植物; 甲醛; 环境条件; 微生物

中图分类号 S682.36 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)12-05459-04

Research on Absorptive Capacity of Ornamental Plant Leaves on Formaldehyde

XU Di et al (Biotechnology Research Center, College of Life Science and Technology, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract The leaves of 5 kinds of ornamental plants were treated by formaldehyde solution, and the absorptive capacities of different plant leaves on formaldehyde were determined. And the effects of ambient temperature, pH value of formaldehyde solution and disinfection treatment on absorptive capacities of plant leaves on formaldehyde were studied. The results showed that 5 kinds of ornamental plants all had certain absorptive capacities on formaldehyde, and the ambient temperature and pH value of formaldehyde solution all had effects on absorptive capacities of plant leaves on formaldehyde, and the microorganism on plant leaves also could absorb formaldehyde.

Key words Ornamental plant; Formaldehyde; Ambient condition; Microorganism

甲醛(HCHO)是一种非常活泼的化合物,可与蛋白质、核酸和脂类发生非特异性反应,因此对生物具有很强的毒性^[1]。随着人民生活水平的不断提高,近年来,各种新型建筑、装修材料和人造板材家具被大量使用,引发了一系列严重的室内甲醛污染问题^[2]。甲醛气体被人体长期吸入后轻则头晕、呕吐,重则诱发肿瘤、器官衰竭等疾病,严重威胁人们的身体健康,所以治理室内甲醛污染已刻不容缓。

物理方法(加强自然通风或采用吸附剂吸附)和化学方法(利用强氧化剂氧化)治理室内甲醛污染都有一定的局限性,且强氧化剂在使用时还可能会造成二次污染。若能用室内栽培观赏植物来清除甲醛污染,将是最简单、最自然、最环保的方式。笔者检测了5种观赏植物对甲醛的吸收能力及各种环境条件对其吸收甲醛的影响,以期筛选出对甲醛具有良好吸收能力的观赏植物。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 植物材料。镜面草(*Pilea peperomioides*)、孔雀竹芋(*Calathea makoyana*)、四季秋海棠(*Begonia semperflorens*)、蚊草(*Pelargonium × Citrenella*)、玉树(*Grossula perforate*),均购于昆明花鸟市场。每种植物的株龄、生长状况基本一致。

1.1.2 试剂和仪器。乙醇、MES、醋酸铵、冰醋酸、乙酰乙酮、甲醛(37%~40%)、碳酸氢钾等,均为化学分析纯,除MES购于Solarbio外,其余试剂均购于天津科密欧化学试剂开发中心。主要仪器:日本岛津UV-2401紫外分光光度计。

1.2 方 法

1.2.1 主要试剂的配制。4 mmol/L 甲醛溶液(HCHO 4 mmol/L, KHCO₃ 5 mmol/L, MES 0.1%, pH值6.0), Nash试剂(醋酸氨15%, 冰醋酸0.3%, 乙酰丙酮0.2%)^[3]。

1.2.2 植物叶盘的制备。选取盆栽镜面草、孔雀竹芋、四季秋海棠、蚊草和玉树的新鲜成熟叶片,用自来水将叶片洗净,

再用打孔器将叶片打成直径约为10 mm的圆形叶盘。

1.2.3 植物叶盘消毒。参照刘庆昌等^[4]的方法,将选取的植物叶片装入消毒瓶中,先用自来水冲洗3次,倒干瓶中残余的分;在超净工作台上向消毒瓶内加入0.4 ml吐温,再加入75%酒精至完全覆盖叶片,轻轻摇晃15 s;倒出酒精和吐温混合液,用无菌水漂洗1次;然后加0.1% HgCl₂浸没叶片3 min;最后加入无菌水浸泡漂洗6次。

1.2.4 甲醛浓度的测定。甲醛可与Nash试剂发生化学反应,生成稳定的微黄色化合物2,6-二甲基3,5-二乙酰基1,4-二氢砒,此化合物在波长约为410 nm处有最大吸收,根据该波长处的吸光度与甲醛浓度的比例关系可知溶液中的甲醛含量。将1 ml Nash试剂加入适量甲醛溶液中,用适量双蒸水定容至2 ml,然后将此2 ml混合液在30℃水浴中保温30 min,测定其OD₄₁₀值,然后根据HCHO Nash标准曲线计算出甲醛溶液中的甲醛浓度^[3]。标准曲线制作如表1所示。

表1 HCHO-Nash标准曲线制作

Table 1 The HCHO Nash standard curve prepared

甲醛浓度 mmol/L							
Formaldehyde concentration	0	0.02	0.04	0.8	0.12	0.16	0.2
HCHO μ	0	100	200	400	600	800	1000
H ₂ O μ	1000	900	800	600	400	200	0
Nash reagent ml	1	1	1	1	1	1	1

注:体系30℃保温30 min后,测定溶液OD₄₁₀。

Note: Reaction system is put into 30℃ water bath for 30 min, then determining solution OD₄₁₀.

