

重金属镉对丝瓜种子萌发及根系活力的影响

吴恒梅¹, 纪艳¹, 姜成¹, 杨洪升¹, 张卫东¹, 王景佳²

(1. 佳木斯大学 生命科学学院, 黑龙江 佳木斯 154007; 2. 佳木斯大学 第二附属医院, 黑龙江 佳木斯 154007)

摘要:采用水培法,研究了不同浓度的 Cd^{2+} 对丝瓜种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数变化及根系活力的影响。结果表明:当 Cd^{2+} 浓度为 10 mg/L 时,发芽率和活力指数均高于对照;当 Cd^{2+} 浓度为 5 mg/L 时,根系活力高于对照;之后随着 Cd^{2+} 溶液浓度的升高,发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、根系活力均显著降低,抑制效应逐渐增强;说明低浓度的 Cd^{2+} 对丝瓜种子萌发具有促进作用,高浓度的 Cd^{2+} 则具有抑制作用。

关键词:镉;丝瓜种子;萌发;根系活力

中图分类号:S 642.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)11-0038-03

重金属污染对生态系统的影响是当今世界上普遍关注的环境问题之一。据报道镉是重金属污染中危害最大的污染物之一,主要是通过冶炼、电镀、塑料、颜料等工业排出的“三废”,给农业生态环境造成了严重影响^[1]。蔬菜受重金属镉污染后,不仅严重影响其产量和品质,而且会进一步通过食物链进入人体,危及人类健康。镉毒害的分子机制是与低分子硫蛋白结合形成金属硫蛋白,损伤肾脏、骨骼、呼吸器官和消化系统,引起钙代谢障碍,抑制机体免疫功能,大量破坏红细胞而引起贫血等^[2-4]。因此,镉污染对植物引起危害的问题不容忽视。国内外不少学者已做了关于镉胁迫引起植物生理和生化指标影响的研究工作,主要集中油菜,小白菜^[5]、绿豆^[6]、大豆^[7]等上。研究表明,低浓度 Cd^{2+} 促进植物生长及正常的代谢生理活动,如油菜种子的发芽率、发芽势、发芽指数以 5 mg/L Cd^{2+} 浓度为阈值呈现低

促高抑现象^[8]。丝瓜为葫芦科植物,是药食两用的最佳食品。而有关镉对丝瓜的生长的影响研究未见报道。现以丝瓜为材料,研究不同浓度的 Cd^{2+} 对种子萌发及根系活力的影响,旨在探讨 Cd^{2+} 对果菜类蔬菜毒害的效应,为蔬菜生产中早期预报镉对丝瓜的幼苗生长有害效应以及消除其毒害提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试植物:华艺肉丝瓜,购于佳木斯市长青种子分公司。培养液为 1/2 Hongland 营养液。供试培养皿直径为 9 cm。试剂均为分析纯。

1.2 试验方法

试验在佳木斯大学经济植物研究所进行。选取健康饱满、大小均匀的丝瓜种子,用 0.4% 高锰酸钾溶液消毒 20 min,用自来水冲洗后,置于 32℃ 的蒸馏水中于暗处浸泡 24 h。待种子开口后,移至垫有 2 层无灰定性滤纸培养皿中,每份加入同浓度的 Cd^{2+} 溶液,至滤纸饱和为止,每份 100 粒,置于无光照培养箱内(设置温度 27℃)发芽。 Cd^{2+} 浓度设 6 个梯度,用 $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 配制,其浓度(以 Cd^{2+} 计)为:0、5、10、20、50、100 mg/L 的

第一作者简介:吴恒梅(1972-),女,硕士,副教授,现主要从事植物生理与分子生物学研究工作。E-mail: hengmeiwu@163.com。

基金项目:佳木斯大学科研资助项目(S2010-57);黑龙江省卫生厅资助项目(2011-457)。

收稿日期:2012-03-07

Abstract: Full-fat nutrition nursery fertilizer (Developed by Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences Institute of Plant Nutrition and Resources) was applied to study the effect on melon seedling whose variety was optimization Beijing Lufthansa white melon. The results showed that the indexes of nursery fertilizer treatment were better or higher than that of clear water treatment for fresh and dry weight of plant over-ground part, plant height, stem diameter, fresh and dry weight and volume of root, seedling index, and N, P, K content of plant. Among those indexes, the differences were significant for dry weight of plant over-ground part, stem diameter, volume of root, seedling index and N content of plant. Substrate nursery fertilizer was effective on rapid and healthy growth of seedlings, and solving fertilizer deficiency in the late seedlings.

