

Cd⁺ 胁迫对石菖蒲生理生化特性的影响

杨集辉 谢传俊 王晓兰 朱肖锋 周守标

(安徽师范大学生命科学院, 安徽重要生物资源保护与利用研究重点实验室, 芜湖 241000)

摘要: 通过水培实验, 研究了不同浓度(0, 50, 200, 400 $\mu\text{mol/L}$)下和不同时间(3, 7, 11 d) Cd⁺对石菖蒲(*Acorus tatarinowii* Schott)叶片抗氧酶活性、叶绿素含量、脂质过氧化程度以及脯氨酸含量的影响。结果表明: (1)超氧化物歧化酶(SOD)活性在3 d时随着胁迫浓度的增大而增加, 但7 d和11 d时都是在50 $\mu\text{mol/L}$ 浓度下达到峰值, 然后降低, 但都高于对照; 除400 $\mu\text{mol/L}$ 处理下SOD随胁迫时间延长呈先降后升的趋势外, 其余浓度处理下均升高。(2)过氧化物酶(POD)活性在胁迫3 d和7 d时均随着胁迫浓度的增大而增加, 11 d时在200 $\mu\text{mol/L}$ 处理下达到峰值, 然后降低; 各浓度处理组均随着胁迫时间的延长POD活性呈下降趋势。(3)过氧化氢酶(CAT)活性在不同时间内随着胁迫浓度的增加呈先增后降趋势, 并且各浓度处理组的CAT均随胁迫时间的延长而增加。(4)叶绿素含量在不同胁迫时间内均在200 $\mu\text{mol/L}$ 处理下达到峰值, 然后降低; 除400 $\mu\text{mol/L}$ 处理下的叶绿素随胁迫时间延长而增加外, 其余浓度处理组均呈下降趋势。(5)丙二醛(MDA)含量和脯氨酸(Pro)含量均随着胁迫浓度的增加和胁迫时间的延长而增加。研究结果分析表明石菖蒲对Cd⁺胁迫有一定的耐受性。

关键词: Cd⁺ 胁迫; 石菖蒲; 抗氧化酶; 叶绿素; 丙二醛; 脯氨酸

中图分类号: Q494 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2009)05-0957-06

随着工业的迅速发展, 各种工业(如冶炼、电镀、采矿等)废水和固体废弃物的渗出液直接排入水体, 致使水体中重金属含量越来越高^[1]。镉(Cd)是环境中的主要重金属污染源, 是危害植物毒性最强的元素之一。当植物受到水体中镉污染后, 不但会对植物产生明显的毒害作用, 而且植物可食用部分的Cd残留还可通过食物链富集危害人体健康, 因而引起人们的重视和研究^[2]。目前, 运用水生植物修复重金属污染水体的方法已取得一定成效, 筛选出了像美人蕉^[3]、菰^[4]、芦苇^[5]等对重金属有富集能力的植物, 应用于构建人工湿地或氧化塘应用于污水处理、生态河道建设等水体修复生态工程中。

石菖蒲(*Acorus tatarinowii* Schott)属天南星科菖蒲属, 是广泛分布的一种水生植物。目前对其研究多集中在药用价值^[6, 7]、富营养化水体修复^[8]以及克藻效应^[9]等方面, 而对重金属胁迫的生化响应研究未见报道。研究植物受重金属毒害后的生理应答机制, 对于探讨重金属对植物的毒害机制, 及时发现

和排除重金属污染源具有一定参考价值。为此, 本文研究了不同浓度Cd⁺在不同的胁迫时间对石菖蒲叶片保护酶活性以及某些物质含量的影响, 旨在为含Cd⁺废水和湿地处理提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料石菖蒲采自于安徽省芜湖繁昌县的山涧溪水边, 挑选生长健壮, 长势基本一致, 无枯黄叶的健康植株, 剪去须根, 保留根状茎2 cm于1/2 Hoagland营养液中预培养, 进行适应性生长。

