

镉胁迫对黄菖蒲种子萌发和幼根生长的影响

仇 硕, 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: 研究了不同浓度 Cd(镉)溶液对黄菖蒲 (*Iris pseudacorus* L.) 种子萌发和幼根生长的影响。结果表明: 在 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 低浓度 Cd 胁迫下, 黄菖蒲种子发芽势为 60.8%, 明显低于对照 ($P < 0.05$), 但种子发芽率高达 99.17%, 稍高于对照, 幼根生长情况较好, 说明黄菖蒲种子在该浓度 Cd 胁迫下具有一定的抗性; 当处理浓度高于 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 发芽势和发芽率及幼根的长度均随 Cd 浓度增大而降低, $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cd 浓度胁迫下, 种子发芽势为 17.5%, 种子发芽率及幼根的长度分别为 55% 和 6.96 mm, 与对照相比, 均明显受到抑制 ($P < 0.05$), 且幼根出现畸形等中毒症状。

关键词: 黄菖蒲 (*Iris pseudacorus* L.); Cd; 种子; 萌发; 幼根

中图分类号: S 682.2⁺ 4; S 604⁺ .1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)11-0068-03

Cd 是环境中最普遍和危害性较强的重金属^[1,2]之一, 目前关于 Cd 胁迫影响小麦、水稻及蔬菜等农作物和经济作物^[3,4] 种子的萌发及生理代谢已有不少研究报道。黄菖蒲 (*Iris pseudacorus* L.) 是一种观赏性强的植物。具有一定耐干旱、耐水湿以及生物量大等特点, 同时在世界各地广泛栽培, 最近有研究报道对 Cd、Cu 等重金属具有较好的抗性^[5,6]。但关于重金属胁迫对黄菖蒲种子发芽方面的研究尚未见报道。现通过对 Cd 胁迫下黄菖蒲种子萌发及早期生长影响的研究, 旨在为黄菖蒲这一优良观赏植物的重金属土壤植物实际修复特别是维持修复系统植物自然恢复能提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

黄菖蒲 (*Iris pseudacorus* L.) 原产欧洲, 20 世纪 70 年代引入, 植物材料栽植于江苏省中科院植物研究所鸢尾种质圃。试验种子为无性繁殖群体自然结实的当年籽实。

1.2 试验方法

种子用 0.5% NaClO 消毒 20 min, 自来水冲洗后常温下浸种催芽。待种子萌动(露白)后, 挑选大小一致的 40 粒种子放入直径为 12 cm 的培养皿中, 用处理液浸泡 24 h, 每 8 h 换液 1 次。处理液 Cd 浓度分别为 CK(对照, 去离子水)、10、50、100、200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, Cd 以 $\text{CdCl}_2 \cdot 2.5 \text{ H}_2\text{O}$ 的形式加入, 然后再转入铺有 8 层吸水纸的相

同型号的培养皿中, 每个培养皿加入 15 mL 相应浓度的处理液。置于 25 °C、相对湿度 75%、750 lx 光照培养箱中培养, 每天加 2 mL 相应浓度处理液 1 次, 保持吸水纸的湿润, 每 3 d 换一次吸水纸, 以保持芽床的清洁和防止 Cd 的沉积。每日观察并记录种子发芽数, 并及时除去霉变种子, 以幼根长度约为种子长度一半作为发芽标准。试验每个处理 3 个重复, 取平均值。

1.3 观察内容

以处理第 4 天统计发芽势, 第 8 天统计发芽率, 以连续 2 d 没有种子萌发作为试验结束。发芽势及萌发率统计参照《国际种子检验规程》。发芽势(%) = 前 4 d 种子发芽数 / 共试种子数 $\times 100$ 。发芽率(%) = 前 8 d 种子发芽数 / 共试种子数 $\times 100$ 。幼根长度的测定: 随机取 10 粒种子(萌发不到 10 粒的按实数算), 用毫米刻度尺直接测量幼根的长度。

