

柠檬酸对锰胁迫下大豆幼苗生长特性的影响

赵前程, 李 松, 郭冠男, 王晓兰, 关洪斌*
(山东大学威海分校 海洋学院, 山东 威海 264209)

摘要: 以大豆黑农46为材料, 研究了外源柠檬酸对锰胁迫下大豆幼苗生长特性的影响。结果表明, 随着锰胁迫加强, 未施用柠檬酸处理(处理前)大豆幼苗根冠比总体上升, 施用柠檬酸处理(200 μ mol/L)根冠比总体下降。与处理前相比, 处理后的叶绿素含量、脯氨酸含量、电导率总体下降, 可溶性糖含量先上升后下降, 叶绿素 a/b 变化不规律。结果表明, 柠檬酸对缓解锰胁迫有一定作用。

关键词: 柠檬酸; 锰; 大豆; 生理指标

中图分类号: S565.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2010)12-0029-04

Effects of Citric Acid on Growth Characteristics of Soybean Seedlings under Manganese Stress

ZHAO Qian-cheng, LI Song, GUO Guan-nan, WANG Xiao-lan, GUAN Hong-bin*
(Marine College, Shandong University at Weihai, Weihai 264209, China)

Abstract: Choosing soybean as the material(Heinong46), different gradients of manganese stress were set to study the effects of citric acid on growth characteristics of soybean seedlings under manganese stress. The results showed that the root to shoot ratio of soybean seedlings in no application of citric acid treatment group(control group) showed a overall increasing trend with the strengthening of manganese stress, while the application of citric acid treatment group (treatment group, 200 μ mol/L citric acid) was decrease. Compared with the control group, the contents of chlorophyll, proline and electrical conductivity overall decreased in treatment group, but soluble sugar content firstly increased then decreased. The ratio of chlorophyll a/b was irregular. In summary, the citric acid had mitigative effect on manganese stress.

Key words: Citric Acid; Manganese; Soybean; Physiological indicators

随着工业化和城市化的发展, 重金属污染越来越成为作物高产的限制因子。重金属污染土壤后, 不仅影响作物的产量和品质, 而且可以通过食物链影响人类健康^[1]。地壳中锰的分布极其广泛, 几乎所有的岩石都含有锰。通过风化和 H⁺ 作用, 大量的可溶性锰进入土壤中, 导致植物遭受锰的毒害^[2]。锰毒已经成为酸性土壤中仅次于铝毒的限制植物生长的因素^[3]。因此, 对锰毒的研究越来越受到人们的关注。

传统的修复污染土壤方法, 由于工作量大, 投资多, 易引起土壤肥力减弱, 仅适用于小面积的重度污染区, 实用意义有限^[4]。近年来, 生物修复技术, 由于其是重金属污染土壤的环境友好型治理技术, 日益成为污染土壤修复研究的热点^[5,6]。植物在受到重金属胁迫时, 根系会分泌有机酸, 螯合重金属, 增加重金属在土壤中的移动性^[7], 减轻毒害。外源柠檬酸不仅对目标污染物有很高的溶解度和缓冲容量, 而且具有较好的环境安全性^[8], 因而逐渐成为

收稿日期: 2010-05-06

基金项目: 山东大学威海分校第四届大学生科研立项资助项目(A09081)

作者简介: 赵前程(1989-), 男(满族), 黑龙江哈尔滨人, 在读本科生, 研究方向: 植物逆境生理。

*通讯作者: 关洪斌(1961-), 男, 黑龙江依兰人, 副教授, 博士, 主要从事植物逆境生理研究工作。E-mail: guanhongbin@sdu.edu.cn

缓解植物重金属胁迫, 实施土壤修复的研究热点之一。为此, 以大豆黑农 46 为材料, 研究了外源柠檬酸对锰胁迫下大豆幼苗生长特性的影响。

1 材料和方法

1.1 大豆幼苗培养与处理方法

供试大豆品种黑农 46 为黑龙江省农科院大豆研究所提供。挑选大小一致且饱满的大豆种子, 用 10% 的次氯酸钠消毒 10 min, 经蒸馏水冲洗数次后, 置于铺有 2 层滤纸的培养皿中, 催芽 24 h。再将发芽的大豆移栽到装有砂土的花盆中, 室温下培养, 并定期喷洒等量 1/2 Hoagland 完全培养液。待培养到 40d 时, 将锰(使用 $MnSO_4$)和柠檬酸均以溶液形式同时施入土壤, $MnSO_4$ 质量浓度分别为 0.0、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mg/L。柠檬酸处理浓度为 $200 \mu\text{mol/L}$ 。培养 2 周后, 进行大豆幼苗生理指标测定。

