

文章编号: 1003-8701(2015)02-0101-04

不同浓度铬对黄瓜幼苗生长发育的影响

马万征^{1,2}, 赵 凤¹, 马万敏³, 姚发展¹, 圣冬冬¹, 汪 凯¹, 鲍 起¹

(1. 安徽科技学院城建与环境学院, 安徽 凤阳 233100; 2. 江苏大学现代农业装备与技术省部共建教育部重点试验室/江苏省重点试验室, 江苏 镇江 212013; 3. 青岛市开发区农机监督管理站, 山东 青岛 266555)

摘 要: 本试验通过研究铬对黄瓜幼苗的胁迫作用, 揭示铬对黄瓜的伤害机制, 为预测重金属的污染提供理论依据。以霍格兰营养液中添加不同试验浓度的铬, 分别为 0、0.5、1、2、5、10 mg/L, 研究铬对黄瓜种子的发芽率、幼苗生物量累积的影响。结果表明: 低浓度的铬促进黄瓜种子的发芽和黄瓜幼苗的生长发育, 高浓度的铬抑制黄瓜幼苗的生长发育, 0.5 mg/L 铬溶液处理的幼苗长势最佳。

关键词: 黄瓜; 铬; 发芽率; 生物量

中图分类号: S642.2

文献标识码: A

DOI: 10.16423/j.cnki.1003-8701.2015.02.026

Effect of Different Concentrations of Chromium on the Growth of Cucumber Seedlings

MA Wan-zheng^{1,2}, ZHAO Feng¹, MA Wan-min³, YAO Fa-zhan¹,
SHENG Dong-dong¹, WANG Kai¹, BAO Qi¹

(1. College of Urban Construction and Environment, Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100; 2. Key Laboratory of Modern Agricultural Equipment and Technology, Ministry of Education & Jiangsu Province, Jiangsu University, Zhenjiang 212013; 3. Farm Machinery Supervision Station of Qingdao Development Zone, Qingdao 266555, China)

Abstract: This experiment was to study the stress effect of chromium on the seedlings of cucumber, reveal the damage mechanism of chromium on cucumber, and provide theoretical basis for forecasting of heavy metal pollution. Chromium solution of six concentrations (0, 0.5, 1, 2, 5, 10 mg/L) was adding to Hoagland's nutrient solution, and effect of chromium on cucumber seed germination and biomass accumulation studied. It was indicated that small amounts of chromium promoted the germination rate, growth and development of cucumber seedlings, while the high concentrations of chromium inhabited growth of cucumber seedlings. Under 0.5 mg/L of chromium solution, seedlings growth was the best.

Keywords: Cucumber; Chromium; Germination rate; Biomass

六价铬具有毒性大、致畸、致癌性的特点, 铬通过植物体的吸收可以在植物体内富集, 进而通过各种途径进入人体, 并且累积, 对人体造成严重的危害^[1]。2011年8月12日云南曲靖铬污染事件

广受舆论关注, 之后相关重金属铬污染事件的出现, 引起人们对铬的危害愈加重视。黄瓜作为人们四季食用的重要的蔬菜类经济作物, 重金属污染对黄瓜生长发育的影响是前人研究的热点问题^[2-4]。高浓度的铬对黄瓜幼苗的生长具有抑制作用, 并且对人体有害, 适宜浓度的铬可以促进黄瓜幼苗的生长。因此, 研究铬对黄瓜幼苗生长发育的影响有非常重要的理论和实际意义。

近年来, 关于铬胁迫对黄瓜生长发育的影响有许多相关研究报道, 如郑爱珍^[5]采用室内水培方法研究铬处理玉米和黄瓜种子萌发及幼苗早期生长; 陈庆华^[6]等以韩研四号黄瓜为研究对象, 对

收稿日期: 2014-10-26

项目基金: 安徽省高校省级自然科学基金项目(KJ2013Z056); 安徽科技学院青年科学研究基金(ZRC2013343); 安徽省科技攻关计划重大项目(1301031030); 马鞍山市科技计划项目(NY-2014-08); 安徽省省级大学生创新创业训练计划项目(AH201310879062)

