

姜立娜,邵珠田,宋子文,等. 铅处理对菜用大黄种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(4):223-225.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.04.062

# 铅处理对菜用大黄种子萌发和幼苗生长的影响

姜立娜,邵珠田,宋子文,蔡祖国

(河南科技学院园艺园林学院,河南新乡 453003)

**摘要:**以菜用大黄为试验材料,研究不同浓度的铅溶液(0、50、150、300、600、1 200 mg/L)对菜用大黄种子萌发和幼苗生长的影响。结果表明,Pb<sup>2+</sup>浓度为0~300 mg/L时对菜用大黄种子发芽指标影响不大,随着Pb<sup>2+</sup>浓度的升高出现一定的抑制作用,表明菜用大黄种子萌发对铅有一定耐性。幼苗形态指标在Pb<sup>2+</sup>浓度为0~50 mg/L时最高,当浓度大于50 mg/L时各项指标均表现为下降趋势;幼苗可溶性蛋白含量、过氧化氢酶(CAT)活性随着Pb<sup>2+</sup>浓度的升高呈现波动变化的趋势,丙二醛(MDA)含量整体呈现升高的趋势。

**关键词:**铅;菜用大黄;种子萌发;幼苗生长

**中图分类号:** S649.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)04-0223-03

近年来,随着中国工业的快速发展,环境中重金属污染加重,特别是铅(Pb)含量明显增加。铅不是植物生长发育的必需元素,但是植物可以通过根系吸收土壤中的铅。研究发现,高浓度铅会改变植物细胞膜透性,影响植物光合作用、呼吸作用和多种代谢过程,进而对植物造成伤害,并且会进一步通过食物链进入人体,危及人类健康<sup>[1-3]</sup>。

菜用大黄(*Rheum rhaponticum* L.)为蓼科大黄属多年生草本植物,以叶柄为食用器官,其产量高、便于管理,1次定植可连续收获4~6年<sup>[4-6]</sup>。由于其营养价值高、保健功能强、风味独特被列入奥运蔬菜,开发前景广阔。目前,对菜用大黄

的研究主要集中在组培苗不定芽增殖能力、生根特性和气孔特性、核型分析等方面<sup>[7-9]</sup>,关于重金属铅对菜用大黄种子及幼苗的影响还未见报道。本试验研究了铅处理对菜用大黄种子萌发和幼苗生长的影响,以此衡量菜用大黄对重金属铅的耐受能力,以期预防菜用大黄早期铅伤害以及筛选重金属铅的耐性植物提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

菜用大黄种子由河南科技学院园艺园林学院菜用大黄引种课题组提供。经测定试验所用菜用大黄种子净度为93.81%,千粒质量为13.5 g。

### 1.2 试验方法

将菜用大黄种子置于50~55℃的温水中消毒15 min,其间不断搅拌,将温度降至25℃左右。用蒸馏水冲洗5~6次,

收稿日期:2015-12-14

基金项目:河南省科技厅基础前沿项目(编号:122300410134)。

作者简介:姜立娜(1985—),女,山东淄博人,博士,讲师,主要从事园艺植物遗传育种与生物技术方面的研究。Tel:(0373)3040384; E-mail:linjiang85@163.com。

关系[J]. 西南园艺,2004,32(4):18-19.

[6]朱丽梅,罗凤霞. 百合叶片中可溶性蛋白、叶绿素、可溶性糖含量与灰霉病抗性的关系[J]. 江苏农业科学,2011,39(5):134-136.

[7]王改利,魏忠,贺少轩,等. 土壤干旱胁迫对酸枣叶片黄酮类代谢及某些生长和生理指标的影响[J]. 植物资源与环境学报,2011,20(3):1-8.

[8]张乐华,周广,孙宝腾,等. 高温胁迫对两种常绿杜鹃亚属植物幼苗生理生化特性的影响[J]. 植物科学学报,2011,29(3):362-369.

[9]马国瑞,石伟勇. 花卉营养失调症原色图谱[M]. 北京:中国农业出版社,2005.

