

蚕豆叶片气孔对甲醛污染的反应研究

韦立秀, 朱麟, 杨振德*, 李明, 孙艳娟, 陈方玉

(1. 广西大学林学院, 广西南宁530004; 2. 海南师范大学, 海南海口571158)

摘要 [目的] 探讨植物气孔对甲醛污染的响应机制, 筛选对甲醛降解能力强的室内绿化植物, 利用植物对甲醛污染进行监测。[方法] 采用密闭反应仓法研究蚕豆叶片气孔对不同浓度甲醛污染处理的响应。[结果] 2种蚕豆幼苗叶片气孔的长度和宽度均随甲醛浓度的增加和处理时间的延长而变小。松滋青皮蚕豆品种的叶片经甲醛污染处理24 h后, 虽然气孔的面积比对照减小, 但差异未达显著水平($P > 0.05$), 但是随着处理时间的延长, 2种蚕豆的气孔面积与对照相比均达显著差异水平($P < 0.05$)。[结论] 普通蚕豆叶片气孔对甲醛污染的反应比松滋青皮蚕豆叶片气孔的反应更敏感。

关键词 室内空气污染; 甲醛; 蚕豆; 气孔行为

中图分类号 S643.6 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)18-07570-02

Study on *Vicia faba* Stomata Reaction to Indoor Formaldehyde Pollution

WEI Li-xiu et al. (Forestry College, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530004)

Abstract [Objective] The research aimed to study the response mechanism of plant stomata to formaldehyde pollution, to screen the indoor greenisation with high degrading efficiency to formaldehyde and to monitor formaldehyde pollution with plant. [Method] Airtight reaction chamber method was used to investigate the effects of formaldehyde pollution on *Vicia faba* stomata reaction. [Result] The length and width of two varieties of *Vicia faba* stomata were reduced with the increase of formaldehyde concentrations. No differences were discovered after 24 hours in Songzi green *Vicia faba*, though the stomata area was a little smaller than those of control ($P > 0.05$). However, after 48 hours, the stomata areas on Songzi green *Vicia faba* and common *Vicia faba* leaves were significantly smaller than those of control ($P < 0.05$). [Conclusion] Common *Vicia faba* stomata was more sensitive to formaldehyde than that of Songzi green *Vicia faba*.

Key words Indoor air pollution; Formaldehyde; *Vicia faba*; Stomata reaction

植物叶片气孔是对内外因子变化高度敏感的器官, 植物气孔对环境因子变化的响应是植物生理生态学领域的研究重点之一^[1]。甲醛已被世界卫生组织确定为致癌和致畸形物质, 国际癌症研究机构(IARC)已于2004年将甲醛确定为第1类致癌物质。甲醛现成为我国新装修家庭中的主要污染物^[2-3]。相关研究表明甲醛对植物同样产生伤害^[4], 但植物对甲醛也具有一定的降解作用^[5]。笔者采用密闭反应仓法研究蚕豆叶片气孔对甲醛污染的响应, 旨在进一步探讨植物气孔对甲醛污染的响应机制, 筛选对甲醛降解能力强的室内绿化植物, 并利用植物对甲醛污染的监测为相关研究提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器 材料: 松滋青皮蚕豆, 购于华中师范大学生命科学学院; 普通蚕豆, 购自广西桂林市农贸市场。

仪器: 设计一个由普通玻璃做成的密闭反应仓, 玻璃箱体积为 0.125 m^3 ($50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$)。密闭仓的结合部位用玻璃胶粘合, 外部全部用普通透明胶粘结, 经预试验证明, 普通透明胶对甲醛只有很小的吸附性, 可以忽略不计。

1.2 试验方法

1.2.1 蚕豆幼苗的准备。蚕豆种子用0.5%的高锰酸钾溶液消毒1 h, 浸种后在25℃条件下催芽24 h, 播种于营养钵中, 置于光照培养箱内培养, 昼夜温度设置为28℃与23℃、光照时间为12 h、相对湿度70%左右, 待长出2~3片真叶时进行染毒试验。

1.2.2 染毒试验。将供试蚕豆幼苗植入人工密闭仓, 密闭后注入5%的甲醛溶液, 以注入等量蒸馏水为对照。试验设2个浓度(2.85和5.49 ng/m^3), 染毒24和48 h后进行气孔开