Key words: plug seedling substrate; full-fat nutrition matrix nursery fertilizer; nursery effect; melon

1/2Hongland 营养液,不加 Cd^{2+} 的营养液作对照,每个浓度设 3 次重复。培养期间,每天用各处理液处理 1 次,以保持一定的湿度与浓度;逐日观察并记录萌发种子情况,第 5 天测发芽势和根系脱氢酶活力、培养 7 d 后,再用刻度尺测芽长,统计发芽率、发芽指数、活力指数(随机选取有代表性的植株 30 株)。

1.3 项目测定

1.3.1 种子萌发指标的测定 发芽势=第 3 天正常发芽的种子数/供试种子数 $\times 100\%$;发芽率=第 7 天正常发芽的种子数/供试种子数 $\times 100\%$;发芽指数= $\sum Gt/Dt$, Gt 为 t 时间内的发芽数, Dt 为相应的发芽天数;活力指数=发芽指数 \times 苗长度^[9]。

1.3.2 根系活力的测定 采用氯化三苯基四氮唑(TTC)法^[10]。

1.4 数据分析

运用 DPS 软件进行完全随机单因素试验多重比较,采用 Duncan 新复极差法统计分析。

2 结果与分析

2.1 镉浓度对丝瓜种子萌发的影响

2.1.1 镉浓度对丝瓜种子发芽率及发芽势的影响 由表 1 可知,发芽率随着 Cd^{2+} 浓度的增加先增加后减少,当 Cd^{2+} 浓度为 5、10 mg/L 时,发芽率分别比对照组提高了 1.3、2.5 个百分点,说明低浓度镉对种子发芽具有轻微的促进作用。之后随着 Cd^{2+} 浓度增加发芽率显著降低;而发芽势均随着 Cd^{2+} 处理浓度增加而显著降低;当 Cd^{2+} 浓度为 100 mg/L 时,发芽率和发芽势分别比对照组显著下降了 60.8、71.5 个百分点,说明高浓度的镉对丝瓜种子的发芽率和发芽势有严重的抑制作用,随着浓度的增加,对丝瓜种子的生活力抑制作用加重。

表 1 不同 Cd^{2+} 浓度对丝瓜种子发芽率和发芽势的影响

Cd^{2+} 浓度/mg \cdot L ⁻¹	发芽率/%	发芽势/%
0	83.2 \pm 0.10c	84.7 \pm 0.35a
5	84.5 \pm 0.25b	75.3 \pm 3.67b
10	85.7 \pm 0.32 a	59.1 \pm 0.74c
20	73.0 \pm 0.51d	33.1 \pm 0.75d
50	45.2 \pm 0.56e	23.2 \pm 0.54e
100	22.4 \pm 0.55f	13.2 \pm 0.32f

注:小写字母代表 $P<0.05$ 显著水平,同列处理之间有相同字母者差异不显著,下同。

2.1.2 镉浓度对丝瓜种子发芽指数及活力指数的影响

由表 2 可知,发芽指数随着 Cd^{2+} 浓度的增加而下降。当 Cd^{2+} 处理浓度为 5 mg/L 时,丝瓜的发芽指数受 Cd^{2+} 处理抑制较小,比对照只降低了 2.8 个百分点,而活力指数变化提高了 11.6 个百分点;之后随着 Cd^{2+} 浓度增加,二者均呈现下降趋势,当 Cd^{2+} 浓度 100 mg/L 时,发芽指数和活力指数分别比对照组降低了 61.7、162.4 个百