[10]徐华,戴小华,杨耘,等. 不同脐橙生理病害对叶片矿质元素含量及营养物质代谢的影响[J]. 北方园艺,2010(14):166-168.

[11]关义新,徐世昌,陈军,等. 土壤干旱下喷施乙醇胺对玉米生理特性及产量的影响[J]. 作物学报,1995,21(4):425-428.

[12]林艳,郭伟珍,徐振华,等. 大叶女贞抗寒性及冬季叶片丙二醛和可溶性糖含量的变化[J]. 中国农学通报,2012,28(25):

68-72.

[13]李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2001.

[14]王琰,陈建文,狄晓艳. 水分胁迫下不同油松种源SOD、POD、MDA及可溶性蛋白比较研究[J]. 生态环境学报,2011,20(10):1449-1453.

[15]潘昕,邱权,李吉跃,等. 干旱胁迫下华南地区3种苗木渗透调节物质的动态变化[J]. 华南农业大学学报,2012,33(4):519-523.

[16]曹艳春,刘荣宁,赵振利. 干旱胁迫对女贞生理指标的影响[J]. 河南农业科学,2014,43(8):102-105.

[17]金银利,侯有明,王军志,等. 黄曲条跳甲危害对不同寄主植物可溶性蛋白质含量的影响[J]. 应用昆虫学报,2012,49(5):1219-1225.

[18]蔡梅艳,陶乐仁,张亭玉,等. 温湿度对菠菜可溶性蛋白质含量的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):250-252.

[19]Liu W H, Dai X H, Xu J S. Influences of leaf-mining insects on their host plants: a review [J]. Collectanea Botanica, 2015, 34:e005.

吸水纸吸去种子表面的水分。分别用不同浓度(0、50、150、300、600、1 200 mg/L)的硝酸铅溶液(以铅的浓度计算)进行浸种处理,每个处理用种 60 粒,试验进行 3 次重复。浸种时间为 24 h,种子浸泡后分别放在垫有 2 层滤纸并用各种浓度处理液浸湿的各个培养皿中,每个培养皿 30 粒。将培养皿置于(22±1)℃恒温人工气候箱中,待种子长出 2 张子叶后,打开光照将强度设定为 4 000 lx,每天添加处理液以保持种子湿润状态。于 3 d 后计算发芽势,7 d 后计算发芽率,14 d 后测定形态指标,同时测定可溶性蛋白含量、过氧化氢酶(CAT)活性、丙二醛(MDA)含量等生理指标。

### 1.3 测定指标与方法

#### 1.3.1 发芽指标<sup>[10]</sup>

发芽势=3d 后发芽种子数/供试种子总数×100%;

发芽率=7d 后发芽种子数/供试种子总数×100%。

#### 1.3.2 幼苗形态指标 在试验 14 d 后,测定幼苗鲜质量、根鲜质量、根长、株高。

#### 1.3.3 幼苗生理指标 可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝 G250 法<sup>[10]</sup>;CAT 活性的测定采用紫外吸收法<sup>[11]</sup>;丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法<sup>[12]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 铅处理对种子发芽势和发芽率的影响

从图 1 可以看出,随着  $Pb^{2+}$  浓度的增加,菜用大黄种子的发芽率、发芽势整体呈现下降的趋势。 $Pb^{2+}$  浓度低于 300 mg/L 时,对菜用大黄种子的发芽率、发芽势影响不大;当  $Pb^{2+}$  浓度高于 300 mg/L 时,种子发芽率、发芽势与对照相比均表现为下降; $Pb^{2+}$  浓度为 1 200 mg/L 时,种子的发芽率达到最低值,比对照低 5% 左右,种子的发芽势比对照低 13%,但是仍能达到 67.78%。结果表明, $Pb^{2+}$  浓度较低时对菜用大黄种子的发芽率、发芽势影响不大;当  $Pb^{2+}$  浓度高于 300 mg/L 时对发芽势表现出了一定的抑制作用。