1.2 生理指标测定

生物量的测定采用根冠比的方法进行; 叶绿素含量测定参照王学奎的方法进行^[9]; 可溶性糖含量

利用蒽酮比色法测定^[9]; 脯氨酸含量利用酸性茚三酮法测定^[10]; 电导率利用电导率仪(上海虹益仪器仪表有限公司生产)测定^[9]。

2 结果与分析

2.1 柠檬酸处理对锰胁迫下大豆幼苗根冠比的影响

重金属锰胁迫大豆幼苗时, 会影响根部对水和无机盐的吸收, 同时, 幼苗的叶片上会出现枯斑, 从而影响冠部的物质代谢。因此, 根冠比可以作为判断植物遭受逆境胁迫程度的一种综合指标。从图 1 可以看出, 大豆幼苗植株鲜质量和干质量的根冠比在柠檬酸处理前后变化趋势基本相同。随着锰胁迫的加剧, 未处理组根冠比总体呈现增长的趋势, 处理后根冠比总体呈现下降趋势。5 mg/L $MnSO_4$ 处理, 由于 $MnSO_4$ 质量浓度过高, 导致大豆幼苗根部严重失水, 并且冠部也出现了严重的枯斑, 最终导致根冠比急剧下降。由此可见, 柠檬酸处理总体上可以抑制锰胁迫下大豆幼苗根冠比的上升。

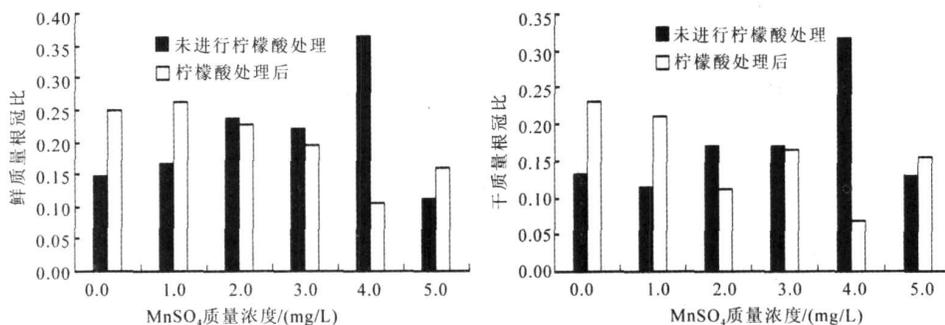


图 1 柠檬酸处理对锰胁迫下大豆幼苗(鲜质量、干质量)根冠比的影响

2.2 柠檬酸处理对锰胁迫下大豆幼苗叶绿素含量、叶绿素 a/b(Chla/Chlb)的影响

叶绿素含量可以反映出植物光合作用的状况。

徐勤松等^[11]研究表明, 植物在遭受重金属胁迫时, 叶绿体膨胀成近似球形, 甚至解体, 类囊体片层散到细胞质中, 最终导致叶绿素含量下降。由图 2 可

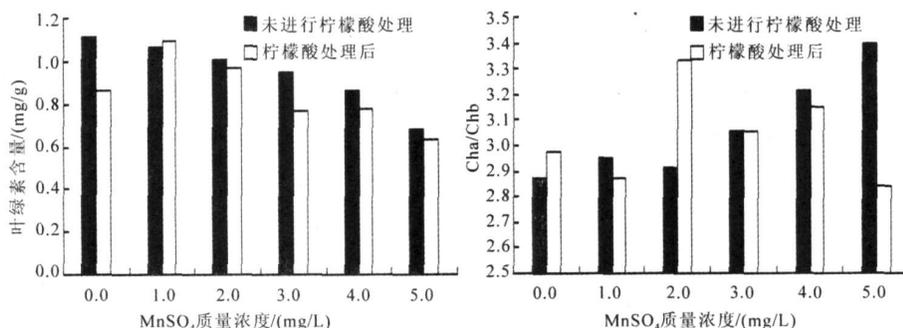


图 2 柠檬酸处理对锰胁迫下大豆幼苗叶绿素含量及 Chla/Chlb 比值的影响

知,随着锰胁迫加强,未处理组的大豆幼苗叶绿素含量总体呈现下降的趋势,Chla/Chlb 比值总体有所增加。柠檬酸处理后的叶绿素含量总体低于对照组,Chla/Chlb 的比值变化不规律。柠檬酸对锰胁迫下大豆幼苗叶绿素含量并没有产生明显的影响。

