

水杨酸对铬胁迫下绿豆幼苗生长抑制的缓解效应

张小梅¹, 王智鑫¹, 李广录^{2*}

(1. 河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003; 2. 河南科技大学 动物科技学院, 河南 洛阳 471003)

摘要: 为探讨水杨酸(SA)对铬胁迫下绿豆幼苗生长抑制的缓解效应, 采用水培法研究了不同质量浓度 SA 对 10 mmol/L 铬胁迫下绿豆幼苗生长的影响。结果表明: 0.25~0.50 mg/L SA 均能提高铬胁迫下绿豆幼苗的株高、鲜质量、根长、根系活力指数、叶绿素含量, 降低过氧化产物 MDA 含量, 明显缓解铬胁迫对绿豆幼苗生长的抑制。其中, 以 0.50 mg/L 的 SA 缓解效果最好。因此, 利用 SA 可以缓解铬胁迫对绿豆幼苗的伤害。

关键词: 绿豆; 水杨酸; 铬胁迫; 缓解效应

中图分类号: S522 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)11-0052-03

Mitigating Effects of SA on Inhibition of Cr²⁺ Stress to Mung Bean Seedling Growth

ZHANG Xiao-mei¹, WANG Zhi-xin¹, LI Guang-lu^{2*}

(1. College of Agriculture, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China;

2. College of Animal Science and Technology, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: In order to discuss the mitigating effects of salicylic acid (SA) on the inhibition of Cr²⁺ stress to the mung bean seedling growth, physiological traits of mung bean seedlings growing under 10 mmol/L Cr²⁺ stress were studied by application of different concentrations of SA. The results showed that SA between 0.25—0.50 mg/L could stimulate the growth of mung bean seedlings through mitigating the poisonous action of Cr²⁺, including the increase of plant height, fresh weight, root length, root vigor index and chlorophyll content and the decrease of MDA content of mung bean seedling. And the optimum treatment concentration of SA was 0.50 mg/L. The study indicated that SA could be used to relieve the damage of Cr²⁺ stress to mung bean seedlings.

Key words: mung bean; SA; chromium stress; mitigative effect

随着全球经济的迅速发展, 环境污染特别是重金属对土壤的污染和对植物生长的影响越来越突出。目前, 我国受 Cd、Cr、Pb、As 等重金属污染的耕地面积近 2 000 万 hm², 约占总耕地面积的 1/5。重金属在土壤中沉积, 积累到一定程度就会影响作物的生长发育、产量和品质^[1-2], 因此, 研究重金属污染对植物的影响具有重要的理论和实践意义。有关重金属污染对植物生长的危害, 国内外已进行了大量的研究, 但多集中在探讨植物对重金属的吸收、积累规律以及重金属对植物生长发育、光合作用等的影

响方面^[3]。绿豆属于豇豆属植物, 是我国传统的豆类食物。它不仅具有良好的食用价值, 还有非常好的药用价值, 有“济世之食谷”之称, 而重金属如 Hg、Cr、Pb 污染会影响绿豆种子的萌发及幼苗的生长发育^[4-5], 因此, 研究重金属对绿豆危害的缓解方法至关重要。

水杨酸(SA)是植物体内普遍存在的一种简单的小分子酚类化合物, 具有调控植物生长、发育、成熟、衰老等生理过程以及诱导植物在高盐、干旱、低温、紫外线、重金属等胁迫条件下的抗逆反应^[6-7]等

收稿日期: 2012-07-20

基金项目: 河南科技大学实验基金项目(SY0809046)

