

# 两种鸢尾幼苗对 Cd 胁迫的生理耐性探讨

佟海英, 原海燕, 黄苏珍

(江苏省中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 南京 210014)

**摘要:**以马蔺(*Iris lactea* var. *chinensis*)和鸢尾(*I. tectorum*)2种耐性不同的鸢尾属植物为材料,采用溶液培养试验,研究了10、120 mg/L Cd胁迫下2种鸢尾幼苗膜透性、可溶性糖和蛋白以及根系生长等的生理耐性差异。结果表明:10 mg/L低Cd胁迫和120 mg/L高Cd胁迫均导致2种鸢尾幼苗叶片膜透性(CMP)增加;马蔺根系活力、可溶性糖和蛋白含量在低浓度Cd胁迫下增加,高浓度Cd胁迫下根系活力和可溶性糖含量出现下降趋势,而可溶性蛋白含量持续增加;鸢尾根系活力在低浓度和高浓度Cd胁迫下均呈下降趋势,可溶性糖和蛋白含量随Cd浓度增加表现为先增后降的趋势。

**关键词:**马蔺;鸢尾;Cd胁迫;生理耐性

**中图分类号:**S 682.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2008)11—0109—04

近年来,我国农田水域等重金属污染日趋严重,镉(Cd)因其在土壤中的高度移动性和对作物的高度毒性,被视为重金属中最具有毒害性的一种污染元素。据报道,极微量水平的Cd就会对植物造成毒害<sup>[1]</sup>,如降低植物光合作用,干扰植物矿质营养和碳水化合物代谢,对植物细胞膜系统、脂类、蛋白质、核酸等造成氧化胁迫破坏,最终影响植物正常的生理代谢<sup>[2]</sup>。因此,环境Cd污染问题颇为严峻,有关Cd污染对植物造成毒害的问题越来越受到人们的重视,这一领域的研究也日趋活跃。Cd对不同植物生理生化方面的研究已有许多报道,但植物对Cd的耐受机理存在着种内和种间差异,一些植物对Cd非常敏感,而一些植物对Cd有很强的耐性<sup>[3-6]</sup>。鸢尾属(*Iris* L.)植物为多年生宿根花卉,普遍具有适应性广、抗性强等特性<sup>[7]</sup>,在盐碱地改良、园林绿化、水土保持等方面已得到广泛应用<sup>[8]</sup>。最近研究发现,鸢尾属中的一些植物还对重金属Cd表现出一定的富集和耐受能力,耐性较强的马蔺(*Iris lactea* var. *chinensis*)<sup>[9]</sup>在10 mg/L Cd水培条件下地上部Cd含量达170.97 μg/g,而耐性相对较弱的鸢尾(*I. tectorum*)在同样条件下地上部Cd含量为120.65 μg/g,对Cd表现出不同的积累和耐受程度<sup>[9-10]</sup>。研究以耐性不同的马蔺和鸢尾为材料,研究Cd胁迫下植物体内可溶性糖、蛋白含量及根系活

力等生理抗性差异,为不同耐性鸢尾属植物的耐Cd生理机理研究提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

试验材料为马蔺(*Iris lactea* var. *chinensis*)、鸢尾(*I. tectorum*)。植物材料栽培于江苏省中国科学院植物研究所鸢尾种质圃,种子为无性繁殖群体自然结实的当年种子。

### 1.2 试验设计

种子用0.5% NaClO消毒20 min,自来水冲洗干净后浸种催芽,待种子萌发后选择整齐一致的种子播于干净的石英砂中培养,4周后选生长一致的幼苗置于500 mL的培养瓶中以1/2 hoagland营养液培养,预培养1周后Cd以CdCl<sub>2</sub>·2.5 H<sub>2</sub>O形式加入,处理浓度为0(CK)、10、120 mg/L,每处理3个重复,每4 d换1次营养液。培养室平均温度约为15℃,自然光照。Cd处理2周后收获。