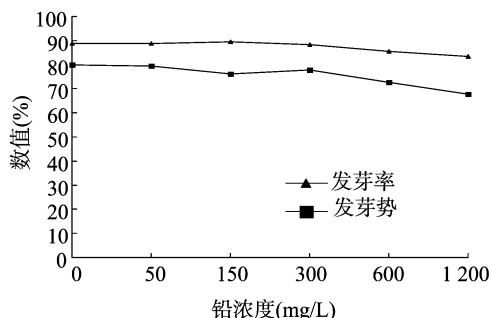


图1 铅处理对菜用大黄种子发芽率、发芽势的影响

### 2.2 铅处理对菜用大黄幼苗形态指标的影响

从表 1 可以看出,菜用大黄的根长、株高在  $Pb^{2+}$  浓度为 50 mg/L 时,与对照相比差异不显著;随着  $Pb^{2+}$  浓度的增加,当  $Pb^{2+}$  大于 50 mg/L 时,根长、株高开始下降,与对照差异显著,表明高浓度  $Pb^{2+}$  处理对菜用大黄的根长、株高具有明显抑制作用。幼苗鲜质量、根鲜质量随着  $Pb^{2+}$  浓度的增加呈现先增加后减少的趋势,当  $Pb^{2+}$  浓度大于 150 mg/L 时,与对照差异明显。当  $Pb^{2+}$  浓度为 1 200 mg/L 时幼苗几乎停止生长,无法进行相应生理指标的测定。结果表明,低浓度的  $Pb^{2+}$  处理对菜用大黄的鲜质量有一定的促进作用,高浓度则出现抑

制;对根长、株高的影响则是表现为抑制作用,浓度越高,抑制作用越显著。

表 1 铅处理对菜用大黄幼苗形态指标的影响

铅浓度 (mg/L)	根长 (cm)	株高 (cm)	幼苗鲜质量 (g/株)	根鲜质量 (g/株)
0	2.771a	2.595a	0.060b	0.007bc
50	2.290a	2.639a	0.072a	0.012a
150	1.277b	2.320b	0.065ab	0.009ab
300	0.282c	2.265b	0.055c	0.004cd
600	0.115c	2.020c	0.050c	0.004cd
1 200	0.029c	0.818d	0.022d	0.001d

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。

### 2.3 铅处理对菜用大黄幼苗生理指标的影响

#### 2.3.1 铅处理对幼苗可溶性蛋白含量的影响 从图 2 可以看出,菜用大黄幼苗可溶性蛋白的含量随着 $Pb^{2+}$ 浓度的升高,整体呈现下降的趋势,在 150 mg/L 时出现反弹,比相邻浓度高,但仍比对照组含量低。当 $Pb^{2+}$ 浓度超过 150 mg/L 后,可溶性蛋白含量逐渐降低,表现出铅处理对菜用大黄幼苗的抑制作用。

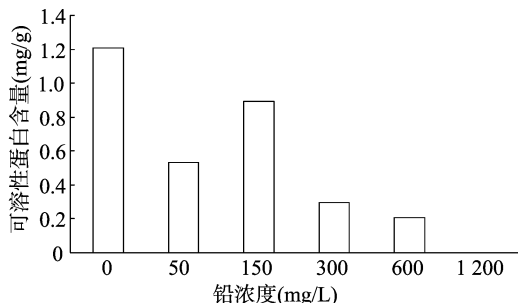


图2 铅处理对菜用大黄幼苗可溶性蛋白含量的影响

#### 2.3.2 铅处理对幼苗 CAT 活性的影响 从图 3 可以看出,不同浓度的 $Pb^{2+}$ 处理后,菜用大黄幼苗的 CAT 活性呈现先升高后降低的趋势,在 600 mg/L 时出现反弹。表现为低浓度 $Pb^{2+}$ 范围(<50 mg/L)内随着 $Pb^{2+}$ 浓度的增加,CAT 的活性增强,当浓度为 50 mg/L 时活性高于 CK 并达到最高值;在高浓度 $Pb^{2+}$ (150~600 mg/L)作用下,CAT 活性下降且明显低于对照,在浓度为 300 mg/L 时达到最低值。结果表明,低浓度的 $Pb^{2+}$ 对 CAT 活性具有激活作用,随着 $Pb^{2+}$ 浓度的逐渐增大,又转为抑制作用,并对 CAT 酶系统产生伤害。