度测定。试验在恒温光照培养室中进行(25℃、光照强度1500 lx)。

1.2.3 气孔开度的测定。在9:00~10:00将供试蚕豆幼苗第3片真叶用卡诺固定液固定后, 用镊子沿叶片下表皮中脉处小心撕下相同部位表皮条, 放置在载玻片上, 用改良碱性品红染色剂染色10 min, 然后加盖玻片, 在高清晰度显微图像电脑分析系统下测量气孔的长度和宽度(均指最大处), 测量时随机选取3个视野, 每个视野内随机选取10个气孔, 每个处理重复3次以上。以公式 $S = \text{长} \times \text{宽} \times 3.14 \times 1/4$ 计算气孔面积^[6]。

1.3 数据统计分析 方差分析采用SPSS 11.5统计分析软件, 显著性用Duncan的新复极差法($P = 0.05$)检验分析。

2 结果与分析

2.1 甲醛污染对蚕豆气孔长度与宽度的影响 由表1和表2可知, 在相同的处理浓度下, 2种蚕豆幼苗叶片气孔的长度和宽度均随甲醛处理时间的延长而变小。经甲醛污染处理24 h时后, 普通蚕豆幼苗叶片的气孔长度与对照相比明显变短, 差异达极显著水平($P < 0.01$), 气孔宽度与对照相比也明显变小, 差异达显著水平($P < 0.05$); 而松滋青皮蚕豆幼苗经甲醛污染处理24 h时后, 气孔长度和宽度虽较对照有所减小, 但差异均不显著($P > 0.05$), 但随着甲醛污染处理时间的延长(48 h), 松滋青皮蚕豆的气孔长度和宽度与对照相比差异达显著水平($P < 0.05$)。由此可知, 普通蚕豆叶片气孔对甲醛污染的反应比松滋青皮蚕豆叶片气孔的反应更敏感。由表1和表2还可以看出, 2种蚕豆幼苗叶片气孔的长度和宽度均随甲醛处理浓度的增加而变小。当甲醛剂量增加到5.49 ng/m^3 时, 2种蚕豆幼苗叶片气孔的长度和宽度在处理48 h后均明显小于对照, 差异达显著($P < 0.05$)或极显著水平($P < 0.01$)。

2.2 甲醛污染对蚕豆气孔面积的影响 对照蚕豆叶片的气

作者简介 韦立秀(1962-), 女, 广西南宁人, 实验师, 从事环境监测与植物生理学研究。* 通讯作者。

收稿日期 2008-03-31

孔为椭圆至近圆形,而经过甲醛处理24和48 h后气孔变成长椭圆形,开度变小。这表明气孔在受到甲醛污染时,气孔开度自动变小,以保护自身免受进一步的毒害。

表1 甲醛对蚕豆气孔长度影响

浓度 Concentration ng/m^3	松滋青皮蚕豆 Songzi green <i>V. faba</i>		普通蚕豆 Common <i>V. faba</i>	
	24 h	48 h	24 h	48 h
CK	153.59 a	153.74 a	164.51 A	163.10 A
2.85	144.72 a	132.62 ab	130.62 B	133.09 B
5.49	143.89 a	128.58 b	122.53 B	123.46 B

注:表中不同大、小写字母表示差异在0.01、0.05水平显著。下表同。

Note: Different capital letters and lowercase in the table mean significantly different at 0.01 and 0.05 levels, respectively. The same as below.

表2 甲醛对蚕豆气孔宽度影响

浓度 Concentration ng/m^3	松滋青皮蚕豆 Songzi green <i>V. faba</i>		普通蚕豆 Common <i>V. faba</i>	
	24 h	48 h	24 h	48 h
CK	49.85 a	59.91 a	62.35 a	67.52 aA
2.85	47.45 a	44.96 b	53.35 a	50.39 bA
5.49	45.27 a	39.86 b	40.95 b	32.64 B

表3 甲醛对蚕豆叶片气孔面积的影响

浓度 Concentration ng/m^3	松滋青皮蚕豆 Songzi green <i>V. faba</i>		普通蚕豆 Common <i>V. faba</i>	
	24 h	48 h	24 h	48 h
CK	6.01 a	7.74 aA	7.52 aA	8.64 aA
2.85	5.39 a	4.61 bAB	5.55 abAB	5.26 abAB
5.49	5.11 a	3.83 bB	4.13 bB	3.16 bcB

由表3可知,松滋青皮蚕豆品种的叶片经甲醛污染处理24 h后,虽然气孔的面积比对照减小,但未达显著差异水平($P > 0.05$)。随着处理时间的延长(48 h),2种蚕豆的气孔面积与对照相比均达显著差异水平($P < 0.05$)。当甲醛剂量增

(上接第7558页)