作者简介: 张小梅(1979-), 女, 陕西大荔人, 讲师, 硕士, 主要从事生物化学与分子生物学研究。E-mail: songxialan@163.com

* 通讯作者: 李广录(1979-), 男, 陕西宝鸡人, 讲师, 硕士, 主要从事分子生物学研究。E-mail: lg1798100@163.com

作用。陈德碧等^[8]研究表明,SA 能够提高铬胁迫条件下番茄种子的发芽率、发芽势并促进幼苗生长,还可提高叶绿素和可溶性糖的含量。但是关于 SA 对铬胁迫下绿豆幼苗生长发育影响的研究,迄今尚未见报道。鉴于此,研究了不同质量浓度 SA 对铬胁迫下绿豆幼苗生长及其生理特性的影响,以期筛选出 SA 缓解绿豆铬胁迫的适宜质量浓度。

1 材料和方法

1.1 试验材料与处理

供试绿豆品种为豫绿四号。

对绿豆种子用 0.1% 的 HgCl_2 消毒 10 min,无菌水冲洗干净后浸种 24 h,然后进行暗培养至大多数种子萌动。将萌动的种子分别置于含有 0(CK)、0.25、0.50、1.00、1.50、2.00 mg/L SA 的完全培养液中,每种 SA 完全培养液含 10 mmol/L Cr^{2+} ,每个试验盘放置 40 粒种子,每处理重复 3 次。置于 25 °C 恒温光照培养箱中培养。

在培养期间,每 3 d 更换 1 次培养液,及时添加去离子水并补充营养液,保持溶液 Cr^{2+} 质量浓度恒定。萌发 7 d 时统计根长、株高和鲜质量,萌发 11 d 时测定绿豆幼苗的形态指标、根系活力指数、叶绿素含量以及丙二醛(MDA)含量。

1.2 测定方法

在萌发至第 7 天时,每组随机取 10 株幼苗,以胚轴为分界点分为上部和下部两部分,用直尺测量从子叶最高处到胚轴之间的长度即为株高;对下部测量取平均值即为根长,整株称质量取平均值即为鲜质量。大豆根系活力的测定参照文献^[9]采用氯化三苯四氮唑(TTC)法;叶绿素含量的测定采用赵世杰等^[10]的方法;MDA 含量测定采用硫代巴比妥酸法^[10]。

2 结果与分析

2.1 不同质量浓度 SA 对 Cr^{2+} 胁迫下绿豆幼苗生长性状的影响

由表 1 可知,在 Cr^{2+} 胁迫下,SA 处理的绿豆幼苗形态指标发生了变化。不同质量浓度 SA 处理的绿豆幼苗株高均大于 CK(2.00 mg/L 处理组除外),在 SA 质量浓度为 0.50 mg/L 时达到最大值。绿豆幼苗鲜质量和根长在低质量浓度(0.25~0.50 mg/L)SA 处理时较 CK 有所增加,其中 0.50 mg/L SA 处理时达到最大值,其鲜质量、根长分别是 CK 的 109.4%、113.4%。但高质量浓度的 SA 使鲜质量和根长降低,其中 2.00 mg/L SA 时下降最多。

表 1 不同质量浓度 SA 对 Cr^{2+} 胁迫下绿豆幼苗生长性状的影响

SA 质量浓度/ (mg/L)	株高/ cm	鲜质量/ g	根长/ cm
0(CK)	10.67	0.85	5.67
0.25	13.24	0.89	5.80
0.50	14.35	0.93	6.43
1.00	12.76	0.78	5.10
1.50	11.67	0.65	4.89
2.00	10.50	0.62	4.67

2.2 SA 对 Cr^{2+} 胁迫下绿豆幼苗根系活力指数的影响

由图 1 可知,在 Cr^{2+} 胁迫下,不同质量浓度 SA 处理后的绿豆幼苗根系活力指数均大于 CK,随 SA 质量浓度的提高,幼苗根系活力指数先升高后降低。当 0.50 mg/L SA 处理时,根系活力指数最高,是 CK 的 130.50%。结果表明,一定质量浓度的 SA 对铬胁迫下的绿豆幼苗根系生长具有促进作用,有效增强了根系活力,缓解了 Cr^{2+} 的胁迫效应,其中 0.50 mg/L SA 处理效果较好。

