

三种园林绿化树种抗二氧化硫污染能力比较试验

邓明净¹,朱美秋¹,王彩芬¹,李彦慧²

(1. 保定职业技术学院,河北 保定 071000;2. 河北农业大学,河北 保定 071000)

摘要:为了探究园林绿化树种对二氧化硫(SO₂)污染的抗性,以梓树、黄杨、女贞3种常用城市园林苗木为试材,进行SO₂静态熏气处理,研究3种园林绿化树种的抗SO₂污染能力。结果表明:随着SO₂处理浓度的增加,3种常用城市园林树种叶片的超氧化物歧化酶(SOD)含量、丙二醛(MDA)含量、脯氨酸含量、相对电导率呈逐渐增加的趋势;过氧化物酶(POD)含量呈下降趋势。3种园林树种抗污染能力的大小顺序为:黄杨>梓树>女贞。

关键词:园林树种;二氧化硫;抗污染能力

中图分类号:S664.1 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2015)06-0074-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.06.0074

随着我国工业化和城市化进程的高速发展,霾出现频率不断增加。河北地区是霾的多发地区。霾的形成与大气污染物浓度密切相关^[1]。SO₂气体是我国当前主要的大气污染物质之一^[2-3]。SO₂污染对农作物、森林、湖泊、建筑物都会产生不良影响^[3]。城市绿化植被是城市生态系统极为重要的组成部分,承担着美化环境、净化空气、甚至是修复

和治理大气污染的作用。利用植物的同化功能来治理大气污染尤其是近地表城市大气的长期混合污染,是近年来国际上正在加强研究和迅速发展的前沿性课题^[4]。有关SO₂对植物生长发育影响的报道较多^[2-5],但植物对大气环境污染物的耐受能力与适应性千差万别,同一种植物对不同类型的污染物和不同种植物对同一类型污染物的净化能力各异^[4]。梓树、黄杨、女贞是河北城市绿化常用苗木。目前有关梓树、黄杨、女贞对SO₂污染的抗性能力的研究国内外报道较少。本试验以梓树、黄杨、女贞3个树种为试材,研究3个树种对SO₂气体抗性能力的差异,丰富了植物抗污染理论,为城市园林绿化树种的选择和科学配置提供了理论依据,使其发挥了更大的生态效益和社会效益。

收稿日期:2014-03-12
基金项目:河北省教育厅资助项目(2008125)
第一作者简介:邓明净(1978-),女,河北省正定县人,硕士,讲师,从事果树和观赏植物栽培生理研究。E-mail: dengmingjing2005@163.com。
通讯作者:李彦慧(1971-),女,河北省易县人,博士,教授,博士生导师,从事抗性生理和植物栽培管理工作。

Growth and Metabolism Kinetic Research of MDCK Cells in Stationary Culture

BAO Yan-min¹, WANG Jia-min¹, MA Qi², LING Shi-xin¹, MA Wei-guo¹, MA Zhong-ren³, QIAO Zi-lin¹

(1. Gansu Engineering Research Center for Animal Cell, Northwest University for Nationalities, Lanzhou, Gansu 730030; 2. Lanzhou Lark Bio-Technology Limited Company, Lanzhou Gansu 730010; 3. Key Laboratory of Bioengineering and Biotechnology of the State Ethnic Affairs Commission, Northwest University for Nationalities Lanzhou, Gansu 730030)

Abstract: In order to research growth and metabolism dynamics characteristics of MDCK cells, low cell density cultured method was used to determine cell density and viability every day. The content of Gluc, Lac, Gln and NH₄⁺ in medium were determined by multi-parameter biochemical analyzer, and the specific metabolic rate were calculated. The results showed that the growth curve of MDCK cells was "S" type, the largest density was 53.8×10⁴ upf·mL⁻¹ and the doubling time was 24.2 h. Specific consumption rate of Gluc and Gln were -2.20 mg·(10⁶ cells·d)⁻¹ and -3.85 μmol·(10⁶ cells·d)⁻¹ in logarithmic phase, and specific generation rate of Lac and NH₄⁺ were 2.25 mg·(10⁶ cells·d)⁻¹ and 2.22 μmol·(10⁶ cells·d)⁻¹.