作者简介: 马万征 (1978-), 男, 助理实验师, 在读博士, 主要从事现代设施农业与环境控制技术研究。

铬处理黄瓜种子萌发及早期生长发育进行试验研究;刘春香^[7]等对铬处理后黄瓜幼苗的形态指标以及生理生化指标进行试验。研究表明微量的铬确实可以促进黄瓜幼苗的生长发育,但是随着铬浓度的增加,黄瓜生长发育过程中累积更多的铬,产生毒害作用,其体内保护酶活性受到抑制,黄瓜根系发育缓慢,吸收营养元素能力下降,从而影响黄瓜正常生长发育。

本试验在光照培养箱中培养的条件下,以霍格兰营养液为施肥配方,在营养液中添加含有不同浓度的铬,采用水培形式种植黄瓜。定期研究黄瓜生长发育状况,对黄瓜种子萌发率,黄瓜幼苗的根、茎、叶生长状态进行量化测定,并进行数据统计分析,得出黄瓜幼苗生长发育受铬影响的规律。

1 材料与方法

1.1 试剂仪器

试剂:重铬酸钾($K_2Cr_2O_7$)及配制霍格兰营养液的试剂。

仪器:150C光照培养箱,SPAD-502叶绿素仪,DHG-910·3S电热鼓风干燥箱,万分之一天平,常用玻璃仪器。

1.2 试验材料

试验所选取的黄瓜品种—神鲁青瓜王子杂交一号。山东省宁阳县黄瓜研究所研发监制,宁阳县华鲁种业有限公司生产。

1.3 试验方法

选取籽粒相对饱满、大小比较均匀的种子为试验材料,以铺有两层纱布的培养皿为载体,将种子均匀放置其中。将培养皿放置25℃的光照培养箱中,定期加不同浓度的铬溶液(重铬酸钾配制),保持纱布湿润,观察记录种子萌发情况。试验设置铬溶液0、0.5、1、2、5、10 mg/L 6种浓度处理,其中0 mg/L为不含铬的蒸馏水处理液,作为空白对照,每个培养皿放置种子10粒。培养至7 d后,得出种子萌发数目,计算发芽率。

将萌发的种子均匀放置在装满珍珠岩的培养皿中,保持湿润,培养至生长出两片子叶,然后移栽至含有不同浓度 Cr^{6+} 营养液的锥形瓶中培养。其含 Cr^{6+} 营养液同样设定0.5、1、2、5、10 mg/L 5个浓度,以不含 Cr^{6+} 的霍格兰营养液作为对照。每个处理培养3株黄瓜,在25℃光照培养箱中培养。培养期间每天定时补充含 Cr^{6+} 营养液,并观察记录黄瓜幼苗的生长情况。每隔3 d测量黄瓜

幼苗的根长、茎长、叶面积1次,其中叶面积采用长宽相乘再乘以系数法^[8]。叶绿素用叶绿素仪连续测定。

幼苗培养至长出3~4片叶时,停止培养,将根部的水分晾干,分别称取黄瓜幼苗根、茎、叶的鲜重。将黄瓜幼苗的根、茎、叶分开,装于信封中并放入烘箱,待烘箱温度上升至105℃,杀青15 min,然后将烘箱温度调至85℃,48 h后,将已经烘干至恒重的干物质取出,用万分之一电子天平测定根、茎、叶的干物质重。

2 结果与分析

2.1 不同浓度铬对黄瓜种子萌发的影响

试验结果表明,不同浓度的铬溶液处理下的黄瓜种子发芽的个数并没有特别明显的差异,因为每种处理下选取种子的数目较少,其误差相对较大。但可分析得出铬浓度低于2 mg/L时种子的萌发率较高,当浓度高于2 mg/L时黄瓜种子发芽率明显低于不含铬的对照组,铬浓度较高时种子萌发受到铬的抑制作用。试验得出处理黄瓜种子发芽的最佳铬浓度为1 mg/L(图1)。