数据采用 Stst 和 Excel 分析; 图片采用 Photoshop 8.0 软件处理。

2 结果和分析

2.1 Cd 胁迫对黄菖蒲种子发芽势的影响

种子发芽势指种子发芽试验初期, 在规定天数内正常发芽的种子数占种子总数的百分率。从发芽势可以看出种子发芽能力和种子出苗的整齐度^[7]。由图 1 可看出, 处理 4 d 时, 随 Cd 处理浓度的增大, 黄菖蒲种子发芽势呈降低趋势, 各浓度下的发芽势均明显低于对照 ($P < 0.05$), 10 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度 Cd 胁迫下, 黄菖蒲种子发芽势为 60.8%, 当处理浓度高于 50 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 受到的抑制更为明显, 其中 50 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理下黄菖蒲种子发芽势为 17.5%, 而 200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理下的发芽势仅为 0.83%。这表明不同浓度 Cd 胁迫对黄菖蒲种子发芽势均有一定的抑制作用。

第一作者简介: 仇硕(1977-), 男, 硕士, 主要从事观赏植物种质资源抗逆性评价。E-mail: qiusuo001@163.com。

通讯作者: 黄苏珍。

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: 2007-07-21

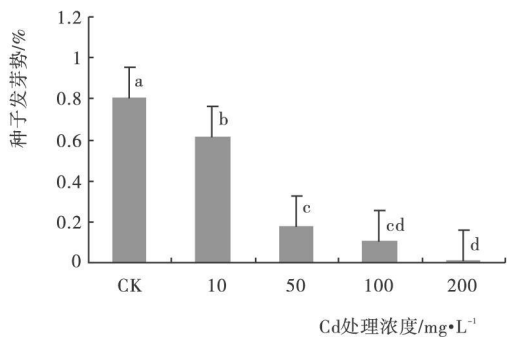


图 1 Cd 胁迫对黄芩蒲种子发芽势的影响

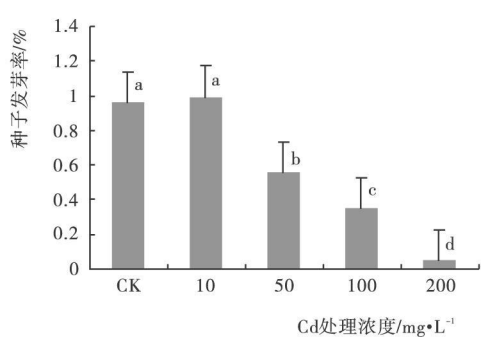


图 2 Cd 胁迫对黄芩蒲种子发芽率的影响

2.2 Cd 胁迫对黄芩蒲种子发芽率的影响

由图 2 看出, 在不同浓度 Cd 胁迫下, 黄芩蒲种子发芽率不一致 与对照相比, 在 10 mg · L⁻¹ 相对低浓度 Cd 胁迫下, 黄芩蒲种子发芽率达 99.17%, 稍高于对照; 随着处理浓度的增加, 其发芽率受到明显的抑制, 呈降低趋势, 显著低于对照(P<0.05), 在 50 mg · L⁻¹ 处理下, 黄芩蒲发芽率为 55%, 而在 200 mg · L⁻¹ 处理下, 黄芩蒲的发芽率仅为 5%。

2.3 Cd 胁迫对黄芩蒲幼根伸长的影响

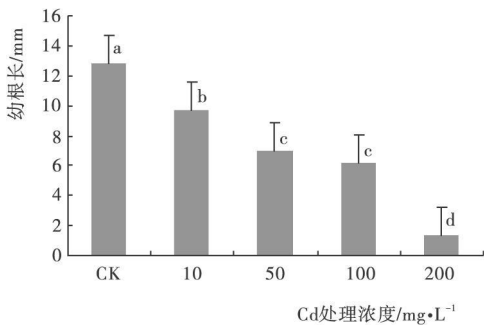


图 3 Cd 胁迫对黄芩蒲幼根长度的影响

图 3 显示, 不同浓度 Cd 胁迫抑制黄芩蒲幼根的伸长, 黄芩蒲在 10 mg · L⁻¹ 相对低浓度胁迫下, 其根长为对照的 75.8%, 说明幼根仍能较好的伸长; 而 200 mg · L⁻¹ 高浓度 Cd 处理下黄芩蒲仍有少量种子发芽, 但受到严重伤害, 根长 1.3 mm, 仅为对照的 9.8%, 明显低于对照(P<0.05)。

