

文章编号 :1003-8701(2013)02-0018-03

重金属钴对水稻种子萌发及幼苗 几项生理指标的影响

赵 红 ,王爱斌 ,林国卫 ,陈家铭

(上饶师范学院生命科学学院 ,江西 上饶 334001)

摘 要 :以水稻绵 2 优 647 为材料 ,采用营养液培养方法 ,研究了不同浓度的钴处理下对水稻种子萌发及幼苗几项生理指标的影响。结果表明 :在种子萌发条件下 ,随着钴浓度的增加 ,水稻种子的发芽率、发芽指数和活力指数均逐渐降低 ;在幼苗生长过程中 ,随着钴处理浓度的增大 ,水稻幼苗根长、苗高、根重、苗重及植株鲜重呈下降的趋势 ,同时幼苗叶片的叶绿素含量快速下降 ,而过氧化物酶(POD)活性和丙二醛(MDA)含量却逐渐上升。其中 ,显著抑制水稻幼苗根长、根重和叶绿素含量的最低钴浓度是 0.03 mmol/L ;显著抑制水稻种子萌发 ,使苗高、苗重及植株鲜重显著下降 ,并且使过氧化物酶(POD)活性和丙二醛(MDA)含量显著上升的最低钴浓度是 0.15 mmol/L。说明本试验的钴处理浓度对水稻种子萌发和幼苗生长都有不同程度的抑制作用。

关键词 :钴 ;水稻 ;种子萌发 ;生理指标

中图分类号 :S511.01

文献标识码 :A

Effects of Heavy Metal Cobalt on Seed Germination and Some Physiological Indexes of Rice Seedling

ZHAO Hong, WANG Ai-bin, LIN Guo-wei, CHEN Jia-ming

(College of Life Science, Shangrao Normal University, Shangrao 334001, China)

Abstract: Effects of different concentration of cobalt on seed germination and some physiological indexes of rice seedling were studied by adopting the culture method of nutrient solution with rice 'Mian 2 You 647'. The results showed that with the increase of cobalt concentration, the germination rate, germination index and vigor index reduced gradually under the condition of rice seed germination. Root length, seedling height, root weight, seedling weight and plant fresh weight appeared a decreasing trend during seedling growth period. Meanwhile, the chlorophyll content declined rapidly, POD activity and MDA content increased gradually. Among them, root length, root weight and chlorophyll content of rice seedlings were significantly inhibited when the lowest concentration of cobalt was 0.03 mmol/L. The seed germination of rice was significantly inhibited, seedling height, seedling weight and plant fresh weight were significantly decreased, POD activity and MDA content were significantly increased when the lowest concentration of cobalt was 0.15 mmol/L. So the concentrations of cobalt in this experiment had different inhibitive effects on seed germination and seedling growth of rice.

Keywords: Cobalt; Rice; Seed germination; Physiological indexes

重金属污染是当今人类面临的最为严重的环境问题之一 ,其对动植物的影响不容忽视。钴是工

业上真正划入重金属的 10 种金属元素之一。随着人为活动如矿产资源的大量开采利用 ,污水灌溉、农药、化肥及污泥的广泛使用 ,越来越多的钴及其化合物进入农业土壤 ,为了保障食品安全和人类健康 ,研究重金属钴对水稻生长的危害性 ,显得尤为重要。钴元素在植物营养中的作用研究开始于

收稿日期 :2012-08-01

基金项目 :上饶师范学院科技项目(SR1105)

作者简介 :赵 红(1966-),女,高级实验师,硕士,从事植物生理生态研究。

20 世纪 50 年代,半个世纪以来,钴的研究取得了很大进展^[1]。迄今为止,已证实钴对蓝藻和微生物以及豆科植物的固氮作用是必需的^[2-3],也是动物和人体必需的营养元素^[4]。刘雪华研究认为,钴对亚麻、大麦、冬黑麦、食用甜菜、芜菁、菜豆和芥菜等非根瘤固氮作物有增产效应^[5]。虽然目前认为钴并非植物必需的微量元素,但它对一些植物有着积极的作用^[6],低浓度的钴会促进植物的生长,过量的钴会阻滞植物的生长发育并使之受到毒害^[7-8]。进入农产品的钴会通过食物链对动物和人产生危害,也会损伤心肌、胰腺,还会降低甲状腺浓缩碘的能力^[9]。近年来我国对钴在小麦、玉米、大豆、花生等作物的肥效作了一些研究^[10-14],但有关重金属钴对水稻的毒害却鲜有报道,本试验目的在于探讨重金属钴对水稻种子萌发及幼苗几项生理指标的影响,为研究重金属钴对水稻的毒害机制,预防和治理重金属钴对水稻的危害提供一定的理论参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