### 1.3 分析方法

膜透性的测定选用DDS-IIA型电导仪,并用其比值表示质膜相对透性<sup>[11]</sup>;根系活力的测定采用TTC法<sup>[12]</sup>;可溶性糖含量和可溶性蛋白含量的测定采用蒽酮比色法和考马斯亮蓝法<sup>[13]</sup>。数据处理用SAS和Excel软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 Cd胁迫对2种鸢尾幼苗叶片膜透性的影响

细胞膜是选择透过性膜,其主要功能为调节和控制细胞内外物质的运输和交换。据报道,Cd胁迫对细胞的影响往往首先作用于主要由类脂和蛋白质所构成的细胞膜,破坏膜结构和功能,导致细胞内电解质外渗。因

第一作者简介:佟海英(1969-),女,硕士,主要从事植物引种栽培工作。

通讯作者:黄苏珍。E-mail: yuanghaiyan416@163.com。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30270940);江苏省农业高新技术资助项目(BG2003308)。

收稿日期:2008-06-11

此认为叶片膜透性(CMP)一定程度上可以反映 Cd 对植物的伤害程度<sup>[4]</sup>。

由图 1 可知, 10 mg/L 相对低 Cd 胁迫和 120 mg/L 高 Cd 胁迫均使马蔺和鸢尾 CMP 显著增加( $P < 0.05$ )。低 Cd 胁迫下, 马蔺和鸢尾 CMP 与对照相比分别增加 111.5%、160.8%; 高 Cd 胁迫下, 马蔺和鸢尾 CMP 急剧上升, 比对照增加 258.3%、362.2%, 说明 Cd 胁迫程度越高, 马蔺和鸢尾受到的伤害越严重。其中鸢尾受到的伤害相对更重, 与孔祥生等<sup>[15]</sup>对玉米和陈平等<sup>[16]</sup>对弯叶画眉草的研究结果相似。可能是由于 Cd 与细胞膜上的蛋白质巯基结合或与磷酸酐乙醇胺和单分子层的磷酸丝氨酸反应, 造成膜结构的改变, 导致细胞内可溶性物质外渗, 从而使电导率增大<sup>[17]</sup>。

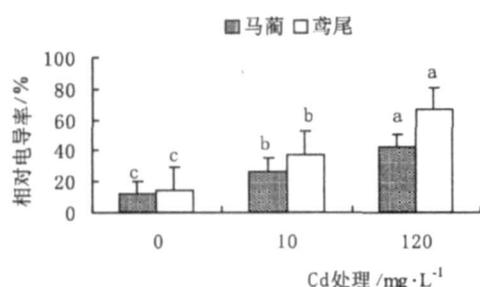


图 1 不同 Cd 处理对 2 种鸢尾膜透性的影响

## 2.2 Cd 胁迫对 2 种鸢尾幼苗根系活力的影响

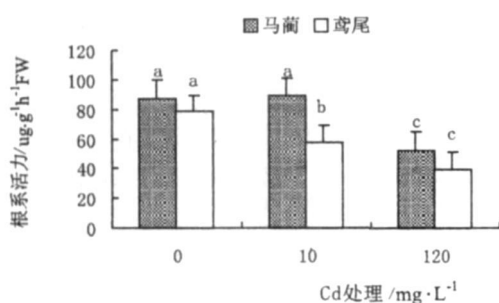


图 2 不同 Cd 处理对 2 种鸢尾根系活力的影响

根系是植物吸收养分的主要器官, 根的活力水平与根系生命活动的强弱有直接的关系, 是反映植物根系吸收能力和合成代谢强弱的重要生理指标。Cd 胁迫下植物根系与重金属直接接触, 因此很容易首先受到伤害。由图 2 可知, Cd 胁迫下 2 种鸢尾根系活力受到的影响存在着差异。10 mg/L 低 Cd 胁迫下, 马蔺根系活力与对照相比增加 2.3%, 差异不显著( $P > 0.05$ ), 说明低浓度 Cd 对马蔺根系有一定刺激生长的作用; 而鸢尾在低 Cd 胁迫下根系活力就明显下降, 仅为对照的 73.7%, 这可