Keywords: MDCK cell; growth characteristics; metabolism kinetics

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2005-2006 年在河北农业大学园林与旅游学院实验基地和生物技术实验室进行。园林树木材料选用满城绿龙公司提供的二年生梓树 (*Catalpa ovata* G. Don) 实生苗, 黄杨 (*Buxus sinica* Cheng) 和女贞 (*Ligustrum quihouii* Ait.) 扦插苗。栽植容器为直径 23 cm, 盆高 21 cm 的泥盆, 选用园土和草炭土按 3:1 配比的营养土作栽培基质。分别于 2005 年 3 月和 2006 年 3 月上盆, 单株盆栽培养, 于露地正常养护与管理。

试验所用气源为北京氮普北分气体有限公司生产的标准 SO_2 气体, 气体组成为: SO_2 (1%), N_2 (平衡气)。气体从气源经减压稳流装置进入熏气系统, 入口处用 3v 风扇搅匀, 按设定好的浓度一次性充入气室。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验采用简易静态熏气系统进行熏气处理^[6]。苗木在露地正常养护 3 个月 (3-6 月), 选择无病虫害、生长势一致的盆栽苗木放入气室中适应室内环境 7 d 后进行熏气试验。试验共设 6 个处理, SO_2 处理浓度分别为 0.3、0.5、0.8、1.2、1.5 和 2.0 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 熏气 15 d, 每小区 5 株, 3 次重复。以相同条件下在无污染物环境中生长的树木为对照。熏气结束后, 从每株苗木上选取 2~4 个新梢上中部不同方位的功能叶片进行指标测定。

1.2.2 指标测定方法 超氧化物歧化酶 (SOD) 活性采用 NBT 光化还原法测定; 过氧化物酶 (POD) 活性采用愈创木酚法测定; 细胞膜透性采用电导法测定; 丙二醛 (MDA) 采用硫代巴比妥酸法测定; 脯氨酸采用茚三酮法测定^[7-9]。

1.2.3 数据处理 试验数据为 2005 和 2006 年数据的平均值, 采用 DPS v7.05 进行统计和分析, 并用模糊数学隶属度公式和反隶属函数进行综合评定^[7-9]。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 SO_2 对 3 种园林苗木叶片 SOD 含量的影响

不同浓度 SO_2 对 3 种园林苗木叶片 SOD 含量的影响如图 1 所示。梓树和女贞叶片 SOD 含量随 SO_2 处理浓度的增加呈先急剧下降后缓慢上升的变化趋势, 且各处理的 SOD 明显低于对照,

最低值出现在 SO_2 浓度为 0.3 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 处。黄杨叶片 SOD 含量随 SO_2 处理浓度的增加呈先上升后下降再上升的“S”形变化趋势, SOD 含量低峰值出现在 SO_2 浓度为 0.3 和 1.5 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 时。在相同浓度 SO_2 处理下, 梓树和女贞叶片 SOD 含量明显高于黄杨。

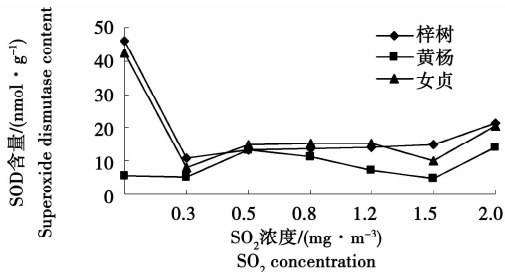


图 1 不同浓度 SO_2 对 3 种园林绿化苗木叶片 SOD 含量的影响

Fig. 1 Effect of SO_2 on superoxide dismutase content of three landscaping tree species