1.2 试验设计 水培试验于2007年9月在安徽师范大学保持通风的实验室里进行, 预培养一周后更换培养液, 同时施以Cd⁺处理, Cd⁺采用Cd(NO₃)₂添加, 试验设0, 50, 200, 400 $\mu\text{mol/L}$ 4个浓度梯度, 每个处理3次重复。试验采用7 L塑料桶盛装4 L的营养液, 以打有孔洞的泡沫塑料板作为漂浮载体, 将供试植物分别移栽至载体的孔中进行水培, 每桶3株。实验室温度和光照均为自然状态。分别在水

收稿日期: 2007-12-19 修订日期: 2009-01-19

基金项目: 安徽省高校自然科学基金重点项目(2006kj060a); 安徽省高校生物环境和生态安全重点实验室(2004sy003)专项基金资助

作者简介: 杨集辉(1984—), 女, 山西运城人, 硕士; 主要从事水污染和植物修复方面的研究。E-mail: yangjihui15@126.com

通讯作者: 周守标, 教授, 博导; 研究方向为污染环境植物修复。E-mail: zhoushoubiao@vip.163.com

培的第 3、第 7、第 11 天于各处理组同一叶位采样，测定其生理指标。

1.3 测定方法 超氧化物歧化酶 (SOD) 活性测定采用邻苯三酚自氧化法的改进—微量进样法^[10]，以能使每毫升反应液自氧化速率抑制 50% 的酶量为一个单位，单位 U/g FW；过氧化物酶 (POD) 活性的测定采用愈创木酚法^[11]，将每分钟 OD 减少 0.01 定义为 1 个活力单位，单位 U/g FW；过氧化氢酶 (CAT) 活性测定采用陈利锋等的方法^[12]，将每分钟 OD 增加 0.01 定义为 1 个活力单位，单位 U/g FW；叶绿素含量测定采用丙酮浸提法^[11]，单位 mg/g FW；丙二醛 (MDA) 含量测定采用硫代巴比妥酸比色法^[11]，单位 nmol/g FW；脯氨酸含量用酸性茚三酮法测定^[11]，单位 μg/g FW。所有数据，均以 3 次重复的平均值表示。

1.4 数据统计分析 所有试验数据用 SPSS(12.0 版) 软件进行方差分析 (ANOVA) 和 LSD 检验

2 结 果

2.1 Cd²⁺ 胁迫对石菖蒲叶片抗氧化酶活性的影响

SOD 由图 1 可知，石菖蒲叶片 SOD 活性在 3 d 时随着 Cd²⁺ 胁迫浓度的增大而增加，在 400 μmol/L 处理下达到最大值，为对照的 146.84%，7 d、11 d 时随着处理浓度的增大呈现出先增加后降低的现象，但均高于对照且在 200 μmol/L 处理下达到最大值，分别为对照的 117.86%、128.83%；各浓度处理组随着胁迫时间的延长 SOD 活性呈增加的趋势。方差分析表明，3 d 时除 50 μmol/L 处理下 SOD 与对照比无显著差异外，其余浓度处理均具极显著差异 (** P < 0.01)；7 d 时除最高浓度处理与对照比无显著差异外，其余浓度处理均具极显著差异 (** P < 0.01)；11 d 时各浓度处理与对照比 SOD 均具极显著差异 (** P < 0.01)。