1.2.5 叶绿素含量的测定。参照邹琦^[5]的方法,取适量叶片,加入适量的液氮快速充分研磨,磨碎后加入1.5 ml无水乙醇,然后将叶绿素提取液转移到2 ml Eppendorf管中,12 000 r/min离心15 min,取上清,用无水乙醇定容至2 ml。用无水乙醇作对照,测定叶绿素提取液在波长665、649 nm处的吸光值。将测得的吸光值代入公式: C_a = 13.95 × A₆₆₅ - 6.88 × A₆₄₉; C_b = 24.96 × A₆₄₉ - 7.32 × A₆₆₅ 计算,即可得叶绿素a和

基金项目 国家自然科学基金(30670163);云南省中青年学术与技术带头人培养费和昆明理工大学人才培养费(2004PY01-5)。

作者简介 徐迪(1982-),男,浙江舟山人,硕士研究生,研究方向:植物代谢基因工程。* 通讯作者。

收稿日期 2009-01-12

叶绿素b的浓度(C_a 、 C_b :ng/L),两者之和为总叶绿素浓度。最后根据公式:叶绿素含量(ng/g)=[叶绿素浓度×提取液体积×稀释倍数/样品鲜重(或干重)]求得植物组织中的叶绿素含量。

2 结果与分析

2.1 观赏植物叶片对甲醛吸收能力的初步检测 分别称取相同质量的各植物材料的叶盘,用pH值为6.0、浓度为4 mmol/L的甲醛溶液30 mL浸泡,每种植物材料设3个重复,用未加植物材料的30 mL相同甲醛溶液作对照,分别在浸泡16、40、64、88和112 h后取1 mL甲醛处理液,测定甲醛浓度。由图1可知,所取植物材料对甲醛都有一定的吸收,但其吸收能力不同。用甲醛处理40 h后,加有蚊草、秋海棠叶片的甲醛处理液中几乎检测不到残留的甲醛。处理88 h后,所有植物材料浸泡过的甲醛溶液中残留的甲醛几乎均为零。

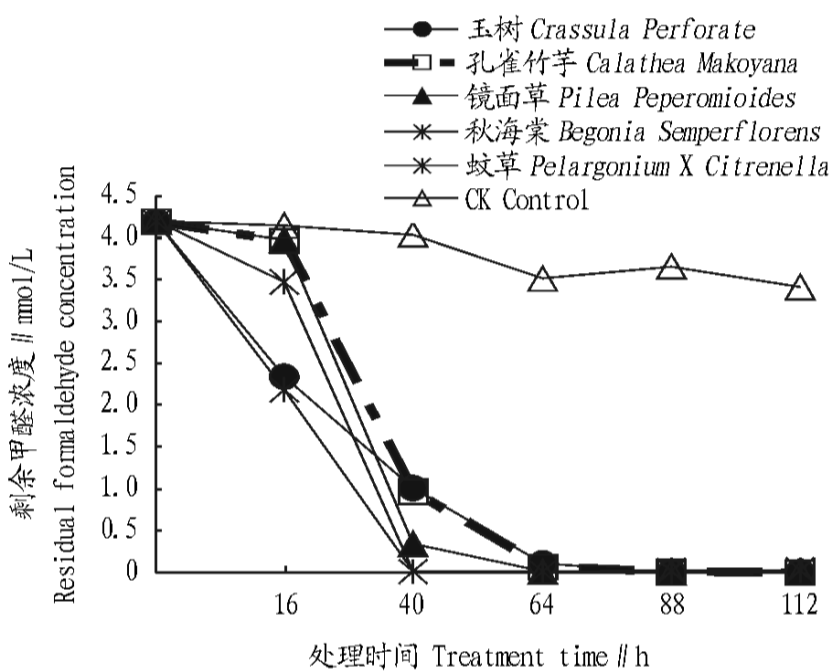


图1 5种观赏植物对甲醛的吸收能力

Fig.1 Capacity of 5 kinds of ornamental plants to absorb formaldehyde

2.2 甲醛处理对植物叶片叶绿素含量的影响 称取相同质量的5种植物材料的叶盘,用30 mL,pH值为6.0、浓度为4 mmol/L的甲醛溶液25 浸泡处理112 h,测定植物叶片中的叶绿素含量,以未经甲醛处理的植物材料的新鲜叶片为对照,3个重复。由图2可知,植物叶片叶绿素含量的改变量与植物种类有关。除秋海棠外,其他4种植物的叶绿素含量均有不同程度的降低。叶绿素含量的降低量与处理前的叶绿素含量无关,未处理的孔雀竹芋和蚊草叶片中叶绿素含量相差不多,但甲醛处理后蚊草的叶绿素降低量明显大于孔雀竹芋。