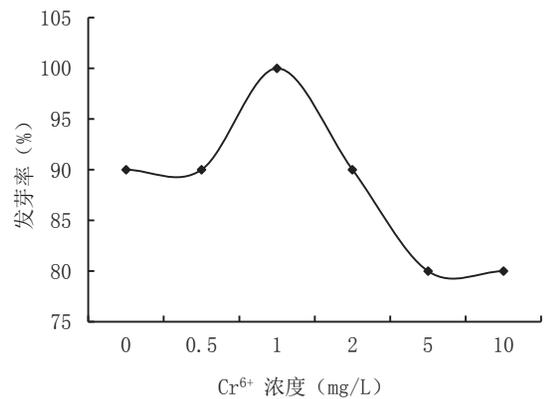


图1 不同浓度 Cr^{6+} 对黄瓜种子萌发的影响

2.2 不同浓度铬对黄瓜幼苗根生长发育的影响

根是影响作物生长发育的重要器官,在不同浓度铬处理下,最直接的指标表现为根的长度。由图2可知,同一时间测量的不同浓度的铬溶液对黄瓜幼苗的根长所呈现的趋势,培养的前期(3月6日~3月15日)有微小的变化趋势,可知铬溶液浓度在2 mg/L根长增长的速度最快。随着培养时间延长(3月15日~3月21日),对黄瓜幼苗根长的影响呈现明显的变化趋势,铬溶液大于2 mg/L时根系的生长趋势几乎呈齐平状态,根的增长水平明显受到高浓度的铬的影响。铬溶液在0.5 mg/L时幼苗根系增长速度相对较快,根系发

育较好,此浓度下的根系长度达到最大值,并且得出适宜铬浓度可促进根系的生长发育的结论。

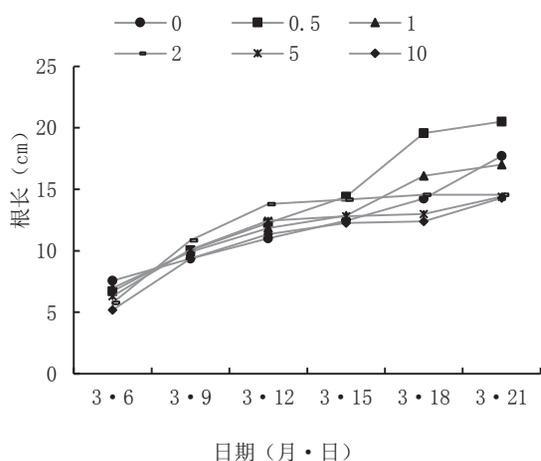


图2 不同浓度 Cr^{6+} 对黄瓜幼苗根长的影响

2.3 不同浓度铬对黄瓜幼苗茎生长发育的影响

由图3可知,铬对黄瓜幼苗茎的生长发育有明显的影响,茎的生长趋势是随铬浓度的增加呈现先上升后下降的倒V型,当铬浓度增加到1 mg/L幼苗茎长达到峰值,随着浓度的继续增大,黄瓜茎生长受到铬的影响逐渐增大。在培养初期各个浓度下黄瓜茎都较快速地增长,继续培养,而当铬溶液浓度大于2 mg/L,通过图3可知幼苗茎不再生长。可以得出:1 mg/L的铬溶液,是黄瓜幼苗生长的最适浓度。过高浓度的铬溶液,阻碍幼苗茎的生长。

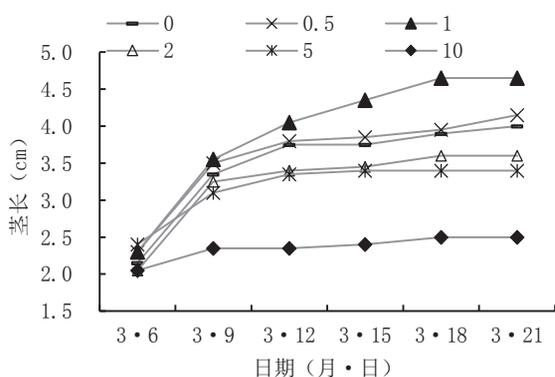


图3 不同浓度 Cr^{6+} 对黄瓜幼苗茎长的影响

2.4 不同浓度铬对黄瓜幼苗叶生长发育的影响

由图4可知,铬浓度为0.5 mg/L时,黄瓜幼苗叶面积增长速率最大,叶面积达到最大值。铬浓度为0和1 mg/L处理的黄瓜幼苗测得叶面积比较接近,当铬浓度大于2 mg/L时,随铬浓度增加幼苗叶面积增长速率逐渐平缓,所测的叶面积也越来越小,当铬浓度达到最大值时,黄瓜幼苗叶的生长受到严重的胁迫作用。可以得出,微量的铬可促

