

重金属对蒲公英种子萌发及叶片渗透调节物质含量的影响

胡春霞, 汤洁

(抚顺师范高等专科学校 辽宁 抚顺 113006)

摘要: 采用水培法利用发芽和出苗试验, 研究不同浓度的重金属 Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Cd^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 对蒲公英种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明: 重金属对蒲公英种子萌发有低浓度的促进效应和高浓度的抑制效应。当重金属浓度很低时不影响种子的发芽指数, 随着重金属浓度的提高, 发芽指数、发芽势、发芽率均会降低, 叶片内的脯氨酸含量均显著增加。可溶性糖含量呈现先上升后下降的趋势。总体上来看, Hg^{2+} 的毒性最强, 对蒲公英种子萌发的影响程度依次为 $Hg^{2+} > Cd^{2+} > Pb^{2+} > Cr^{3+} > Cu^{2+} > Zn^{2+}$ 。

关键词: 重金属; 蒲公英种子; 萌发; 脯氨酸; 可溶性糖

中图分类号: S 647.04⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)11-0027-04

重金属污染是目前国际上严峻的环境污染问题之一, 许多研究表明, 重金属元素进入土壤后, 会对植物或周围环境造成很大危害。一些重金属在低浓度时对某些植物种子有促进萌发作用, 但当超过一定浓度范围后, 会抑制植物种子萌发和生长发育。高浓度的重金属不仅使种子萌发和植物生长受阻, 而且影响作物的产量和作物的质量, 从而也间接影响到人体的健康。因此, 寻找和开发一种既廉价又实用的技术—植物修复技术, 使被重金属污染的土壤得以恢复是目前摆在我们面前的一项非常重要的任务。

蒲公英作为一种食药兼用的野菜植物, 倍受人们的青睐。它不仅营养丰富, 而且药用价值极高, 具有清热解毒、消肿和利尿, 增加免疫力和利胆保肝的功效。为此, 现以蒲公英为试材, 研究重金属 Hg 、 Pb 、 Cd 、 Cr 、 Zn 、 Cu 胁迫对植物种子萌发与生长的影响机理, 找出耐某一重金属的特定植物, 为植物修复技术提供科学基础, 为改善人类的生存环境提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料药品

试验材料为蒲公英, 为野生种, 2007 年春种子采至抚顺高尔山。 Cd^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Zn^{2+} 离子溶液分别为硫酸镉、硫酸铜、醋酸铅、硝酸汞、氯化铬、硫酸锌配制。

1.2 试验方法

1.2.1 重金属汞、铅、铬、镉、铜、锌胁迫对蒲公英种子萌

第一作者简介: 胡春霞(1964), 女, 辽宁抚顺人, 副教授, 主要从事果树栽培与生理方面的教学与科研工作。E-mail: huchunxia413@163.com。

收稿日期: 2008-05-28

发的影响 精选蒲公英种子, 用 0.4% 高锰酸钾表面消毒 6 min, 用自来水冲洗数次, 再用去离子水反复冲洗, 用滤纸将水吸干。选取直径 13 cm 的培养皿, 各离子处理溶液浓度分别为 0、2、4、6、9、10、12、20、30、40、50、60 mg/L (分别标记为处理 0、1、2、3、4、5、6、7)。每皿放入 100 粒蒲公英种子, 每个处理 3 次重复, 在 $(25 \pm 1)^\circ C$ 室温条件下进行发芽试验。分别用不同浓度的各离子溶液浸种 12 h, 于 $(25 \pm 1)^\circ C$ 条件下催芽, 催芽期间每日用各自处理液冲洗种子, 以保持处理浓度基本不变和维持一定的湿度。发芽期间每隔 24 h 记录 1 次, 第 4 天统计发芽势, 第 7 天统计种子发芽率, 并计算发芽指数及活力指数。发芽率(%) = 供试种子的发芽数/供试种子数 $\times 100\%$; 发芽指数 $(GI) = \sum G_t/D_t$, 式中 G_t 为在 t 日的发芽数, D_t 为发芽天数; 发芽势(%) = 3 d 内供试种子的发芽数/供试种子数 $\times 100\%$ 。