2.2 不同浓度 SO_2 对 3 种园林苗木叶片 POD 含量的影响

不同浓度 SO_2 对 3 种园林苗木叶片 POD 含量的影响如图 2 所示。随 SO_2 处理浓度的增加 3 个树种叶片 POD 含量变化规律不一致。梓树叶片 POD 含量随 SO_2 处理浓度的增加呈先上升后下降再上升的趋势, 但变化幅度不大, 最大值出现在 0.5 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 处, 为 1.5 $\text{nmol}\cdot\text{g}^{-1}$, 明显大于对照。黄杨叶片 POD 含量随 SO_2 处理浓度的增加呈先下降后上升再下降的“S”形变化趋势, 处理后叶片 POD 含量明显低于对照。女贞叶片 POD 含量随 SO_2 处理浓度的增加呈上下起伏的变化趋势, 最高值出现在 0.5 和 1.2 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 处, 分别为 24.66 和 22.68 $\text{nmol}\cdot\text{g}^{-1}$ 。在相同浓度 SO_2 处理下, 黄杨和女贞叶片 POD 含量明显高于梓树。

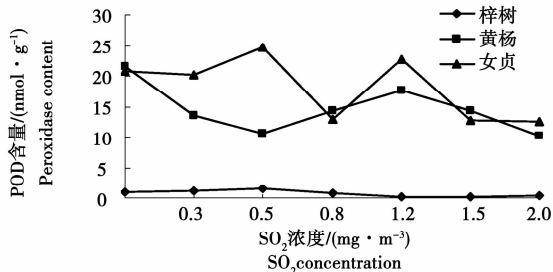


图 2 不同浓度 SO_2 对 3 种园林绿化苗木叶片 POD 含量的影响

Fig. 2 Effect of SO_2 on peroxidase content of three landscaping tree species

2.3 不同浓度 SO₂ 对 3 种园林苗木叶片 MDA 含量的影响

如图 3 所示,随 SO₂ 处理浓度的增加,3 种常用园林树种叶片 MDA 含量呈先上升后下降的双峰变化趋势。黄杨和女贞叶片中 MDA 含量高峰值出现在 0.3 和 0.8 mg·m⁻³ 处;黄杨叶片 MDA 含量变化较大。梓树叶片 MDA 含量高峰值出现在 0.3 和 1.5 mg·m⁻³ 处。在相同浓度 SO₂ 处理下,梓树和黄杨叶片 MDA 含量明显高于女贞。

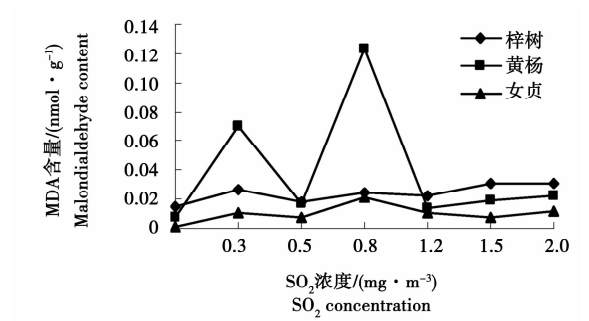


图 3 不同浓度 SO₂ 对 3 种园林绿化苗木叶片 MDA 含量的影响

Fig. 3 Effect of SO₂ on the indice of malondialdehyde in three landscaping tree species

2.4 不同浓度 SO₂ 对 3 种园林苗木叶片脯氨酸含量的影响

如图 4 所示,随着 SO₂ 处理浓度的增加,梓树、黄杨、女贞叶片脯氨酸含量整体呈先下降后逐渐上升再下降的“S”形趋势,最高值出现在 1.2 mg·m⁻³ 处。相同浓度下梓树叶片脯氨酸含量明显高于黄杨和女贞。