进黄瓜幼苗叶片的生长。

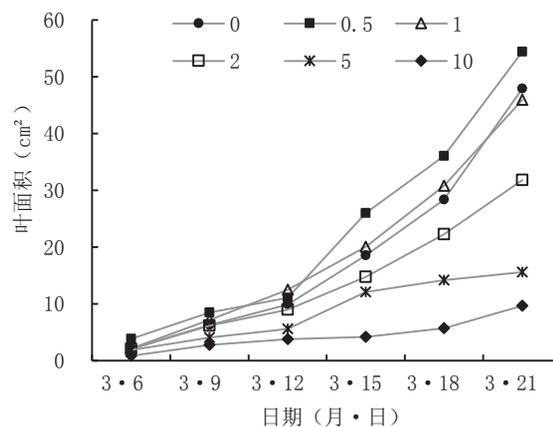


图4 不同浓度 Cr^{6+} 对黄瓜幼苗叶面积的影响

2.5 不同浓度铬对黄瓜幼苗叶绿素含量的影响

由图5可知,用不同浓度含铬营养液处理的黄瓜幼苗叶绿素含量趋势图明显分为两部分,铬浓度小于1 mg/L,用叶绿素仪连续测得的叶绿素含量趋势平缓,且叶绿素含量均较高;铬浓度大于2 mg/L,且随着浓度增大,叶绿素含量趋势波动亦增大,叶绿素含量和铬浓度小于2 mg/L的三组相比,含量均较低。可以得出,低浓度下的铬处理对叶绿素含量影响较小,而高浓度下的铬处理对黄瓜幼苗叶绿素含量有较大的影响。

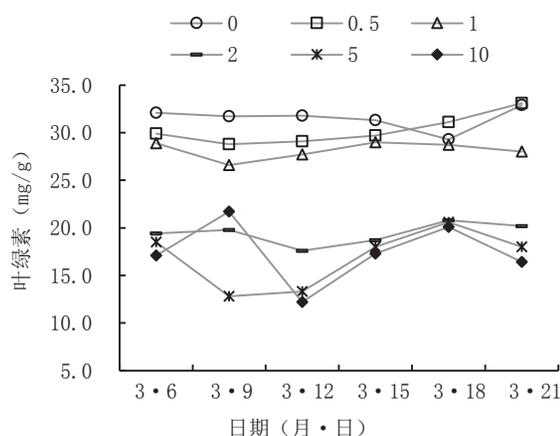


图5 不同浓度 Cr^{6+} 对黄瓜幼苗叶绿素含量的影响

2.6 不同浓度铬对黄瓜幼苗根茎叶鲜重和干重的影响

由图6和图7可知,黄瓜幼苗根茎叶的鲜重和干重在不同浓度铬溶液处理下,根和叶的质量变化趋势明显,而茎的质量变化呈现微趋势。随铬溶液浓度梯度的增加,根茎叶质量先增大后降低,在铬浓度为0.5 mg/L时,黄瓜幼苗质量达到峰值,黄瓜幼苗发育最佳。