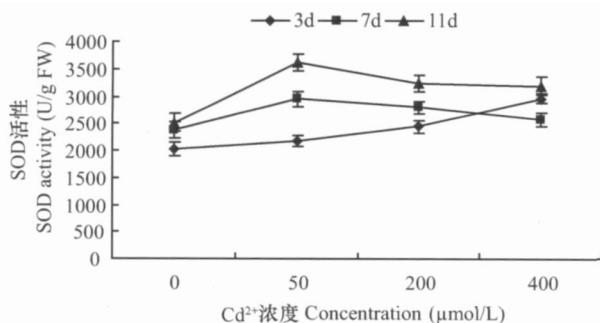


图 1 Cd²⁺ 处理对 SOD 活性的影响

Fig. 1 Effect of Cd²⁺ treatment to SOD activity

POD 由图 2 可知，石菖蒲叶片 POD 活性在 3 d 时随着 Cd²⁺ 胁迫浓度的增加而增大，在 400 μmol/L 处理下达到最大值，为对照的 183.50%，7 d、11 d 时，除 50 μmol/L 处理下的 POD 活性低于对照外，其余各浓度处理均高于对照；在 50 μmol/L 和 400 μmol/L 处理下，POD 活性随着胁迫时间的延长而降低，在 200 μmol/L 处理下呈先降后增的趋势。方差分析表明，3 d 时各浓度处理与对照比均有显著差异 (** P < 0.01)；7 d 时除高浓度与对照比有极显著差异 (** P < 0.01) 外，其余浓度处理均无显著差异；11 d 时除 50 μmol/L 处理下 POD 与对照比有极显著差异 (** P < 0.01)，为对照的 73.64%，其余浓度处理均具显著差异 (* P < 0.05)。

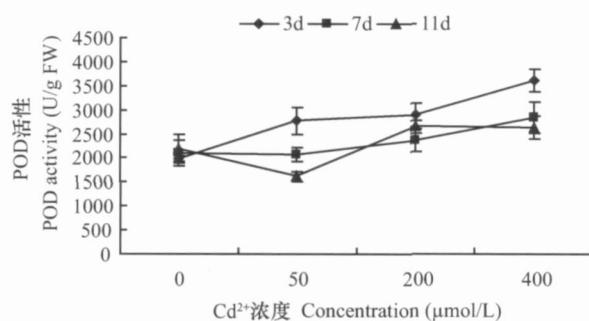


图 2 Cd²⁺ 处理对 POD 活性的影响

Fig. 2 Effect of Cd²⁺ treatment to POD activity

CAT 由图 3 可知，CAT 活性随着 Cd²⁺ 处理浓度的增加而增大，在 200 μmol/L 时达到最大值，在 3 d、7 d、11 d 时分别为对照的 145.39%、272.62%、298.83%，随后又下降，但均高于对照；各浓度处理下石菖蒲 CAT 活性随着生长时间的延长而增大。方差分析表明，在胁迫 3 d 时，各浓度处理与对照比均具显著差异 (* P < 0.05)；7 d、11 d 时，除 50 μmol/L 处理与对照比有显著差异外 (* P < 0.05)，其余浓度处理均具极显著差异 (** P < 0.01)。

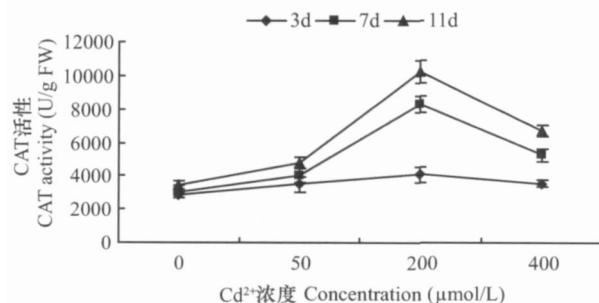


图 3 Cd²⁺ 处理对 CAT 活性的影响

Fig. 3 Effect of Cd²⁺ treatment to CAT activity

2.2 Cd²⁺ 胁迫对石菖蒲叶片叶绿素含量的影响

由图 4 可知, 石菖蒲叶绿素含量随着 Cd²⁺ 处理浓度的增大而增加, 在 200 μmol/L 处理下达到最大值, 在 3 d、7 d、11 d 时分别为对照的 148.48%、125.71%、122.58%, 随后又下降。在 50 μmol/L 和 200 μmol/L 处理下, 石菖蒲叶绿素含量随着胁迫时间的延长而下降。在 400 μmol/L 处理下呈现先增后降的趋势。方差分析表明, 3 d 时各浓度处理与对照比均具极显著差异; 7 d 时除最高浓度与对照比不具差异外, 其余浓度处理均具极显著差异 ($^{**} P < 0.01$); 11 d 时除 50 μmol/L 处理与对照比不具差异外, 其余浓度处理均具极显著差异 ($^{*} P < 0.05$)。