2.3 不同质量植物叶片对甲醛的吸收能力 选取蚊草和秋海棠的新鲜叶片,用打孔器将叶片打成大小相同的叶盘,分别称取0.2、0.5、1.5、2.0 g叶盘,然后在25 条件下用pH值为6.0、浓度为7 mmol/L甲醛溶液30 mL处理,3个重复,用未加植物材料的30 mL相同甲醛溶液作对照,分别在处理24、48、72、96、120 h后取1 mL甲醛处理液,测定其甲醛浓度。由图3、图4可知,蚊草和秋海棠对甲醛的吸收能力随着植物叶片质量的增大而增强。

2.4 不同外界条件对植物叶片吸收甲醛能力的影响

2.4.1 温度对植物叶片吸收甲醛的影响。 选取蚊草、秋海棠的新鲜叶片,用打孔器将叶片打成大小相同的叶盘,分别

称取0.5 g叶盘,用浓度为7 mmol/L,pH值为6.0的甲醛溶液30 mL浸泡,设置4个处理温度:15、20、28、37 ,3个重复,用未加植物材料的30 mL相同甲醛溶液放置于20 作对照,分别在处理24、48、72、96、120 h时取1 mL甲醛处理液,测定其甲醛浓度。由图5、图6可知,低温抑制植物叶片对甲醛的吸收,不同植物叶片吸收甲醛的最佳温度不同,这2种植物在20或28 时对甲醛的吸收效果较好。