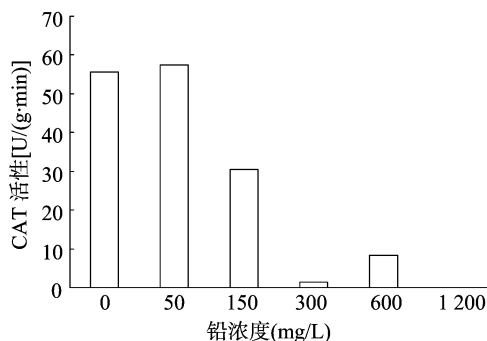


图3 铅处理对菜用大黄幼苗CAT活性的影响

#### 2.3.3 铅处理对幼苗 MDA 含量的影响 从图 4 可以看出,随着 $Pb^{2+}$ 浓度的增加,MDA 含量整体呈现增加的趋势。当

$Pb^{2+}$  浓度在 50 ~ 150 mg/L 时,MDA 含量与 CK 相比变化不大;当  $Pb^{2+}$  浓度为 300,600 mg/L 时,MDA 含量与对照相比有明显的升高,分别为对照的 185.30%、192.80%。

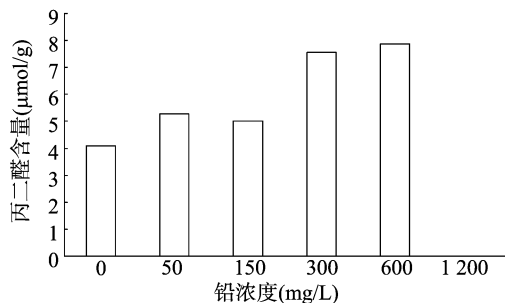


图4 铅处理对菜用大黄幼苗 MDA 含量的影响

### 3 结论与讨论

试验结果表明,随着  $Pb^{2+}$  浓度的提高,菜用大黄种子的发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数均逐渐降低,与 Pb 胁迫条件下牛蒡、狭叶香蒲、黄瓜种子萌发特性的研究结论<sup>[13-15]</sup>一致。本研究中,在  $Pb^{2+}$  处理下,菜用大黄种子的发芽率、发芽势均低于对照,但其发芽率仍然达到 88.33%,与对照 88.89% 差异不显著。对菜用大黄幼苗生理指标的测定结果表明,在较低浓度 (< 50 mg/L)  $Pb^{2+}$  处理下,幼苗的株高、鲜质量高于对照,在高浓度下开始下降;而根长、根鲜质量在一定范围内随着  $Pb^{2+}$  浓度的提高而下降,表明幼苗根对重金属 Pb 的反应比芽更为敏感,本结论与戴敏等相关研究结果<sup>[13,16]</sup>类似。尽管高浓度 Pb 对菜用大黄种子萌发和幼苗生长有一定的抑制效应,但  $Pb^{2+}$  浓度在 1 200 mg/L 时,菜用大黄种子仍具有较高的萌发率,仅发芽势有所降低,萌发速率减缓,前期幼苗仍可以生长,但生长非常缓慢,后期开始出现死亡,表明菜用大黄种子萌发和幼苗生长都对 Pb 均具有一定耐性。

Pb 是一种对植物有积累性危害的重金属,过量的 Pb 进入植物体内,会破坏生物膜的结构,导致叶绿体、线粒体及细胞核等重要器官的损伤,从而影响各种代谢过程,最终导致植物生长减缓甚至死亡<sup>[1]</sup>。可溶性蛋白含量的变化反映了植物生长的状态和新陈代谢的水平。本研究中不同浓度的  $Pb^{2+}$  处理后,菜用大黄幼苗的可溶性蛋白含量均低于对照,且浓度越高,含量越低,表明铅处理影响了菜用大黄幼苗的生理代谢。不同浓度的  $Pb^{2+}$  处理对菜用大黄幼苗的 CAT 活性的影响不同,低浓度  $Pb^{2+}$  对菜用大黄幼苗的 CAT 活性有激活作用,高浓度的  $Pb^{2+}$  对菜用大黄幼苗的 CAT 活性有抑制作用,表明菜用大黄幼苗对  $Pb^{2+}$  浓度有一定的适应性,当  $Pb^{2+}$  浓度超过菜用大黄种子的耐受极限时将出现抑制作用,与铅胁迫对甜瓜种子胚芽酶系统影响的结论<sup>[17]</sup>一致。