能与不同植物根系的抗逆性不同有关。120 mg/L 高 Cd 胁迫下马蔺和鸢尾根系活力均显著下降, 分别比对照降低 39.9%、49.9%, 说明高浓度的 Cd 对马蔺和鸢尾根系均造成了不同程度的伤害, 王林等在镉、铅胁迫对辣椒的根系影响中也得到类似的结果<sup>[8]</sup>。

## 2.3 Cd 胁迫对 2 种鸢尾幼苗叶片可溶性糖含量的影响

可溶性糖是植物体内存在的一种主要的渗透调节物质, 当植物受到外界环境胁迫后, 可溶性糖含量增加可以提高细胞液浓度, 降低渗透势, 是对外界胁迫的适应调节<sup>[9]</sup>。由图 3 可知, 马蔺和鸢尾叶片内可溶性糖含量均随 Cd 处理浓度的增大呈先升后降的趋势。低浓度 Cd 处理下可溶性糖含量增加可能是 Cd 加速了植物体内高分子碳水化合物如淀粉的分解而使其合成受抑, 使光合产物形成过程中直接转向形成低分子量物质如蔗糖等而导致可溶性糖增加; 而高浓度 Cd 使可溶性糖下降, 可能是高浓度 Cd 抑制了植物的合成代谢和生长, 光合作用等能力减弱, 从而导致可溶性糖含量降低<sup>[20]</sup>。

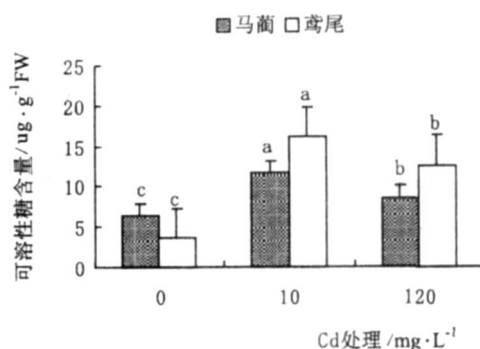


图 3 不同 Cd 处理对 2 种鸢尾可溶性糖含量的影响

## 2.4 Cd 胁迫对 2 种鸢尾幼苗叶片可溶性蛋白含量影响

重金属污染对植物造成的伤害之一是干扰体内氮代谢, 如降低氮素的吸收和硝酸还原酶活性, 改变氨基酸组成, 阻碍蛋白质合成及加速蛋白质分解等<sup>[21]</sup>。由图 4 可知, 溶液中加入 10 mg/L Cd 后马蔺叶片内可溶性蛋白含量与对照无明显差异; 而此浓度下, 鸢尾幼苗体内可溶性蛋白含量明显提高 63.1%, 增幅大于马蔺。120 mg/L 高 Cd 胁迫下, 马蔺幼苗叶内可溶性蛋白含量显著增加, 比对照增加 139.2%; 而鸢尾体内可溶性蛋白含量在继低 Cd 胁迫下急剧上升后又出现急剧下降, 仅比对照增加 3.7%。可见, 不同浓度 Cd 胁迫对 2 种鸢尾蛋白质代谢的影响不同。虽然 Cd 在植物体内能迅速启动一种新的蛋白质合成基因, 合成一类称为金属硫蛋白的蛋白质<sup>[2]</sup>, 但鸢尾叶片内可溶性蛋白含量在高 Cd 胁迫下的下降说明低浓度的 Cd 能促进蛋白质合成的速度, 而高浓度的 Cd 对蛋白质的合成起破坏作用。一般来讲,