所用水稻品种为绵 2 优 647,由江西省上饶市农业科学研究所提供。钴采用六水合氯化钴(分析纯)。

1.2 试验方法

1.2.1 水稻种子萌发试验

选饱满、大小均匀的水稻种子,用 30%的 H_2O_2 浸泡 10 min,然后用去离子水洗净,置 30℃培养箱中浸种 24 h。催芽后,挑选露白一致的种子均匀排在铺有 2 层滤纸的直径 9 cm 的培养皿中,每个培养皿中放 100 粒种子,加含有不同浓度钴处理的 1/2Hoagland 营养液(该营养液没有添加钴元素,下同),设 5 个不同水平的钴处理浓度,它们分别是 0 (ck)、0.03、0.15、0.75 和 1.5 mmol/L,每个处理 3 次重复,各处理加液 10 mL。置 30℃培养箱中培养,每天更换营养液,统计发芽数,萌发 1 周。

1.2.2 水稻幼苗生长试验

同上浸种、催芽后将露白一致的种子均匀排放在铺有 2 层滤纸的解剖盘中,加入 1/2Hoagland 营养液,置于 28℃光照培养箱内培养。水稻幼苗长至一叶一心期时,进行同上不同浓度钴处理培养试验,挑选长势一致的幼苗置培养皿中,于 28℃光照培养箱中培养,培养期间每天更换营养液,每个处理 3 次重复,培养至第 10 d,每处理选取整齐一致的幼苗 10 株测定其根长、苗高,然后称量植株鲜重、根重、苗重,最后分别取样测定叶片

的叶绿素含量、过氧化物酶(POD)活性及丙二醛(MDA)含量。

1.3 测试方法

发芽率以芽长为谷长的一半,根长等于谷长为标准(发芽率 = 培养至第 7 d 的已发芽种子数 / 种子总数 $\times 100\%$);种子活力的测定参照文献^[15]的方法〔发芽指数(GI) = $\sum(Gt/Dt)$ 。式中 Gt 为在不同时间的发芽数, Dt 为相应的发芽日数,活力指数(VI) = $S \times \sum(Gt/Dt)$, S 为一定时期内幼苗生长势,以每株苗的平均鲜重(g)表示〕;生理指标的测定参照文献^[16]的方法。

1.4 数据处理

本试验所得数据分析和图表绘制运用 SPSS13.0 和 EXCEL 软件进行,并用最小显著差数法(LSD)进行差异显著性分析,小写字母分别表示在 0.05 水平上的差异性,所有数据均用平均值 \pm 标准差表示。

2 结果与分析

2.1 钴胁迫对水稻种子萌发的影响

由表 1 可知,随着钴处理浓度的升高,水稻种子的发芽率、发芽指数和活力指数逐渐降低,其

表 1 不同钴胁迫处理对水稻种子萌发的影响

处理浓度(mmol/L)	发芽率(%)	发芽指数	活力指数
0(ck)	91.33 \pm 0.58a	44.36 \pm 3.55a	2.52 \pm 0.44a
0.03	85.33 \pm 3.11a	40.17 \pm 3.43a	2.48 \pm 0.24a
0.15	63.00 \pm 11.87b	32.87 \pm 3.38b	1.51 \pm 0.25b
0.75	1.33 \pm 0.56c	4.83 \pm 0.80c	0.22 \pm 0.04c
1.50	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00c	0.00 \pm 0.00c

中,0.03 mmol/L 钴处理组的 3 项指标与对照组间差异不显著;而 0.15、0.75、1.50 mmol/L 钴处理组的 3 项指标与对照组间差异均显著。说明,显著抑制种子萌发的最低钴浓度是 0.15 mmol/L,在种子萌发过程中,1.50 mmol/L 钴处理组的 3 项指标均为 0,表明受钴毒害严重。