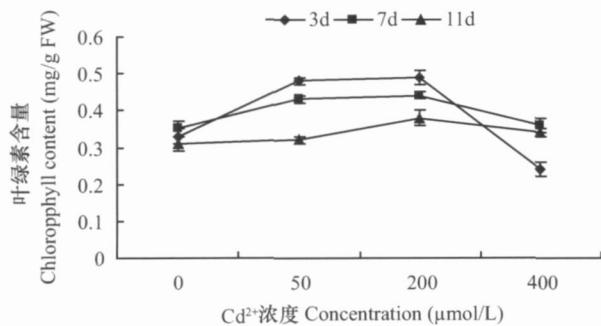


图 4 Cd²⁺ 处理对叶绿素含量的影响

Fig. 4 Effect of Cd²⁺ treatment to chlorophyll content

2.3 Cd²⁺ 胁迫对石菖蒲叶片 MDA 含量的影响

由图 5 可知, 随着 Cd²⁺ 处理浓度的提高, 不同胁迫时间下 MDA 含量的变化趋势相近, 均为升高, 并且在 400 μmol/L 处理下达到最大值, 在 3 d、7 d、11 d 时分别为对照的 259.71%、310.71%、391.73%; 不同浓度处理下 MDA 含量随着胁迫时间的延长而增大, 在 11 d 时达到最大值。方差分析表明, 在胁迫 3 d 时, 除 50 μmol/L 处理下 MDA 与对照比不具差异外, 其他各浓度处理与对照比均具极显著差异 ($^{**} P < 0.01$); 7 d 和 11 d 时, 各浓度处理与对

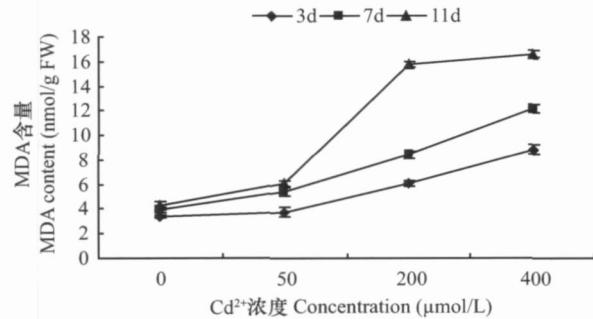


图 5 Cd²⁺ 处理对 MDA 含量的影响

Fig. 5 Effect of Cd²⁺ treatment to MDA content

照比均具极显著差异 ($^{**} P < 0.01$)。

2.4 Cd²⁺ 胁迫对石菖蒲叶片 Pro 含量的影响

由图 6 可知, 石菖蒲叶片 Pro 含量随 Cd²⁺ 胁迫浓度的增大而增加, 均在 400 μmol/L 处理下达最大值, 3 d、7 d、11 d 时分别为对照的 182.55%、321.02%、415.37%; 各浓度处理均随着胁迫时间的延长而增加。方差分析表明, 3 d 时, 除 50 μmol/L 处理与对照比无显著差异外, 其他浓度处理均达显著差异水平 ($^{*} P < 0.05$); 7 d、11 d 时, 各浓度处理与对照比均具有极显著差异 ($^{**} P < 0.01$)。