1.2.2 重金属汞、铅、铬、镉、铜、锌胁迫蒲公英幼苗生长试验 精选蒲公英种子, 经消毒浸泡后播于营养钵中, 待长至 2 叶时用培养液进行培养, 3 d 后更换一次营养液。在培养 7 d 后分别移入重金属汞、铅、铬、镉、铜、锌浓度分别为 0、2、4、5、6、7、9、10、12、20 的培养液中进行培养。试验设 2 次重复每盆 10 株, 处理 10 d 后进行观察。

可溶性糖(WSS)含量用蒽酮法测定; 脯氨酸含量采用茚三酮水杨酸法测定。

2 结果与分析

2.1 汞、铅、铬、镉、铜、锌胁迫对蒲公英种子萌发的影响

2.1.1 锌胁迫对蒲公英种子萌发的影响 由表 1 可知当 Zn^{2+} 浓度为 4 ~ 30 mg/L 的浓度时, 发芽势、发芽率、发芽指数高于对照, 说明该浓度范围对蒲公英种子发芽有明显促进作用; 当 Zn^{2+} 浓度大于 30 mg/L 时, 蒲公英种子的发芽率、发芽势、种子发芽指数依次下降; 当 Zn^{2+}

在 50 mg/L 浓度下极显著地抑制蒲公英种子萌发。

表 1 不同浓度的 Zn²⁺ 离子对蒲公英种子萌发的影响

Zn ²⁺ /mg·L ⁻¹	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%
0	88.1	30.3	93.5
4	89.2	31.0	93.7
6	90.3	31.5	93.9
9	91.8	31.9	94.5
12	92.7	32.3	95.1
20	93.8	32.6	96.3
30	94.2	33.1	97.0
40	84.3	25.8	86.4
50	68.5	18.3	70.2
60	66.7	17.7	67.3

2.1.2 铜胁迫对蒲公英种子萌发的影响 从表 2 看出,当 Cu²⁺ 浓度从 4~30 mg/L 时,蒲公英种子的发芽率不受铜离子溶液浓度的影响,且促进萌发,明显高于对照;当 Cu²⁺ 浓度为 40~60 mg/L 时,随着 Cu²⁺ 浓度的增加,发芽率、发芽指数、发芽势依次降低,低于对照;当 Cu²⁺ 浓度为 50 mg/L 时,种子萌发明显受到抑制。

表 2 不同浓度的 Cu²⁺ 处理对蒲公英种子萌发的影响

Cu ²⁺ /mg·L ⁻¹	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%
0	88.1	30.3	92.5
4	89.2	30.7	93.2
6	92.1	31.6	93.8
9	93.1	32.1	94.6
12	93.5	32.3	95.1
20	93.8	33.7	95.6
30	94.6	34.2	96.8
40	83.1	25.1	85.2
50	64.5	18.9	66.7
60	51.3	13.8	53.2

2.1.3 铬胁迫对蒲公英种子萌发的影响 表 3 结果表明 Cr³⁺ 在低浓度 4~20 mg/L 时对萌发有促进作用,达到一定浓度>20 mg/L 后即产生明显的抑制效应。

表 3 不同浓度的铬离子处理对蒲公英种子萌发的影响

Cr ³⁺ /mg·L ⁻¹	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%
0	88.1	30.3	93.5
4	89.6	30.9	93.7
6	90.4	31.7	94.2
9	91.7	32.5	95.1
12	92.3	32.9	96.2
20	93.8	33.4	97.1
30	81.1	25.6	84.3
40	70.1	22.3	71.7
50	60.5	14.7	62.7
80	51.2	13.9	53.8

2.1.4 铅胁迫对蒲公英种子萌发的影响 由表 4 试验结果显示:Pb²⁺ 4~9 mg/L 浓度下略促进萌发,种子的发芽率、发芽势、发芽指数上升,高于对照;当 Pb²⁺ 浓度

为 12~60 mg/L 时,随着 Pb²⁺ 浓度的增加,对蒲公英种子发芽抑制作用加剧,发芽率、发芽指数、发芽势依次降低,明显低于对照,Pb²⁺ 浓度在 20 mg/L 浓度下极显著地抑制萌发。