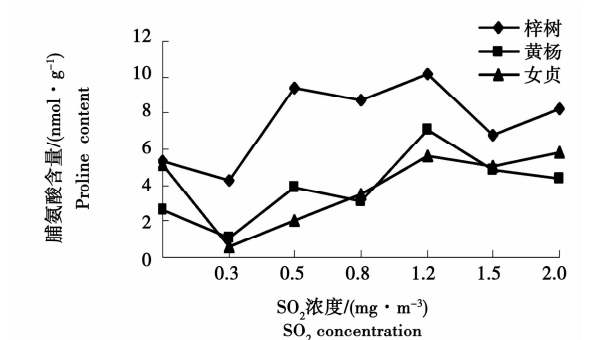


图 4 不同浓度 SO₂ 对 3 种园林绿化苗木叶片脯氨酸含量的影响

Fig. 4 Effect of SO₂ on proline content of three landscaping tree species

2.5 不同浓度 SO₂ 对 3 种园林苗木叶片相对电导率的影响

由图 5 可知。梓树和女贞叶片的相对电导

率都呈“M”形双峰变化趋势;梓树、女贞叶片相对电导率的高峰值都出现在 0.5 和 1.5 mg·m⁻³ 处。黄杨叶片相对电导率呈先下降后上升的“V”形变化趋势,高峰值出现在 2.0 mg·m⁻³ 处。相同浓度下梓树和女贞叶片相对电导率明显高于黄杨。

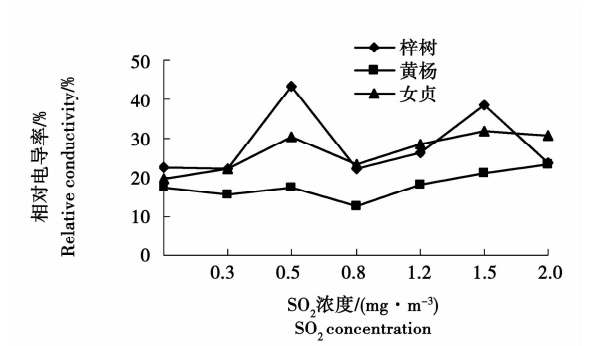


图 5 不同浓度 SO₂ 对 3 种园林绿化苗木叶片相对电导率率的影响

Fig. 5 Effect of SO₂ on relative conductivity of three landscaping tree species

2.6 模糊隶属度评定分析

植物受到逆境胁迫后,其生理变化是错综复杂的,并受多种因素的综合影响。因此,采用隶属函数值法^[8]综合评价各种苗木的抗污染能力的大小(见表 1)。由各个抗污染隶属度函数值得到各树种抗污染能力的结果为黄杨>梓树>女贞。这与张玲玲^[7]的研究结果不一致。

表 1 3 种园林绿化树种对 SO₂ 抗性的综合评定分析

Table 1 Analysis on comprehensive comparison of resistance to SO ₂ of three landscaping tree species				
指标 Index	隶属函数值 Value of subordinate function			
	梓树	黄杨	女贞	
SOD	0.2342	0.4201	0.2925	
POD	0.4476	0.3653	0.4556	
MDA	0.5555	0.2706	0.4412	
脯氨酸 Proline	0.5565	0.4687	0.6479	
相对电导率 Relative conductivity	0.7079	0.5004	0.4218	
综合评定结果 Comprehensive comparison result	0.5618	0.5855	0.4518	
位次 Order	2	1	3	

3 结论与讨论

随着 SO_2 处理浓度的增加,3 种常用园林树种叶片中 SOD 含量逐渐增加。在相同浓度 SO_2 处理下,梓树和女贞叶片 SOD 含量明显高于黄杨,与李彦慧^[8-9]的研究相一致。说明随着污染剂量的增加,SOD 可以清除超氧离子自由基,从而起到保护植物的作用。梓树和女贞清除超氧离子自由基的能力明显高于黄杨,与张玲玲^[7]的研究结果基本一致。

3 种常用园林树种叶片 POD 含量随着 SO_2 处理浓度的增加而呈递减趋势。在相同浓度 SO_2 处理下,黄杨和女贞叶片 POD 含量明显高于梓树,与李彦慧^[8-9]的研究不一致。主要因为 POD 与 SOD 对 SO_2 胁迫表现出不同的敏感性,在低浓度的 SO_2 污染情况下 SOD 要比 POD 更敏感些^[10]。而且黄杨和女贞对 SO_2 的抗性能力强于梓树,与张玲玲^[7]的研究结果基本一致。

