

镉、铜胁迫对路易斯安娜鸢尾生理生化的影响

朱广慧, 唐 蓉, 高 莉, 倪红莲

(苏州农业职业技术学院 园艺与园林系, 江苏 苏州 215008)

摘 要:通过溶液培养的方法,研究了 Cd、Cu 胁迫对路易斯安娜鸢尾幼苗生长及生理生化的影响。结果表明: Cd、Cu 胁迫下,路易斯安娜鸢尾幼苗生长缓慢,地上、地下干重下降,叶片中的叶绿素含量均随胁迫浓度的增加而降低;植株叶片的丙二醛和游离脯氨酸含量、超氧化物歧化酶活性均随处理浓度、处理时间的延长而增加。

关键词: Cd、Cu 胁迫;生理效应;路易斯安娜鸢尾

中图分类号: S 682.2⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)24-0084-03

随着电子、电镀、印染、制革、矿产品开采与加工等与金属有关工业的发展,土壤和水体中的重金属污染已成为重要的环境问题,直接或间接地威胁着人类健康。在水资源愈来愈紧缺的形势下,水污染的控制和治理已引起社会各界人士的巨大关注。最近,北京、上海、苏州、杭州、昆明等大城市已启动重建和修复水体生态环境工程,并且取得了一定的成效。试验证明,在治理湖水、净化水质、恢复水体生态环境中,水生植物扮演着重要角色。

路易斯安娜鸢尾(*Iris hexagona*)为鸢尾科鸢尾属的挺水类植物,原产美国路易斯安娜州。经苏州农业职业技术学院多年引种、驯化、栽培试验证明,该种植物具有适应性广、抗性强、生物量大、栽培管理粗放等特性,在长江流域地区,叶片冬季保持翠绿,初夏开花,花色丰富,色彩鲜艳,已成为一类兼具景观功能和生态功能于一体的优良生态园林植物。

已有研究表明,黄菖蒲、鸢尾(*Iris tectorum*)、马蔺(*Iris lacteal* var. *chinesis*)和喜盐鸢尾(*Iris halophila*)对重金属 Cu、Pb、Cd 具有耐受和富集能力,具备植物修复潜力^[1-2]。关于路易斯安娜鸢尾对重金属的耐性尚未见报道。现以路易斯安娜鸢尾为试材,研究 Cd、Cu 胁迫对其几项生理生化指标的影响,以便深入了解路易斯安娜鸢尾的品种特性及抗性机理,为路易斯安娜鸢尾在生产上的推广和应用提供理论依据。

第一作者简介:朱广慧(1969-),女,硕士,副教授,现主要从事植物与植物生理教学与研究工作。E-mail: zhughui2002@163.com。

基金项目:江苏省林业三项工程资助项目(lysx(2009)16);江苏省高校高级访问学者资助项目(2008);江苏省大学生创新训练计划资助项目(2009)。

收稿日期:2011-09-28

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取苏州农业职业技术学院园艺中心经组培练苗生长1个月、长势、株高一致的路易斯安娜鸢尾幼苗作为供试材料。

1.2 试验方法

把幼苗取来后,在培养箱中进行溶液培养,预培养2周后,添加不同重金属浓度的处理液。以 Hoagland 营养液为对照(CK)、镉胁迫浓度为低镉 50 μM (处理1)、高镉 100 μM (处理2)、铜胁迫浓度为低铜 25 μM (处理3)、高铜 50 μM (处理4)。试剂金属铜以 CuSO_4 的形式,金属镉以 CdCl_2 的形式。3次重复,每重复10株植物,每4d换1次处理液。定期观察记录路易斯安娜鸢尾生长情况、测定其生理指标。

1.3 项目测定

1.3.1 形态指标的测定 用直尺分别测量各处理植物株高、计算其株高增长率;处理15d后取样,分别测定其地上部分和地下部分的鲜重与干重。

1.3.2 生理指标的测定 叶绿素含量、丙二醛含量、脯氨酸含量测定参照李合生等^[3]的方法。SOD活性测定采用 NBT 光还原法^[4]的方法,并加以改进。用岛津 UV 分光光度计在 560 nm 下测定光密度,以抑制光还原 50% 的酶作为 1 个酶活力单位(U)。