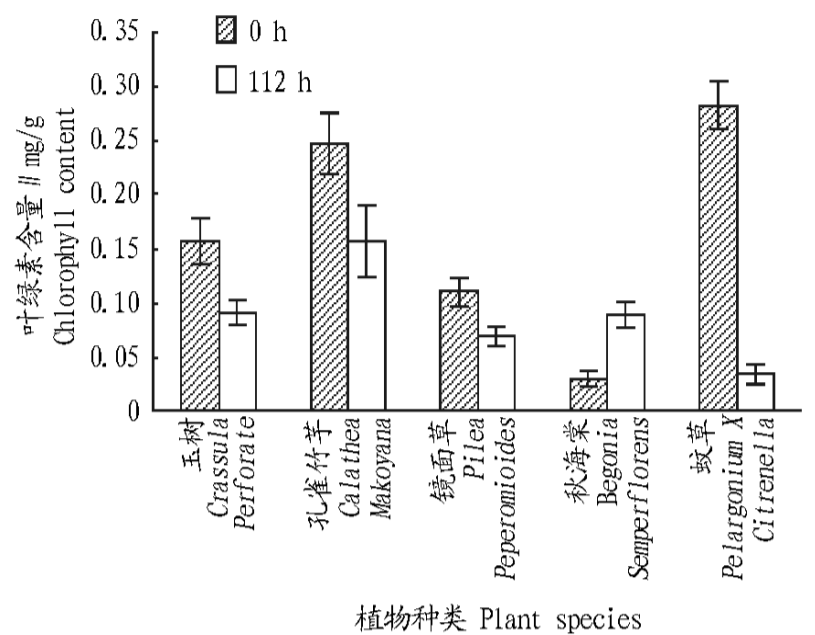


图2 甲醛处理对植物叶片中叶绿素含量的影响

Fig.2 Effects of formaldehyde treatment on chlorophyll content of plant leaves

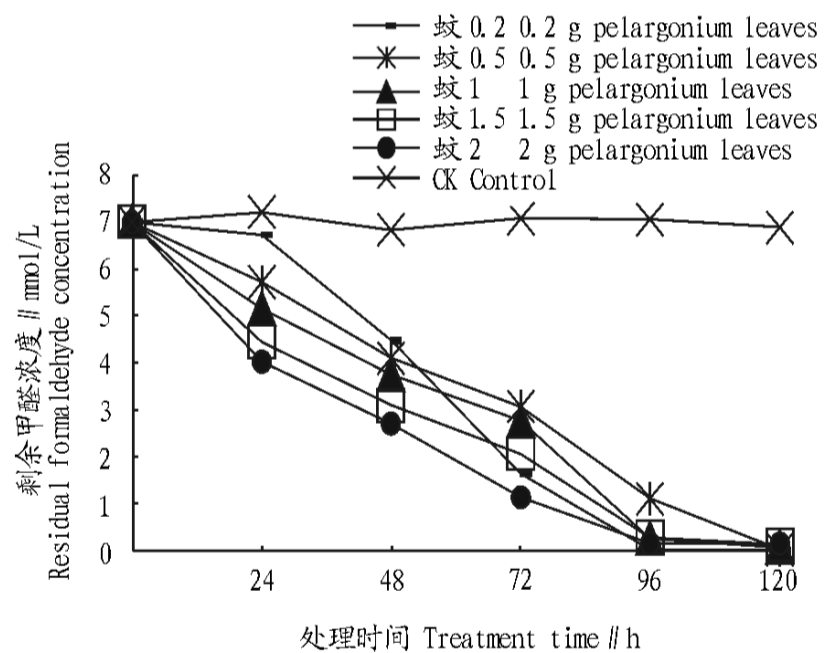


图3 不同质量蚊草叶片对甲醛的吸收能力

Fig.3 Effects of the different qualities of pelargonium leaves on capability to absorb formaldehyde

2.4.2 pH值对植物叶片吸收甲醛的影响。 选取蚊草、秋海棠的新鲜叶片,用打孔器将叶片打成大小相同的叶盘,分别称取0.5 g叶盘,用浓度为7 mmol/L的甲醛溶液30 mL在25 浸泡处理。甲醛溶液的pH值设3个梯度:5.0、7.0、9.0,每梯度3个重复,用未加植物材料的pH值为6.0、浓度为7 mmol/L的30 mL甲醛溶液作对照,分别在处理24、48、72、96、120 h时取1 mL甲醛处理液测定甲醛浓度。由图7、图8可知,不同植物吸收甲醛的最佳pH值不同,秋海棠在偏酸环境中对甲醛的吸收效果较好,而蚊草在中性偏碱环境中对甲醛的吸收效果较好。

2.5 消毒处理后植物叶片对甲醛的吸收能力 将秋海棠的新鲜叶片打成大小相同的叶盘,称取0.5 g叶盘进行消毒,然后在25 用pH值为6.0、浓度为7 mmol/L的30 mL甲醛溶液

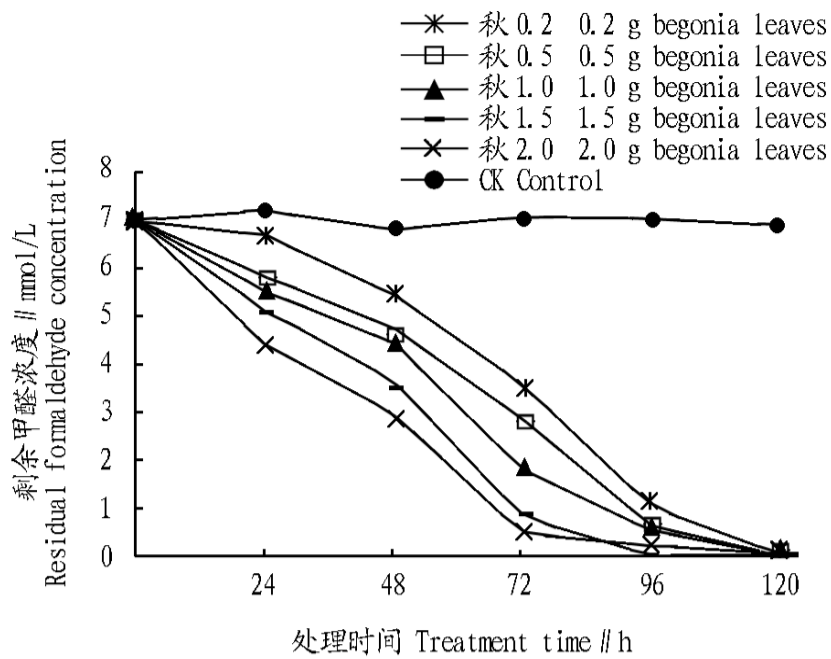


图4 不同质量秋海棠叶片对甲醛的吸收能力

Fig.4 Effects of the different qualities of begonia leaves on capability to absorb for maldelhyde