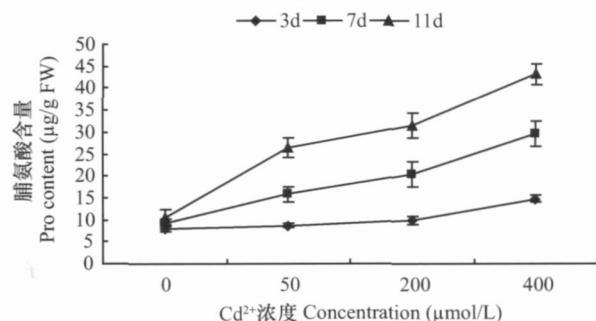


图 6 Cd²⁺ 处理对 Pro 含量的影响

Fig. 6 Effect of Cd²⁺ treatment to Pro content

3 讨 论

正常情况下, 作为保护酶系统的重要组成部分, 超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化物酶 (POD)、过氧化氢酶 (CAT) 等能维持体内活性氧产生和清除的动态平衡, 从而防止自由基的毒害^[13]。而逆境条件则往往使植物细胞中活性氧产生增多或清除能力减弱, 在这种情况下活性氧清除能力的高低也就成为植物抗逆境能力大小和能否在逆境中生存的关键。有研究^[14]指出 SOD POD CAT 活性的维持和提高是作物耐受 Cd²⁺ 胁迫的物质基础。在本实验中, 石菖蒲叶片 SOD 活性和 CAT 活性在不同浓度 Cd²⁺ 胁迫以及不同的胁迫时间下都比对照高, 并且随着胁迫时间的延长, 各处理浓度与对照的差异达到显著水平 ($^{**} P < 0.05$) 表明了石菖蒲在 Cd²⁺ 胁迫下增加 SOD 活性和 CAT 活性来抵抗不良环境的影响。POD 活性表现出随着胁迫浓度的增加而增大、随着胁迫时间的延长而降低的趋势。该结果与林东等^[15]对镉敏感水稻突变体在镉胁迫下活性氧代谢变化的研究结果相一致。原因可能是 SOD CAT 活性的增加, 使得石菖蒲体内的有害物质被氧化和分解, 导致 POD 合成速率降低, 也有可能是因为石菖蒲随着胁迫时间的延长吸收过多 Cd²⁺ 使得 POD 活

性受到影响,其具体机理有待进一步研究。

叶绿素含量的变化,既可反应植物叶片光合功能强弱,也可用以表征逆境胁迫下,植物组织、器官的衰老状况^[16]。实验结果表明,在胁迫初期(3 d),叶绿素含量随着胁迫浓度的增大而增加,在高浓度下急剧减少,随着胁迫时间的延长,除高浓度有上升的趋势外,其余各处理组均下降。由此可见,低浓度Cd²⁺对叶绿素合成起促进作用,高浓度则抑制合成,并且随着胁迫时间的延长低浓度Cd²⁺也将抑制叶绿素合成。Van Assche et al.^[17]认为Cd²⁺过多会引起植物叶绿素总量下降,是由于抑制了原叶绿素酸脂还原酶活性的缘故。实验中石菖蒲叶绿素含量的降低是否是由于其吸收了过多的Cd²⁺而抑制了原叶绿素酸脂还原酶的活性,还有待进一步研究。

当处于各种逆境胁迫条件下,活性氧浓度超过一定阈值时,膜脂中的不饱和脂肪酸受到自由基的攻击,引起膜脂相分离,膜的完整性受到破坏,导致植物生长异常^[18]。膜质过氧化最重要的产物是MDA其能导致细胞质膜受损伤,细胞质内电解质外渗量增加,因而MDA含量可反映膜质过氧化作用的强弱,质膜透性可表示膜受伤害或变性程度^[19]。研究证明重金属是脂质过氧化的诱变剂,浓度越高脂质的过氧化产物MDA积累越多,两者呈密切相关^[20]。相关性分析表明,石菖蒲叶片中MDA含量与重金属浓度之间的相关系数分别为:
 $r = 0.9018$ (3 d); $r = 0.9902$ (7 d); $r = 0.9803$ (11 d),与上述结论基本一致。