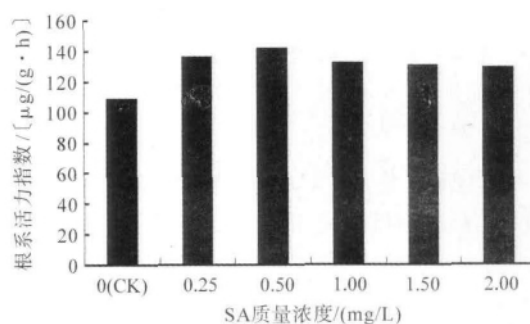


图 1 不同质量浓度 SA 对 Cr^{2+} 胁迫下根系活力指数的影响

2.3 SA 对 Cr^{2+} 胁迫下绿豆幼苗叶绿素含量的影响

由图 2 可知,在 Cr^{2+} 胁迫下,不同质量浓度 SA 处理的绿豆幼苗叶绿素含量均大于 CK,且随 SA 质量浓度的提高,叶绿素含量呈先升高后降低的趋势。当 SA 质量浓度为 0.50 mg/L 时,绿豆幼苗叶绿素含量达到最大,是 CK 的 118.62%。综上所述,0.50 mg/L SA 对 Cr^{2+} 胁迫下绿豆幼苗失绿现象的缓解效应最明显。

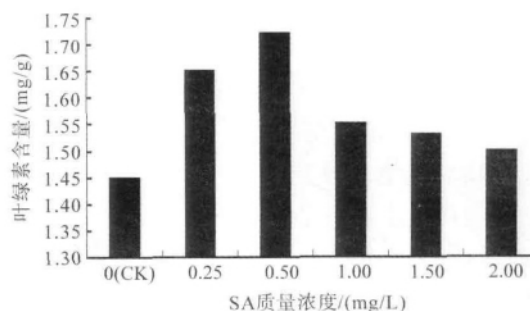


图 2 不同质量浓度 SA 对 Cr^{2+} 胁迫下叶绿素含量的影响

2.4 SA 对 Cr^{2+} 胁迫下绿豆幼苗 MDA 含量的影响

由图 3 可知,在 Cr^{2+} 胁迫下,随着 SA 质量浓度的提高,绿豆幼苗的 MDA 含量呈先降低后升高的趋势。其中,0.25~1.50 mg/L SA 处理的绿豆幼苗 MDA 含量均低于 CK,2.00 mg/L SA 处理的绿豆幼苗 MDA 含量高于 CK。上述结果表明,一定质量浓度的 SA 处理能减弱 Cr^{2+} 胁迫下绿豆幼苗的膜脂过氧化作用,从而缓解 Cr^{2+} 对绿豆幼苗生长的抑制作用。当 SA 质量浓度为 0.50 mg/L 时,绿豆幼苗的 MDA 含量最低,为 CK 的 63.4%。

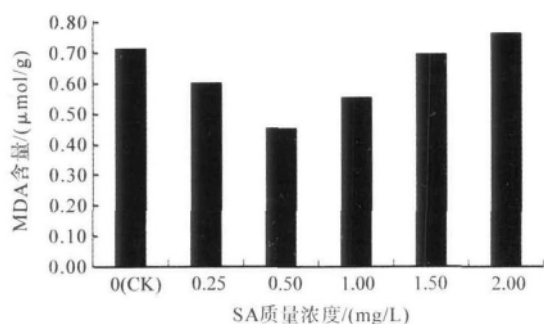


图 3 不同质量浓度 SA 对 Cr^{2+} 胁迫下 MDA 含量的影响

3 结论与讨论

已有研究表明,SA 对植物抗性的诱导具有浓度效应,表现为低促高抑。本研究表明,0.25~0.50 mg/L SA 可以不同程度地缓解铬对绿豆幼苗株高、鲜质量及根长的抑制作用,特别是 SA 质量浓度为 0.50 mg/L 时,缓解效果最明显。说明 SA 可以诱导植物产生抗铬性。但当 SA 质量浓度达到 2.00 mg/L 时,不仅不会缓解铬对绿豆幼苗生长的抑制作用,反而产生更严重的毒害作用,这可能是高质量浓度的 SA 与铬共同作用产生双重毒害的结果。