2.3 柠檬酸处理对锰胁迫下大豆幼苗可溶性糖、脯氨酸含量的影响

植物遭受重金属胁迫后,由于细胞内外的渗透压失衡,引起植物细胞的脱水,植物为维持正常的生理代谢,会应激性的合成可溶性小分子物质,如可溶性糖、脯氨酸。从图 3 可以看出,随着锰胁迫程度的加深,大豆幼苗可溶性糖和脯氨酸含量增加。柠檬

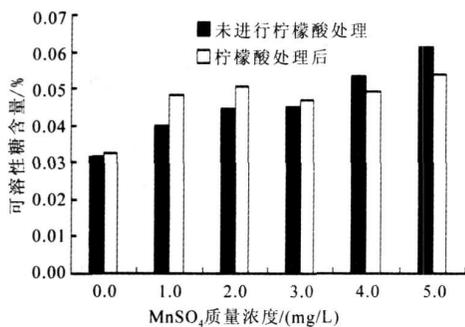


图 3 柠檬酸处理对锰胁迫下大豆幼苗可溶性糖和脯氨酸含量的影响

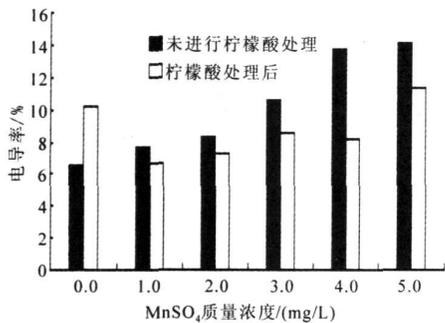
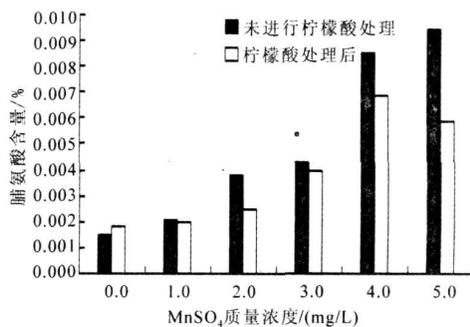


图 4 柠檬酸处理对锰胁迫下电导率的影响

3 结论与讨论

锰是植物生长必需的微量元素,但过量的锰可以对植物造成胁迫。如何降低土壤中锰毒对植物的危害越来越受到研究者重视。

以往有关外源有机酸对重金属胁迫的研究较多^[12,13]。外源柠檬酸是一种较好的修复土壤重金属污染的整合剂,可以缓解锰对大豆幼苗的胁迫。本试验研究了外源柠檬酸对不同质量浓度锰胁迫下大豆幼苗的影响,结果表明,柠檬酸处理可抑制根冠比上升,降低可溶性糖、脯氨酸含量和电导率,对缓

酸处理后的脯氨酸含量总体低于未处理组。处理后可溶性糖含量在 $MnSO_4$ 0.0~3.0 mg/L 时高于未(进行柠檬酸)处理组,4.0 mg/L 以上时相反。

2.4 柠檬酸处理对锰胁迫下大豆幼苗电导率的影响

锰胁迫时,细胞质膜会遭到破坏,膜的透性变大,从而使细胞内的电解质外渗,引起电导率的改变,通过比较电导率值可以反映出植物受胁迫的程度。图 4 表明,电导率随着锰胁迫的加强而增大,在 $MnSO_4$ 5.0 mg/L 处理时达最大值 14.11%。柠檬酸处理后与未处理相比,电导率总体下降。说明柠檬酸处理可以缓解锰胁迫对大豆幼苗造成的伤害。