2.2 钴胁迫对水稻幼苗生长的影响

由表 2 可以看出,随着钴处理浓度的上升,水稻幼苗的苗高、根长、苗重、根重及植株鲜重均呈下降趋势,且不同浓度钴处理组的根长、根重均显著低于对照组,但 0.03 mmol/L 钴处理组的苗高、苗重及植株鲜重与对照组间差异不显著,0.15、0.75、1.50 mmol/L 钴处理组的这 3 项指标与对照组间差异均显著,说明水稻幼苗的根受钴毒害大于苗。

表 2 不同钴胁迫处理对水稻幼苗生长的影响

处理浓度(mmol/L)	苗高(cm)	根长(cm)	苗重(mg)	根重(mg)	植株鲜重(mg)
0(ck)	6.57 ± 0.66a	15.69 ± 0.83a	39.06 ± 1.69a	7.43 ± 1.01a	132.80 ± 1.98a
0.03	6.60 ± 0.44a	14.01 ± 0.75b	38.17 ± 1.58a	5.64 ± 0.90b	134.80 ± 4.30a
0.15	5.25 ± 0.14b	11.76 ± 0.55c	29.12 ± 3.01b	3.83 ± 0.34c	110.35 ± 15.77b
0.75	4.98 ± 0.23b	10.26 ± 0.39d	21.87 ± 0.78c	3.39 ± 0.49c	93.73 ± 1.33c
1.50	4.67 ± 0.66b	5.98 ± 0.61e	7.56 ± 0.68d	1.32 ± 0.10d	61.04 ± 5.68d

2.3 钴胁迫对水稻幼苗叶绿素含量的影响

由图 1 可知,水稻幼苗叶绿素含量随着钴处理浓度的升高而快速下降,不同浓度钴处理组与对照组间均差异显著,且 0.03 mmol/L 钴处理组与 0.15、0.75、1.50 mmol/L 各处理组间叶绿素含量均差异显著;但 1.50 mmol/L 钴处理组与 0.75 mmol/L 处理组间差异不显著。

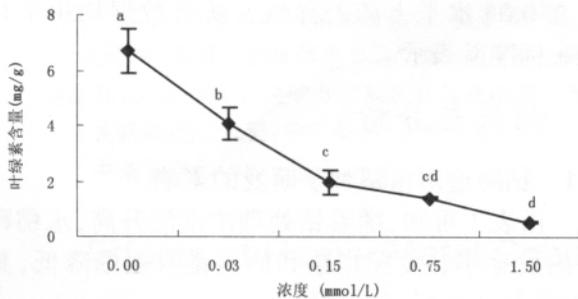


图 1 不同钴胁迫处理对水稻幼苗叶绿素含量的影响

2.4 钴胁迫对水稻幼苗 POD 活性的影响

POD 与 SOD、CAT 一样,都是植物保护系统中重要的酶。当植物处于逆境下,POD 能有效清除活性氧,使活性氧维持在一个较低的水平上,减少细胞膜脂过氧化,减轻有毒物质对细胞的伤害。由图 2 可知,水稻幼苗的 POD 活性随着钴浓度的升高而逐渐增大,0.03 mmol/L 钴处理组与对照组间差异不显著;当钴处理浓度为 0.15、0.75、1.50 mmol/L 时,POD 活性显著地高于对照,且各处理组 POD 活性均有显著差异。

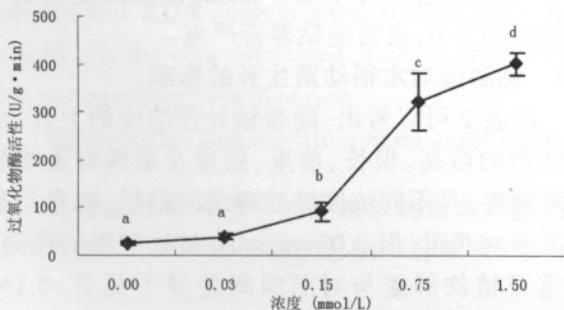


图 2 不同钴胁迫处理对水稻幼苗 POD 活性的影响

2.5 钴胁迫对水稻幼苗 MDA 含量的影响

MDA 是膜脂氧化的最终分解产物,其含量可以反映植物遭受逆境伤害的程度,因此 MDA 的积累可能对膜和细胞造成一定的伤害。由图 3 可以看出,随着钴处理浓度的升高,水稻幼苗 MDA 含量呈上升趋势,其中 0.03 mmol/L 钴处理组与对照组间差异不显著,0.15、0.75、1.50 mmol/L 钴处理组与对照组间差异显著。