植物根系是活跃的吸收器官和合成器官,根的生长情况和活力水平直接影响地上部分的生长、营养状况及产量水平,根系活力增加有利于提高植物对逆境的适应性^[11]。本试验表明,不同质量浓度的 SA 对重金属胁迫下绿豆幼苗的根系活力均有提升作用,这与张芬琴等^[12]的研究结果相似。其中 0.50 mg/L 的 SA 对根系活力指数提升作用最佳。

重金属铬胁迫会使植物体内氧自由基清除酶的活性降低,导致活性氧积累,从而造成膜脂的过氧化伤害。MDA 含量的高低表示细胞膜脂过氧化的程度和植物对逆境条件反应的强弱^[13]。叶绿素含量的高低直接决定植株的有机合成能力。本试验中,SA 有效缓解了重金属对绿豆生长的抑制作用,表现为绿豆幼苗叶绿素含量升高,MDA 含量降低,这与任艳芳等^[14]的研究结果相似。

综上所述,外源 SA 可以提高铬胁迫下绿豆幼苗的生长性状指标、根系活力指数以及叶绿素含量,降低幼苗 MDA 含量,从而维持膜的完整性,增强了绿豆抗重金属胁迫的能力,最终减轻铬胁迫对绿豆幼苗生长的伤害。当铬的浓度为 10 mmol/L 时,SA 缓解胁迫效应的最佳质量浓度为 0.50 mg/L。

参考文献:

- [1] 谢影,鲁先文,卜利波. 重金属 Pb、Cr 对小麦种子萌发和幼苗生物量的影响[J]. 天津农业科学,2009,15(1): 22-24.
- [2] 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:自然科学版,2002,20(4): 386-393.
- [3] Begonia G B, Davis C D, Begonia M F. Growth responses of Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern) and its phytoextraction of lead from a contaminated soil [J]. Bull Environ Contam Toxicol, 1998, 61(1): 38-43.
- [4] 郭锋,樊文华. Hg、Cr 和 Pb 污染对绿豆种子萌发及幼苗生长发育的影响[J]. 种子,2008,27(9): 34-37.
- [5] 郭锋,樊文华. 土壤 Hg、Cr 和 Pb 单一污染对绿豆光合作用的影响[J]. 华北农学报,2009,24(1): 26-30.
- [6] 刘艳阳,李俊周,陈磊. 低温胁迫对小麦叶片细胞膜脂质过氧化产物及相关酶活性的影响[J]. 麦类作物学报,2006,26(4): 70-73.
- [7] 王征宏,刘素云,吕淑芳. C_3 和 C_4 植物对盐胁迫生理反应的研究综合性实验设计探析[J]. 现代农业科技, 2010(21): 16-20.
- [8] 陈德碧,朱建勇. 水杨酸对番茄种子萌发及幼苗生长铬胁迫的缓解效应[J]. 北方园艺,2010(2): 13-16.
- [9] 张志良. 植物生理学试验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [10] 赵世杰,史国安,董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2002.
- [11] 斯琴巴特尔,吴红英. 不同逆境对玉米幼苗根系活力及硝酸还原酶活性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2001,19(2): 67-70.
- [12] 张芬琴,李晓利,马斌山. 水杨酸对镉胁迫下玉米幼苗生理特性的影响[J]. 湖北农业科学,2006,45(5): 567-569.
- [13] 范美华,石戈,马玉心,等. NaCl 胁迫下 SA 浸种绿豆幼苗的生长及生理特征[J]. 西北植物学报,2009,29(3): 528-534.
- [14] 任艳芳,何俊瑜,黄天兴,等. 外源水杨酸对镉毒害下莴苣种子萌发的缓解效应[J]. 华北农学报,2009,24(增刊): 121-125.