解锰胁迫有一定作用。此外,本试验条件下,柠檬酸处理总体上略微降低了叶绿素含量,Chla/Chlb 变化不规律。但柠檬酸缓解锰胁迫的机制及最适质量浓度还有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] 任立民,刘鹏. 锰毒及植物耐性机理研究进展[J]. 生态学报, 2007, 27(1): 357-367.
- [2] 臧小平. 土壤锰毒与植物锰的毒害[J]. 土壤通报, 1999, 30(3): 139-141.
- [3] Foy C D. Physiological effects of hydrogen, aluminum and manganese toxicities in acid soils, in soil acidity and liming[J]. Agron Mon, 1984, 12: 57-97.
- [4] 李永涛,吴启堂. 土壤污染治理方法研究[J]. 农业环境保护, 1997, 16(8): 118-122.
- [5] 张贵龙,任天志,郝桂娟,等. 生物修复重金属污染土壤的研究进展[J]. 化工环保, 2007, 27(4): 328-333.
- [6] 崔德杰,张玉龙. 土壤重金属污染现状与修复技术研究进展[J]. 土壤通报, 2004, 35(3): 366-370.
- [7] 唐东民,伍钧,唐勇,等. 重金属胁迫对植物的毒害及其抗性机理研究进展[J]. 四川环境, 2008, 27(5): 79-82.

(下转第 35 页)

关,含氮化合物与口感呈负相关。因此,在一定范围内适当提高糖含量、降低含氮化合物含量有利于提高烤烟的口感质量。烤烟的口感本质上是烟气的酸碱平衡,受烟叶的碳氮代谢控制;在烤烟的生产实践中,一切生产调控措施应围绕着烤烟的碳氮代谢,要促进烟株碳氮代谢平衡,开片充分,使糖碱比营养协调;要重视烟叶的成熟度,使烟叶组织结构疏松、厚薄适中,增施钾肥,提高烟叶的燃烧性,改进口感;增施农家肥,改进烘烤工艺,促进香气生成。

相关分析是描述 2 个变量间的线性关系程度和方向的统计方法。当两变量间的关系是非线性时或不具有典型的理论概率分布时,相关分析结果往往与实际不一致,如叶宽不具有典型的理论概率分布、烟碱与口感的关系是非线性的,如果只是从相关系数来判断,会造成错误。因此,完全通过相关系数来判断 2 个变量的关系程度要注意适用范围。灰色关联分析克服了这一缺点,不但结果准确,而且能够找出系统因素间影响最大的因素,将复杂问题简单化,使结果明了,在烟叶质量分析上具有一定的应用潜力。

由于参考数列不同,比较数列不同,原始数据无

量纲化处理的方法不同,数据序列长度不同,分辨系数 ρ 不同,故得出的关联度也不同。因此,使用该方法在进行关联度分析时,要注意条件的一致性。

参考文献:

- [1] 刘钟祥.论卷烟产品风格[J].烟草科技,1996(2):5-7.
- [2] 肖协忠.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,1997.
- [3] 王苏斌,郑海陶,邵谦谦.SPSS 统计分析[M].北京:机械工业出版社,2003.
- [4] 袁嘉祖.灰色系统理论及其应用[M].北京:科学出版社,1991.
- [5] 郭瑞林.作物灰色育种学[M].北京:中国农业科技出版社,1995.
- [6] 唐启义,冯明光.DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及模型优化[M].北京:科学出版社,2006.
- [7] 闰克玉,王建民,屈剑波,等.河南烤烟评吸质量与主要理化指标的相关分析[J].烟草科技,2001(10):5-9.
- [8] 李国栋,于建军,董顺德,等.河南烤烟化学成分与烟气成分的相关性分析[J].烟草科技,2001(8):28-30.
- [9] 中国农业科学院烟草研究所.中国烟草栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,1987.
- [10] 朱尊权.当前制约两烟质量提高的关键因素[J].烟草科技,1998(4):3-4.
- [11] 徐勤松,计汪栋,杨海燕,等.镉在槐叶苹叶片中的蓄积及其生态毒理学分析[J].生态学报,2009,29(6):3019-3027.
- [12] 何龙飞,王爱勤.外源有机酸对小麦铝毒害的缓解效应[J].华北农学报,2002,17(S1):75-79.
- [13] 李玉红,卫冬燕,孙方民,等.有机酸施用对印度芥菜吸收 Pb、Cd 的影响[J].河南农业大学学报,2004,38(3):275-278.

(上接第 31 页)

- [8] 丁竹红,胡忻,尹大强.螯合剂在重金属污染土壤修复中应用研究进展[J].生态环境学报,2009,18(2):777-782.
- [9] 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,2006:134-284.
- [10] 孔祥生,易先锋.植物生理学实验技术[M].北京:中国农业出版社,2008:250-254.