

论文

酸雨对木芙蓉幼苗光合作用及抗氧化酶活性的影响

王应军¹, 邓仕槐¹, 姜静¹, 尚鹤², 林波^{2,3}, 孙亚琴¹, 胡晓梅¹

1. 四川农业大学资源环境学院农业环境工程重点实验室, 四川 雅安 625014;
2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091;
3. 北京林业大学林学院, 北京 100083

摘要:

以pH 5.6为对照,采用pH 4.0、pH 3.0、pH 2.0强度的酸雨对2年生木芙蓉进行人工模拟胁迫,研究酸雨胁迫对木芙蓉叶片可见伤害、质膜透性(Membrane Permeability,MP)、叶绿素(Chlorophyll,Chl)含量、抗氧化酶系统及气体交换参数的影响。研究表明,pH 2.0和pH 3.0的酸雨处理使叶片出现可见伤害;木芙蓉细胞膜透性在酸雨胁迫处理下均明显增加,并与pH值呈极显著负相关($r = -0.961^{**}$);超氧化物歧化酶(Superoxide Dismutase,SOD)活性在pH 3.0处理下最高($216.80 \text{U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW}$),过氧化氢酶(Catalase,CAT)和过氧化物酶(Peroxidase,POD)活性在pH 2.0处理下最强(分别为 $48.75 \text{mg} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW}$ 和 $77.69 \text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW}$);叶绿素a、叶绿素b、总叶绿素、叶绿素a/b、净光合速率(Net Photosynthetic Rate, P_n)、气孔导度(Stomatal Conductivity, G_s)和蒸腾速率(Transpiration Rate, T_r)均随pH值的降低而降低,胞间 CO_2 浓度(Intercellular CO_2 Concentration, C_i)呈先降后升的趋势,而水分利用效率(Water Use Efficiency, WUE)先升高后降低。模拟酸雨对木芙蓉的可见伤害阈值小于pH 2.0,对木芙蓉生理活动影响阈值大致在pH 2.0~3.0,表明木芙蓉对酸雨具有较强的耐受性。本研究为木芙蓉栽培管理、抗性筛选,以及为南方城市绿化树种的选择提供理论依据。

关键词: 木芙蓉 模拟酸雨 光合作用 抗氧化酶活性

EFFECTS OF ACID RAIN ON PHOTOSYNTHESIS AND ANTIOXIDANT ENZYME ACTIVITY OF *H. mitabilis* L. SEEDLINGSWANG Ying-jun¹, DENG Shi-huai¹, JIANG Jing¹, SHANG He², LIN Bo^{2,3}, SUN Ya-qin¹, HU Xiao-mei¹

1. Sichuan Province Key Laboratory of Agricultural Environmental Engineering, College of Resource and Environment, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014;
2. Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091;
3. Department of Forest Science, Beijing Forestry University, Beijing 100083

Abstract:

A pot experiment was conducted to study the effects of simulated acid rain on foliar damage, chlorophyll (Chl) content, membrane permeability (MP), antioxidant enzyme activity and gas exchange parameters in leaves of 2-year *H. mitabilis* seedlings. Four gradients of simulated acid rain solutions of pH 5.6 (CK), 4.0, 3.0 and 2.0 were used. Results showed that the leaves treated by pH 2.0 and 3.0 showed visible injury spots to various extent. The membrane permeability (MP) increased significantly after acid rain stress with an extremely significant negative correlation to pH value ($r = -0.961^{**}$). The maximum catalase (CAT) activity and peroxidase (POD) activity were observed at pH 2.0 ($48.75 \text{mg} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW}$ and $77.69 \text{U} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW}$, respectively), while that of superoxide dismutase (SOD) activity were observed at the pH 3.0 ($216.80 \text{U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{FW}$). Chlorophyll a (Chl a), chlorophyll b (Chl b), total chlorophyll content, Chl a/b, net photosynthetic rate (P_n), stomatal conductivity (G_s) and transpiration rate (T_r) decreased with decreasing pH value of pH, and intercellular CO_2 concentration (C_i) showed a trend of decreasing first and then increasing, while water use efficiency (WUE) was opposite. The visible damage threshold of *H. mitabilis* by simulated acid rain was less than pH 2.0, and the threshold on the physiological activity was among pH 2.0 to 3.0, which indicated that *H. mitabilis* had higher tolerance to acid rain stress. This study could provide theoretical reference for cultivation management and resistance screening of *H. mitabilis*, and offer basic theory to choose the greening tree species in Southern cities.