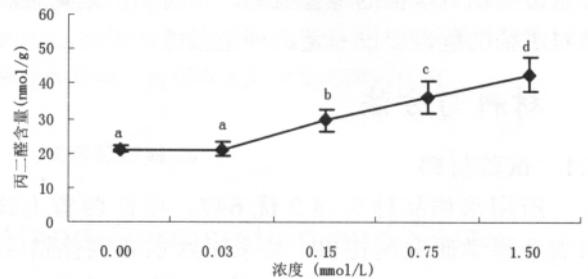


图 3 不同钴胁迫处理对水稻幼苗 MDA 含量的影响

3 结论与讨论

樊文华研究认为,钴在土壤溶液中的浓度为 0.1 ~ 0.2 mg/kg 时对番茄有毒害作用;1 mg/kg 时对亚麻有毒害作用;5.9 mg/kg 对甜菜有毒害作用;灌水中钴浓度为 0.1 mg/kg 时,就会对水稻产生不利影响,为 10 mg/kg 时减产 97.9%^[6]。罗丹等水培试验发现,低浓度钴(0.01 ~ 0.1 mg/L)对一些种类蔬菜有刺激生长的作用,从钴浓度大于 0.5 mg/L 时,蔬菜出现不同程度的毒害症状^[17]。本试验研究表明,当钴浓度为 0.03 mmol/L 时,水稻幼苗根长、根重及叶绿素含量显著低于对照,说明本试验 0.03 mmol/L 的钴浓度对水稻生长不利,对水稻生长有抑制作用。近年来,有研究人员对钴胁迫时产生的毒害作用进行了研究,认为钴过量时,叶片失绿是缺铁引起的,即钴和铁是竞争元素,土壤中过量的钴会导致植物叶片发生缺铁性褪绿现象,并在番茄生长中发现,钴过量时番茄植株内叶绿素含量下降^[18],本试验结果与此相一致。

本试验结果表明,显著抑制水稻种子萌发,使苗高、苗重及植株鲜重显著下降,(下转第 26 页)

4.1 紫外线照射能够显著降低种子萌发率,而0.2%和0.3%浓度秋水仙素的浸泡和两种因素的20种组合都能明显地提高陈年水稻种子的萌发率。

4.2 紫外线照射和一定浓度(0.2%~0.5%)秋水仙素的浸种能明显提高淀粉酶活性。两种因素组合中有9种组合可显著提高淀粉酶活性。

参考文献:

- [1] 张子龙,王学贵,高伟娜,等.激素对水稻陈年种子活力复苏的影响[J].重庆大学学报,2003,26(7):90-92.
- [2] 吴杏春,林文雄,黄忠良.UV-B辐射增强对两种不同抗性水稻叶片光合生理及超显微结构的影响[J].生态学报,2007,27(2):554-564.
- [3] 李稳,崔红云,于光辉.低强度UV-B辐射对两优培九抽穗灌浆期功能叶光系统的影响[J].杂交水稻,2011,26(6):55-61.
- [4] 高潇潇,高召华,祖艳群,等.UV-B辐射对水稻生长的影响及机

(上接第20页)并且使过氧化物酶(POD)活性和丙二醛(MDA)含量显著上升的最低钴浓度是0.15 mmol/L,在试验过程中,POD活性在水稻受到钴胁迫时被激活,并随着钴处理浓度的升高而逐渐增大,说明钴胁迫使过氧化物酶活性相应提高,从而提高了水稻幼苗应对钴胁迫的能力。焦健等研究发现,用钴浓度为0.03 mmol/L的Hoagland营养液浇灌大豆幼苗时,大豆幼苗叶片细胞膜稳定指数与对照相比无显著变化^[19],说明此浓度处理的大豆幼苗叶片细胞膜未受到伤害,本试验结果表明,当钴处理浓度为0.03 mmol/L时,幼苗叶片的丙二醛含量与对照间无显著差异,细胞膜也没有受到伤害,这与焦健等^[19]研究结果相一致。在一定胁迫强度内,植物细胞的各种保护机制使得丙二醛含量维持在一定水平,但胁迫强度超过特定阈值后,丙二醛含量升高,在一定程度上丙二醛含量的高低可以表示细胞膜脂过氧化程度和植物对逆境条件反应的强弱^[20]。由此表明,水稻幼苗对0.03 mmol/L的钴胁迫具有耐受性,幼苗叶片细胞未受到伤害,当钴浓度是0.15 mmol/L时,超出了幼苗的耐受阈值,表现为受毒害症状。