3 种常用园林树种叶片 MDA 含量随着 SO_2 浓度的增加而增加,呈现先上升后下降的双峰变化趋势。在相同浓度 SO_2 处理下,梓树和黄杨叶片 MDA 含量明显高于女贞。这与李彦慧^[8-9]的研究相一致,与张玲玲^[7]的研究结果不一致。主要因为在不同浓度 SO_2 污染中,3 种园林苗木叶片中的 POD 含量较低,不能较好地消除细胞内光合及呼吸作用所产生的活性氧,促使 MDA 等过氧化产物增加。

随着 SO_2 处理浓度的增加,3 种常用园林树种叶片中的脯氨酸含量逐渐增加,呈“S”形变化趋势,且黄杨和女贞叶片的渗透调节作用低于梓

树。这与赵晓丽^[10]的研究相一致。把脯氨酸作为植物抗性鉴定指标一直有着争议^[10],所以该指标还有待进一步研究。

3 种常用园林树种叶片的相对电导率随 SO_2 浓度的增加而增加。相同浓度下梓树和女贞叶片相对电导率明显高于黄杨。这与李彦慧^[8-9]的研究相一致。且梓树和女贞叶片的渗透调节能力不如黄杨。3 种园林树种抗污染能力的大小顺序为:黄杨>梓树>女贞。

参考文献:

- [1] 魏文秀,张欣,田国强.河北霾分布与地形和风速关系分析[J].自然灾害学报,2010(19):49-52.
- [2] 张洁,何瑞,苑丽霞,等. SO_2 胁迫对大叶黄杨和贴梗海棠叶绿素及可溶性蛋白含量的影响[J].山西农业科学,2012,40(4):340-343.
- [3] 李彦慧,孟庆瑞,李向应,等.紫叶李叶片色素含量及叶绿素荧光动力学参数对 SO_2 胁迫的响应[J].环境科学学报,2008,28(11):2236-2242.
- [4] 陶玲,任珺,杜忠,等. SO_2 对兰州市主要绿化树种形态症状的影响[J].环境科学与技术,2009,32(6):34-37.
- [5] 胡丁猛,孙明高,王大明,等. SO_2 对三种园林绿化苗木叶片膜脂过氧化和保护酶的影响[J].山东农业大学学报:自然科学版,2005,36(2):175-180.
- [6] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2001.
- [7] 张玲玲,李彦慧,冯晨静,等.4 种园林苗木对汽车尾气适应性能力的研究[J].河北农业大学学报,2006,29(5):47-51.
- [8] 李彦慧,李向应,白瑞琴,等.4 种李属彩叶树木对 SO_2 的抗性[J].林业科学,2008,44(2):28-33.
- [9] 李彦慧,聂庆娟,王君山,等.4 种针叶树抗汽车尾气污染能力之比较[J].中国农学通报,2008(24):409-413.
- [10] 赵晓丽. SO_2 胁迫对 15 种园林绿化树种生理生化指标的影响[D].兰州:甘肃农大大学:2008.

Comparative Test of the Resistance to Sulfur Dioxide of Three Landscaping Trees

DENG Ming-jing¹, ZHU Mei-qi¹, WANG Cai-fen¹, LI Yan-hui²

(1. Baoding Vocational and Technical College, Baoding, Hebei 071000; 2. Agriculture University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: In order to study the resistance to SO_2 of landscaping tree species, taking *Catalpa ovata* G. Don, *Buxus sinicia* Cheng, *Ligustrum quihouii* Ait. as test materials, and they were in the open top chambers by means of fumigating. The results showed that with SO_2 concentration increasing, the superoxide dismutase (SOD), malondialdehyde (MDA), proline content and relative conductivity gradually increased, but the Peroxidase (POD) content decreased. The order of resistance to sulfur dioxide of three landscaping trees were that *Buxus sinicia* Cheng > *Catalpa ovata* G. Don > *Ligustrum quihouii* Ait. .

Keywords: landscaping tree; SO_2 ; resistance to pollution