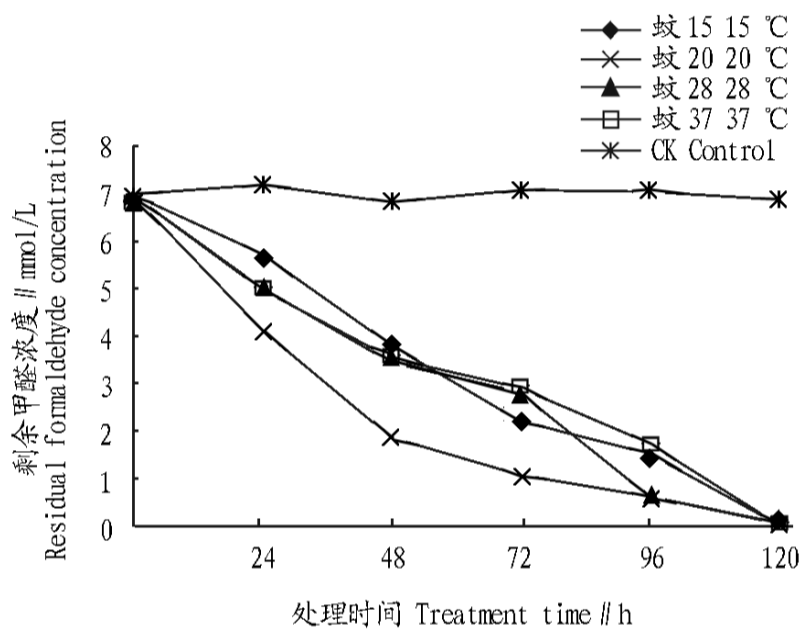


图5 不同温度对蚊草叶片吸收甲醛能力的影响

Fig.5 Effects of the different temperature on capability of plargoriumleaves to absorb for maldelhyde

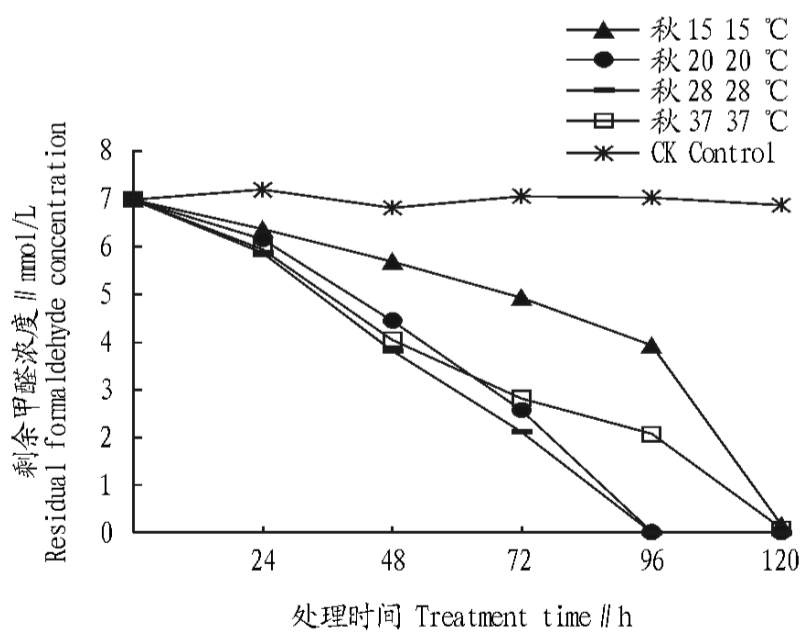


图6 不同温度对秋海棠叶片吸收甲醛能力的影响

Fig.6 Effects of the different temperature on capability of begonia leaves to absorb for maldelhyde

处理,用未加植物材料的30 ml 相同甲醛溶液作对照,分别在处理24、48、72、96、120 h 时取1 ml 甲醛处理液测定甲醛浓度。由图9 可知,处理时间小于48 h 时,未消毒的秋海棠叶片与消毒的秋海棠叶片对甲醛的吸收能力相同;处理时间大于48 h 时,未消毒的叶片对甲醛的吸收能力强于消毒叶片。其原因是除植物叶片本身对甲醛具有吸收作用外,叶片上的微生物