分点,活力指数下降幅度显著,说明高浓度 Cd^{2+} 对种子的生活力有明显的抑制作用。

表 2 不同 Cd^{2+} 浓度对丝瓜种子发芽指数及活力指数的影响

Cd^{2+} 浓度/mg \cdot L ⁻¹	发芽指数	活力指数
0	75.4 \pm 3.67a	170.7 \pm 2.60b
5	72.6 \pm 0.25b	182.3 \pm 0.98a
10	45.0 \pm 0.74c	84.1 \pm 1.56c
20	33.1 \pm 0.75d	37.9 \pm 1.63d
50	23.2 \pm 0.56e	22.7 \pm 1.58e
100	13.7 \pm 0.36f	8.31 \pm 0.13f

2.2 镉浓度对丝瓜根系活力的影响

由表 3 可知,低浓度 Cd^{2+} 胁迫可刺激丝瓜幼苗的生理活性,以 Cd^{2+} 处理浓度为 5 mg/L 时,幼苗根系活力最大,比对照组提高了 8.2 个百分点;当 Cd^{2+} 浓度为 10 mg/L,根系活力开始下降,随着 Cd^{2+} 浓度增加,下降趋势幅度加大,当 Cd^{2+} 浓度为 100 mg/L,比对照组显著下降了 97.7 个百分点,说明高 Cd^{2+} 浓度对根系的抑制作用最大。

表 3 不同 Cd^{2+} 浓度对根系活力的影响

Cd^{2+} 浓度/mg \cdot L ⁻¹	根系活力/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
0	115.1 \pm 2.69b
5	123.3 \pm 1.17a
10	93.17 \pm 2.81c
20	83.7 \pm 2.32d
50	52.8 \pm 2.40e
100	17.4 \pm 0.91f

3 结论与讨论

种子萌发是整个植物生长过程重要阶段,是对外界环境变化最敏感阶段^[11],直接影响植物以后的生长。商学芳等^[12]研究表明,镉处理对绿豆和蚕豆种子萌发率具有一个低浓度下的刺激效应和高浓度下的抑制效应。吴鹏等^[13]研究表明,低浓度 Cd^{2+} 具有提高种子发芽率、发芽势、活力指数及促进幼芽生长的作用,高浓度的 Cd^{2+} 则降低种子的发芽率和活力指数。马文丽等^[14]等研究也表明, Cd^{2+} 处理对乌麦及小麦的种子萌发具有低浓度下的激活效应和高浓度下的抑制效应。根系活力是根系生命活动强弱重要反映指标,在各种逆境胁迫下,能否维持较高的根系活力是植物抗逆能力强弱的一种体现。张利红等^[15]研究了重金属镉污染对小麦生长和部分生理特性的影响,结果表明根系活力表现为先升高后下降的变化趋势,高浓度 Cd^{2+} 可使根系受到毒害,根系活力明显下降。王连臻^[16]研究了镉对小麦苗期生长及生理指标的影响,结果表明采用低浓度镉处理的小麦根系活力含量高于对照。

该试验中也发现种子萌发过程中对镉也有类似的效应。当 Cd^{2+} 浓度 ≤ 10 mg/L 时,对种子萌发有轻微的促进作用,种子发芽率呈上升趋势;之后随着处理浓度

的升高而发芽率显著降低。在 Cd^{2+} 浓度 0~100 mg/L, 发芽势和发芽指数均随着 Cd^{2+} 处理浓度的增加显著降低, 且随着 Cd^{2+} 浓度的增加, 对种子的生活力抑制作用加重。其原因可能是较低重金属胁迫能短时间提高种子萌发初期的淀粉酶、蛋白酶和脂肪酶等酶活性, 有利于胚乳中营养物质的降解, 增强种子的呼吸速率, 促进萌发代谢, 从而提高发芽率。但高浓度 Cd^{2+} 不同处理水平间对丝瓜种子的萌发表现为抑制作用, 这种抑制作用逐渐表现在胚、芽的发育, 进而导致发芽指数明显下降。当 Cd^{2+} 浓度为 5 mg/L 根系活力显著高于对照, 对根系活力有促进作用; 随浓度增加根系活力受到明显的抑制。这主要是由于在低浓度的镉处理下, 植物对镉胁迫产生应激反应, 使根系活力有所上升, 而大剂量的镉作用则表现出强烈的毒性。