加到 $5.49 \text{ ng}/\text{m}^3$ 时,普通蚕豆和松滋青皮蚕豆叶片的气孔面积分别是对照的36.6%和49.5%。

活性氧。作为植物细胞的保护酶系统,SOD和POD在清除活性氧过程中发挥着巨大的作用^[6]。从该试验可以看出,SOD酶活性在整个生育期都成双峰曲线,说明在苗期和结荚鼓粒期是大豆对光照最为敏感的时期,在该时期,如给以弱光刺激,其整个生长发育都将受到抑制。而POD酶活性和MDA含量在整个生育期变化基本一致,呈缓慢上升趋势,说明在植株生长发育后期,植物慢慢走向衰亡,体内产生大量活性氧自由基,作为应激反应,植株相应产生大量POD清除自由基,但是由于酶的活性有一个阈值,SOD和POD对细胞的保护作用将随胁迫时间的延长而逐渐降低,活性氧的产生与清除之间的平衡势必遭到破坏,导致大豆生长发育受到影响,进而影响大豆的产量和品质。方差分析表明,在生育后期,不管是结荚期还是鼓粒期,各个遮阴处理条件下,体内保护酶的差异都不显著,说明在生育后期,植株已经处于衰亡时期,已

无能力再产生大量保护酶对抗逆境。而品种间有时差异显著,说明基因型的不同,对其产生保护酶的能力有所不同,总的来说,晚熟品种>中熟品种>早熟品种,其原因可能是因为晚熟品种生育期长,逆境胁迫可以通过较长的生育期来弥补,产生适应效应,但其机理还有待于进一步研究。

3 结论与讨论

气孔是植物体与外界环境进行气体和水分交换的重要器官,气孔开闭对植物的光合作用和蒸腾作用具有重要的意义。许多生物和非生物因素都可以影响气孔运动,气孔在植物遭受环境胁迫时会作出各种响应以减轻胁迫,从而提高植物的抗逆性^[7-8]。目前,对于气孔对逆境的适应性反应仅对干旱逆境研究比较深入^[9-10]。孟雷等^[9]研究表明,水分胁迫下水稻叶片的气孔密度增大,气孔长度、宽度明显减少。

该试验研究结果表明,蚕豆经过甲醛污染胁迫后,其叶片气孔的长度、宽度明显减少,这可能是蚕豆为了避免甲醛的毒害而产生的一种主动适应性保护反应。该研究结果还表明普通蚕豆叶片气孔对甲醛污染的反应比松滋青皮蚕豆叶片气孔的反应更敏感。关于甲醛污染物对植物气孔行为的影响机制,植物气孔反应行为能否作为室内甲醛污染监测指标还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 柯世省. 水分胁迫对夏蜡梅气孔行为的影响[J]. 河北师范大学学报:自然科学版,2007,31(6):798-801.
- [2] 石碧清,刘湘,闫振华. 室内甲醛污染现状及其防治对策[J]. 环境科学与技术,2007,30(6):49-55.
- [3] 王利英,杨振德. 建筑装饰材料有毒物质的危害效应及防治对策[J]. 环境科学与技术,2007,30(2):61-64.
- [4] 王利英,杨振德,邓荣艳,等. 几种园林植物对甲醛污染的反应研究[J]. 广西科学,2007,14(2):163-166.
- [5] 刘艳丽,周建民,徐胜光,等. 马拉巴栗净化室内空气中甲醛的研究[J]. 生态环境,2007,16(2):332-335.
- [6] 刘亚丽,岳树松,王瑁. 红光对蚕豆叶片气孔开度及生理作用的影响[J]. 湖北农业科学,2005(5):39-42.
- [7] ASSMANN S M. Signal transduction in guard cells[J]. Ann Rev Cell Biol,1993,9:345-375.
- [8] 徐芬芬,曾晓春. 环境条件对植物叶片气孔的影响[J]. 安徽农学通报,2005,11(7):38-41.
- [9] 孟雷,李磊鑫. 水分胁迫对水稻叶片气孔密度、大小及净光合速率的影响[J]. 沈阳农业大学学报,1999,30(5):477-480.
- [10] 于海秋,武志海,沈秀瑛,等. 水分胁迫下玉米叶片气孔密度、大小及显微结构的变化[J]. 吉林农业大学学报,2003,25(3):239-242.

参考文献

- [1] 钱瑕圭,余键章. 大豆形态生理与育种[M]. 北京:农业出版社,1984:1-5.
- [2] BEDHARY T G. Effect of intercropping patterns on soybean growth and photosynthetic apparatus[J]. Egyptian Journal of Physiological Sciences,1994,18(1):168-178.
- [3] 张宪政,陈凤玉. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1994:99-100.
- [4] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000:167-169.
- [5] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,1990:65-71.
- [6] 王启明,徐心诚,马原松,等. 干旱胁迫下大豆开花期的生理生化变化与抗旱性的关系[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(4):98-101.