Keywords: *H. mitabilis* L. simulated acid rain photosynthesis antioxidant enzyme activity

收稿日期 2010-11-02 修回日期 2011-03-08 网络版发布日期

DOI:

扩展功能

本文信息

- Supporting info
- PDF(435KB)
- [HTML全文]
- 参考文献[PDF]
- 参考文献

服务与反馈

- 把本文推荐给朋友
- 加入我的书架
- 加入引用管理器
- 引用本文
- Email Alert
- 文章反馈
- 浏览反馈信息

本文关键词相关文章

- 木芙蓉
- 模拟酸雨
- 光合作用
- 抗氧化酶活性

本文作者相关文章

- 王应军
- 邓仕槐
- 姜静
- 尚鹤
- 林波
- 孙亚琴
- 胡晓梅

PubMed

- Article by Wang, Y. J.
- Article by Deng, S. H.
- Article by Jiang, J.
- Article by Shang, H.
- Article by Lin, B.
- Article by Sun, Y. Q.
- Article by Hu, X. M.

基金项目:

国家“十一五”计划攻关项目(2006BAD03A0104-2),四川省教育厅重点项目(10ZA059)

通讯作者: 邓仕槐(1968-),男,四川达州人,教授,主要从事环境生态工程、废弃物处理与资源化利用等研究等方面的研究。E-mail: shdeng8888@163.com

作者简介: 王亚军(1972-),男,贵州沿河人,副教授,硕士生导师,主要从事环境水利、环境生物工程等方面的研究。E-mail: wwyjj1972@163.com

作者Email: shdeng8888@163.com

参考文献:

- [1] 付晓萍, 田大伦. 酸雨对植物的影响研究进展
[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(4): 23-27
- [2] 张耀民. 酸雨对农作物的叶片伤害及生理特性的影响
[J]. 农业环境护, 1996, 15(5): 197-208, 227
- [3] 梁 骏, 麦博儒, 郑有飞, 李 璐, 唐信英, 吴荣军. 模拟酸雨对油菜(*Brassica napus* L.)生长、产量及品质的影响
[J]. 生态学报, 2008, 28(1): 274-283
- [4] Sant' Anna-Santos B F, Silva L C, Azevedo A A, Araújo J M, Alves E F, Silva E A M, Aguiar R. Effects of simulated acid rain on the foliar micromorphology and anatomy of tree tropical species
[J]. Environmental and Experimental Botany, 2006, 58(1-3): 158-168
- [5] 周 青, 黄晓华, 曾庆玲, 梁婵娟, 叶亚新. 植物酸致损伤机理与化控减灾研究进展
[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(5): 632-635
- [6] 倪寿清, 宋晓东, 崔清洁, 李建国, 杨国栋. 模拟酸雨胁迫下中国北方小麦生理特性研究
[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2008, 39(1): 19-22
- [7] 石彦军, 余树全, 郑 健, 刘玉艳. 野生花卉地榆叶片对模拟酸雨的生理响应
[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(21): 9952-9955
- [8] 谢寅峰, 杨万红, 陆美蓉, 蔡 贤, 周 坚. 模拟酸雨胁迫下硅对髯毛箬竹光合特性的影响
[J]. 应用生态学报, 2008, 19(6): 1179-1184
- [9] 吴 丹, 王式功, 尚可政. 中国酸雨研究综述
[J]. 干旱气象, 2006, 24(2): 70-77
- [10] 陈 裕, 梁育勤, 李世全. 中国市花培育与欣赏
[M]. 北京: 金盾出版社, 2005: 152-157
- [11] 刘小冬, 姜卫兵, 温忙玲. 中国农学通报
[J]. 中国农学通报, 2008, 24(8): 315-320
- [12] 姚莉韵, 陆 阳, 陈泽乃. 木芙蓉叶化学成分研究
[J]. 中草药, 2003, 34(3): 201-203
- [13] 魏 菱. 四川省酸雨污染现状及趋势分析
[J]. 四川环境, 2001, 20(4): 63-65
- [14] 肖 艳, 黄建昌. 13种果树对酸雨抗性的研究
[J]. 果树学报, 2004, 21(3): 191-195
- [15] 肖 艳, 黄建昌, 刘少娴, 杨伟钊, 郭冬升, 朱凌志. 模拟酸雨对12种园林植物的伤害及敏感性反应
[J]. 西南农业大学学报, 2004, 26(3): 270-276
- [16] 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: 261-263