植物体内的游离脯氨酸含量增加是植物对逆境胁迫的一种生理生化反应。它既可能是植物细胞结构和功能受损伤的表现,又可能是植物对逆境胁迫的适应性反应,可以作为细胞质渗透调节物质,稳定生物大分子结构和作为能量库调节细胞氧化还原势等作用,还具有清除活性氧的功能^[21]。Chien H F et al.^[22]的研究表明,随着Cd²⁺处理浓度的增大,水稻体内的游离脯氨酸增多,通过保护酶的空间结构为生化反应提供足够的自由水及生化和生理活性物质,从而对细胞起了保护作用,可减少因环境胁迫而引起的伤害。本实验结果表明,随着Cd²⁺胁迫浓度增大,石菖蒲叶片中游离脯氨酸含量依次增大,并且随着处理时间的延长,石菖蒲叶片中的游离脯氨酸含量也越来越大,说明了石菖蒲通过增加游离脯氨酸含量来抵御Cd²⁺对其毒害。

在Cd²⁺胁迫下,石菖蒲叶片内保护酶SOD、POD、CAT活性的变化以及Pro含量的增加都表明

了石菖蒲对Cd²⁺有一定的耐受性,但其对Cd²⁺的耐受机理及其富集能力有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Diao W P Ni W Z Ni T H et al Heavy metal pollution in water body ecological effects and control countermeasure [J]. Guangdong Trace Elements Science, 2003, 10(3): 1—5 [刁维萍, 倪吾钟, 倪天华, 等. 水体重金属污染的生态效应与防治对策. 广东微量元素科学, 2003, 10(3): 1—5]
- [2] Zhang Y Gao J H Effects of Cd²⁺ stress on the seed germination and some physiological characteristics about seedlings of Trifolium pratense [J]. Acta Agriculturae Borae Ii-Occidentalis Sinica, 2007, 16(3): 57—59 [张颖, 高景慧. 镉胁迫对红三叶种子萌发及幼苗生理特性的影响. 西北农业学报, 2007, 16(3): 57—59]
- [3] Cheng S P Ren F Wolfgang G et al Effects of cadmium on chlorophyll content photochemical efficiency and photosynthetic intensity of Canna indica Linn [J]. International Journal of Phytoremediation, 2002, 4(3): 239—246
- [4] Zhou S B Wang C J Yang H J et al Stress responses and bioaccumulation of heavy metals by Zizania latifolia and Acorus calamus [J]. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(1): 281—287 [周守标, 王春景, 杨海军, 等. 菖和菖蒲对重金属的胁迫反应及其富集能力. 生态学报, 2007, 27(1): 281—287]
- [5] Hua L P Hua L Wang X D et al Study on effect of reed on heavy metal pollution in sediments of Baoyangdian [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2006, 20(2): 102—105 [滑丽萍, 华珞, 王学东, 等. 芦苇对白洋淀底泥重金属污染程度的影响效应研究. 水土保持学报, 2006, 20(2): 102—105]
- [6] Li M Y Chen H M Antidepressant effect of water decoction of Rhizoma Acori Tatarinowii in the behavioral despair animal models of depression [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2001, 24(1): 40—41 [李明亚, 陈红梅. 石菖蒲对行为绝望动物抑郁模型的抗抑郁作用. 中药材, 2001, 24(1): 40—41]
- [7] Yang L B Li S L Huang Y Z et al Effect of Acorus gramineus and its active component saponine on apoptosis of hippocampal neurons in epileptic young rats [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2006, 37(8): 1196—1199 [杨立彬, 李树蕾, 黄艳智, 等. 石菖蒲及其有效成分 α-细辛醚对癫痫幼鼠脑海马神经元凋亡的影响. 中草药, 2006, 37(8): 1196—1199]
- [8] Yuan D H Gao S X Ren Q J et al Study on purified efficiency of phosphorus and nitrogen from domestic sewage by several macrophytes in vertical flow constructed wetlands [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2004, 18(4): 77—80 [袁东海, 高士祥, 任全进, 等. 几种挺水植物净化生活污水总氮和总磷效果的研究. 水土保持学报, 2004, 18(4): 77—80]
- [9] Ye J X He C Q Chen S F A lelopathic effect of Acorus tatarinowii on algae growth [J]. Acta Phytocologica Sinica, 1999, 23(4): 379—384 [叶居新, 何池全, 陈少风. 石菖蒲的克藻效