植物在逆境条件下,体内蛋白质含量降低是由于蛋白质分解加快而合成受到抑制的结果<sup>[23]</sup>。从试验结果来看,马蔺和鸢尾体内蛋白含量变化均表现为合成速度大于分解速度,而马蔺体内蛋白合成能力相对较强。

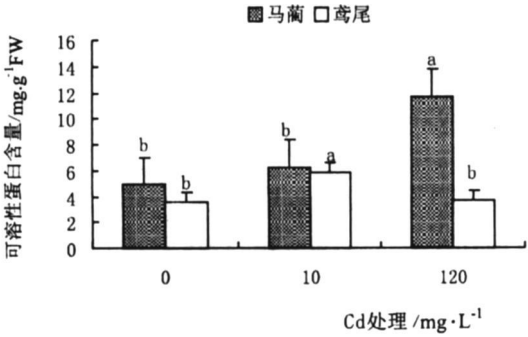


图4 不同Cd处理对2种鸢尾可溶性蛋白含量的影响

3 讨论

已有的研究表明,重金属Cd是一种主要的环境污染物,对植物生长发育具有明显的毒害作用。Cd胁迫下,会造成植物体内一系列生理生化代谢紊乱,导致植物抗逆性降低,严重时造成植株死亡。根系是环境污染物进入植物体内的主要门户,因此,对土壤环境更为敏感,更易对土壤环境作出反应,一定程度上根系活力的强弱可以反映植物对环境胁迫的耐受程度。该研究中,低Cd胁迫下耐Cd能力较强的马蔺根系活力与对照相比有轻微增加,而对Cd相对较敏感的鸢尾根系活力下降,表明二者在低浓度Cd胁迫下对Cd耐受性存在一定差异。而高Cd胁迫下马蔺和鸢尾根系活力均出现下降,说明高浓度Cd均使马蔺和鸢尾抵御Cd毒害的能力降低。Cd胁迫对根系生长的不良影响同样也会影响植物地上部的生长代谢。研究表明,Cd胁迫程度越高,马蔺和鸢尾叶片叶绿素含量下降程度越大,同时高浓度Cd促进膜脂过氧化产物MDA积累,加剧细胞膜脂过氧化,耐性相对较弱的鸢尾受影响较大,膜脂过氧化程度越严重<sup>[19]</sup>。研究发现无论低Cd胁迫还是高Cd胁迫均导致马蔺和鸢尾幼苗叶片相对电导率增大,鸢尾受害相对较重。而Cd胁迫下2种鸢尾体内可溶性蛋白含量的上升可能是对逆境伤害的适应性反应,一定程度上缓解Cd对植物的毒害。而Cd胁迫下不同植物体内可溶性糖含量变化没有一定的规律<sup>[24-26]</sup>,李荣春<sup>[27]</sup>以水培法研究了不同浓度Cd处理对烤烟叶片的生理影响,发现Cd<sup>2+</sup>浓度在100 mg/L以下时,能破坏细胞膜结构,降低可溶性糖含量;张杰等<sup>[28]</sup>在研究Cd胁迫对水稻的可溶性糖含量的影响中发现,水稻幼苗叶内可溶性糖含量随Cd浓

度的增加而增加。而该研究中不同浓度Cd胁迫下马蔺和鸢尾体内可溶性糖含量随Cd处理浓度的增加呈现先升后降的变化趋势,表明不同植物对Cd胁迫的耐受机制不同。

结合已有研究结果综合分析认为,一定浓度Cd胁迫下马蔺较鸢尾表现出较强的生理耐性。马蔺耐Cd性较强,主要是由于Cd胁迫与其它氧化胁迫相似产生大量活性氧导致细胞膜脂过氧化、膜透性增加,而马蔺体内具有相对较强的抗氧化机制,可通过超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性的增加来降低氧化胁迫对植物造成的毒害<sup>[19]</sup>。同时,可溶性蛋白含量的提高可增加细胞渗透浓度和功能蛋白的数量,某些特殊功能蛋白能与Cd结合成一种特异的含Cd蛋白质或多肽,有助于维持细胞代谢的正常进行,从而减轻Cd毒害<sup>[29]</sup>。试验中,Cd胁迫下马蔺可溶性蛋白含量高于鸢尾,这也可能是马蔺耐Cd能力强于鸢尾的原因之一。

参考文献

[1] Prasad M N V, Hagemeyer J (Eds). Heavy metal stress in plants from molecule to ecosystems[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1999: 117-138.