关于重金属镉对丝瓜幼苗可溶性糖、蛋白质、细胞膜透性和保护酶的影响有待于今后做进一步研究。

参考文献

- [1] 张斌. 重金属对蔬菜的污染及治理措施[J]. 吉林蔬菜, 2010(5): 99, 101.
- [2] 陈炳卿, 孙长颖. 食品污染与健康[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 149-152.
- [3] 周炎, 钱肖余, 罗安程, 等. 土壤和植物中镉的污染及防治[J]. 环境污染与防治, 1996, 18(6): 19-21.
- [4] Jacksonap, Alloway B J. The transfer of cadmium from agriculture soil

stothe human food chain[M]//Adriano D C. Biogeochemistry of trace metals. Lewis Publishers Boca RatonFL, 1992: 109-158.

- [5] 孙光闻. 小白菜镉积累及毒害生理机制的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2004.
- [6] 王春春. Cd^{2+} 对绿豆的毒害作用及诱导脯氨酸的积累[D]. 南京: 南京农业大学, 2000.
- [7] 吴旭红, 何士敏, 张树权. 镉胁迫下大豆幼苗生理生化特性分析[J]. 黑龙江环境通报, 2001, 25(3): 69-71.
- [8] 王兴明. Cd^{2+} 对油菜生理生态影响及土壤—油菜系统内 Cd^{2+} 的分布研究[D]. 芜湖: 安徽师范大学, 2000.
- [9] 何欢乐, 蔡润, 潘俊松, 等. 盐胁迫对黄瓜种子萌发特性的影响[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2005, 23(2): 148-152.
- [10] 李合生. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 169-172.
- [11] Chen Y X, He Y F, Luo Y M, et al. Cadmium physiological Mechanism of plant roots exposed to [J]. Chemosphere, 2003, 50: 28-31.
- [12] 商学芳, 张秀玲. 镉对绿豆和蚕豆种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 德州学院学报, 2007, 23(2): 16-18, 28.
- [13] 吴鹏, 周青. 大豆种子萌发对镉胁迫响应的观察[J]. 大豆科学, 2009, 28(5): 853-855.
- [14] 马文丽, 金小弟, 王转花. 镉处理对燕麦种子萌发幼苗生长及抗氧化酶的影响[J]. 农业环境学学报, 2004, 23(1): 55-59.
- [15] 张利红, 李培军, 李雪梅, 等. 镉胁迫对小麦幼苗生长及生理特性的影响[J]. 生态学杂志, 2005, 24(4): 458-460.
- [16] 王连臻. 镉对小麦苗期生长及生理指标的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(9): 3529-3530.

(该文作者还有李秀霞, 工作单位同第一作者。)

Effects of Heavy Metal Cadmium on Seed Germination and Root Activity of *Luffa cylindrica*

WU Heng-mei¹, JI Yan¹, JIANG Cheng¹, YANG Hong-sheng¹, ZHANG Wei-dong¹, WANG Jing-jia², LI Xiu-xia¹

(1. College of Life Science, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007; 2. Department of Orthodontics School of Stomatology, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

Abstract: The effects of heavy metal cadmium on seed germination and root activity of *Luffa cylindrica* by hydroponic solutions culture were studied. *Luffa cylindrica* seeds were treated by cadmium solution with different concentrations to determine their germination percentage, germination index, variation of vitality index and root activity. When the low Cd^{2+} concentration was 10 mg/L, the germination percentage and germination index higher than the control group. When the low Cd^{2+} concentration was 5 mg/L, the root activity was higher than the control group. With Cd^{2+} concentration increasing, the germination percentage, vitality index, and root activity was significantly lower, and inhibiting was strengthen. The vigour of germination and germination index was lowing with the increasing concentration, and inhibiting was strengthen. The conclusion was that Cd^{2+} was capable of stimulating budding radio at lower, but reducing budding radio at higher concentrations.

Key words: Cd; *Luffa chylindrica* (L.) Roem seed; germination; root activity