表 4 不同浓度的铅离子处理对蒲公英种子萌发的影响

Pb ²⁺ /mg·L ⁻¹	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%
0	88.1	30.3	93.5
4	89.8	3.3	94.1
6	90.3	28.3	94.9
9	93.4	19.7	96.1
12	84.2	17.3	85.1
20	61.3	16.3	62.2
30	57.5	15.2	58.4
50	52.1	14.3	54.2
60	43.6	13.1	48.3

2.1.5 镉胁迫对蒲公英种子萌发的影响 由表 5 可见,当 Cd²⁺ 浓度为低于 6 mg/L 时,能在一定程度上刺激蒲公英种子的萌发;Cd²⁺ 浓度 2~9 mg/L 时,蒲公英种子的发芽率、发芽指数、发芽势受 Cd²⁺ 溶液浓度的影响不大;当 Cd²⁺ 浓度大于 6 mg/L 时,对蒲公英种子的萌发表现出明显的抑制效应,且随着 Cd²⁺ 浓度的增加,蒲公英种子的发芽率、发芽指数、发芽势持续下降。

表 5 不同浓度的镉离子处理对蒲公英种子萌发的影响

Cd ²⁺ /mg·L ⁻¹	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%
0	88.1	30.3	93.5
4	90.3	31.5	94.0
6	94.2	32.8	96.3
9	85.1	28.0	86.2
12	72.0	19.7	75.4
20	70.3	17.7	73.2
30	67.5	15.2	69.0
50	66.6	12.7	66.9
60	65.0	12.1	65.9

2.1.6 汞胁迫对蒲公英种子萌发的影响 由表 6 可见,当 Hg²⁺ 离子浓度为 4~6 mg/L 时,蒲公英种子的发芽率、发芽指数、发芽势受 Hg²⁺ 离子溶液浓度的影响不大;当 Hg²⁺ 浓度为 4 mg/L 时,略促进萌发;Hg²⁺ 浓度为大于 9 mg/L 浓度下极显著地抑制萌发。

表 6 不同浓度的汞离子处理对蒲公英种子萌发的影响

Hg ²⁺ /mg·L ⁻¹	发芽势/%	发芽指数	发芽率/%
0	88.1	30.3	93.5
4	92	31.6	95.2
6	84.3	28.7	89.1
9	71.6	24.4	74.5
12	70.1	23.9	70.4
20	68.1	22.6	69.5
30	66.2	20.7	68.2
40	64.8	20.5	65.9
50	63.7	19.2	64.1
60	60.2	18.3	60.5

2.2 汞、铅、铬、镉、铜、锌胁迫对蒲公英幼苗生长的影响

2.2.1 汞、铅、铬、镉、铜、锌胁迫下对蒲公英幼苗叶片可溶性糖含量的影响 从图 1 可以看出,当 Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Cd^{2+} 胁迫浓度为 0~10 mg/L 时,随着处理浓度的提高,蒲公英叶片 WSS 的含量逐渐增加;当 Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 、

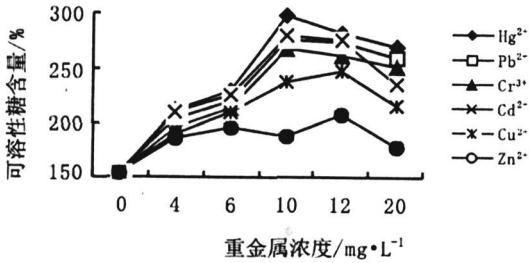


图 1 各重金属不同处理浓度对蒲公英叶片可溶性糖含量的影响

Cr^{3+} 、 Cd^{2+} 胁迫浓度达到 10 mg/L, WSS 含量达到最高,然后随着胁迫浓度的提高, WSS 含量逐渐降低。当 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 胁迫浓度达到 12 mg/L, WSS 含量达到最高,然后随着胁迫浓度的提高, WSS 含量降低。