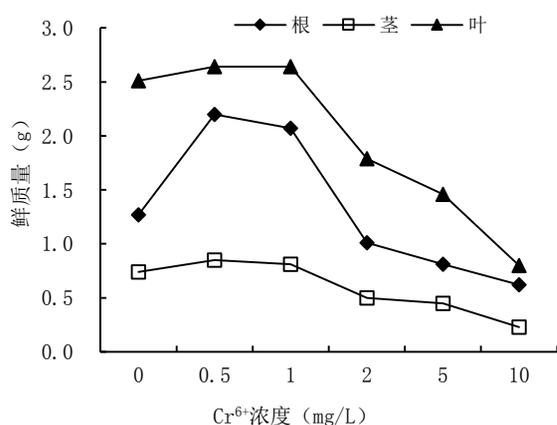


图6 不同浓度Cr⁶⁺对黄瓜幼苗根茎叶鲜重的影响

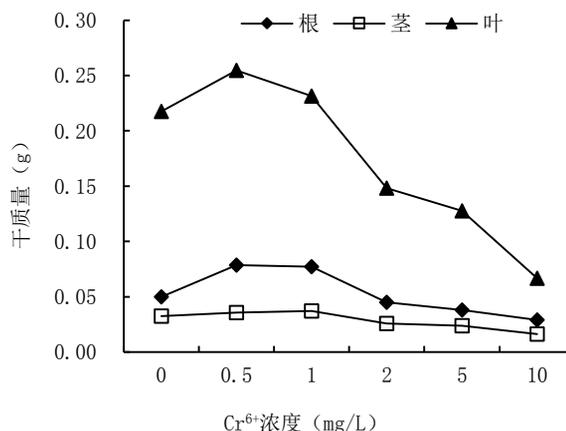


图7 不同浓度Cr⁶⁺胁迫对黄瓜幼苗根茎叶干重的影响

3 讨论

铬作为重金属元素,易于在环境中蓄积对生物体产生危害,同时作为植物非必需的微量元素,前人诸多的试验结果和本次试验结果证明微量的铬确实能够促进黄瓜幼苗的生长发育,而高浓度的铬对黄瓜幼苗起到毒害作用^[8-9]。本试验中模拟的含铬废水是用重铬酸钾配成,其具有强氧化作用。有试验研究表明,具有强氧化作用的Cr⁶⁺,能够对生物体的活细胞中形成DNA和蛋白质的交联,形成DNA-Cr⁶⁺-蛋白质结构,对活细胞组织产生毒害作用^[10]。

3.1 种子的萌发率是种子活力的重要指标之一,是种子质量的评价指标,本次试验中铬对种子生长发育影响的重要试验项目。试验结果表明,低浓度的铬溶液对种子的萌发有促进作用,1 mg/L 铬浓度下种子萌发率达到峰值。高浓度下种子的萌发率下降,说明种子会受到高浓度的铬的毒害作用。

3.2 对黄瓜幼苗生物量的研究,最为直接反映幼苗生长发育受铬影响的指标。试验结果表明,不同浓度铬营养液培养的黄瓜幼苗,在培养幼苗的试验期间,其根长、茎长等生物量的积累方面有显著趋势。铬处理浓度为0.5mg/L时,黄瓜幼苗生长状况最佳,其根长、根重、叶面积以及叶重均达

到峰值;处理浓度为1 mg/L时,黄瓜茎的长势最好,但茎重略低于0.5 mg/L 铬处理下的幼苗;铬浓度低于1 mg/L时对幼苗叶绿素含量没有明显影响。综合分析得出Cr⁶⁺浓度为0.5 mg/L时幼苗长势最佳。

参考文献:

- [1] 孔志明. 环境毒理学(4版)[M]. 南京:南京大学出版社, 2008:149-151.
- [2] 徐心诚. 铬胁迫对黄瓜种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(7): 91-92.
- [3] 李桂丽, 苏红霞, 段敏, 等. 西安市蔬菜中重金属污染分析评价[J]. 西北植物学报, 2008, 28(9): 1904-1909.
- [4] 赵明, 赵征宇, 蔡葵, 等. 砷、铬胁迫对蔬菜生长性状及产品安全性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(增刊): 489-493.
- [5] 郑爱珍. 铬对玉米和黄瓜种子萌发及幼苗早期生长的影响[J]. 农业科技, 2009, 28(7): 11-13, 17.
- [6] 陈庆华, 王永, 陈庆丰. 铬对黄瓜种子萌发及早期生长发育的影响[J]. 广东农业科学, 2009(8): 75-77.
- [7] 刘春香, 赵俊丽. 铬对黄瓜幼苗的毒害研究[J]. 潍坊学院学报, 2007, 7(6): 66-69.
- [8] 王爱云, 黄姗姗, 钟国锋, 等. 铬胁迫对3种草本植物生长及铬积累的影响[J]. 环境科学, 2012(6): 254-263.
- [9] 董孝国, 赵秀勤. Cr⁶⁺、Pb²⁺离子和Cr⁶⁺+Pb²⁺对黄瓜幼苗的影响[J]. 商丘师范学院学报, 2008, 24(3): 91-95.
- [10] 陈清, 卢国程. 微量元素与健康[M]. 北京:北京大学出版社, 1989: 5-11.