[2] Clijsters H, Cuypers A, Vangronsveld J. Physiological responses to heavy metals in higher plants: defence against oxidative stress[J]. Z. Naturforsch, 1999, 54c: 730-734.

[3] 杨居荣, 贺建群, 黄翌, 等. 农作物Cd耐性的种内和种间差异II. 种内差[J]. 应用生态学报, 1995(3): 132-136.

[4] 杨居荣, 贺建群, 黄翌, 等. 农作物Cd耐性的种内和种间差异I. 种间差[J]. 应用生态学报, 1994, 5(2): 192-196.

[5] Florijn P J, Van Beusichem M L. Uptake and distribution of cadmium in Maze Inbred Lines[J]. Plant and Soil, 1993, 150: 25-32.

[6] Yang X, Baligar V C, Maertens DC, et al. Influx, transport and accumulation of cadmium in plant species[J]. J. Environ. Sci. Health B, 1995, 30(4): 569-583.

[7] 赵毓堂. 中国植物志[M]. 16卷, 1分册. 北京: 科学出版社, 1985: 133-197.

[8] 孙岳春, 攀奋成, 奚广生. 马蔺的开发与利用[J]. 中国林副特产, 2003, 67(4): 52-53.

[9] 原海燕. 鸢尾属(Iris L.)4种植物镉(Cd)积累、耐性机理及影响因素研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.

[10] 原海燕, 郭智, 张开明, 等. 鸢尾属2种花卉幼苗对镉(Cd)胁迫的生理抗性研究[J]. 江苏农业科学, 2006(5): 63-65.

[11] 白宝璋, 孔祥生, 王玉昆, 等. 植物生理学(下: 试验教程)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1996: 104-111.

[12] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1992.

[13] 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.

[14] 李俊梅, 王焕校. 镉胁迫下玉米生理生态反应与抗性差异研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2000, 24(3): 311-317.

[15] 孔祥生, 张妙霞, 郭绣璞. Cd<sup>2+</sup>毒害玉米幼苗细胞膜透性及保护酶活性的影响[J]. 农业环境保护, 1999, 18(3): 133-144.

[16] 陈平, 余士元, 叶丽敏. 镉胁迫对弯叶画眉草幼苗生长和生理特性的影响[J]. 草地学报, 2002, 10(3): 212-216.

[17] Vallee B I. Biochemical effects of mercury, cadmium and lead[J]. Annu. Rev. Biochem, 1972, 41: 91-128.

- [18] 王林, 史衍玺. 镉、铅及其复合污染对辣椒生理生化特性的影响[J]. 山东农业大学学报, 2005, 36(1): 107-112.
- [19] 李合生. 现代植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [20] 孙赛初, 王焕校. 水生维管束植物受镉污染后的生理生化及受害机制初探[J]. 植物生理学报, 1985, 11(2): 113-121.
- [21] 江行玉, 赵可夫. 植物重金属伤害及其抗性机理[J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7(1): 92-99.
- [22] Grunlage G, Welgel H H, Ilge D, et al. Isolation and partial characterization of cadmium-binding protein from *Pisum sativum*[J]. J. Plant Physiol., 1985, 119: 327-334.
- [23] 赵可夫, 王韶唐. 作物抗性生理[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 153.
- [24] 杨居荣, 贺建群, 蒋婉茹. Cd 污染对植物生理生化的影响[J]. 农业