植物在逆境或衰老条件下会发生膜脂过氧化,MDA 是一种重要的膜脂过氧化产物,膜脂过氧化程度可以通过植物组织

内 MDA 的含量来反映。本试验中  $Pb^{2+}$  浓度在 0 ~ 150 mg/L 时,菜用大黄幼苗中 MDA 含量变化不大,表明较低浓度 Pb 胁迫对植株伤害并不明显;但是随着  $Pb^{2+}$  浓度的进一步增加  $Pb^{2+}$  浓度 > 300 mg/L 时,MDA 含量则急剧增加,表明高浓度的铅处理造成菜用大黄膜脂过氧化加剧,膜伤害程度增加。

综上所述,菜用大黄的种子萌发和幼苗生长对铅有一定的耐受性,但随着处理浓度的升高,幼苗生长受到明显抑制。本研究结果为后期进行菜用大黄耐铅品种选育以及菜用大黄耐铅机制研究提供了相关理论依据。

### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 李 斌,李志辉,吴际友,等. 铅胁迫对 4 种行道树种幼苗叶片丙二醛含量的影响[J]. 湖南林业科技,2010,37(2):8-11.
- [3] 虎 瑞,苏 雪,晏民生,等. 重金属 Pb(II) 对 3 种藜科植物种子萌发的影响[J]. 植物研究,2009,29(3):362-367.
- [4] Zhao Y P, Grout B, Crisp P. Unexcepected susceptibility of breeding lines of European rhubarb (*Rheum rhaponticum* L.) to leaf and petiole spot disease[J]. Acta Hort,2004,637:139-144.
- [5] 王健梅. 奥运蔬菜系列——叶菜类[J]. 中国农业信息,2006(2):8.
- [6] 卢 莉,赵一鹏. 菜用大黄的研究进展[J]. 广东农业科学,2008(2):19-21,27.
- [7] 蔡祖国,周 岩,卢 莉,等. 不同激素对菜用大黄茎尖离体再生的影响研究[J]. 广东农业科学,2010,37(3):132-134,144.
- [8] 任文娟,郭小非,姜立娜,等. 菜用大黄染色体制片优化及核型分析[J]. 华北农学报,2013,28(5):128-132.
- [9] 赵一鹏,Grout B W,周 岩. 欧洲大黄茎尖组织培养与快速繁殖[J]. 河南职业技术学院学报,2004,32(3):24-25,28.
- [10] 张志良,瞿伟菁,李小方. 植物生理学实验指导[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社,2009:58-60,159-160.
- [11] 李合生,孙 辉,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:134-137.
- [12] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006:210-211.
- [13] 戴 敏,孙 坤,苏 雪,等. 铅胁迫对牛蒡种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 北方园艺,2014(4):132-136.
- [14] 徐金波,徐迎春,赵 慧,等. Pb 胁迫条件下狭叶香蒲种子的萌发特性及其幼苗的生理响应[J]. 植物资源与环境学报,2014,23(3):74-80.
- [15] 陈新红,叶玉秀,庞闰瑾. 镉、铅对黄瓜种子发芽及幼苗生长的影响[J]. 中国蔬菜,2009(8):18-22.
- [16] 符卓旺,彭 娟,朱 洁,等. 铅对紫花苜蓿种子萌发与幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(3):303-306.
- [17] 赵惠新,覃建兵,祝长青,等. 铅胁迫对甜瓜种子胚芽酶系统及 MDA 含量的影响[J]. 种子,2008,27(12):82-84.