- [17] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导
[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2006: 81-84
- [18] 郝再彬, 苍晶, 徐仲. 植物生理学实验
[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004: 110-113
- [19] 郑炳松. 现代植物生理生化研究技术
[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 40-42
- [20] Penuelas J, Filella I, Llusia J, Siscart D, Pinol J. Comparative field study of spring and summer leaf gas exchange and photobiology of the Mediterranean trees *Quercus ilex* and *Phillyrea latifolia*
[J]. Journal of Experiment Botany, 1998, 49(319): 229-238
- [21] Foyer C H, Descourvieres P, Kunert K J. Protection against oxygen radicals: an important defence mechanism studied in transgenic plants
[J]. Plant, Cell and Environment, 1994, 17: 507-523
- [22] 王海华, 彭喜旭, 严明理, 冯涛. 模拟酸雨和镍复合污染红壤中莴笋的生长与抗氧化反应
[J]. 水土保持学报, 2007, 21(3): 99-102
- [23] 谢田玲, 沈禹颖, 邵新庆, 高崇岳. 黄土高原4种豆科牧草的净光合速率和蒸腾速率日动态及水分利用效率
[J]. 生态学报, 2004, 24(8): 1679-1686
- [24] 周玉梅, 韩士杰, 胡艳玲, 张海森, 郑俊强. 高浓度CO₂对红松(*Pinus koraiensis*)针叶光合生理参数的影响
[J]. 生态学报, 2008, 28(1): 423-429
- [25] 刘庆忠, 董合敏, 刘鹏, 张力思, 王凤才. 板栗的光合特性研究
[J]. 果树学报, 2005, 22(4): 335-338
- [26] 单运锋, 冯宗炜, 陈楚莹. 模拟酸雨对七种森林树种生物量的影响
[J]. 生态学报, 1989, 9(3): 274-276
- [27] 赵栋, 潘远智, 邓仕槐, 尚鹤, 王芳, 陈睿. 模拟酸雨对茶梅生理生态特性的影响
[J]. 中国农业科学, 2010, 43(15): 3191-3198
- [28] 王忠. 植物生理学
[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 433-436
- [29] 王丽红, 周青, 曾庆玲. 3类抗性种子萌发过程中糖代谢对酸雨胁迫的响应
[J]. 环境科学, 2008, 29(3): 799-803
- [30] 周青, 黄晓华, 刘小林. 酸雨对3种木本植物的胁迫效应
[J]. 环境科学, 2002, 23(5): 42-46
- [31] 王江, 张崇邦, 柯世省, 钱宝英. 模拟酸雨和铜复合污染对白花泡桐生理特性的影响及其解毒机制
[J]. 应用生态学报, 2010, 21(3): 577-582
- [32] Shan Y. Effects of Simulated Acid Rain on *Pinus densiflora*: Inhibition of net photosynthesis by pheophytization of chlorophyll
[J]. Water, Air, and Soil Pollution, 1998, 103(1-4): 121-127
- [33] 鲁美娟, 江洪, 李巍, 余树全, 曾波, 蒋馥蔚, 李佳, 金清. 模拟酸雨对刨花楠幼苗生长和光合生理的影响
[J]. 生态学报, 2009, 29(11): 5986-5994
- [34] 陆晓民, 詹秋文, 盛伟. 模拟酸雨对杂交苏丹草种子萌发及幼苗生长的影响
[J]. 核农学报, 2007, 21(4): 409-412
- [35] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis
[J]. Ann Rev Plant Physiol, 1982, 33: 317-345
- [36] 郑飞翔, 温达志, 旷远文. 模拟酸雨对柚木幼苗生长、光合和水分利用的影响
[J]. 热带亚热带植物学报, 2006, 14(2): 93-99
- [37] 周青, 黄晓华, 刘小林. 酸雨对3种木本植物的胁迫效应
[J]. 环境科学, 2002, 23(5): 42-46