- 环境保护, 1995, 14(5): 193-199.
- [25] 周建华, 王永锐. 硅营养缓解水稻幼苗 Cd、Cr 毒害的生理研究[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(1): 11-15.
- [26] 陈朝明, 龚慧群, 王凯荣. Cd 对桑叶品质、生理生化特性的影响及其机理研究[J]. 应用生态学报, 1996, 7(4): 417-423.
- [27] 李荣春. Pb, Cd 及其复合污染对烤烟叶片生理生化及细胞显微结构的影响[J]. 植物生态学报, 2000, 22(4): 238-242.
- [28] 张杰, 梁永超, 姜运生, 等. 镉胁迫对两个水稻品种幼苗光合参数、可溶性糖和植株生长的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(6): 774-780.
- [29] 李俊明, 耿庆汉. 低温下玉米不同耐冷类型自交系生理生化变化[J]. 华北农学报, 1989, 4(2): 15-18.

## Physiological Tolerance Studies of Two Different Species of *Iris L.* Seedlings under Cadmium Stress

TONG Hai-ying, YUAN Hai-yan, HUANG Su-zhen

(Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences (Nanjing Botanical Garden Mem. Sun Yat-sun), Nanjing 210014, China)

**Abstract:** Two *Iris (Iris L.)* species, *Iris lactea* var. *chinensis* and *I. tectorum* were grown hydroponically in this study to examine physiological endurance difference of cellular membrane penetration, soluble sugar, protein, and root activity of them. The results indicated that both lower Cd stress ( $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) and high Cd stress ( $120 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) made CMP of two species of *Iris L.* improved. Under lower Cd stress, the root activity and soluble sugar and protein content of *Iris. lactea* var. *chinensis* increased. Under high Cd stress, the root activity and soluble sugar decreased but soluble protein constantly grewed. While root activity of *Iris. tectorum* always showed decreasing trend under Cd stress, and its soluble sugar and protein rised firstly and dropped afterwards with the increase of Cd concentration.

**Key words:** *Iris lactea* var. *chinensis*; *I. tectorum*; Cadmium stress; Physiological endurance

## 严禁侵害农民权益的违法用地

警钟鸣

今年初, 国务院发出关于促进节约集约用地的通知, 要求强化农村土地管理, 稳步推进农村集体建设用地节约集约利用, 严格禁止擅自将农用地转为建设用地, 严格禁止“以租代征”将农用地转为非农业用地。要在坚持尊重农民意愿、保障农民权益原则下, 依法盘活利用农村集体建设用地。按规划稳妥开展农村集体建设用地整理, 改善农民生产生活条件。

与此同时, 针对一些地方存在违反农村集体建设用地管理法律和政策规

定, 将农用地转为建设用地, 非法批准建设用地行为呈现蔓延上升之势, 国务院办公厅发出关于严格执行有关农村集体建设用地法律和政策的通知, 要求坚决遏制并依法纠正乱占农用地进行非农业建设。

近年来, 党中央、国务院连续下发严格土地管理、加强土地调控的政策文件, 有力地促进了各地区、各部门贯彻落实科学发展观, 坚决执行宏观调控政策, 但是“以租代征”等侵害农民根本利益的违法违规用地行为屡禁不止, 并且呈现出从东南沿海地区向中西部地区加快蔓延

的趋势。

国土资源部部长、国家土地总督察徐绍史说, 违规违法用地危害危及社会和谐稳定, 首先是危害农民利益。土地是农民重要的生产生活资料, 而且具有社会保障功能。农民持有土地, 或者土地被依法征用, 可以保证农民现有生活水平不降低、长远生计有保障。但违规违法用地规避补偿安置, 农民面临风险非常大。农民一旦拿不到土地租金, 得不到应有补偿, 被占用农地又无法复耕, 就可能陷入“种田无地、就业无岗、社保无份”困境。