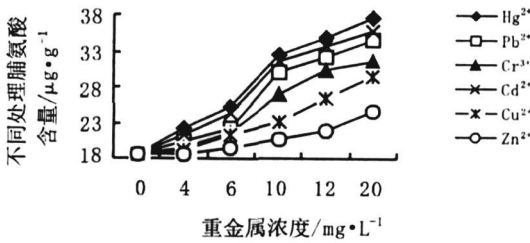


图 2 不同浓度的汞、铜、铬、镉、铜、锌对脯氨酸含量影响

2.2.2 汞、铅、铬、镉、铜、锌胁迫下对蒲公英幼苗叶片脯氨酸含量的影响 从图 2 可以看出,随着重金属胁迫浓度的升高,脯氨酸含量呈上升趋势,脯氨酸含量增加程度依次为 $Hg^{2+} > Cd^{2+} > Pb^{2+} > Cr^{3+} > Cu^{2+} > Zn^{2+}$ 。当 Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Cu^{2+} 胁迫浓度为 0~6 mg/L,上升速度比较缓慢;达 6~10 mg/L 时,上升速度比较明显;升至 10~20 mg/L 时,上升速度又处于较缓慢状态。 Zn^{2+} 胁迫浓度为 0~4 mg/L 时,上升速度很小, Zn^{2+} 胁迫浓度为 4~12 mg/L 时,上升速度缓慢, 12~20 mg/L 时,上升速度比较明显。

3 小结与讨论

不同浓度的 Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Cd^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 处理对蒲公英种子的萌发率具有低浓度下的刺激效应和高浓度下的抑制效应。当 Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Cd^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 浓度较低时,对蒲公英种子的发芽指数、发芽率影响不大,随着浓度的提高,发芽指数、发芽势、发芽率逐渐降低。 Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Cd^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 重金属在不同的浓度范围内对植物种子的萌发影响程度是不同的,这与重金属对种子的作用机理以及种子对重金属的毒性反应程度不同有关。但总体上来看, Hg^{2+} 的毒性最强,对蒲公英种子萌发的影响程度依次为 $Hg^{2+} > Cd^{2+} > Pb^{2+} > Cr^{3+} > Cu^{2+} > Zn^{2+}$ 。当植物受到汞、铅、铬、镉、铜、锌重金属胁迫时,会使植物体内可溶性糖和游离脯氨酸含量积累增加。在重金属胁迫下,这些物质是作为渗透调节物质而起作用的。该试验结果表明,在重金属胁迫时,苗期蒲公英叶片中可溶性糖和游离脯氨酸都有明显的积累,含量明显高于对照,但是,在 Hg^{2+} 、

Pb^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Cd^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 处理过程中,可溶性糖和脯氨酸积累进程不同,游离脯氨酸自始至终持续积累而可溶性糖的积累在 Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Cd^{2+} 胁迫浓度为 10 mg/L 时达到最高, Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 浓度为 12 mg/L 时达到最高,以后呈持续下降后又缓慢上升的趋势。可溶性糖的这种表现,可能是由于胁迫的前期植物体内水分亏缺使叶片淀粉水解加强,光合产物输出减慢,糖类累积所致。随着胁迫加剧,水分进一步缺乏,叶片气孔关闭,叶绿体类囊体结构破坏,光合速率显著下降,光合产物合成受阻,叶片内可溶性糖的积累趋于减慢和停止。

另外,单就重金属影响种子萌发一方面的研究,还不能完全说明它的作用,最好对某些物种的整个生长期进行跟踪试验,同时做重金属复合影响试验,得出进一步的数据以指导实践。

参考文献

[1] 张义贤. 重金属对大麦毒性的研究[J]. 环境科学学报 1997, 11(2): 199-205.
[2] 宋玉芳, 许华夏, 任丽萍, 等. 土壤重金属对白菜种子发芽与根伸长抑制的生态毒性效应[J]. 环境科学 2002, 11(3): 103-107.
[3] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987: 160-162.
[4] 孔祥生, 张妙霞, 郭秀璞, 等. Cd 毒害对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): 133-134.
[5] 张美云, 钱吉, 郑师章. 渗透胁迫下野生大豆游离脯氨酸和可溶性糖的变化[J]. 复旦大学学报, 2001, 4(5): 558-561.
[6] 王真辉, 林位夫. 农田土壤重金属污染及其生物修复技术[J]. 海南大学学报, 2000, 12(1): 19-21.
[7] 谷巍, 施国新, 韩承辉, 等. 汞、镉污染对轮叶狐尾藻的毒害[J]. 中国环境科学, 2004, 21(4): 371-375.