参考文献:

- [1] 刘素萍,樊文华.钴对番茄生长发育影响的初步研究[J].土壤通报,2005,36(6):925-928.
- [2] Hole-hensen O. Cobalt as an essential element for blue-Green algae[J]. Physiologic Plantarum, 1954(7): 665-675.
- [3] Reisenaner H M.. Cobalt in nitrogen fixation by a legume[J]. Nature, 1960, 186 (4722): 375-376.
- [4] Kabata-Pendias A.Trace elements in soils and plants [M].

理[J].安徽农业科学,2009,37(26):12447-12450,12524.

- [5] 周青,黄晓华,马育国.紫外辐射胁迫对水稻生长的影响[J].农业环境保护,2001,20(2):94-96.
- [6] 栾丽,龙文波,王兴,等.秋水仙素诱导水稻幼穗愈伤组织创制同源四倍体种质的研究[J].四川大学学报(自然科学版),2009,46(3):829-836.
- [7] 黄群策,黄雅琴,谢慧波.秋水仙素处理后水稻种子内胚乳蛋白的差异性比较分析[J].中国稻米,2009(3):25-27.
- [8] 程殿林.小麦主要浸麦工艺的研究[J].青岛大学学报,2001,14(1):70-75.
- [9] 黄群策,代西梅,李玉峰.水稻多倍化的诱导技术研究[J].杂交水稻,2005,20(5):54-56.
- [10] 黄群策,李玉峰,余增亮.离子注入后诱导水稻多倍化的效果[J].激光生物学报,2006,15(2):118-122.
- [11] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006:174-176.
- [12] 陈丽珍,叶剑秋,王荣香.水稻盐胁迫的研究进展[J].热带农业科学,2011,31(3):87-90.

Boca Raton Florida: CRC Press, 1984.

- [5] 刘雪华.土壤中的钴及其对植物的影响[J].土壤学进展,1991(5):9-15.
- [6] 樊文华,刘素萍.钴的土壤化学[J].山西农业大学学报,2004,24(2):194-198.
- [7] Aery A C, Jagetiya B L. Effect of cobalt treatments on dry matter production of wheat and DTPA extractable cobalt content in soils[J]. Communications in Soil Science and plant Analysis, 2002(31): 9-10.
- [8] 王秀敏,魏显有.施用钴盐对玉米幼苗植株生长及钴含量的影响[J].河北农业大学学报,1999,22(2):22-23.
- [9] 颜世铭.钴与健康[J].广东微量元素科学,2007,14(2):35.
- [10] 樊文华,杨黎芳,薛晓光,等.钴对冬小麦生理生化性状和产量影响的初步研究[J].土壤肥料,2005(1):45-47,57.
- [11] 郭利刚,白云生,樊文华,等.钴对玉米幼苗生长发育及钴含量的影响[J].山西农业大学学报,2006(3):264-266.
- [12] 刘晓莉.微量元素钴对小麦产量的影响[J].黑龙江农业科学,2003(2):11-12.
- [13] 戴建军,赵久明,姜伯文.钴肥对大豆根瘤固氮及产量影响的初报[J].东北农业大学学报,1999,30(2):128-131.
- [14] 刘雪华,邵小明.钴对盆栽花生及混作玉米氮素吸收的影响[J].土壤肥料,1996(5):45-46.
- [15] 颜启传.种子检验原理和技术[M].杭州:浙江大学出版社,2001:102.
- [16] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导(第三版)[M].北京:高等教育出版社,2003:67-70,123-124,274-276.
- [17] 罗丹,胡欣欣,郑海锋,等.钴对蔬菜毒害的临界值[J].生态学杂志,2010,29(6):1114-1120.
- [18] 刘素萍.石灰性土壤中钴的形态变化和钴对番茄生长发育、产量的影响[D].山西农业大学,2004.
- [19] 焦健,李朝周,黄高宝.钴对于旱胁迫下大豆幼苗叶片的保护作用及其机理[J].应用生态学报,2006,17(5):796-800.
- [20] 张弢.NaCl胁迫对玉米幼苗几项生理指标的影响[J].吉林农业科学,2012,37(1):12-14.