对甲醛也有一定的吸收。但微生物对甲醛的吸收是在一定时间(48 h) 后才体现出来的,且其对甲醛的吸收效果较明显。

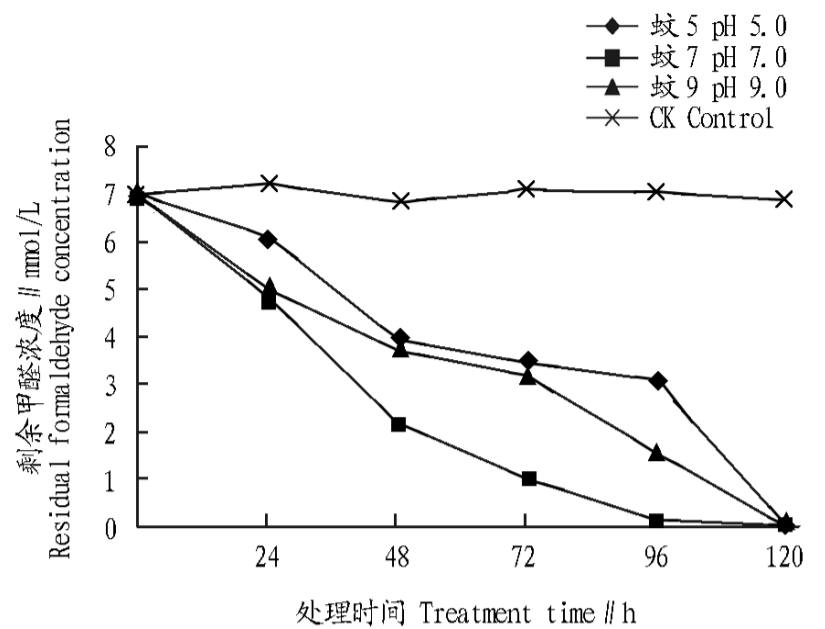


图7 pH 值对蚊草吸收甲醛能力的影响

Fig.7 Effects of pH value on capability of plargoriumleaves to absorb for maldelhyde

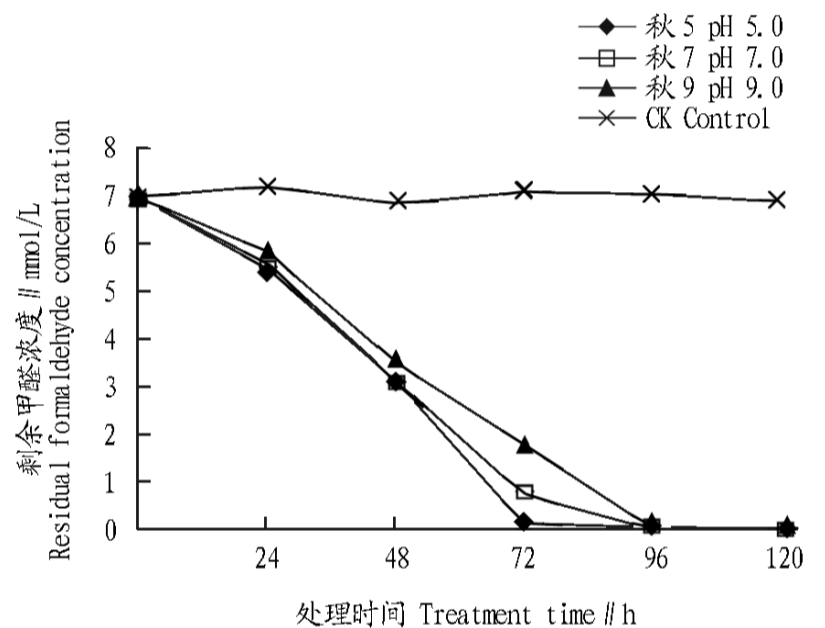


图8 pH 值对秋海棠吸收甲醛能力的影响

Fig.8 Effects of pH value on capability of begonia leaves to absorb for maldelhyde

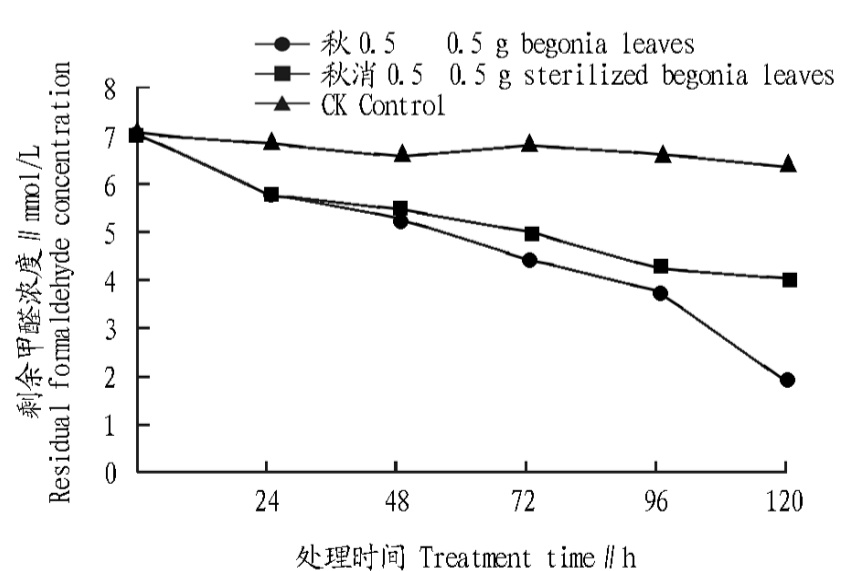


图9 消毒处理后秋海棠叶片对甲醛的吸收能力

Fig.9 Effects of sterilized begonia leaves on capability to absorb for maldelhyde