2.4 Cd 胁迫对黄芩蒲幼根外部形态的影响

从表中看出, 对照和 10 mg · L⁻¹ 相对低浓度 Cd 处理, 黄芩蒲幼根外部形态发生变化的种子数量很少, 由图版 1 和图版 2 看, 黄芩蒲根色鲜亮, 生长良好, 根毛清晰可见, 10 mg · L⁻¹ 相对低浓度 Cd 处理根毛变长、变密, 可能与低浓度 Cd 促进根毛的发生和伸长有关; 而 50 mg · L⁻¹ 浓度 Cd 处理下黄芩蒲仍有大部分能正常发芽, 但部分已出现异常改变, 如根毛区出现畸形(图版 3); 当处理浓度为 100、200 mg · L⁻¹ 时, 黄芩蒲根外部形态发生异常变化的数量显著增多(P<0.05), 其中 200 mg · L⁻¹ 的处理在 8 d 时已经占了总数的 53.8%, 有的甚至整个根尖腐烂(图版 4)。

不同浓度 Cd 处理对黄芩蒲幼根外部形态的影响表

Cd 处理浓度 mg · L ⁻¹	0(CK)	10	50	100	200
幼根畸变和种子腐烂数占所有处理种子数的百分比/%(A/N)	3.33±2.8c	0.8±1.4c	32.5±2.5b	42.5±4ab	53.8±7.5a

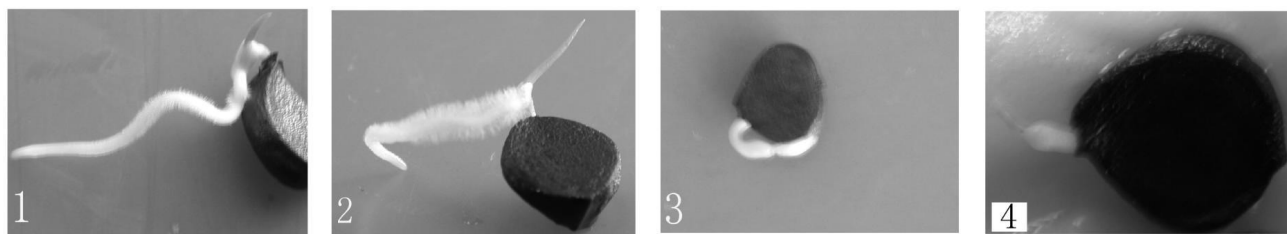
注: 数据为平均值±标准差 n=3 同一列小写字母表示之间有显著差异(P<0.05)。

3 讨论

杨居荣等研究表明^[8], 植物耐Cd 性强弱, 同 Cd 胁迫下植物体内形成的重金属结合蛋白有关。试验中, 黄芩蒲在 10 mg · L⁻¹ 相对低浓度 Cd 处理下, 种子萌发率有一定的升高, 幼根生长状况良好, 有利于吸收水分及营养物质, 从而表现出了较好的抗性, 其机理尚需进一步探讨。

高浓度 Cd 胁迫下, 大量 Cd 进入植物体后, 大多数积累在根的生长部位^[9-10], 根细胞壁中存在大量交换位点, 能将重金属离子固定在这些位点上^[11-13], 进而破坏细胞内染色体和核仁^[14]。直接影响细胞的分裂和生长,

从而表现为对根伸长的抑制及形态的改变, 如高浓度 Cd 胁迫下, 黄芩蒲种子呈现一定的 Cd 中毒症状, 幼根不伸长, 出现畸形(图版 3), 甚至根尖萎缩、腐烂(图版 4), 致使大部分不能正常发芽, 其原因可能是根吸收不到养分及水分, 随着体内 Cd 量的增加, 内部细胞受到不可逆伤害, 对染色体和核仁的破坏加重, 这可能是破坏黄芩蒲胚根正常生长的主要原因。已有研究表明, Cd 胁迫下, 植物细胞中核酸含量下降^[15], 因此, Cd 对黄芩蒲种子萌发乃至幼根生长的影响, 可能与 Cd 抑制胚细胞中核酸合成有关。



图版: 不同浓度 Cd 胁迫对黄菖蒲胚根外部形态的影响

1: $0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cd (对照)处理; 2: $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cd 处理; 3: $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cd 处理; 4: $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cd 处理。

参考文献

[1] 周启星, 宋玉芳. 污染土壤修复原理与方法[M]. 北京: 科学出版社 2004.