1.4 数据分析

数据处理采用 Excel 软件处理。

2 结果与分析

2.1 Cd、Cu 处理对路易斯安娜鸢尾幼苗生长的影响

由表1可知,Cd、Cu 处理对路易斯安娜鸢尾幼苗生长有明显的抑制作用,延缓株高的增加。处理15d后,植株地上部、根系干重均随着 Cd、Cu 处理浓度的增加而显著下降。

表1 不同浓度 Cd、Cu 处理 15 d
对路易斯安娜鸬尾生长的影响

Table 1 Effects of Cd and Cu treatment
on the *Iris hexagona* growth for 15 days

处理 Treatment	株高增长率 Plant growth rate /%	地上部干重 Shoot dry weight /g·株 ⁻¹	地下部干重 Root dry weight /g·株 ⁻¹
CK	22.67±0.69 a	1.17±0.03 a	0.64±0.02 a
1	17.87±0.35 b	1.08±0.06 b	0.56±0.01 b
2	12.67±0.45 b	0.81±0.02 b	0.47±0.01 b
3	19.5±0.44 b	1.05±0.02 b	0.57±0.03 b
4	14.5±0.79 b	0.94±0.04 b	0.40±0.05 b

注:不同字母表示($P<0.05$)差异显著水平(平均值±标准误差)。

Note: The different letters in the rank respectively show significant difference at $P<0.05$ (means±SD).

2.2 Cd、Cu 胁迫对路易斯安娜鸬尾叶绿素含量影响

由图1可知,2种重金属离子胁迫处理后均引起路易斯安娜鸬尾叶片内叶绿素含量的变化,随着 Cd、Cu 处理浓度的增大,植物叶片叶绿素含量都呈下降的趋势,其中经 Cd 处理的叶片叶绿素含量低于 Cu 处理下的水平。表明路易斯安娜鸬尾对铜的耐受性高于镉。

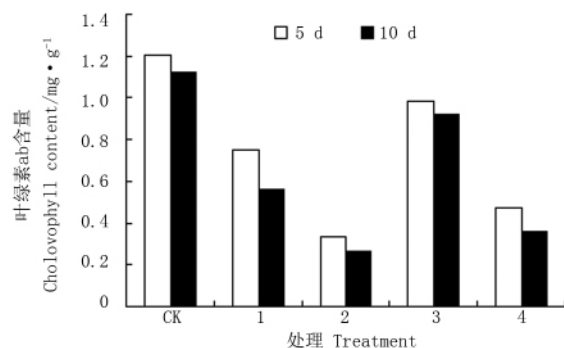


图1 Cu和Cd胁迫对路易斯安娜鸬尾叶绿素含量的影响
Fig. 1 Effects on Chlorophyll content
in *Iris hexagona* leaves under Cu and Cd stress

2.3 Cd、Cu 胁迫对路易斯安娜鸬尾丙二醛含量影响

丙二醛(MDA)是膜脂过氧化作用的产物,其含量变化通常作为植物逆境下膜脂过氧化反应的参数。由图2可知,随着处理浓度的增加和处理时间的延长,植物叶片中 MDA 含量与对照相比都有不同程度的增加,其中处理2增加幅度最大。说明在高镉胁迫下,植物受伤害程度最大。

2.4 Cd、Cu 胁迫对路易斯安娜鸬尾脯氨酸含量影响

一般情况下,植物体内的游离脯氨酸(Pro)含量较低,当植物受到环境胁迫时,植物体内的游离脯氨酸含量增加,来减轻植物受到的环境伤害,因此植物体内脯氨酸含量可反应植物抗能力的大小。由图3可知,路易斯安娜鸬尾叶片 Pro 含量随 Cd、Cu 胁迫处理浓度的增加也在逐渐增加,并随时间延长而增加,说明植物

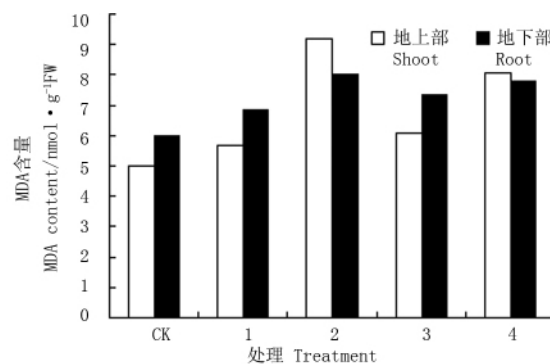


图2 Cu和Cd胁迫对路易斯安娜鸬尾MDA的影响
Fig. 2 Effects on MDA content in *Iris hexagona*
under Cu and Cd stress