3 结论与讨论

近年来研究表明,很多植物都可吸收甲醛^[6-9]。美国航天局(NASA)的 Wilverton B.C. 博士选用绿萝(*Scindapsus aureus*)、中斑吊兰(*Chlorophytum datum 'vittatum'*)、合果芋(*Synonium podophyllum*) 3 种植物,设计了1 个试验装置,尝试在相

对密闭的空间里如太空站用室内植物净化甲醛。试验结果显示,处理时间在6 h 以内时,中斑吊兰对甲醛的吸收效果最好,为 $2.27 \mu\text{g}$ 甲醛/ cm^2 叶片,其次是合果芋,为 $0.50 \mu\text{g}/\text{cm}^2$,最差的是绿萝($0.46 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)。试验结果还显示,花盆、盆土、微生物也可吸收部分甲醛^[10]。Gese 等也发现甲醛对吊兰(*Chlorophytum comosum* L.),烟草(*Nicotiana tabacum* L.),大豆(*Glycine max* L.)的细胞悬浮培养物毒性非常低^[11]。但这些研究很少考虑环境条件对植物吸收甲醛的影响,也没有明确提出植物叶片微生物对甲醛的吸收作用。

该研究结果表明,所选取的5种植物叶片都能在一定程度上吸收甲醛,通过测定甲醛处理后植物叶片的叶绿素含量,发现甲醛对植物叶片具有毒害作用。但秋海棠例外,秋海棠叶片本身所含叶绿素较少,而甲醛处理后其叶绿素含量反而增加,其原因有待于进一步探讨。同时,试验也证明,植物叶片对甲醛的吸收能力随叶片质量的增加而增加,而且不同的环境温度和酸碱度对植物叶片吸收甲醛的能力均有一定影响,不同植物叶片吸收甲醛的最佳环境温度和酸碱度不同。另外,该研究发现,植物叶片上的微生物对甲醛有一定的吸收,在处理一定时间后才体现出来,这可能是由于微生物繁殖需要一定时间,当微生物数量增加到一定程度后,才

(上接第5448页)

^1H NMR(400 MHz, CDCl_3) : $0.68(3\text{H},\text{s},\text{M}-18)$, $0.99(3\text{H},\text{s},\text{M}-19)$, $0.92(3\text{H},\text{d},\text{J} = 6.0 \text{ Hz},\text{M}-21)$, $0.83(3\text{H},\text{d},\text{J} = 7.2 \text{ Hz},\text{M}-26)$, $0.79(3\text{H},\text{d},\text{J} = 6.8 \text{ Hz},\text{M}-27)$, $0.85(3\text{H},\text{t},\text{M}-29)$; ^{13}C NMR(100 MHz, CDCl_3) : $37.0\text{t}(C-1)$, $31.4\text{t}(C-2)$, $71.4\text{d}(C-3)$, $42.0\text{t}(C-4)$, $146.2(C-5)$, $123.9\text{d}(C-6)$, $65.3\text{d}(C-7)$, $37.6\text{d}(C-8)$, $42.3\text{d}(C-9)$, $37.4(C-10)$, $20.7\text{t}(C-11)$, $39.2\text{t}(C-12)$, $42.2(C-13)$, $49.4\text{d}(C-14)$, $24.3\text{t}(C-15)$, $28.3\text{t}(C-16)$, $55.8\text{d}(C-17)$, $11.6\text{q}(C-18)$, $18.2\text{q}(C-19)$, $36.1\text{d}(C-20)$, $18.8\text{q}(C-21)$, $33.9\text{t}(C-22)$, $25.9\text{t}(C-23)$, $45.9\text{d}(C-24)$, $29.2\text{d}(C-25)$, $19.8\text{q}(C-26)$, $19.1\text{q}(C-27)$, $23.1\text{t}(C-28)$, $12.0\text{q}(C-29)$ 。综上分析与文献[4]报道的对照波谱数据基本一致,故化合物2被鉴定为7-羟基谷甾醇(7-hydroxysitosterol)。化合物3无色柱状晶体(丙酮), $\text{C}_{15}\text{H}_{20}\text{O}_3$, EI-MS m/z 248 [M]⁺, 230, 219, 202, 187, 105, 91, 95, 55, 41; 薄层检测在紫外灯下无荧光,用5%硫酸乙醇溶液喷雾加热显蓝色; ^1H NMR(400 MHz, CDCl_3) : $2.84(1\text{H},\text{m},\text{H}1)$, $1.86(1\text{H},\text{m},\text{H}2)$, $4.53(1\text{H},\text{dd},\text{J} = 7.6, 7.6 \text{ Hz},\text{H}3)$, $2.84(1\text{H},\text{m},\text{H}5)$, $4.12(1\text{H},\text{dd},\text{J} = 10.0, 10.0 \text{ Hz},\text{H}6)$, $2.68(1\text{H},\text{dq},\text{J} = 7.6, 7.6 \text{ Hz},\text{H}11)$, $1.15(3\text{H},\text{d},\text{J} = 6.0 \text{ Hz},\text{M}-13)$, $4.92(1\text{H},\text{s},\text{H}14)$, $4.94(1\text{H},\text{s},\text{H}14)$, $5.30(1\text{H},\text{s},\text{H}15)$, $5.39(1\text{H},\text{s},\text{H}$