- 应. 植物生态学报, 1999, 23(4): 379—384]
- [10] Xiao N G, Yu R Y, Yuan M X, et al. Principles and methods of biochemical experiments (2nd edition) [M]. Beijing: Peking University Press, 2005: 349—350 [萧能庚, 余瑞云, 袁明秀, 等. 生物化学实验原理和方法(第二版). 北京: 北京大学出版社, 2005: 349—350]
- [11] Zhang Z L, Qu W Q. Laboratory Guide of Plant Physiology (3rd edition) [M]. Beijing: Higher Education Press, 2003: 123—124, 67—69, 274—276, 258—259 [张志良, 霍伟菁. 植物生理学实验指导(第三版). 北京: 高等教育出版社, 2003: 123—124, 67—69, 274—276, 258—259]
- [12] Chen L F, Song Y L, Xu Y G, et al. Comparison for activities of superoxide dismutase and catalase between *Scab*-resistant and susceptible wheat varieties [J]. Acta Phytopathologica Sinica, 1997, 27(3): 209—213 [陈利锋, 宋玉立, 徐雍皋, 等. 抗赤霉病小麦品种超氧化物歧化酶和过氧化氢酶的活性比较. 植物病理学报, 1997, 27(3): 209—213]
- [13] Xu Q S, Shi G X, Wang X, et al. Generation of active oxygen and change of antioxidant enzyme activity in *Hydrolyla Verticillata* under Cd, Cu and Zn stress [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2006, 30(1): 107—112 [徐勤松, 施国新, 王学, 等. 镉、铜和锌胁迫下黑藻活性氧的产生及抗氧化酶活性的变化研究. 水生生物学报, 2006, 30(1): 107—112]
- [14] Yang J R, He J Q, Zhang G X, et al. Reaction of some enzymes activities in crops of different tolerance to the stress of Cd [J]. China Environmental Science, 1996, 16(2): 113—117 [杨居荣, 贺建群, 张国祥, 等. 不同耐性作物中几种酶活性对Cd胁迫的反应. 中国环境科学, 1996, 16(2): 113—117]
- [15] Lin D, Zhu C, Sun Z X. Alterations of oxidative metabolism respond to cadmium stress in Cd-sensitive mutant rice seedlings [J]. Environmental Science, 2006, 27(3): 561—566 [林东, 朱诚, 孙宗修. 镉敏感水稻突变体在镉胁迫下活性氧代谢的变化. 环境科学, 2006, 27(3): 561—566]
- [16] Zhou Q, Huang X H, Shi G X, et al. Effect of cadmium on the physiological and biochemical character of evergreen trees [J]. Research of Environmental Sciences, 2001, 14(3): 9—11 [周青, 黄晓华, 施国新, 等. 隔对5种常绿树木若干生理生化特性的影响. 环境科学研究, 2001, 14(3): 9—11]
- [17] Vance E D, Brookes P C, Jenkinson D S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C [J]. Soil Biology and Biochemistry, 1987, 19: 195—206
- [18] Wang Z Q, Jiang X Y, Wang C H. Effects of Pb, Cd and Zn on oxidative stress and antioxidative ability in *Phragmites australis* [J]. The Chinese Journal of Process Engineering, 2002, 2(6): 558—563 [王正秋, 江行玉, 王长海. 铅、镉和锌污染对芦苇幼苗氧化胁迫和抗氧化能力的影响. 过程工程学报, 2002, 2(6): 558—563]
- [19] Sun W Y, Wang H, Huang J C. The effect of external beta-βina on membrane lipid peroxidation of wheat seedling under water stress [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalis Sinica, 2001, 21(3): 487—491 [孙文越, 王辉, 黄久常. 外来甜菜碱对干旱胁迫下小麦幼苗膜质过氧化作用的影响. 西北植物学报, 2001, 21(3): 487—491]
- [20] Zhang Y X, Chai T Y, Gerard B. Research advances on the mechanisms of heavy metal tolerance in plants [J]. Acta Botanica Sinica, 1999, 41(5): 453—457 [张玉秀, 柴团耀, Gerard B. 植物耐重金属机理研究进展. 植物学报, 1999, 41(5): 453—457]
- [21] Zeng L S, Liao M, Huang C Y, et al. Effects of Cd contamination on paddy soil microbial biomass and enzyme activities and rice physiological indices [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(11): 2162—2167 [曾路生, 廖敏, 黄昌勇, 等. 镉污染对水稻土微生物量、酶活性及水稻生理指标的影响. 应用生态学报, 2005, 16(11): 2162—2167]
- [22] Chen H F, Kao C H. Accumulation of ammonium in rice leaves in response to excess cadmium [J]. Plant Science, 2000, 156: 111—115