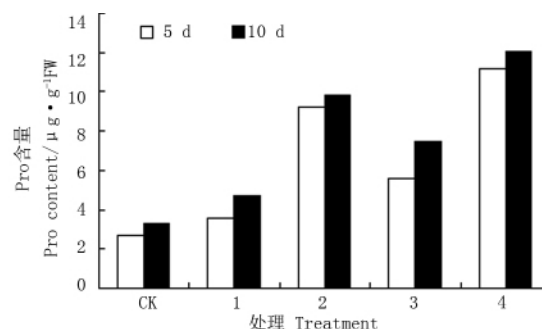


图3 Cu和Cd胁迫对路易斯安娜鸬尾Pro含量的影响
Fig. 3 Effects on Pro content in *Iris hexagona*
under Cu and Cd stress

对 Cd、Cu 胁迫有一定程度的忍耐能力。

2.5 Cd、Cu 胁迫对路易斯安娜鸬尾SOD活性影响

植物对逆境抵抗能力与体内的超氧化物歧化酶(SOD)活性水平有一定关系。由图4可知,经不同浓度 Cd、Cu 胁迫处理 5、10、15 d 后分别测定路易斯安娜鸬尾叶片 SOD 活性,均比对照高且呈上升趋势,并且随着胁迫时间的延长,其含量也显著上升。

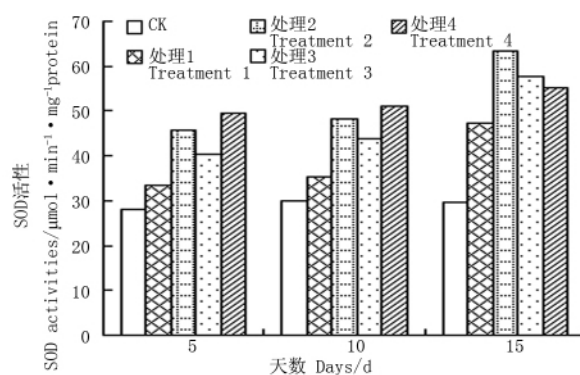


图4 Cu和Cd胁迫对路易斯安娜鸬尾叶片SOD活性的影响
Fig. 4 Effects on SOD activities in *Iris hexagona* leaves
under Cu and Cd stress

3 讨论与结论

重金属 Cd 是一种重要的环境污染物,对植物的生长发育具有明显的毒害作用,Cu 虽然是植物必需的微量元素,但过量的 Cu 也会对植物造成伤害^[5]。

叶绿素是植物进行光合作用的主要色素,叶绿素含量的 高低能够反映光合作用水平的强弱^[6]。Somashekaraish B V 等^[7]指出重金属离子抑制叶绿素生物合成途径的几种酶的活性,从而阻碍了叶绿素的合成。该试验研究表明,经不同浓度 Cd、Cu 胁迫下,路易斯安娜鸚尾幼苗产生明显的毒害作用,主要表现在降低植株地上、地下部干重、延缓植株生长、降低叶绿素含量和光合作用能力。Cd、Cu 胁迫程度越高,鸚尾叶片叶绿素下降程度越大。这与试验中观测到的植株叶片黄化程度一致。MDA 是膜脂过氧化反应的产物,当植物遭受逆境胁迫时,其含量会大大提高^[8]。该试验中,无论是重金属 Cd 还是 Cu,浓度越大,植物叶片 MDA 值越大,表明植物受到了氧化胁迫。胁迫浓度越大,膜脂过氧化程度越严重。Pro 亲水性极强,能稳定原生质胶体及组织内的细胞代谢过程,有防止细胞脱水的作用,当植物在逆境条件下,Pro 的累积主要起到渗透调节作用,提高植物的抗性。Sharma 等^[9]指出,脯氨酸可以螯合 Cd,形成无毒害的 Cd-Pro 复合体来减轻 Cd 对植物的伤害。Backor 等^[10]指出,Pro 的累积与苔藓的耐 Cu 性呈正相关,说明 Pro 的累积在植物耐重金属胁迫中起到一定的作用。该试验结果表明,随着处理浓度的增加及处理时间的延长,游离 Pro 含量增加,并且在较高浓度处理时增幅较大,说明游离 Pro 产生对提高植物对重金属抗性能力有一定的作用。