表现对甲醛的吸收能力。

参考文献

- [1] GRAFSTROM R C, FORNACE A J Jr, AURUP H, et al. Formaldehyde damage to DNA and inhibition of DNA repair in human bronchial cells[J]. *Science*, 1983, 220(4593): 216-218.
- [2] SHAH J J, SINGH H B. Distribution of volatile organic chemicals in outdoor and indoor air[J]. *Environ Sci Technol*, 1988, 22(12): 1381-1388.
- [3] NASHT. The colorimetric estimation of formaldehyde by means of the Hantzsch reaction[J]. *Bochen J*, 1953, 55: 416-421.
- [4] 刘庆昌, 吴国良. 植物细胞组织培养[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.
- [5] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [6] 曹辉. 几种观赏植物对甲醛的净化效果比较[J]. *北方园艺*, 2008(6): 150-151.
- [7] 周晓晶, 梁双燕, 金幼菊, 等. 13种常用室内观赏植物对甲醛净化效果[J]. *中国农学通报*, 2006(22): 229-231.
- [8] 郭秀珠, 黄品湖, 王月英, 等. 几种观叶植物对室内污染物的净化效果研究[J]. *环境工程学报*, 2007(1): 104-106.
- [9] 白雁斌, 刘兴荣. 吊兰净化室内甲醛污染的研究[J]. *海峡预防医学杂志*, 2003(3): 26-27.
- [10] WOLVERTON B C, MCDONALD R C, WALKINS E A. Foliage plants for removing indoor air pollution from energy-efficient homes[J]. *Economic Botany*, 1984, 38(2): 224-228.
- [11] GESE M, BAUER DORANTH U, LANGE BARIELS C, et al. Detoxification of formaldehyde by the spider plant (*Chlorophytum comosum* L.) and by soybean (*Glycine max* L.) cell-suspension cultures[J]. *Hort Physiol*, 1994, 104: 1301-1309.

15); ^{13}C NMR(100 MHz, CDCl_3) : $43.3\text{d}(C-1)$, $38.7\text{t}(C-2)$, $73.6\text{d}(C-3)$, $153.3(C-4)$, $49.8\text{d}(C-5)$, $83.7\text{d}(C-6)$, $39.3\text{d}(C-7)$, $28.7\text{t}(C-8)$, $36.0\text{t}(C-9)$, $149.0(C-10)$, $46.3\text{d}(C-11)$, $179.7(C-12)$, $11.4\text{q}(C-13)$, $111.4\text{t}(C-14)$, $113.4\text{t}(C-15)$ 。以上分析与文献[5]报道的对照波谱数据基本一致,故化合物3被鉴定为3-羟基-11-H愈创木-4(15),10(14)-二烯-12,6-内酯(3-hydroxy-11-Hguaia-4(15),10(14)-dien-12,6-dide)。

3 结论

该研究首次从羽裂黄瓜菜中分离得到7-羟基谷甾醇和3-羟基-11-H愈创木-4(15),10(14)-二烯-12,6-内酯。但这2种化合物的生物活性有待于进一步研究鉴定。

参考文献

- [1] 石铸. 中国植物志 第八十卷 第一分册 [M]. 北京: 科学出版社, 1997: 264.
- [2] MA J Y, WANG Z T, XUL S, et al. A sesquiterpene lactone glucoside from *Ixeris denticulata* f. *pinnatifida* [J]. *Phytochemistry*, 1999, 50: 113-115.
- [3] 林耕, 许旭东, 刘东, 等. 黄毛木化学成分的研究[J]. *中国药学杂志*, 2000, 35(5): 298-300.
- [4] MARINA DELLA GRECA, HETRO MONACO, LUIO PREMITERA. Signasterts from *Typha latifolia* [J]. *Journal of Natural Products*, 1990, 53(6): 1430-1435.
- [5] YANG M, JIA Z J. A new guaiane from *Saussurea macrota* [J]. *Chinese Chemical Letters*, 2004, 15(4): 417-418.