EFFECTS OF ACORUS TATARINOWII ON PHYBIOCHEMICAL CHARACTERISTICS UNDER Cd⁺ STRESS

YANG Ji-Hui XIE Chuan-Jun WANG Xiao-Lan ZHU Xiao-Feng and ZHOU Shou-Biao

(Key Laboratory of Biological Resources Conservation and Utilization, College of Life Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000)

Abstract The objective of this study was to investigate the Cd⁺ stress on the changes of phybiochemical characteristics in *Acorus tatarinowii*, which would be helpful both to the research of biological function of Cd⁺ and the bio-transformation of Cd⁺ by *A. tatarinowii*. Different concentrations of Cd⁺ were added to *A. tatarinowii* and measured phybiochemical characteristics on the 3 d, 7 d and 11 d respectively. The effects of different Cd⁺ concentrations, stress and different stress times on antioxidant activities, chlorophyll contents, membrane lipid peroxidation and Pro content in the leaves of *A. tatarinowii* were investigated by water culture experiments. The results showed that (1) The activity of SOD increased with the increasing of Cd⁺ concentration on 3 d, which was up to the peak at 50 μ mol/L of Cd⁺ concentration and then decreased on 7 d and 11 d, but it was higher than the control. Except it increased first and then decreased with the prolongation of Cd⁺ stress time under 400 μ mol/L, other concentration treatments increased. (2) The activity of POD increased with the increasing of Cd⁺ concentration on 3 d and 7 d, which was up to the peak at 200 μ mol/L of Cd⁺ concentration and then decreased on 11 d. With the prolongation of Cd⁺ stress time, POD activity decreased in all concentration treatments. (3) The activity of CAT increased first and then decreased with the increasing of Cd⁺ concentration in different stress times and increased with the prolongation of Cd⁺ stress time in all concentration treatments. (4) Chlorophyll content was up to the peak at 200 μ mol/L of Cd⁺ concentration and then decreased in different stress times. Except it increased with the prolongation of Cd⁺ stress time under 400 μ mol/L, other concentration treatments decreased. (5) MDA content and Pro content increased with the increasing of Cd⁺ concentration and the prolongation of Cd⁺ stress time. The analysis results showed that *Acorus tatarinowii* had a certain tolerance to Cd⁺.

Keywords Cd⁺ stress, *Acorus tatarinowii*, Antioxidant, Chlorophyll, Malondialdehyde, Proline