已有研究表明,植物是通过提高抗氧化酶活性来适应逆境的,其中 SOD 是逆境下植物清除体内活性氧和其它氧化物自由基的关键酶之一,SOD 能将 O_2^- 歧化成 H_2O_2 和 O_2 ^[11-12],其活性的提高意味着抗氧化保护能力的增强。该研究发现在 Cd、Cu 胁迫处理下,

SOD 活性上升,可能是对逆境伤害的适应性反应,一定程度上缓解了 Cd、Cu 对植物的毒害。

综上所述,Cd、Cu 胁迫下,路易斯安娜鸚尾幼苗生长受到影响,叶片中的叶绿素含量均随胁迫浓度的增加而降低。植株叶片的丙二醛和游离脯氨酸含量、超氧化物歧化酶活性均随处理浓度、处理时间的延长而增加,表明植物体内可通过抗氧化酶系统和 Pro 等来有效缓解伤害,增加耐重金属胁迫能力。至于路易斯安娜鸚尾对重金属的吸收及富集能力还有待于在今后的研究中继续探索和发现。

参考文献

- [1] 原海燕,郭智,张开明,等.两种鸚尾属花卉幼苗对镉胁迫的生理抗性研究[J].江苏农业科学,2006(5):63-65.
- [2] 张开明,黄苏珍,原海燕,等.水生花卉黄菖蒲 Cu 胁迫抗(耐)性研究[J].江苏农业科学,2006(6):217-219.
- [3] 李合生.植物生理生化试验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:167-169,260-261.
- [4] 张宪政.作物生理研究法[M].北京:农业出版社,1992.
- [5] 王贵民,陈贵祥,陈利,等.镉胁迫下杂交稻 2 品种幼苗的抗性及其含量的差异[J].农村生态环境,2004,20(4):44-47.
- [6] 孙赛初,王焕校,李启任.水生维管束植物受镉污染后的生理生化变化及受害机制初探[J].植物生理学报,1985,11(2):113-121.
- [7] Somashekaraish B V, Padmajak, Prasad R K. Phytotoxicity of Cadmium ions on germination seedling of mung bean: Involvement of lipid Peroxides in chlorophyll degradation [J]. Physiol Plant, 1992, 85: 85-89.
- [8] Lin C C, Kao C H. Effect of NaCl stress on H_2O_2 metabolism in rice leaves [J]. Plant Growth Regu, 2000, 30: 151-155.
- [9] Sharma S S, Schat H, Vooijs R. *In vitro* alleviation of heavy metal-induced enzyme inhibition by proline [J]. Phytochemistry, 1998, 46: 1531-1535.
- [10] Bačkor M, Fahselt D, Wu C T. Free proline content is positively correlated with copper tolerance of the lichen photobiont *Trebouxia erici* (Chlorophyta)[J]. Plant Sci, 2004, 167: 151-157.
- [11] Briat L R, Lebrun M. Plant responses to metal toxicity[J]. Plant Biology and Pathology, 1999, 322: 43-54.
- [12] Tang S R, Wilke B M, Brooks R R. Heavy-metal uptake by metal-tolerant *Elsholtzia haichowensis* and commelina communis from China[J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2001, 32 (526): 895-905.

The Effects of Cd and Cu Stress on Physiology and Biochemistry of *Iris hexagona*

ZHU Guang-hui, TANG Rong, GAO Li, NI Hong-lian

(Suzhou Polytechnic Technology of Agriculture, Suzhou, Jiangsu 215008)

Abstract: *Iris hexagona* were grown hydroponically to examine physiological effects under Cd and Cu stress. The results showed that as the increase of Cd and Cu concentration, the plant growth was put off, the dry weight of shoot and root descent, content of chlorophyll decrease, MDA contents and Pro contents increase, SOD activity increase over time.

Key words: Cd, Cu stress; physiological effects; *Iris hexagona*