[38] 林世青, 许春晖, 张其德, 徐黎, 毛大璋, 匡廷云. 叶绿素荧光动力学在植物抗性生理学、生态学和农业现代化中的应用

[J]. 植物学通报. 1992,9(1): 1-16

[39] 邱栋梁, 刘星辉, 王宝华, 陈烈. 模拟酸雨对荔枝叶片细胞膜透性的影响

[J]. 福建农业大学学报, 2001, 30(1): 33-35

本刊中的类似文章

1. 刘俊祥, 孙振元, 巨关升, 韩蕾, 钱永强. 重金属 Cd^{2+} 对结缕草叶片光合特性的影响[J]. 核农学报, 2009,23(6): 1050-1053
2. 郭锋, 樊文华. 不同浓度 Hg^{2+} 、 Cr^{3+} 和 Pb^{2+} 单一胁迫对绿豆膜脂过氧化物含量及抗氧化酶活性的影响[J]. 核农学报, 2009,23(6): 1060-1064
3. 陈建明, 俞晓平, 陈俊伟, 吕仲贤, 程家安, 陶林勇, 郑许松, 徐红星. 水稻植株光合作用能力的变化与其抗白背飞虱的关系[J]. 核农学报, 2003,17(06): 423-426+416
4. 李英, 喻景权. CPPU处理瓠瓜子房对叶片光合作用和 $-(14)C$ -同化物分配的影响[J]. 核农学报, 2001,15(06): 355-359
5. 王志芬, 宋良增, 范仲学, 张风云, 刘益同, 王守瑰, 朱连先, 朱伯良, 徐明振, 高华强, 王周文. 越冬期间小麦的光合作用及其对生长发育的影响[J]. 核农学报, 2001,15(04): 243-246
6. 李兴林, 卫增泉, 王晓娟, 李文建. 50MeV/u碳离子辐照休眠和萌发春麦种子的M₁代比较[J]. 核农学报, 2001,15(03): 129-133
7. 巫建华, 龚荐, 罗时石. 小麦根系物质流示踪研究[J]. 核农学报, 1992,6(03): 147-152
8. 史跃林, 孙业芝, 许贵民, 蔡启运. 温度对黄瓜光合作用及 $-(14)C$ -同化物运转分配的影响[J]. 核农学报, 1991,5(04): 219-223
9. 陈因, 方大惟. 蓝藻Anabaena 7120固氮酶活性表达和生理条件的关系[J]. 核农学报, 1990,4(02): 93-98
10. 冯春生, 沈银保, 杜志中, 高金方, 赵福林, 赵述文, 徐豹. FGC-2型 $-(14)C$ 植物光合速率测量装置[J]. 核农学报, 1987,1(04): 105-111
11. 关正君, 郭斌, 尉亚辉. 樱桃番茄叶体细胞胚发生过程中抗氧化酶活性和生理参数的变化[J]. 核农学报, 2011,25(3): 594-601
12. 朱雪云, 王燕, 陈利萍. 榨菜 (Brassica juncea) 和紫甘蓝 (Brassica oleracea) 种间周缘嵌合体光合特性研究[J]. 核农学报, 2010,24(2): 401-406
13. 孙胜, 张智, 卢敏敏, 邢国明. Cd^{2+} 胁迫对西瓜幼苗光合生理及活性氧代谢的影响[J]. 核农学报, 2010,24(2): 389-393
14. 徐向东, 孙艳, 郭晓芹, 孙波, 张坚. 高温胁迫下外源褪黑素对黄瓜幼苗光合作用及叶绿素荧光的影响[J]. 核农学报, 2011,25(1): 179-184
15. 郝兴宇, 李萍, 林而达, 全乘风, 魏强, 巫国栋, 董小刚. 大气 CO_2 浓度升高对谷子生长发育与光合生理的影响[J]. 核农学报, 2010,24(3): 589-593