[2] 陈怀满. 土壤-植物系统中的重金属污染[M]. 北京: 科学出版社 1996.

[3] 葛才林, 杨小勇, 孙锦荷等. 重金属胁迫对水稻萌发种子淀粉酶活性的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(3): 47-52.

[4] Li W Q, Mohammad A K, Shinjro Y G. Effects of heavy metals on seed germination and early seedling growth of *Arabidopsis thaliana*[J]. Plant Growth Regulation, 2005 46: 45-50.

[5] 原海燕, 鸢尾属(*Iris* L.) 4种植物镉(Cd)积累、耐性机理及影响因子研究[D]. 南京农业大学硕士研究生论文, 2006.

[6] 张开明, 黄苏珍, 原海燕等. 水生花卉黄菖蒲(*Iris pseudacorus* L.) Cu 胁迫抗(耐)性研究[J]. 江苏农业科学, 2006(6): 219-220.

[7] 居萍, 刘玉华. 不同处理对 4 种草坪种子发芽的影响[J]. 江苏林业科技, 2004 31(4): 29-31.

[8] 杨居荣, 贺建群, 张国祥, 等. 作物对 Cd 毒害的耐性机理探讨[J]. 应用生态学报 1995, 6(1): 87-91.

[9] Bibikova T, Gilroy S. Root hair development[J]. J Plant Growth Regul, 2002, 21: 383-415.

[10] Allan D L, Jarrel W M. Proton and copper absorption to maize and soybean root cell walls[J]. plant physiol, 1989 89: 823-832.

[11] Cutler J M, Rains D W. Characterization of cadmium uptake by plant tissue[J]. Plant Physiol, 1974, 54: 67-71.

[12] Cataldo D A, Garland T R, Wildung R E. Cadmium uptake kinetics in intact soybean plants[J]. Plant Physiol, 1983, 73: 844-848.

[13] Nishizono H. The role of the root cell wall in the heavy metal tolerance of *Athyrium yokoscense*[J]. Plant and Soil, 1987, 101: 15-20.

[14] 施国新, 杜开和, 解凯彬, 等. 汞、镉污染对黑藻叶细胞伤害的超微结构研究[J]. 植物学报, 2000, 42(4): 373-378.

[15] 周青, 黄晓华, 彭方晴等. La-Gly 配合物对 Cd 伤害小白菜的影响[J]. 环境科学, 1999 20(1): 91-94.

Effects of Cadmium Stress on Seed Germination and Radicle Growth of *Iris pseudacorus* L.

QIU Shuo, HUANG Su-zheng

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

Abstract: Effects of seed germination and radicle growth of *Iris pseudacorus* at different Cadmium concentration were studied. The results showed that: Seed germination energy of *Iris pseudacorus* L. was 60.8% under $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cd concentration, which was lower than control significantly ($P < 0.05$), and seed germination percentages was 99.17% , which was higher than control and radicle grew better, this indicated that the seed of *Iris pseudacorus* had better tolerant in $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cd concentration. When Cd concentration exceed $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, seed germination energy and seed germination percentages and radicle length of *Iris pseudacorus* L. were tended to decline as the increasing of Cd concentration. Seed germination energy was 17.5% , seed germination percentages was 55% and radicle length of *Iris pseudacorus* was 6.96 mm at $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Cd treatment, and they were significant difference with control ($P < 0.05$), what's more, there was abnormality in radicle for cadmium poisoning.

Key words: *Iris pseudacorus* L.; Cadmium; Seed; Seed germination; Radicle