NaCl 胁迫下番茄若干生理指标的变化

孟庆英¹, 张必弦², 张海玲², 徐香玲¹, 李新玲¹

(1. 哈尔滨师范大学 生命与环境科学学院, 黑龙江 哈尔滨 150025; 2. 黑龙江省农业科学院, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要: 植物抗盐性指标是研究植物抗盐机理和抗盐能力的基础, 研究以番茄为材料在 0、50、100、150、200 mmol/L NaCl 胁迫下分别于 0、2、4、6、8 d 取番茄叶片进行生理指标的测定。结果表明: 随 NaCl 浓度升高, 植株叶片受影响加强, 表现为: 电导率、MDA 含量先升高后降低; POD 活性升高; 叶绿素含量先降低后升高; 游离脯氨酸含量升高, 可溶性蛋白, 可溶性糖含量先升高再降低。研究为深入改善番茄的胁迫耐受能力提供依据。

关键词: 生理指标; 番茄; NaCl

中图分类号: S 641.203.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)11-0030-04

高盐、低温、干旱是影响植物生长和生产力最主要的非生物胁迫因子。据统计, 因非生物环境不适宜造成的主要农作物减产约为总生物潜力的 2/3^[1]。土壤的盐害又是阻碍植物生长和减少农业产量主要原因^[2]。植物的抗盐性是一种综合性状的表现, 不同植物由于其耐盐方式和耐盐机理的不同, 其组织或细胞内的生理代谢和生化变化也不同, 所以对植物抗盐性生理指标的研究具有重要意义。

番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 为茄科番茄属 1a 生草本植物, 是一种重要的世界性蔬菜, 具有很高的经济价值和科学价值^[3]。番茄栽培广泛, 遗传理论

上的研究较为深入, 在基因工程拓宽种质资源上有很大的发展潜力。目前有关番茄 NaCl 胁迫的生理指标检测的报道较少, 如已经发表关于 NaCl 胁迫对番茄生理指标影响的报道, 所研究番茄材料苗龄较小^[4-5], 番茄在各个生长发育阶段的耐盐机理并不一致^[6]。该研究材料苗龄较长, 与已报道的品种也有所不同, 基因型对于番茄抗盐性有重要影响^[7], 因此为深入研究番茄的耐盐机理提供有用的资料, 并为转耐盐基因番茄与非转基因番茄在生理上的差异提供数据, 具有一定的意义。

1 材料与方法

1.1 材料

番茄品种 03HN31(黑龙江省农业科学院园艺分院提供)。种子消毒处理后播种于营养土(土壤 pH 值经测定为 6.27): 蛭石=4:1 花盆中, 每盆种植 3 株。25℃ 黑暗中发芽, 3 d 后转入光照培养室, 生长条件为白天 23~25℃, 夜晚 18~20℃, 光照时间 16 h/d, 光照强度 6 000 lx。

第一作者简介: 孟庆英(1982-), 女, 黑龙江省佳木斯人, 硕士, 研究方向为植物基因工程。E-mail: mengqingying1256@163.com.

通讯作者: 李新玲。E-mail: lixinling2002@126.com.

基金项目: 黑龙江省科技攻关资助项目(GA06B103-10); 哈尔滨师范大学博士科研启动基金资助项目。

收稿日期: 2008-06-10

Influence of Heavy Metal to Germination Growth of Dandelion Seed and Leaf Osmoregulation Substance

HU Chun-Xia, TANG Jie

(Fushun Teachers College, Fushun, Liaoning 113006, China)

Abstract: Used emergence and germination test by water culture. Studied the influence of different concentrations of the heavy metals mercury, lead ion, chromium, cadmium, copper, zinc to dandelion seed germination and seedling growth. The result indicated that when heavy metals in a low concentration had a promoting effect and when it in high concentration it had inhibitory effect to germination growth of dandelion seed. When the heavy metal density was very low, it does not affect seed germination index along with the increase of concentration of heavy metals, germination index, the germination potential, germination rate will be reduced, Proline content in the leaves were significantly increased. Soluble sugar content had increased after the first downward trend. Overall, Most toxic was mercury. The influence to dandelion seed was followed by mercury> cadmium> lead> chromium> copper> zinc ion.

Key words: Heavy metal; Dandelion seed; Germination growth; Proline; Soluble sugar